

aristoteliske opfattelser fandtes stadig, endda helt frem til 1600-tallet, hvor der så til gengæld opstod radikalt andre ideer. Men indtil da udvikledes de aristoteliske og ny-platoniske opfattelser sig synkront – og på mange måder kan man sige, at de i forhold til naturvidenskaben ikke adskilte sig synderligt fra hinanden. De baserede sig f.eks. begge på, at man kunne tænke eller føle sig frem til sandheden – man behøvede ikke at basere sig systematisk på observation og eksperiment, når man skulle udvikle teorier.

I løbet af 1500-tallet optræder en række forskere og tænkere, der går et skridt videre i retning af en naturvidenskab. De begyndte at opfatte mennesket som i stand til *empirisk* at erkende processer i naturen. For en forsker som Pietro Pomponazzi (1462-1525) er naturen et lukket mekanisk system, der netop skal studeres empirisk. For lægen, teknikeren og matematikeren Geronimo Cardano (1501-76) er naturen stadig besjælet, dog på en sådan måde, at der ikke kræves magi for at omgås og forstå den, men sådan, at det er muligt at opnå lovmæssig erkendelse. Følger man Pomponazzis og Cardanos tænkemåder, er der således mulighed både for spekulativ naturfilosofi og for empirisk naturvidenskab. Det er en distinktion, der på dette tidspunkt ikke er etableret, og som først for alvor blev udfoldet i løbet af 1600-tallet.

## Det dobbelte bogholderi og centralperspektivet

Et vigtigt fænomen i renæssancens blomstrende handel var regnskaber. Regnskabet baserede sig på optælling og på simple manipulationer med tal. Handlen forudsatte også måling og samfundsmæssigt fastsatte måle-normer, som vi kender det i form af f.eks. meter, kilogram og liter. Handelsregning var derfor noget meget afgørende, og det skabte behov for nye former for uddannelse. De etablerede universiteter underviste nemlig kun i geometri – sådan som grækerne krævede det. Men måling og handel krævede arbejde med tal. Flere af renæssancens store kunstnere var både malere og undervisere i talregning – de var interesseret i korrekt repræsentation af virkeligheden både plastisk og matematisk, hvilket ofte var to sider af samme sag. To fænomener er her interessante. På den ene side det pålidelige talbaserede bogholderi, det vi kalder det dobbelte bogholderi, og på den anden side det geometriske centralperspektiv, der muliggør en korrekt afbildning af en tredimensional virkelighed i form af et fladt billede.

Det dobbelte bogholderi beskrives første gang hos regnelæreren og matematikeren Luca Pacioli (1445-1514) i en større lærebog fra 1494, *Summa de Arithmetica, Geometrica, Proportioni et Proportionalita*, hvori han opsummerer samtidens kunnen inden for matematik. Det var ikke noget originalt værk, men var karakteristisk for sin samtid ved, at det ikke var skrevet på latin, men på en toskansk dialekt, og at det blev udgivet som bogtryk og dermed blev meget udbredt.

Det dobbelte bogholderi baserer sig på den ide, at man ved at opgøre udgifter og indtægter på to forskellige måder kan opnå en højere grad af sikkerhed og korrekthed end ved blot at føre en enkelt liste over indtægter og udgifter. Enhver transaktion indføres i bøgerne to gange, som kredit og som debit. Derved kan man se, om der er balance, ud fra en ligning om at debitbevægelsernes sum skal være lig kreditbevægelsernes sum. Man kan sige, at det dobbelte bogholderi er en algoritme, der sikrer, at man til enhver tid kan få et billede af sin aktuelle økonomiske situation. Man kan både se, hvad man har til rådighed likvidt, og hvad man totalt set ejer, dvs. om de indtægter og udgifter man nu har, de fordringer man har, og den gæld man har, faktisk sikrer, at man som virksomhed kan overleve.

Alt dette hænger nøje sammen med fremkomsten af nye former for økonomisk samarbejde og nye former for risikotagning. Der opstod i renæssancen større firmaer – ofte baseret på kortvarige former for samarbejde som f.eks. finansieringen af en handelsrejse med skib – og man forsøgte at være flere om investeringerne, risikoen og udbyttet. Nogle har sagt, at det dobbelte bogholderi og den moderne kapitalisme er to sider af samme sag. Sikkert er det i hvert fald, at ideen om at drive virksomhed og forretning for vinding forudsætter, at man kan finde ud af, om man vinder eller taber. Senere opstår netop sandsynlighedsbegrebet og sandsynlighedsregningen ud fra tilsvarende spil-situationer, hvor man forsøger at finde ud af, om der er chance for gevinst eller ej.

Det dobbelte bogholderi er måske den første praktiske anvendelse af dels de nye arabertal dels ideen om en algoritme, som bliver skabt i Europa. Man havde lært at regne med tallene af araberne, og senere skulle europæerne i 1600-tallet skabe begreber om sandsynlighed og senere igen statistik – udvidelser og anvendelser af matematikken, der slet ikke forelå hos de græske og arabiske matematikere. Det dobbelte bogholderi er også det første eksempel på, at man kan have tillid til noget, der kan udtrykkes i tal, og

som er resultat af en måling. Regnskabet er en abstrakt repræsentation, der skal vise en forretnings finansielle situation. Det er i overført betydning et billede, hvorfor man stadig i dag siger, at et regnskab skal give et “retvisende billede” af situationen. Regnskabet og dets tilhørende metoder og begreber forblev – lidt ligesom bogtrykket – uændret i meget lang tid. Og essentielt er de metoder, der anvendes i dag, de samme som i renæssancens handels- og bankhuse.

Regnskabet baserer sig på tal og måling. Ud fra dets praksis kan man nemt slutte, at kun det, man kan aflægge regnskab for, er noget, man har. Dermed kan man gå videre og sige, at kun det, der er repræsenteret i regnskabet, er virkeligt. Repræsentationen skaber på en vis måde kriteriet for, hvad der er virkeligt. *Kun det målelige er virkeligt*. Det er en helt central ide for videnskab og teknologi i Europa.

Perspektivet beskrives første gang udførligt i et værk af humanisten og arkitekten Leon Battista Alberti (1404-72) fra 1435. Det er en geometrisk konstruktion, der baserer sig på visse optiske anskuelser om synsfeltet og om lyset. Derudover forudsætter det en bestemt opfattelse af, hvad et billede grundlæggende er. Før perspektivet var billeder repræsentationer af og symboler på det, der blev opfattet som virkeligt. Men de skulle ikke nødvendigvis *ligne* virkeligheden, sådan som vi ser den, dvs. der var ikke noget krav om illusion. Afbildede personers størrelse afhang således ofte af deres status i det samfundsmæssige eller religiøse hierarki, og herskeren eller Kristus kunne fremstå som de rene kæmper i forhold til menigmand.

Ligesom det dobbelte bogholderi på det talmæssige og økonomiske område satte en standard for afbildning og nøjagtighed, satte perspektivet en standard for, hvad det vil sige for et billede at gengive virkeligheden korrekt. De første perspektiv-billeder fremkommer omkring 1425. Mange kunstnere havde før da forsøgt at skabe indtryk af rumlighed. Men en egentlig geometrisk teori om, hvordan man omsætter et tredimensionalt synsindtryk til et tilsvarende todimensionalt, fremkommer først med Alberti. Ingeniøren og arkitekten Filippo Brunelleschi (1377-1446) udførte omkring 1430 et forsøg, der gik ud på at se på et motiv i et spejl og derefter male motivet sådan, at hvis man erstattede spejlet med maleriet, ville man ikke kunne se forskel. Et sådant billede ville for Brunelleschi være et “korrekt” billede.

To ting er vigtige i et perspektivisk billede: at der er et fælles forsvindingspunkt, og at horisonten og forkortningen imod horisonten er korrekt.



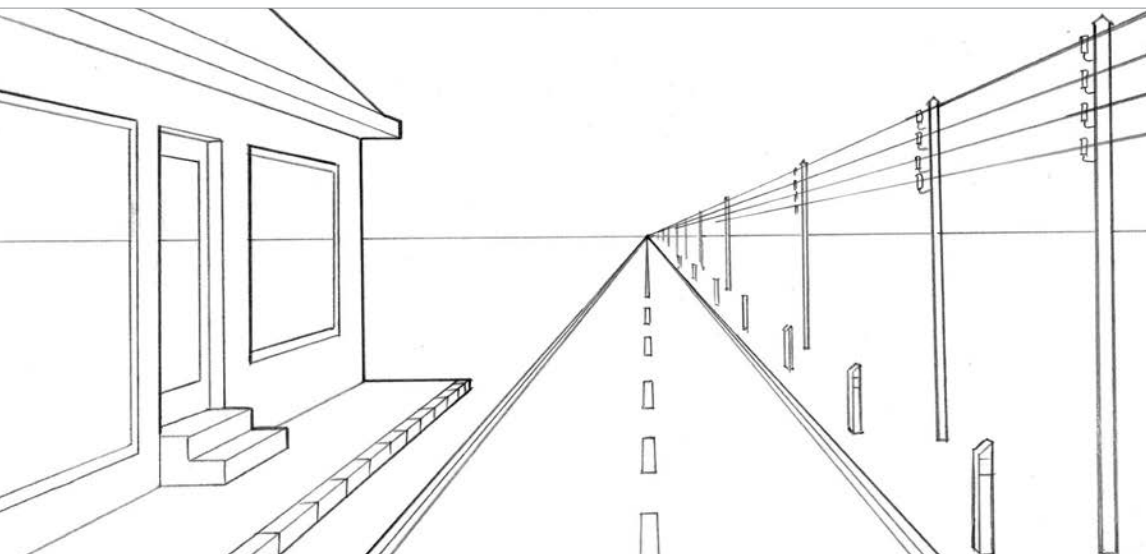
Den første korrekte brug af centralperspektivet tilskrives i dag Masolino da Panicale (1383-1440) *La Resurrezione di Tabita* fra 1424-25. Bemærk, at forsvindingspunktet er i øjenhøjde på muren af det bagvedliggende hus, hvilket giver illusionen af, at billedet ses af en betragter, som står på pladsen. Denne fuldstændige integration af alle billedets horisontale linjer kan kun opnås ved en eksplicit implementering af centralperspektivet · Cappella Brancacci, Firenze.

Ellers vil f.eks. vandrette ternede gulve ikke se vandrette ud på billedet. Perspektivet forudsætter en opfattelse af synet og lyset, der siger, at lyset kommer ind i øjet udefra, og at lyset bevæger sig i rette linjer. Derudover skal man have en forståelse af den forkortning, der sker med tingene, når de fjerner sig

fra os. Ellers vil en række master af samme højde, der står langs en lige vej, komme til at se ud som om, de har forskellig højde.

Mange har fremsat teorier om, hvordan og hvorfor perspektivet netop opstår i Firenze i første halvdel af 1400-tallet. Man ved bl.a., at der i 1428 kommer et geografisk værk af Ptolemaios om kort og kortproduktion til Firenze. Og da kortproduktion drejer sig om det samme som perspektivet – at afsætte noget tredimensionalt på et plant stykke papir – har Brunelleschi måske været inspireret af Ptolemaios' studier.

Muligvis var Brunelleschi også inspireret af den fascination af symmetri og rumlighed, som blev dyrket i renæssancens boliger, haver og byanlæg. Fyrsten eller storborgeren viste sin magt i sin evne til at ordne omgivelserne, og orden var baseret på symmetri. Det var omverdenens empiriske egenskaber, hvordan verden faktisk så ud, der interesserede. Der skulle skabes et billede, og billedet skulle ikke kun oplyse træk ved virkeligheden, men ligefrem kunne erstatte den. Man kunne således sidde i en højt placeret loggia



og se ud på byen eller landskabet, men man kunne også sidde i sin spisestue og betragte billeder af byen eller landskabet på væggene. Oplevelsen skulle være den samme.

Renæssancens billeder lavet med centralperspektiv forsøgte ofte at efterligne, hvad en person ville se, hvis vedkommende stod på det sted, hvorfra billedet er set. Denne ide forudsætter, at billedet forstås som bevidsthedsindholdet hos en person. Perspektivbilledet indeholder altså indirekte en person, nemlig den, der observerer motivet et bestemt sted fra. Denne *tilstedeværelse af et subjekt* er noget helt afgørende. Et kalkmaleri fra middelalderen er f.eks. ikke et billede i samme forstand: det afbilder en scene fra Bibelen, men scenen er ikke set et bestemt sted fra eller forsøgt gengivet, sådan som en betragter ville have oplevet den. I renæssancen ser maleren ud i verden, og verden påvirker ham via lyset, og igennem denne påvirkning opstår indholdet i malerens bevidsthed. Maleren forsøger så – igennem perspektivets regler – at gengive det, han oplever. Maleren er subjektet, der er til stede i billedet.

I renæssancen får netop subjektet og det individuelle en ny status. Ikke kun i malerkunsten, men også i filosofien, i naturen, i forståelsen af historien, i litteraturen og i livsformerne i almindelighed træder det enkelte menneske frem som et fokuspunkt, hvorfra alting kan ses.





## Den videnskabelige revolution – opgøret med Aristoteles

Fra midten af 1500-tallet og i hvert fald to hundrede år frem foregår konstante ændringer i opfattelsen af verden og ikke mindst af, hvad det overhovedet vil sige at vide noget om den. Det kaldes ofte “den videnskabelige revolution”, selvom der ikke er tale om ændringer fra det ene år til det næste, men om langstrakte forandringer. Termen er dog ikke helt ved siden af, da der rent faktisk sker en række voldsomme ændringer, som – selvom de er gradvise og længerevarende – er knyttet til få markante fænomener og centrale personer. Perioden er starten på moderniteten, og det er en periode, hvor fornuft, videnskab og rationalitet erstatter tradition, åbenbaring, religion og overtro.

Processen starter i 1543, hvor Nikolaus Kopernikus fremlægger sit verdensbillede med Solen i centrum af universet, og den kulminerer i 1684 med fremlæggelsen af Isaac Newtons (1642-1727) mekaniske fysik i værket *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (“Naturfilosofiens matematiske principper”). Den ebber ud i løbet af 1700-tallet, hvor universiteter og de dannede kredse rimelig bredt har accepteret hovedindholdet af naturvidenskabens resultater. Dermed er revolutionen så at sige forbi, og erstattet af en art permanent forandringstilstand, hvor videnskabens udvikling ses som noget normalt. Alligevel er det først i vort århundrede, at man for alvor har accepteret, at der ikke bare én gang kan ske en videnskabelig revolution, men at der principielt kan være revolution på revolution i en uendelighed – dvs. at det videnskabelige verdensbillede aldrig én gang for alle vil være etableret. Langsomt sker der også ændringer i samfundets teknologi, hvilket

Det var ikke nemt at tegne et korrekt perspektivisk billede, og derfor blev der udviklet en række hjælpemidler, bl.a. en pind foran øjet og et gitter, der skulle placeres foran objektet. Her er teknikken gengivet i et træsnit af Albrecht Dürer (1471-1528) fra 1525.