

# Platons Timaios

Af Karen Thorsen

## Indholdsfortegnelse:

Forord	s. 34
Indledning	s. 35
Platons idélære	s. 35
Pythagoræerne	s. 36
Proportionslæren	s. 36
Timaios' fortælling om verdens skabelse	s. 37
Oplæg til arbejde med Timaios	s. 41
Arbejdsplan	s. 41
Arbejdsspørgsmål	s. 41
Katalog med forslag til arbejdstemaer	s. 42
Litteraturliste	s. 43

## Forord

### Myter og matematik

Der findes sikkert mennesker, der ikke kan fascineres af matematik.

Der findes mange mennesker, der ikke tror, at de kan fascineres af matematik.

Matematikundervisningen i skolen vægter ikke fascinationen højt; der gøres fra politisk hold en stor indsats for at få unge til at interessere sig for naturvidenskab, herunder matematik, og opskriften er overalt den samme: man mener, at hvis eleverne skal gøres interesserede i matematik, skal de opleve, at de kan bruge resultaterne i praksis. Fascinationen anses mest for at være for nørder. Men hvad avler mest interesse for matematik: ved hjælp af en lineær model at finde ud af, at man kan spare 15 kroner om måneden ved at have en mobiltelefon *uden* abonnement i stedet for én *med*?<sup>16</sup> Eller at addere  $1/7$ 's periode med sig selv igen og igen og se, at de forunderligste mønstre viser sig indbygget i det (hellige) syvtal<sup>17</sup>?

Det er denne skribents opfattelse, at det ene ikke lever godt uden det andet, og siden der findes en del gymnasiemateriale om praktisk anvendelige matematiske modeller, følger her en gennemgang af en matematisk myte, der viser et fascinerende kosmos, der helt konsekvent er bygget op på matematiske strukturer.

Inden for teologien har man en tradition for at fastholde de forestillinger, som man godt ved ikke er sande i almindelig, objektiv forstand, men som ejer en slags eksistentiel sandhed, og som er uundværlige: mytens sandhed

Platons Timaios er en myte, der beretter om skabelsen af verden med matematiske strukturer som skelet. Matematikken er helt fra den første begyndelse et grundlæggende princip i opbygningen af universet og dermed også i mennesket, og den eneste grund til, at vi kan erkende vor omverden, er, at vi har de matematiske strukturer tilfælles med den. Vi kan jo nemlig ikke erkende noget, som vi intet har tilfælles med. At beskæftige sig med matematik bliver derfor at udforske universet

Hvor absurd det end kan virke at forestille sig, at den matematik, tonerækken bygger på, samtidig ligger til grund for planeternes bevægelser (absurd – og også forkert, har det vist sig), eller at alt stof er opbygget af bittesmå regulære mangeflader<sup>18</sup> i atomstørrelse (det er imidlertid kun delvist forkert), så rejser den konsekvent gennemtænkte og smukt billedligt fortalte myte spørgsmålet: jamen når det nu ikke er sådan, hvordan er det så? Hvis tallene ikke er indbygget i naturen, hvorfor lærer vi dem da ved at betragte naturen (ét træ, to træer, tre træer...)? Hvordan kan vi skelne kategorier fra hinanden, hvis vi ikke i os har en indbygget forståelse af, hvad ”det samme” og ”det

---

<sup>16</sup> For slet ikke at tale om de utallige eksamensopgaver, hvor man ved hjælp af tal i et skema skal afgøre om bløddyr vokser eksponentielt eller ifølge potensvækst

<sup>17</sup> Læg  $142857$  sammen med sig selv og skriv resultaterne ned.

<sup>18</sup> ”Mangeflade” er en fordanskning af det græske ord polyeder; fordanskningen skyldes behovet for senere at kunne beskæftige sig med de specifikke flader uden at kende de græske talord.

forskellige” er, som Platon hævder. Kan vi overhovedet være sikre på, at matematikken er anvendelig på virkeligheden?<sup>19</sup>

### Arbejde med myte og matematik i gymnasiet

Matematiklærere er ikke uddannet til at læse myter. Religions- og oldtidskundskabslærere kan oftest ikke læse matematiske formler. AT giver os mulighed for at arbejde sammen, og derfor kan vi nu finde et skrift frem, som har været glemt i mange år, - men som i hele middelalderen og langt op i renæssancen havde en særdeles stærk indflydelse på europæisk verdensforståelse.<sup>20</sup>

Timaios er svær at læse. Selv om denne fremstilling tilbyder en genfortælling, der er lidt enklere end teksten selv, vil man sikkert først kunne bruge den i 3G, - evt. i slutningen af 2G.

I det følgende præsenteres nogle *indledende oplysninger*, dernæst en *genfortælling* af de relevante dele af Platons tekst. Hertil kommer denne forfatters bud på *arbejdsspørgsmål*, der forhåbentlig kan fremme forståelsen og hjælpe til med at strukturere diskussionerne.

Der følger et *idékatalog* med områder, som man kan fordybe sig i, samt en liste med henvisning til *litteratur*, på papir og skærm.

## **Indledning**

### Platons idélære

”Alting flyder”, sagde Heraklit ( ca. 500 f.Kr. ) og mente dermed, at alt er i konstant forandring. Man kan ikke bade to gange i den samme flod, - flodens vand er skiftet ud, og mennesket er også i konstant forandring.

Denne tilsyneladende indlysende sandhed beror imidlertid på et bedrag, mente Parmenides ( ca. samtidig med Heraklit, nok lidt yngre ), thi forandring er slet ikke mulig. Hvis nemlig noget skal forandre sig, må noget værende blive ikke-værende og noget ikke-værende blive værende. Og det strider imod fornuften, thi om det ikke-værende kan man intet vide og derfor slet ikke bygge en filosofi derpå. Heraklits foranderlige verden er således et bedrag.

Platon løser den tilsyneladende uløselige modsætning ved at skelne mellem på den ene side det værende, som altid er til, og hvor ingen forandring er mulig og på den anden side det, der uafslutteligt bliver til og ikke har egentlig væren.

Det værende, også kendt som ideernes verden, erkendes med tanken gennem logisk ræsonnement, det tilblivende/foranderlige, dvs. den verden, vi ser for os hver dag, fornemmes med sanserne; den synlige verden med dens kaotiske omskiftelighed er således blot en forestilling, et billede af den egentligt værende, ordnede verden, og vi kan kun sanse, ikke erkende billedet.

---

<sup>19</sup> Se også Jørgen Ebbesens artikel her: Rotter og indianere. Og kloge Hans.

<sup>20</sup> Der er nævnt flere temaer i og omstændigheder omkring Timaios’ receptionshistorie i den udvidede litteraturliste.

I skriftet ”Timaios” lader Platon den syditaliske naturfilosof Timaios fortælle om, hvorledes den synlige verden er blevet til som billede af ideernes evige verden<sup>21</sup>.

### Pythagoræerne

Alt er tal, menes Pythagoras (570-495f.Kr.) at have sagt.

Ifølge pythagoræernes verdensopfattelse er universet opbygget af bittesmå, udelelige enheder med en vis (meget lille) udstrækning. Disse enheder kunne naturligvis tælles, - hvis man altså kunne se dem.

Skønhed opstår, når man sætter ting sammen, hvis antal enheder passer smukt til hinanden, dvs. hvis forhold kan beskrives ved en brøk med små tal i tæller og nævner. Der er skønhed og harmoni mellem to toner, hvis strengelængderne forholder sig til hinanden som 2:1, som 3:2 eller 4:3. Et smukt bygningsværk bygges, hvis man sørger for, at der er samme pæne talforhold mellem f.eks. taghøjde og bygningens højde.

Udforskningen af tallenes egenskaber er studier i universets harmoni, matematik er dyrkelse af skønhed og planmæssighed og i sidste ende det guddommelige, der står bag.

### Proportionslæren

Pythagoræernes verdensorden var sikret ved, at alt (i princippet) kunne tælles og dermed sammenlignes: dette var større end hint, - dén streng var lige så lang som dén og ville derfor give samme tone fra sig. Imidlertid gik ordenen i stykker, da man opdagede, at der fandtes tal, man ikke kunne tælle og dermed forekomster, man ikke kunne sammenligne.

Lad os sige, at vi har to liniestykker og en enhed:



$l_1$  måler 4 enheder, når  $l_2$  måler 3

Lad os nu tage to tilfældige liniestykker:



Man skulle tro, at man altid kunne finde en enhed, der var lille nok til, at man kunne gøre det samme som ovenfor, - sige, at den ene måler f.eks. 479, når den anden måler 385. Pythagoræerne troede det i al fald, - hele deres verdensopfattelse byggede herpå.

Men det kan bevises, at det ikke er tilfældet. F.eks. kan siderne i et kvadrat og diagonalen i samme kvadrat, umuligt måles med samme enhed, uanset hvor lille man gør den.

---

<sup>21</sup> I streng, litterær forstand er der ikke tale om en myte, eftersom den har en forfatter. Beretningen rummer imidlertid så mange fælles træk med myten, at vi her tillader os at betragte den som en sådan.

Denne opdagelse var rystende for mennesker, hvis fortrøstning til verdensordenen byggede på, at alt bestod af bittesmå enheder, der kunne tælles og dermed forstås. Det var så rystende, at det siges, at man holdt opdagelsen hemmelig og druknede en matematiker, der var kommet til at røbe den.

Hemmeligheden holdt ikke; Eudoxos (408-355) kendte problemet og løste det, - eller kom i al fald om ved det med sin lære om proportioner:

Han siger, at man kan sammenligne to størrelser, hvis det giver mening at sige, at den ene er større end den anden ( : man kan ikke sammenligne en cirkel og en linie, - eller Rundetårn og et tordenskrald ), med andre ord, hvis de to størrelser er af samme art. Det, der kan sammenlignes, kan sammenlignes uanset, om det er fællesmåleligt (kommensurabelt) eller ej. Man kan se, om den ene er større end den anden, og man kan regne på inkommensurable størrelser. I stedet for at regne med tal, og med længde/areal/rumfang, der jo må udtrykkes i tal, kan man arbejde med forhold.

Selv om alt ikke kan tælles, kan man alligevel beregne og sammenligne størrelser i omverdenen og således rubricere og systematisere omverdenen. Ordenen er vendt tilbage.

Proportioner blev grækernes måde at skabe orden på. Templerne byggedes efter kunstfærdige beregninger, f.eks.:

$$\frac{\text{triglyf}}{\text{metope}} = \frac{5}{8}$$

$$\frac{\text{søjlernes nedre diameter}}{\text{søjlemellemrum}} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{\text{søjlehallens bredde}}{\text{cellas bredde}} = \frac{1}{3}$$

Pythagoræernes sikkerhed for orden var ødelagt, et nyt var trådt i stedet. Proportionerne binder universet sammen.

### **Timaios' fortælling om verdens skabelse.**

Den synlige verden er bygget af Den store Håndværker som en model af den evigt værende verden.

Håndværkeren overtager noget synligt stof, som bevæger sig kaotisk omkring. Det bringer han i sin godhed orden i efter fornuftens matematiske principper:

Han bygger først de fire elementer, ild, jord, luft og vand, således at hvert element består af bittesmå bestanddele med hver sin form, - ildens mindste bestanddel er den regulære fireflade, jordens den regulære seksflade, luftens den regulære otteflade og endelig er vandets mindste bestanddel den regulære tyveflade.

De fire elementer benytter han til at bygge verden af: ild ( så den er synlig ) og jord ( så man kan røre ved den. ). De to er ikke nok, de må bindes sammen, så alt ikke igen opløser sig i kaotiske former. Da vi har at gøre med rum, må der to mellemformer til; vi får således:

Verden består af ild, jord, luft og vand i følgende forhold:

$$\frac{jord}{vand} = \frac{vand}{luft} = \frac{luft}{ild}$$

De fire danner en enhed, fordi de forholder sig ens til hinanden, og derfor kan de ikke igen opløses og blive til kaos, - som mennesker kan, ved sygdom og død.

Verden er for evigt ordnet harmonisk.

Derfor må verden også have den mest harmoniske form, kuglens. Kuglen har nemlig samme afstand til centrum overalt, og det samme og harmoniske er mere fuldkomment end det forskellige og kaotiske. Kuglen er glat og har ingen åbninger, for selv om verden er levende, behøver den, modsat menneskene, ingen næring udefra, - og der findes heller ikke noget uden for verden, for Den store Håndværker har struktureret og bygget af alt det materiale, der var. Kuglen har heller ikke brug for hænder og arme at gribe med, for der er intet at gribe, eller ben at gå på, for der er ingen steder at gå hen. Kuglens eneste bevægelse er den mest harmoniske af alle bevægelser: den roterer om sig selv.

I kuglens centrum anbringer Håndværkeren verdenssjælen.

Verdenssjælen er verdens herskerinde, fordi sjælen er sæde for fornuften. Eftersom orden og harmoni er evigt til stede i verden, som Håndværkeren har bygget den, må fornuften, den guddommelige skaberkraft, også være det. Og fornuften kan ikke bo i legemet, men må bo i en sjæl. Altså har verden en sjæl, og den er konstrueret således:

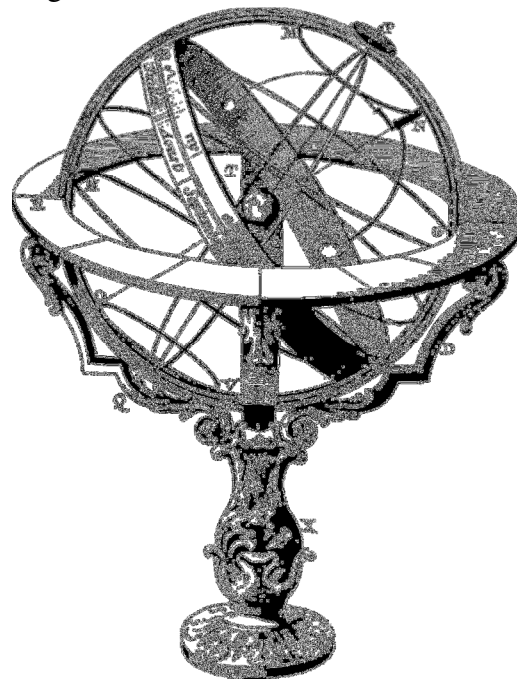
Udelelig og ens væren	}	blandes til En Tredje Slags Væren
Delelig og legemlig væren		
Udelelig og ens lighed	}	blandes til En Tredje Slags Lighed
Delelig og legemlig lighed		
Udelelig og ens forskellighed	}	blandes til En Tredje Slags Forskellighed
Delelig og legemlig forskellighed		

De tre blandinger blander han igen sammen til et hele, sjælsstoffet.

Stoffet har form som et langt bånd, og det deler han i mange intervaller, først efter dobbelte og tredobbelte rækker ( 1, 2, 4, 8 og 1, 3, 9, 27 ), dernæst underdeler han de intervaller efter proportionale regler og opnår derved til sidst de intervaller, som skaber tonerækken.

Efter således at have opdelt verdenssjælen i harmoniske stykker river han båndet over på langs, lægger de to dele over kors som et X og fjører enderne sammen, således at der bliver to kredse.

Den ene gør han til den ydre ring, - den er fiksstjernerne's omløbsbane, og den går mod højre; den kaldes "Det Samme"'s bevægelse, fordi fiksstjernerne bevæger sig ens. Den anden kreds bliver den indre ring, og den er planeternes bevægelse; de bevæger sig mod venstre, - og ikke i ensartet bevægelse, hvorfor denne ring kaldes "det forskellige".



*En armillarsfære*

"Det Forskellige"'s ring 7-deles ved intervallerne 1 – 2 – 3 – 4 – 9 – 8 – 27. I tre af disse kredse sker bevægelsen med samme hastighed, i de øvrige fire med forskellig hastighed, men dog med hastigheder, hvis forhold kan beskrives ved små, hele tal..

"Det Samme"'s ring har forrang, fordi den er enkel og udelt, ligesom fornuften er det, - i modsætning til sanserne.

Verdens legeme og verdens sjæl føjes nu sammen: Håndværkeren lægger den kugleformede verdenskrops centrum sammen med centrum for verdenssjælens baner og fletter dernæst legeme og sjæl sammen overalt, således at sjælen gennemsyrrer alt og også svøbes uden om verdenskuglen som en skal.

Det er verdenssjælens væsen at rotere. Hver gang, den kommer i berøring med noget, meddeler den, - lydløst, uden tale - hvad dette noget er det samme som eller forskelligt fra. Det gælder, hvad enten "Det Samme"'s cirkel berører noget evigt værende ( da opstår fornuftsbaseeret viden ), eller det forskellige cirkel berører noget foranderligt ( da opstår sikre og sande meninger om det sanselige ). Fordi cirklerne er fuldkomne og aldrig bringes i uorden, er verdenssjælens kundskaber altid sande.

Den store Håndværker glædede sig over sin verden; men fordi godheden er hans væsen, ville han gøre den endnu skønnere: Håndværkerens forbillede var en evig verden. Også på dette punkt måtte den skabte verden ligne forbilledet, blot mindre fuldkomment: Håndværkeren skabte tiden som et

billede af evigheden. Det skete ved, at han skabte himmellegemerne og indsatte dem i de cirkler, der passede til dem: sol, måne, 5 andre stjerner, - dvs. planeterne, himmelhvælvingens vagabonder, sattes i "Det Forskellige"'s bane, og således indførtes dag og nat, måneder og år. Solen er vigtigst, fordi dens tidsenhed er mindst, døgnet. Med døgnet som regneenhed kan man lære at beregne de andre enheder ( måneder, år samt mere komplicerede astronomiske beregninger ). Solen giver mennesker talsystemet.

Fire slags levende væsener bebor dette univers: i himlen, der består af ild: guder, - dvs. planeterne, fiksstjernerne samt hvad der ellers måtte findes af guder. Hertil fuglene i luften, vanddyrene samt de, der går på fødder på det tørre land.

Resten af arbejdet må Den store Håndværker overlade til de mindre guder, som han lige har skabt, både dem, der løber i kredsløb ( fiksstjerner og planeter ) og dem, der kun åbenbarer sig af og til, - de guder, som vi normalt kalder guder.

Nu skal de dødelige skabes, - planter, dyr og mennesker, thi uden dem ville verden ikke være fuldkommen, dvs. rumme alle arter. Det kan Håndværkeren ikke gøre alene, for han kan kun skabe evige, udødelige væsener.

Han tager resterne af det stof, verdenssjælen var lavet af, fortynder det for at få nok og deler det derefter omhyggeligt mellem hver gud, der således får materiale til netop én sjæl. Sjælen er nu hos sin gud, og Håndværkeren viser den universets natur og belærer den om skæbnens love: Sjælene skal snart fødes for første gang, og alle fødes som gudfrygtige og retskafne mennesker, - alle sjæle får samme udgangspunkt, men de bliver ikke ens: de bedre fødes som mænd, de ringere som kvinder.

Guderne låner lidt ild, jord, vand og luft. Disse dele sammenføjer de med en mængde små, usynlige nagler, ikke med proportionens uløselige bånd, til det menneskelige legeme. Legemets facon er kun delvist kugleformet, - og kuglen er endda ikke glat, men har åbninger og udposninger. Den udødelige del af sjælen bor i den kugleformede del af legemet; den dødelige sjæl, som de lavere guder tilføjede, anbragte de i kroppen, - den udvækst, som det mindre fuldkomne væsen behøver for at kunne gribe ud, bevæge sig omkring osv.

I dette legeme indespærres guderne den udødelige sjæls harmoniske cirkler. Men hvor verdens legeme var bragt i orden, før sjælen blev anbragt der, er legemet kaotisk, og det er sjælens opgave med fornuftens hjælp at bekæmpe legemets kaos: planløse bevægelser, tilfældige berøringer med andre væsener og de stærke fornemmelser, som det afføder: begær, vrede, glæde, - alt sammen Det Forskelliges urolige bevægelser, der forstyrrer og bringer uorden i Det Sammes rolige rotation. Sjælens opgave er at genetablere Det Sammes rolige, fornuftige bevægelser og derved også kontrollere Det Forskelliges bevægelser. Opgaven kan løses: via sit slægtskab med verdenssjælen kan den enkelte sjæl erkende universet/altet og er altså i stand til at hæve sig over den tilsyneladende verdens kaotiske bevægelser og fornemmelser og således bringe orden i det lille univers, som et menneske er.

Lykkes det, kan sjælen, når det givne liv er levet, og ild, jord, luft og vand skal afleveres igen, vende tilbage til sin stjernefælde og der leve i lykkelig evighed, - lykkes det ikke, må den blive en kvinde eller endog et dyr ved sin(e) næste fødsel(er).

## Oplæg til arbejde med Timaios:

### Arbejdsplan:

Selv om der er givet en genfortælling, er dette ikke let stof, og det vil sikkert kun give mening at arbejde med det i 3 G, evt. i slutningen af 2G i en god klasse; måske kan en matematikerklasse afslutte faget oldtidskundskab med at arbejde med dette tema; det skulle være muligt at læse Platons egen tekst efter grundigt forarbejde.

Man kan forestille sig en indledende læsning af genfortællingen med almindelige tekstlæsningsmetoder ( referat, spørgsmål til tid og sted, genre, tekstens intention osv.osv. ).

Herefter vil der utvivlsomt være mange dunkle punkter. Disse kunne oplyses på den måde, at nogle elever påtog sig at orientere om proportionslæren, nogle om de platoniske legemer, nogle om middeltal osv. En forståelse af disse matematiske emner skulle lette læsningen af teksten, således at man i anden omgang kan læse i dybden og sluttelig læse dele af Platons egen tekst.

### Arbejdsspørgsmål:

#### 1. Spørgsmål, der sigter mod forståelse af teksten:

Da teksten er fremmedartet, bør man begynde sit arbejde med den med at gennemgå selve handlingsgangen ret udførligt, enten skriftligt eller i samtaleform.

Hvad skabes der af? Hvad skabes der med?

Med andre ord: skabelse består i at etablere ønskværdige tilstande ud af noget problematisk. Hvad er det problematiske? Hvad er det ønskværdige?

Bygning af verdenssjælen har tæt sammenhæng med den antikke verdens kosmologi.

Undersøg, hvad fiksstjerner og planeter er, og hvordan man mente, at de bevægede sig.

Banerne kan illustreres i armillarsfæren, s. 39.

Hvad betyder det, at himmellegemernes bevægelser forløber langs baner, der er inddelt efter tonerækken?

( Man talte i oldtiden om ” sfærernes musik”: i universet er der bestandig skøn musik, - vi hører den blot ikke, fordi vi har vænnet os til den. Platon nævner den ikke her, men den kan være underforstået ).

Hvorfor er det fuldkomment ikke at behøve næring udefra ( jordens legeme ), mindre fuldkomment at have brug for det ( menneskets legeme )?

Er det forståeligt at opfatte tiden som et afbillede af evigheden?

Hvad er årsagen til / formålet med, at verden er blevet til?

Hvad betyder det, at der er et formål?

( Vi opererer i vore dage med et naturvidenskabeligt årsagsbegreb ( hvad er det? ).

I oldtiden havde man flere opfattelser af årsagsbegrebet; således har Aristoteles, som er lidt senere end Platon, fire årsager. Platons vigtigste årsagsbegreb er det såkaldt *teleologiske*: årsag = formål. Vi møder det i vore dage vist kun i populærbiologien i ræsonnementer som: myreslugeren har sin tunge, for *at* den bedre kan fange myrer; en naturvidenskabelig årsagsforklaring ville her være: myreslugeren har overlevet, fordi den havde udviklet den lange, praktiske tunge ).

Prøv at beskrive en almindelig dag i jeres liv ud fra Timaios' verdensbillede: hvordan skal de forskellige, helt banale situationer som at skændes med sin lillebror, købe et par sko og læse hhv. undervise i matematik forstås?

## 2. Spørgsmål vedrørende erkendelsesteori, herunder matematik.

Den senantikke filosof Proclus ( 400-tallet e.Kr. ) siger, at al kundskab opnås ved lighed mellem den erkendende og det erkendte. Med andre ord: man kan ikke forstå det, man ikke er en del af. Overvej, om det er rigtigt.

Hvis det er rigtigt, hvad betyder det så, at verdens- og dermed menneskesjælen er bygget op af begreber som deleligt/udeleligt, lighed/forskellighed?

Hvad hvis det er rigtigt, men menneskesjælen ikke er bygget af disse begreber?

Kan man drive naturvidenskab efter Parmenides' opfattelse? Efter Platons?

Matematikken er en central del af den evige fornuft, - og den er samtidig indbygget i verden ( planeternes baner og dermed verdenssjælen, solens omløbstid ).

Kan vi forstå matematik, hvis det ikke er rigtigt, at den er indbygget i os?

Kan vi anvende matematik på verden, hvis det ikke er rigtigt, at den er indbygget i verden?

I givet fald hvordan?

## Katalog med forslag til arbejdstemaer:

- *Eudoxos' proportionslære* med udblik til Dedekind-snit og de reelle tal.
- *De regulære polyedre* med udblik til beviset for, at der ikke findes flere.
- harmoniske og geometriske - evt. flere - *middeltal*, - kan videreudvikles til talfølger og -rækker, eller man kan dreje arbejdet mere i retning af matematik musikteori.
- al *pythagoræisk matematik* vil i og for sig være relevant, idet den belyser pythagoræernes opfattelse af, hvorledes matematikken og universet hang sammen.
- *Timaios' betydning* i europæisk videnskabshistorie.

Der kræves i AT ikke nødvendigvis matematik på A-niveau, selv om eleven har dette. En del af de angivne emner kan dog komme op på et pænt niveau.

## **Litteraturliste**

.. og et par kommentarer:

### **Tekster:**

Platon: Timaios. 8. bind i Høeg/Ræders udgave "Platons skrifter i oversættelse" fra 1940.

En ny oversættelse er på vej, forventes i slutningen af 2012, i Tortzen og Mejers udgave af Platons skrifter.

Euklid:Elementer I-IV, oversat af Thyra Eibe. Seneste udgave: 1985.

Tilgængelig i engelsk version på nettet: <http://aleph0.clarku.edu/~djoyce/java/elements/toc.html>

### **Kommentarer til Timaios:**

Cornford: Plato's Cosmology. Oxford 1937.

Titlen anføres for en ordens skyld, skønt bogen alene har filologisk og ikke matematisk interesse.

### **Pythagoræisk matematik generelt:**

Clausen & Falkesgaard: Tal og tanke. Munksgaard 1986. En absolut elevvenlig indføring i pythagoræisk matematik med mange eksempler og opgaver. Anvendelig på alle klassetrin.

### **Proportionslæren:**

Euklid, bog V, rummer proportionslæren

<http://www.imada.sdu.dk/~btoft/mathist/Lutzen.pdf>

Jesper Lützen gennemgår den antikke proportionslære. Kan læses af gode elever.

Howard Stein: Eudoxos and Dedekind: On the ancient Greek theory of ratios and its relation to modern mathematics. Synthese, bind 84, 2, s. 163-211. Artiklen er tilgængelig her:

<http://www.springerlink.com/content/h469818823516p63/>

Videnskabelig artikel

Proportionslæren var massivt til stede i græsk arkitektur. Herom følgende to henvisninger:

Pedersen, Linda Søndergaard: Tholos i Delfi. Samtiden Anbefalet, Klassikerforeningens Kildehæfter, 2005.

<http://www.mlahanas.de/Greeks/Arts/GreekTemple.htm>

Fokuserer man på Apollon-templet i Didyma, findes konkrete mål, som man kan regne på, her:

<http://www.perseus.tufts.edu/hopper/artifact?name=Didyma,+Hellenistic+Temple+of+Apollo&object=Building>

### **De regulære polyedre alias de platoniske legemer:**

Euklid XIII rummer konstruktionen af de regulære polyedre.

<http://www.henrikkragh.dk/pdf/NoterRegPoly200106a.pdf>

Et sæt noter til især polyedrenes geometri, men også til øvrige matematiske problemer i Timaios. De kan med lidt hjælp anvendes af elever.

Undervisningsmateriale, lige til at gå til, også med Eulers polyedersætning og med yderligere henvisninger, findes her:

[www.sctknud-gym.dk/lrere/AM/Matematik/.../Polygoner&polyedre.docx](http://www.sctknud-gym.dk/lrere/AM/Matematik/.../Polygoner&polyedre.docx)

### **Middeltal og harmonilære:**

En kort og elevvenlig indføring findes her:

[homepage.svendborg-gym.dk/r12/index.php?download...pdf](http://homepage.svendborg-gym.dk/r12/index.php?download...pdf)

Archytas var den græske foregangsmatematiker på dette område. En udførlig oversigt over hans liv og virke, forså vidt som det kendes, gives her:

<http://plato.stanford.edu/entries/archytas/> .

Især afsnit 2.2 er relevant

Stanford-artiklerne er hurtige oversigtsartikler, som sammenfatter relevant forskning. Det kan læses af lærere, undtagelsesvis og i mindre portioner af (gode) elever.

Sundberg, Ove Kr.: Pythagoras os de tonende tall. Oslo 1980.

En bog til inspiration for den lærer, der arbejder med musik og harmoni og filosofi

Carstensen, Jens og Petersen, Palle Bak: Uligheder. Eget forlag, 2003

Et afsnit heri behandler de forskellige middeltal. En bog for læreren og den særligt interesserede elev.

Carstensen, Jens: Talfølger og rækker. Systime 2008. Dele findes som e-bog. Kan læses af gode elever.

### **Timaios' betydning i europæisk historie**

Timaios var den eneste af Platons dialoger, der var kendt i Europa indtil renæssancen. Dens betydning for middelalderens *kosmologi* kan dårligt overvurderes, men langt ind i renæssancen var Timaios stadig central:

Her vil jeg blot til illustration anføre nogle adresser, hvor man kan læse om dialogens indflydelse på Johannes Kepler (1571-1630):

<http://www.lemvig-gym.dk/astrofilo/k-historie.htm>

<http://facultyweb.berry.edu/ttimberlake/copernican/>

<http://facultyweb.berry.edu/ttimberlake/copernican/pdf/activities/Mysterium.pdf>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Mysterium\\_Cosmographicum](http://en.wikipedia.org/wiki/Mysterium_Cosmographicum)

<http://www.georgehart.com/virtual-polyhedra/kepler.html>

Også den opfattelse af *legeme og sjæl*, som var herskende i kirken, - og vel stadig er det i Europa i dag – skriver sig i høj grad tilbage til Platon, ikke mindst, som han fortolkedes i nyplatonismen. Det er utvivlsomt for komplekst til et gymnasieprojekt. Det skal nævnes, at der ser ud til at være fornyet interesse for Timaios efter årtusindskiftet; der har således været afholdt flere store forskningsseminarer, og der er udgivet litteratur herom.

Endelig gælder, at selv om den platoniske opfattelse af *matematikkens genstand*: at matematikkens genstand faktisk eksisterer, og at matematisk forskning består i lidt efter lidt at opdage den, - selv om den opfattelse af de fleste er dømt ude, har det vist sig vanskeligt at undvære den, - endsige stille noget i stedet.

Den amerikanske matematikfilosof, Reuben Hersh, siger således:

“The working mathematician is a Platonist on weekdays, a formalist on weekends. On weekdays, when doing mathematics, he's a Platonist, convinced he's dealing with an objective reality whose properties he's trying to determine. On weekends, if challenged to give a philosophical account of this reality, it's easiest to pretend he doesn't believe in it. He plays formalist, and pretends mathematics is a meaningless game.”

Reuben Hersh: What is Mathematics, Really, London 1997, s. 39f.