



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Den tidslogiske analyse af determinismeproblemet

Øhrstrøm, Peter

Published in:
Filosofi: 5 spørgsmål

Publication date:
2010

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Øhrstrøm, P. (2010). Den tidslogiske analyse af determinismeproblemet. I F. K. Thomsen, & J. V. H. Holtermann (red.), *Filosofi: 5 spørgsmål* (s. 223-240). Automatic Press.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Automatic Press + 

FILOSOFI

5 SPØRGSMÅL

REDIGERET AF

FREJ KLEM THOMSEN & JAKOB v. H. HOLTERMANN

FILOSOFI

5 SPØRGSMÅL

redigeret af

Frej Klem Thomsen
Jakob v.H. Holtermann

Automatic Press ♦ $\frac{V}{T}P$

Information om denne titel på: www.vince-inc.com/automatic.html

© Automatic Press / VIP 2010

Kopiering fra denne bog må kun finde sted på institutioner,
der har indgået aftale med Copy-Dan, og kun inden for
de i aftalen nævnte rammer.

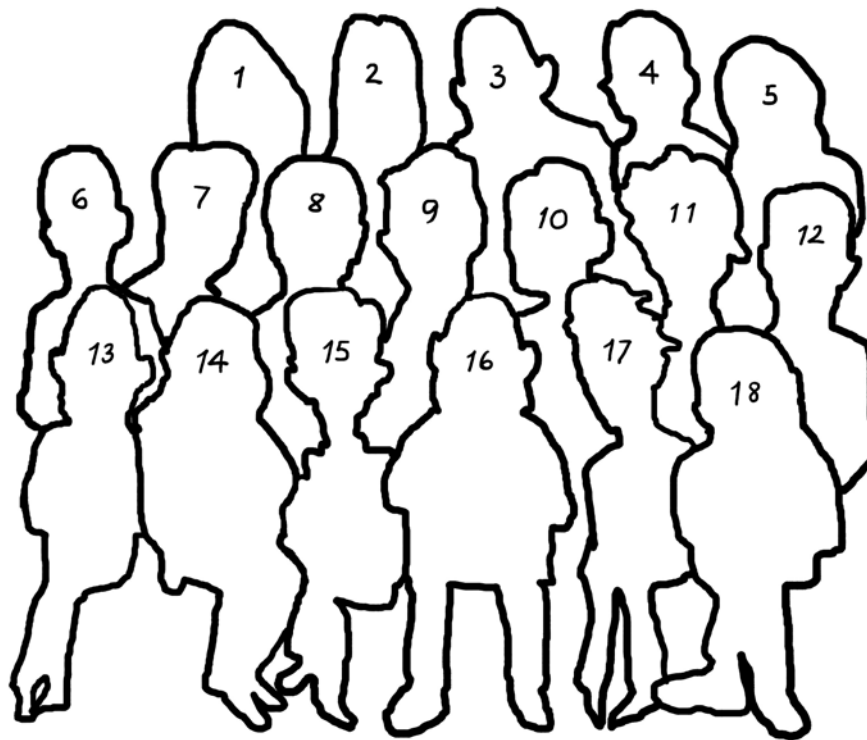
Første oplag 2010

Printed in the United States of America
and the United Kingdom

ISBN-10 87-92130-35-6 paperback
ISBN-13 978-87-92130-35-8 paperback

The publisher has no responsibilities for
the persistence or accuracy of URLs for external or
third party Internet Web sites referred to in this publication
and does not guarantee that any content on such
Web sites is, or will remain, accurate or appropriate.

Bogen er sat i L^AT_EX₂ ϵ
Forsideillustration af Jens Hage
Omslag af Vincent F. Hendricks



- | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. A.-M. Eggert Olsen | 7. D. Jørgensen | 13. S. H. Klausen |
| 2. A. M. Pahuus | 8. F. Collin | 14. S. Andur Pedersen |
| 3. C.H. Koch | 9. F. Stjernfelt | 15. U. Juul Jensen |
| 4. P. Sandøe | 10. H. Kragh | 16. V. F. Hendricks |
| 5. P. Kemp | 11. J. Ryberg | 17. S. Raffnsøe |
| 6. D. Zahavi | 12. K. Lippert-Rasmussen | 18. P. Øhrstrøm |



Contents

Forord	iii
1 Finn Collin	1
2 Vincent F. Hendricks	15
3 Uffe Juul Jensen	23
4 Dorthe Jørgensen	41
5 Peter Kemp	55
6 Søren Harnow Klausen	69
7 Carl Henrik Koch	83
8 Helge Kragh	97
9 Kasper Lippert-Rasmussen	109
10 Anne-Marie Eggert Olsen	121
11 Anne Marie Pahuus	135
12 Stig Andur Pedersen	147
13 Sverre Raffnsøe	159
14 Jesper Ryberg	177
15 Peter Sandøe	187
16 Frederik Stjernfelt	203
17 Dan Zahavi	213
18 Peter Øhrstrøm	223

ii

Om redaktørerne

241

Indeks

243



Forord

Filosofi: 5 Spørgsmål

Når man i en diskussion “går efter manden i stedet for bolden”, kaldes det at argumentere *ad hominem*. Og hvis ikke om andet, så kan de fleste filosoffer i hvert fald blive enige om, at den type argumenter dækker over fejlslutninger, og ikke hører til i filosofien. Seriøs beskæftigelse med de store filosofiske spørgsmål om liv og død, viden, sandhed, retfærdighed, skønhed og så videre må finde sted uden henvisning til ligegyldige forhold vedrørende filosofens egen person. Problemstillingerne er almenmenneskelige, og det samme må gælde eventuelle bud på at besvare dem.

Selvom denne tankegang fortjener sympati, så gør den også at de mere personlige refleksioner over og historier om engagementet i det filosofiske arbejde har vanskelige kår i de fora, som fagfilosoffer normalt har adgang til at udtrykke sig i. Og det er synd, for uagtet at filosofien som videnskab koncentrerer sig om de rene argumenters brydning, så mener vi, at det ofte vil være både filosofisk relevant og frugtbart i bredere forstand, at åbne for at præsentere de tilfældigheder, individuelle interesser og personlige perspektiver som er med til at forme den enkelte filosofis karriere.

Derfor satte vi os for at lave en slags skriftlige interviews med en række af Danmarks bedste filosoffer, som gav dem mulighed for at fortælle både om deres forskning, deres forståelse af hvad filosofi er for en størrelse, og hvordan de hver for sig er endt med at blive filosoffer. Et på en gang menneskeligt og videnskabeligt indblik i disse dygtige tænkeres liv med filosofien, og et omtrentligt overblik over de mange forskellige emner filosofien arbejder med og måder den bedrives på.

De følgende sider rummer således 18 bidrag fra danske forskere som alle på forskellig vis arbejder med filosofi. Nogle vægrer sig ved at kalde sig selv for filosoffer, og langt fra alle er ansat på egentlige afdelinger for filosofi. Ikke desto mindre har de alle mærket fascinationen ved den form for refleksion som de forbinder med

filosofi, og arbejdet med problemstillinger som de identificerer som filosofiske, hvad enten de er solidt placeret i den klassisk filosofiske tradition eller i nogle tilfælde udtryk for frugtbare samspil med andre fagligheder i filosofiens grænseland.

Vi bad alle 18 svare på fem spørgsmål, som tilsammen dækker baggrunden for, indholdet af og overvejelser over deres forhold til filosofien. Disse fem spørgsmål er:

1. Hvordan blev du oprindelig interesseret i filosofi?
2. Hvad betragter du som dine vigtigste bidrag til (dit område af) filosofien?
3. Hvad er de vigtigste åbne problemer inden for (dit område af) filosofien?
4. Hvordan ser du forholdet mellem filosofien (på dit område), andre videnskaber og verden uden om videnskaberne?
5. Hvilken rolle ønsker du at filosofien skal spille i fremtiden?

Som redaktører har vores rolle indskrænket sig til at udstikke de ydre rammer for de deltagende filosofers besvarelser. For at åbne muligheden for mere essayistiske bidrag har vi tilladt forfatterne selv at disponere teksterne, så de ikke nødvendigvis falder i fem delafsnit under hver sit spørgsmål som overskrift. Det har forskellige forfattere udnyttet forskelligt, idet nogle har holdt sig tæt til den form spørgsmålene udstikker mens andre har arbejdet mere frit med de temaer de dækker. Den variation har vi bifaldet, som et udtryk for netop den diversitet vi også har ønsket at vise.

Resultatet er blevet et tankevækkende tværsnit af en samtids danske filosoffer spredt over to generationer. Billedet er naturligvis ikke komplet, men vi har tilstræbt at få repræsentanter for alle de væsentlige forskningsfelter og institutioner med for at vise bredden og variationen. Vi skal ikke her foregøgle, at der efter endt læsning udkrystalliserer sig særligt entydige svar på nogen af de fem spørgsmål. Som det fremgår af de 18 bidrag, er filosofi, som den bedrives i Danmark i dag, karakteriseret ved at være mange forskellige ting – en bredde og variation som er rig og kompliceret. Enkelte gengangere falder ganske vist i øjnene. Fx er det slående, hvilken skelsættende betydning flere deltagere tilskriver et tidligt møde med inspirerende lærere for deres senere valg af filosofien som levevej. (Og man griber sig selv i at håbe, at den ære, der således tilfalder nogle af uddannelsessystemets mere anonyme helte, vil blive bemærket på rette sted.) Men mere generelt synes der

at være forfriskende store variationer i, hvad der kan få en filosof på arbejde, og hvordan han eller hun griber det an.

Både den nysgerrige uden kendskab til universiteternes fora og den interesserede, som kender filosofien og dens institutioner indefra, vil have mulighed for at snuse til og få overblik over denne rigdom og kompleksitet her.

Afslutningsvis skylder vi, foruden en tak til Rasmus K. Rendsvig for hjælp med layoutet, en stor tak til bidragsyderne. Dels selvfølgelig for deres store imødekommenhed og engagement i arbejdet med at lave bogen, dels for deres velvillige accept af ligesom redaktørerne at arbejde gratis, således at overskuddet kan tilfalde UNICEF.

Frej Klem Thomsen og Jakob v. H. Holtermann
København
Oktober 2010

18

Peter Øhrstrøm

Professor

Institut for Kommunikation, Aalborg Universitet

Den tidslogiske analyse af determinismeproblemet

Da jeg begyndte at læse matematik og fysik på Københavns Universitet i 1968, opfattede jeg vist mest filosofi som en støvet og livsfjern affære. Men i løbet af studietiden gik det op for mig, at også de såkaldt eksakte videnskaber i høj grad giver anledning til nogle meget interessante, filosofiske spørgsmål. Derfor fortsatte jeg, da jeg i 1972 var blevet cand.scient., som idéhistoriestuderende ved Aarhus Universitet. Specielt blev jeg optaget af lektor Mogens Wegeners grundige præsentation af filosofihistoriens højdepunkter helt fra antikkens store tænkere til de betydeligste moderne filosoffer. Generelt blev min interesse mere og mere rettet mod forholdet mellem naturvidenskab og logik på den ene side, og metafysik og religion på den anden side. Hvad har de to sider at give hinanden? Herunder var det især spørgsmål om tid og determinisme, som optog mig. Fra fysikken kendte jeg debatten om determinisme, som kan sammenfattes i spørgsmålet: Er det sådan i virkeligheden, at de fysiske love entydigt bestemmer fremtiden i alle detaljer, hvis alt vedrørende fortid og nutid tages for givet? Hvis det spørgsmål skal besvares bekræftende, er der altså i virkeligheden kun ét muligt fremtidsforløb, nemlig det der i princippet kan beregnes, hvis man tager udgangspunkt i de data om fortid og nutid, som i princippet kan være tilgængelige. Det ændrer ikke noget ved det principielle, at beregningen ville kræve så store ressourcer, at den ikke ville kunne gennemføres i praksis. Pointen er nemlig selve det forhold, at der kun er ét fremtidsforløb – og ikke mulige alternativer at vælge mellem. Hvis påstanden om fysisk determinisme er korrekt, er menneskets frie valg en illusion, som skyldes, at vi ikke kan overskue den uhyre komplekse beregningsammenhæng – specielt ikke når det drejer sig om at anvende fysikkens love på den

menneskelige bevidsthed. Imidlertid viser det sig at være tvivlsomt, om en sådan determinisme holder i lys af moderne fysik, herunder kvantemekanik og relativitetsteori. I hvert fald havde jeg under mit fysik-studium overbevist mig selv om, at det går an at fastholde ideen om menneskets mulighed for at vælge mellem alternativer uden at benægte noget i moderne fysik. Imidlertid gik det efterhånden op for mig, at der udover debatten om fysisk determinisme, findes en ældre og endnu mere principiel debat om logisk determinisme dvs. et muligt anslag mod den menneskelige valgfrihed alene baseret på logiske og konceptuelle overvejelser om tid, sandhed og mulighed.

Mogens Wegener gjorde mig opmærksom på, at spørgsmålene om logisk determinisme, herunder forholdet mellem tid og logik, på spændende vis var blevet analyseret af den newzealandske filosof og logiker A.N. Prior (1914-69). Kendskabet til Priors filosofi blev skelsættende for mig. Det var ikke mindst fascinerende for mig at studere Priors geniale analyser af logisk determinisme, der tager udgangspunkt i middelalderteologernes diskussioner om forholdet mellem Guds forudviden og menneskets valgfrihed. Prior viste, at problemet har almen filosofisk interesse – også uden for det teologiske felt. Desuden viste han, hvordan problemet kan formaliseres, og hvordan analysen af problemstillingen kan føre til udvikling af en betydningsfuld teoretisk ramme for den nærmere forståelse af forholdet mellem tid, logik og etik. Priors tidslogik kan bruges dels til systematisk at analysere fx determinisme-problemerne og dels til at udvikle en dybere forståelse af selve tidsbegrebet. I den forbindelse lægger Prior stor vægt på ideen om menneskets valgfrihed, hvilket skal ses sammen med hans store interesse for etikken. I det hele taget drejer Priors filosofi sig om at udvikle en detaljeret metafysisk model, som forbinder tid og etik i en logisk forståelsesramme. På den måde vil han sammenknytte den logisk rationelle erkendelse med de eksistentielle og etiske udfordringer, som møder os i tilværelsen. Priors tænkning er meget rig, men forfatterskabet er også meget sammensat, og der er mange løse ender. Personligt finder jeg Priors hovedprojekt (forsøget på samtænkning af logik, tid og etik) meget væsentligt og fascinerende.¹

¹Jeg afstår fra at henvise i detaljer til Priors forfatterskab, selvom jeg nedenfor vil præsentere og diskutere nogle af hans centrale ideer. I øvrigt henviser jeg til www.prior.aau.dk, som er et ganske omfattende site om Priors tænkning.

I mit eget arbejde med filosofi og logik har jeg for det første forsøgt at sætte grundlags-debatten om logisk determinisme ind i en systematisk idé- og filosofihistorisk sammenhæng for på den måde at kortlægge feltet af løsningsforlag til problemet. For det andet har jeg forsøgt at evaluere de forskellige løsningsmuligheder, som Prior og andre har foreslået, og herunder argumenteret for den tidslogiske teori, som der efter min mening er mest, der taler for. For det tredje har jeg diskuteret den tidsforståelse, som indgår i Priors tidslogik.

Som svar på redaktørernes spørgsmål har jeg allerede beskrevet, hvordan min interesse for filosofi blev vakt (spørgsmål 1). Desuden har jeg antydnet, at mine egne vigtigste bidrag til filosofien (spørgsmål 2) ligger inden for det store projekt, hvis rammer sættes af Priors filosofi, og som drejer sig om forholdet mellem tid, etik og logik. Jeg vil i det følgende indkredse mit interessefelt lidt nærmere og også pege på nogle åbne problemer i denne sammenhæng (spørgsmål 3). Feltet ligger som nævnt i grænselandet mellem naturvidenskab og logisk-matematisk beskrivelse af virkeligheden på den ene side og på den anden side metafysik og religion. Derfor illustrerer arbejdet med denne filosofiske problemstilling, hvordan man kan kæde ret forskellige videnskaber sammen – bringe dem i indbyrdes dialog (jævnfør spørgsmål 4). Ved hjælp af tidslogikken kan man systematisk undersøge de mulige positioner vedrørende flere af de vigtige og komplekse spørgsmål, som giver anledning til debat i relation til videnskaberne. Den rolle for tidslogikken er efter min mening meget betydningsfuld (jævnfør spørgsmål 5).

1. Debatten om forholdet mellem Guds forudviden, forudbestemmelse og menneskets frihed

I den kristne middelalder blev spørgsmålet om forholdet mellem de to teologiske doktriner om henholdsvis Guds forudviden og menneskets frihed ofte diskuteret. Problemets betydning hang sammen med den fremherskende opfattelse af relationen mellem teologi og logik, ifølge hvilken den kristne tro måtte hænge logisk sammen og ikke kunne indeholde selvmodsigelser, hvilket skulle ses i lyset af troen på, at logik er en fundamental del af Guds natur (jf. logos-tanken).

Debatten om logisk determinisme går imidlertid længere tilbage end middelalderen. Der kan let peges på antikke forudsætninger for debatten, hvilket middelalderens debatdeltagere da også var opmærksomme på. Det gælder fra den græske oldtid først og fremmest kapitel 9 i Aristoteles' *Om fortolkningerne* dvs. overvej-

elserne om sandhed og nødvendighed i diskussionen om et muligt søslag i morgen². Her diskuterer Aristoteles de konceptuelle muligheder for at tale om sandhed (eller falskhed) af udsagnet “der er søslag i morgen” (forudsat et bestemt farvand, et bestemt klokkeslæt samt enighed om, hvad et søslag er).

Et andet meget vigtigt bidrag fra antikken til debatten er det såkaldte mesterargument, som kan føres tilbage til Diodorus Kronos, som var en af Aristoteles’ yngre samtidige. Ifølge de fragmenter, der foreligger, fremførte Diodorus et argument, som viser, at et udsagn, som er sandt om den mulige fremtid, også må være nødvendigt nu³. Ifølge Prior skal den form for nødvendighed, der er på spil i mesterargumentet, ses i lys af menneskets handlemuligheder. Det nødvendige er altså det, som ikke kan undgås, uanset hvad mennesker vælger at foretage sig. Desværre er mesterargumentets detaljer ikke overleveret – kun præmisserne og konklusionen. Ifølge kilderne argumenterede Diodorus for, at følgende tre påstande ikke kan accepteres på en gang:

- D1 Hvis et udsagn om fortiden er sandt nu, så er det også nødvendigt nu.
- D2 Et udsagn, som med nødvendighed følger af et nødvendigt udsagn, må selv være nødvendigt.
- D3 Der findes udsagn om fremtiden, som er mulige, men som ikke er sande.

Hvis Diodorus har ret i, at (D1-3) udgør et trilemma, må man – eftersom (D1) og (D2) forekommer helt oplagte – afvise (D3). Det betyder, at der kun er én mulighed mht. i morgen, nemlig den, der virkeliggøres. Det følger heraf, at sandhed, mulighed og nødvendighed om i morgen i en vis forstand bliver ét og det samme. Givet en bivalent logik (dvs. en logik alene med sandhedsværdierne “sand” og “falsk”) betyder det, at hvis udsagnet “der er søslag i morgen” er sandt nu og dermed udsagnet “der er ikke søslag i morgen” er falsk nu, så er det umuligt, at der ikke er søslag i morgen og dermed nødvendigt, at der er søslag i morgen.

Selv om vi ikke har detaljerne i det argument, som Diodorus benyttede sig af, er hovedkonturerne nogenlunde klare. På en eller anden måde hviler det på en betragtning om de logiske for-

²Detaljerne i den følgende diskussion kan findes i Øhrstrøm 1988 og i Øhrstrøm & Hasle 1995.

³Se nærmere i Øhrstrøm 2001.

hold vedrørende fortidens profetier om fremtiden. Hvis den fortidige profeti om fremtiden er sand nu, bliver den ifølge (D1) også nødvendig nu. Hvis det altså er sandt nu, at der i går ville være søslag i løbet af to dage, er det nu også nødvendigt, at der i går ville være søslag i løbet af to dage. Lad os endvidere antage, at hvis der i går ville være søslag i løbet af to dage, så følger det med nødvendighed, at der er søslag i morgen.⁴ Under anvendelse af (D2) når vi så til, at det nu er nødvendigt, at der er søslag i morgen. Det betyder, at hvis det er sandt nu, at der er søslag i morgen kl. 12, så er det nu nødvendigt, at der er søslag i morgen kl. 12. Præcis det samme følger i øvrigt om "ikke-søslag" (dvs. "søslagsfrit farvand"). Altså hvis det er sandt nu, at der er ikke-søslag i morgen kl. 12, så er det nu nødvendigt, at der er ikke-søslag i morgen kl. 12. Lad os yderligere antage, at enten er der søslag i morgen kl. 12 eller også er der ikke-søslag i morgen kl. 12. På det grundlag følger, at enten er det nu nødvendigt, at der er søslag i det pågældende farvand i morgen kl. 12, eller også er det nu nødvendigt, at det pågældende farvand er søslagsfrit i morgen kl. 12. Det betyder altså, at det der sker i farvandet under alle omstændigheder sker med nødvendighed. Ingen politisk myndighed og ingen admiral eller lign. kommer til at få afgørende indflydelse på, om der er søslag i morgen eller ej.

Dette argument er blevet præsenteret i talrige variationer gennem filosofihistorien. Det viser sig, at arbejdet med dette argument leder til følgende centrale spørgsmål: Har udsagn, som beskriver de beslutninger, der vil blive truffet i fremtiden, sandhedsværdi allerede nu? Og hvis udsagn, der beskriver fremtidige beslutninger, er sande allerede nu, betyder det så, at de pågældende beslutninger ikke kan være frie? Det er klart at svarene på disse spørgsmål fordrer en omhyggelig og systematisk udredning af forholdet mellem tid og logik. Den problemkreds, som spørgsmålene dækker over, har stået centralt i min forskning i mange år.

Prior har i sine analyser af problemstillingen udformet to mulige løsningsmodeller, Peirce-modellen og Ockham-modellen. I Peirce-modellen opgiver man – for at sikre friheden – ideen om sandhed på forhånd om de fremtidige frie valg. I Ockham-modellen fastholder man derimod både friheden og ideen om sandhed på forhånd af de fremtidige frie valg, idet prisen så bliver, at der opstår visse vanskeligheder i håndteringen af de grundlæggende

⁴Denne antagelse forekommer helt oplagt ud fra en dagligdags opfattelse, selvom der findes meget specielle logiske modeller, hvor den ikke holder.

begreber om tid og modalitet.

2. Debatten om logisk determinisme i tidslogisk belysning

Ifølge Prior drejer debatten om logisk determinisme sig om at tage stilling det diodoræiske argument (og dets varianter). Prior finder, at det bedst gøres ved at formalisere argumentet, så det bliver tydeligt, hvilke forudsætninger det bygger på, og hvilke muligheder der dermed foreligger, hvis man ønsker at afvise argumentets konklusion. Det tidslogiske symbolsprog, som Prior etablerer udnytter en række operatoren, som kan sættes foran udsagn, hvorved der dannes nye udsagn. Vi kan nøjes med at omtale følgende tre operatoren⁵:

$P(x)$	“for x tidsenheder siden forholdt det sig således, at...”
$F(x)$	“om x tidsenheder vil det forholde sig således, at...”
N	“det er nødvendigt, at ...”

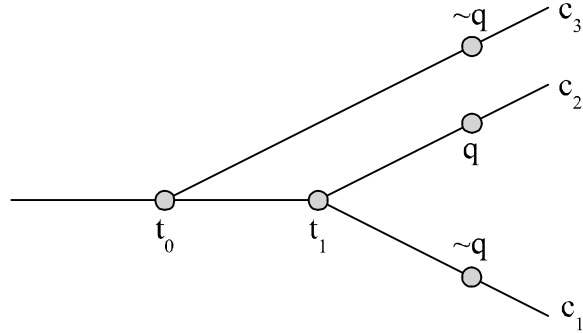
Ud fra nødvendighedsoperatoren kan man definere en mulighedsoperator, M , ved anvendelse af negationen, \sim . Et udsagn siges at være muligt, hvis dets negation ikke er nødvendig dvs. $M = \sim N \sim$. Med dette symbolsprog er Priors første skridt at formalisere Diodorus’ mesterargument. Givet at argumentet er gyldigt, betyder det, at man må benægte mindst en af dets præmisser, hvis man vil undgå konklusionen. (Det samme må i princippet gøres for alle gyldige argumenter for logisk determinisme.)

Efter forslag fra Saul Kripke i 1958 begynder Prior at illustrere sine tidslogiske løsninger med modeller for såkaldt forgrenet tid⁶. Ideen i disse modeller er, at hver valgmulighed illustreres som en forgrening. På figuren nedenfor ses, hvordan man i tidens løb (på figuren fra venstre mod højre) til stadighed møder forgreningspunkter, hvor man må vælge mellem alternative fremtidsmuligheder. Denne form for illustration viste sig for Prior at være en meget frugtbar tilgang – ikke mindst fordi disse modeller har så klar intuitiv appel. Som en velkommen sidegevinst får man dermed også et nyt sprog til diskussion af tidens natur. En overgang overvejede Prior, om tiden ud over at være forgrenet i fremtidsretningen også burde opfattes som forgrenet i fortidsretningen. Han afviste dog ideen ud fra den tidsfilosofiske pointe,

⁵Man kan finde et væld af detaljer i Priors artikler og bøger – ikke mindst i hans tidslogiske hovedværk, *Past, Present and Future*, Clarendon Press, Oxford, 1967. Se fx også Øhrstrøm 1981, 1988, 1999, 2003 samt Øhrstrøm og Hasle 1993, 1995.

⁶Se Øhrstrøm, Schärfe, & Ploug 2010.

at vi i en konkret valgsituation kan øve indflydelse på fremtiden, hvorimod vi ikke med vore valg og beslutninger nu kan bidrage til at udforme det, som allerede er sket. Derfor bør tidsmodellen efter Priors opfattelse være fremtidsforgrenet, men til enhver tid fortidslineær.



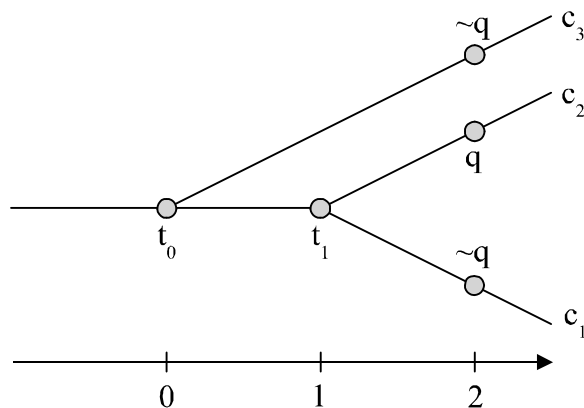
Figur 1: Et eksempel på en model for forgrenet tid med 3 krøniker (c_1 , c_2 og c_3).

Figur 1 viser et simpelt eksempel på en model for forgrenet tid. Modellen består af et antal krøniker (eng. chronicles) dvs. lineære forløb (her: c_1 , c_2 og c_3), der går vilkårligt langt tilbage i fortiden og vilkårligt langt frem i fremtiden. De enkelte temporale momenter (tidspunkter eller øjeblikke) i modellen kan navngives (her er t_0 og t_1 markeret). For tre andre tidspunkter er det angivet, at henholdsvis q og $\sim q$ gælder.

I 1960'erne forfiner Prior ideen om forgrenet tid ganske meget. Bl.a. viser han, hvordan man tidslogisk kan beskrive et tidspunkt dvs. et vilkårligt punkt i modellen. Det er et vigtigt projekt, idet tidspunkterne i forgreningssystemet synes at være en slags fremmed-elementer i forhold til det tidslogiske symbolsprog. Kort fortalt kan et tidspunkt ifølge Prior tænkes som en maksimal konjunktion af alt det, der kan være sandt på én gang – ikke bare det der gælder aktuelt, men også alle sandheder om det, der har været sandt tidligere, det der vil blive sandt senere, og det der kunne have været sandt, hvis der havde været truffet andre valg i fortiden. I virkeligheden betyder det, at tidspunktet bliver et så indholdsmættet udsagn, at hvad som helst i det samlede system af forgrenet tid kan udledes af informationen i bare et enkelt tidspunkt. Med denne konstruktion grundlagde Prior faktisk en ny

disciplin, den såkaldte hybridlogik.⁷

Som allerede antyd det kan man i det valgte symbolsprog knytte et numerisk varighedsbegreb til fortids- og fremtidsoperatorerne. Det betyder, at man fx kan tale om “i morgen” eller “i overmorgen”, repræsenteret ved $F(1)$ og $F(2)$. På den måde kan man til forgreningssystemet føje en varighedsmålestok, som strengt taget ikke hører med til systemet, men som kan bruges til at anskueliggøre varighedsrelationer i det:



Figur 2: Et eksempel på en model for forgrenet tid med en skala for metrisk tid.

Med reference til sådanne modeller for forgrenet tid bliver opgaven så at beskrive, hvordan man tilordner sandhedsværdier til udsagn om fortid og fremtid. Udgangspunktet for det er, at hvert atomart udsagn er sandt eller falsk for hvert tidspunkt i modellen. Således fremgår det fx direkte af figuren, at til tidspunktet på c_2 en tidsenhed efter t_1 , vil q være sand, og at til tidspunktet på c_3 to tidsenheder efter t_0 , vil q være falsk (og $\sim q$ sand). Vi skal nedenfor se på, hvordan tilordningen af sandhedsværdier for mere komplekse udsagn foregår i henholdsvis Ockham-modellen og Peirce-modellen.

3. Priors Ockham-teori

Når man betragter modeller for forgrenet tid, forekommer det indlysende, hvad det vil sige, at udsagn om fortiden er sande. Fx

⁷Torben Braüner, *Hybrid Logic and Its Proof-Theory*, Doktorafhandling, RUC, 2009.

forekommer det på fig.2 ligetil, at til tidspunktet t_1 vil det være sandt, at $P(1)t_0$, altså at t_0 har været sand for en tidsenhed siden (idet det bemærkes, at t_0 ifølge Prior er et udsagn – ganske vist af en særlig art). Det springende punkt i denne model er imidlertid, hvordan man tilordner sandhedsværdier for udsagn om fremtiden og for udsagn, der indeholder M - eller N -operatorer. Ockham-teoriens svar (givet en model for forgrenet tid) kan sammenfattes på følgende måde, idet A står for et vilkårligt udsagn formuleret i det tidslogiske sprog:

Et udsagn $F(x)A$ er sandt til et tidspunkt t for en krønike, c , gennem t , hvis og kun hvis A er sandt til det tidspunkt i modellen, som ligger x tidsenheder til højre for t på krøniken, c .

Et udsagn NA er sandt til et tidspunkt t for en krønike, c , gennem t , hvis og kun hvis A er sandt til tidspunktet t for alle krøniker, c' , som går gennem t .

Et udsagn MA er sandt til et tidspunkt t for en krønike, c , gennem t , hvis og kun hvis der findes en krønike, c' , gennem t , således at A er sandt til tidspunktet t for c' .

Til Priors Ockham-teori kan man for det første bemærke, at sandhed her altså ikke bare er relativ til tidspunkter, men også til krøniker. For det andet er der tale om en såkaldt rekursiv definition, hvilket indebærer, at sandhed af et komplekst udtryk (her: $F(x)A$) defineres med henvisning til sandhed af et mindre komplekst udtryk (her fx: A).

Priors Ockham-teori har i forhold til dagligsproget den tilfredsstillende kvalitet, at den klart skelner mellem fremtid, mulig fremtid og nødvendig fremtid (i teorien F , MF og NF). Prior viser endvidere overbevisende, at teorien giver rum for indeterminisme. De forskellige varianter af det rekonstruerede mesterargument får ingen virkning, hvis teorien antages, idet præmissen D1 i så fald må afvises. I figur 2 vil Ockham-teorien nemlig gøre $P(1)F(2)q$ sand, men $NP(1)F(2)q$ falsk til tiden tidspunktet t_1 for krøniken, c_2 .⁸ Fortidige profetier kan altså være sande uden at være nødvendige. Noget tilsvarende gælder ikke egentlige fortidige begivenheder, som faktisk er sket. Det betyder, at en tilhænger af Ockham-teorien må være omhyggelig med at skelne mellem den *ægte* og den *uægte* fortid. Denne skelnen diskuterede allerede

⁸En natursproglig læsning af $P(1)F(2)q$ kunne med døgnet som tidsenhed være: ”for én dag siden ville q to dage senere blive opfyldt”. En natursproglig læsning af $NP(1)F(2)q$ kunne tilsvarende være: ”uanset hvad vi mennesker vælger, vil det være sådan, at q for én dag siden to dage senere ville blive opfyldt”.

William af Ockham (ca. 1285-1349), som har inspireret Prior til teorien. Ifølge Ockham bør dette, at Gud i går vidste, at noget bestemt ville ske to dage senere, ikke forstås som et udsagn om i går. Et udsagn om dette forhold drejer sig i virkeligheden om i morgen. Det handler ikke om den ægte fortid, dvs. det der hændte i går. Det afhænger derimod af fremtiden, og hvis det overhovedet angår fortiden, kan det kun være den uægte eller tilsyneladende fortid.

Det er et relativt svagt begreb om sandhedsværdi, som Priors Ockham-teori bygger på, idet den kun tillader ideen om sandhed nu af et udsagn om det frie valg i morgen, hvis vi også specificerer krøniken. Denne tilgang ville næppe have været tilfredsstillende for Ockham selv. Han mente helt klart, at udsagn om fremtiden har sandhedsværdi nu i overensstemmelse med Guds forudviden. Som vi skal se i afsnit 5 har disse overvejelser givet anledning til en moderne forskning, som har engageret mig selv ganske meget, og som drejer sig om at finde en tidslogik, som er mere ockhamistisk end Priors Ockham-teori. Dette projekt er blevet afvist som udsigtsløst af bl.a. Nuel Belnap, som er en af de mest fremtrædende moderne tilhængere af Priors Ockham-teori. Belnap argumenterede tidligere for, at det af formelle grunde slet ikke går an at konstruere en Ockham-agtig tidslogik, som tillader ideen om sandhed nu af udsagn om det kontingente (herunder frie valg) i morgen, og som tilfredsstiller intuitivt rimelige basisbetingelser. Det har han dog trukket tilbage først i en e-mail korrespondance med mig og senere også i sine publikationer⁹.

4. Priors Peirce-teori

Prior tilsluttede sig ikke selv Ockham-teorien. Han mente, at man ikke definitivt skal opgive ideen om sandhedsværdier nu for udsagn om fremtidige forhold. For at opretholde ideen må man ifølge Prior nøjes med at operere med et fragment af det, som Ockham-teorien tillader. Med hensyn til fremtiden må man begrænse sig til de udsagn om fremtiden, som i Ockham-teorien beskrives med henholdsvis *NF* og *MF*. Det kan være sandt at sige: "Jensen drikker muligvis en øl i morgen kl.12" (her er det *MF*, der bruges). Hvis det faktisk nu er sandt at sige: "Jensen drikker en øl i mor-

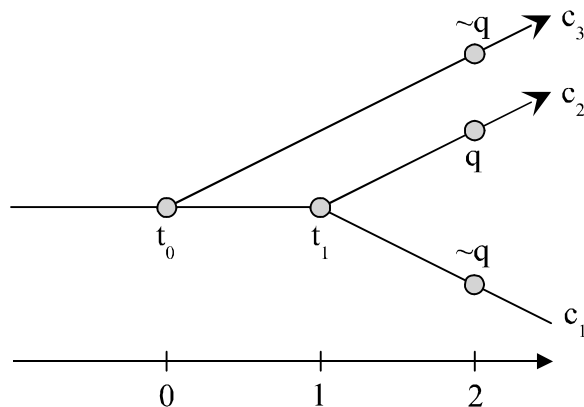
⁹Se fx Nuel Belnap *Branching Histories Approach to Indeterminism and Free Will*, i: Bryson Brown and Francois Lepage (red.), *Truth and Probability Essays in Honour of Hugues Leblanc*, 2005 og N.Belnap, M.Perloff og M.Xu, *Facing the Future. Agents and Choices in Our Indeterminist World*, Oxford University Press, 2001.

gen kl.12”, så må der ifølge Prior være noget, som gør det sandt nu, og det må være en bindende sammenhæng af en eller anden art. Derfor er Jensens øl-drikning i morgen, hvis den er sand nu, i virkeligheden også nødvendig nu. Altså kunne vi lige så godt sige: “Jensen drikker nødvendigvis en øl i morgen kl.12” (her er det altså i virkeligheden NF , der bruges). Det betyder, at det, som i Priors Ockham-teori kaldes F , skal afvises fuldstændig fra den logiske analyse. Priors Peirce-teori er dette fragment af Ockham-teorien, som fremkommer på denne måde. (Det bør dog straks bemærkes, at Peirce-teorien også kan præsenteres uden reference til Ockham-teorien, således at der ikke umiddelbart bliver fokus på, at den mangler noget!)

Prior argumenterer overbevisende for, at hvis man begrænser sig til det omtalte fragment af Ockham-teorien, så bliver der ingen problemer med de forskellige versioner af det rekonstruerede mesterargument. Ganske vist bliver D1 trivielt holdbar, men man kan ikke overføre fortidens nødvendighed til fremtiden. Det trick om omformning af fremtidsudsagn til fortidige profetier, som mesterargumentet udnytter, går ikke i Peirce-teorien. Desuden sikres indeterminismen i Peirce-teorien ved, at man må afvise gyldigheden af $NF(1)q \vee NF(1)\sim q$ (i morgen q eller i morgen ikke- q). Udtrykt med ovenstående eksempel betyder det, at man kan forestille sig, at det på samme tid både er falsk at sige: “I morgen kl.12 drikker Jensen en øl” og også falsk at sige: “I morgen kl.12 drikker Jensen ikke en øl”. Sådan vil det ifølge Prior være, hvis Jensens beslutning vedrørende øl i morgen er fri. I det tilfælde er der ingen sandhed nu om indholdet af Jensens fremtidige beslutning om øl eller ikke øl. Peirce-teorien må således siges at give anledning til nogle alvorlige konceptuelle vanskeligheder. For det første må man operere med en logik, som forekommer fremmed for dagligsproget. Fx vil de fleste mene, at hvis det er falsk, at Jensen i morgen kl. 12 drikker en øl, så er det sandt, at han i morgen kl. 12 ikke drikker en øl. Men den slutning går altså ikke i Peirce-teoriens regi. For det andet må man acceptere, at den der i dag gætter på Jensens øl-adfærd i morgen kl. 12, umuligt kan have ret nu, uanset hvad han gætter på (øl eller ikke øl). Selv om Peirce-teorien formelt løser problemet og således sikrer rum for indeterminismen, må løsningen altså siges at være meget lidt attraktiv, hvorfor der efter min mening er al mulig grund til at kigge efter alternativer.

5. En Ockhamistisk Ockham-teori

Kan det alligevel lade sig gøre at tage det bedste fra Priors Ockham-teori og udforme en teori, så der meningsfuldt kan tales om sandhedsværdier nu af udsagn om fremtiden – uafhængigt af reference til en krønike? Det forudsætter, at der til ethvert tidspunkt er et fremtidigt forløb, som meningsfuldt kan kaldes den sande fremtid. Belnap og hans medarbejdere har argumenteret for, at hvis man skulle opbygge en sådan teori, skulle man tilføje en funktion, TRL , fra mængden af tidspunkter i forgreningssystemet til mængden af krøniker, således at $TRL(t)$ er den krønike gennem t , som omfatter fortiden og den sande fremtid relativt til t . Funktionen skulle i givet fald kunne appliceres på et hvilket som helst tidspunkt i den forgrenede tid. Denne mulige funktion, TRL , er blevet kaldt “the thin red line”¹⁰. Det har været diskuteret, om der findes en meningsfuld procedure for tilordning af sandhedsværdier baseret på en sådan TRL -funktion, men der er nu almindelig enighed om, at en sådan TRL -teori i hvert fald formelt set er mulig. Det ville fx være muligt at definere sandhed til et tidspunkt, t , af et udsagn som sandhedsværdien ifølge Priors Ockham-teori af udsagnet til tidspunktet t for krøniken $TRL(t)$.¹¹ På nedenstående figur er modellen for forgrenet tid udbygget med en TRL -funktion repræsenteret ved pilene i modellen.



Figur 3. Et eksempel på en model for forgrenet tid med en skala for metrisk tid samt med en TRL -funktion. I eksemplet gælder bl.a. $TRL(t_0) = c_3$ og $TRL(t_1) = c_2$.

¹⁰Udtrykket er inspireret af britisk militær-historie.

¹¹Se fx Øhrstrøm 2009.

Teorien har den fordel intuitivt set, at den tillader, at man kan skelne mellem nødvendig fremtid, mulig fremtid og sand fremtid. Dermed kan vi altså fastholde den dagligsproglige intuition om, at “i morgen”, hverken er det samme som “nødvendigt i morgen” eller “muligt i morgen”. Desuden vil systemet tillade os at acceptere ideen om sandhed af udsagn om den kontingente fremtid, men afvise logisk determinisme. Det betyder, at den sædvanlige intuition om tid kan fastholdes sammen med ideen om menneskets valgfrihed – og dermed også de ideer om ansvarlighed, som normalt anses som afgørende forudsætninger for etikken. På den måde må man sige, at systemet er ganske attraktivt. Den mest åbenbare filosofiske “pris” for en *TRL*-teori er, at man må acceptere, at der gives sandhed nu, som principielt ikke kan testes eller sammenholdes med nogen nuværende og tilgængelig virkelighed. For Ockham og de øvrige middelalderlogikere, som tilsluttede sig denne tankegang, var det ikke noget problem, fordi sandheden om den kontingente fremtid ifølge deres opfattelse simpelthen var forankret i Guds forudviden, som de anså for reel, selvom dens indhold ikke er umiddelbart tilgængelig for mennesker. Det er nærliggende at antage, at modstanden mod en *TRL*-teori i virkelighed hænger sammen med en modvilje mod en metafysik, der svarer til doktrinen om Guds totale forudviden. Både Belnap og tidligere Prior synes at have antaget, at hvis et udsagn nu er sandt, så må der være et eller andet i den for mennesker tilgængelige virkelighed (nu), som gør udsagnet sandt. Men det er jo en metafysisk antagelse, som man ikke nødvendigvis behøver at godtage. Personligt finder jeg, at ganske meget taler for en eller anden form for *TRL*-model som det bedste svar på problemstillingen vedrørende det diodoræiske argument og dets varianter.

6. Tidslogikkens relevans for andre videnskaber: Et videnskabshistorisk eksempel

Redaktørerne for denne bog spørger: Hvordan ser du forholdet mellem filosofien på mit område, andre videnskaber og verden uden om videnskaberne? – Hertil kan jeg svare, at tidslogikken er relevant alle de steder, hvor spørgsmålet om logisk determinisme dukker op. Det gælder ikke bare, når man diskuterer den menneskelige handlefrihed, men også når det drejer sig om tilfældige (stokastiske) processer. Her kan tidslogikken bruges til begrebsafklaring, så man lettere kan udpege de logisk mulige positioner i en kompleks debat. Et interessant eksempel på en problematik, som tidslogikken kan belyse, findes i debatten mellem Charles Darwin

og tilhængerne af intelligent design i 1860erne.

For Charles Darwin og hans samtidige spillede spørgsmålene om Guds forudviden og om logisk determinisme en betydelig rolle i forsøget på at forstå naturen. I et brev til den amerikanske (og calvinistiske) biologi-professor, Asa Gray, skrev Darwin:

It has always seemed to me that for an Omnipotent & Omniscient Creator to foresee is the same as to preordain; but then when I come to think over this I get into an uncomfortable puzzle something analogous with “necessity & Free-will” or the “Origin of evil”, or other subject quite beyond the scope of the human intellect.¹²

Darwin fandt altså, at tesen om Guds totale forudviden medfører tesen om Guds totale forudbestemmelse, hvilket så betyder, at man må udelukke, at der er alternative fremtidsmuligheder. I forhold til naturen ville det betyde, at der i virkeligheden ikke er nogen tilfældig variation. Og i forhold til menneskelivets vilkår, ville det betyde, at forestillingen om muligheden for at vælge mellem alternative fremtidsmuligheder er en illusion.

Professor Asa Gray er i øvrigt videnskabshistorisk set en meget vigtig skikkelse, idet han er en af dem, der gjorde allermest for at udbrede Darwins tanker i USA. Han talte imidlertid for en tolkning af *The Origin of Species* (1859), ifølge hvilken den naturlige udvælgelse i virkeligheden rummer Guds intelligente valg. Hvis man skulle forestille sig livets tilblivelseshistorie uden nogen dirigerende intelligens bag, ville det ifølge Asa Gray betyde, at man måtte operere med sandsynligheder, der er så små, at det er hinsides enhver troværdighed. I stedet påpegede Asa Gray, at Gud forud for verden har overskuet alle fysiske muligheder i alle detaljer og på det grundlag i sin visdom valgt at virkeliggøre det mulige forløb, som vi nu ser for os. Gray understregede, at Darwins teori i den forstand er logisk forenelig med ideen om et guddommeligt design i naturen. Darwin selv forstod udmærket Grays tolkning af teorien og var også umiddelbart tiltalt af den – men kun til en vis grad. I et brev til Gray foreslog han, at verden som helhed bør ses som et resultat af design, hvorimod enkeltbegivenhederne i almindelighed bør opfattes som resultater af tilfældige processer.¹³

Da Darwin havde udgivet sin *Origin of Species* sendte han et

¹²Darwin Correspondence Project, Letter 2713, 24 Feb 1860

¹³Darwin Correspondence Project, Letter 2998, 26 Nov 1860

eksemplar til J.F.W. Herschel, som var en af de videnskabsmænd, som Darwin beundrede allermost. Herschel reagerede ved at tilslutte sig et synspunkt, der meget lignede Asa Grays. Herschel pegede på, at forandringerne i naturen efter hans opfattelse er styret af intelligente handlinger, der har et formål. I det hele taget er der her en af de vigtigste idéhistoriske rødder til den moderne debat om intelligent design, som udspiller sig i disse år (hvilket desværre kun meget få af de moderne debattører er opmærksomme på). I sit svar til Herschel skrev Darwin:

The point which you raise on intelligent Design has perplexed me beyond measure; & has been ably discussed by Prof. Asa Gray, with whom I have had much correspondence on the subject.¹⁴

Darwin beskrev også Herschels opfattelse i et brev til Asa Gray¹⁵, hvoraf det fremgår, at en accept af Guds totale forudbestemmelse efter Darwins mening ville udelukke naturlig udvælgelse. Det var helt nemlig afgørende for Darwin, at der fra naturens side er “an enormous field of undesigned variability”. Denne variation, på hvilken den naturlige udvælgelse virker, er helt essentiel i Darwins teori. På den anden side vidste Darwin meget vel, at han dermed ville få problemer med den teologiske og filosofiske opfattelse, som han var opdraget i. I et brev til Charles Lyell beskrev han problemet på følgende måde:

I do not wish to say that God did not foresee everything which would ensue; but here comes very nearly the same sort of wretched embroglio as between free-will & preordained necessity. – I doubt whether I have made what I think clear; but certainly A. Gray’s notion of the course of variation having been led, like a stream of water by Gravity, seems to me to smash the whole affair.¹⁶

Darwin havde altså i sin teori brug for begrebet om en tilfældig variation, som ingen guddommelig designer på forhånd har forholdt sig aktivt til. Uden en sådan variation ville teorien simpelthen ikke give mening for ham.

¹⁴ *Darwin Correspondence Project*, Letter 3154, 23 May 1861

¹⁵ *Darwin Correspondence Project*, Letter 3176, 5 June 1861

¹⁶ *Darwin Correspondence Project*, Letter 3223, 1 Aug 1861

Så langt det videnskabshistoriske eksempel. I forhold til tidslogikken er det interessante nu, at hvis man genlæser debatten mellem Darwin og Asa Gray m.fl. i lys af den begrebsanalyse, som er gennemført af Prior og den senere tidslogik, så viser det sig, at positionerne kan gøres endnu skarpere og klarere. Det ligger nemlig lige for, at den position, som Darwin forsvarer, kan beskrives endnu mere præcist som svarende til Priors Peirce-teori, mens Asa Grays position kan beskrives som en ockhamistisk Ockham-teori (en *TRL*-teori). Det skal dog understreges, at det ikke her primært drejer sig om debatten om den menneskelige handlefrihed, men derimod om den tidslogiske opfattelse af tilfældige processer. Udtrykt teologisk bliver spørgsmålet:

Er det begrebsmæssigt acceptabelt, at Gud på forhånd med sikkerhed ved, hvad der tilfældigt vil ske i al mulig fremtid – uden at tilfældigheden dermed bliver til nødvendighed?

Her må man ud fra Peirce-teorien svare “nej”, mens man ud fra ockhamistisk Ockham-teori må svare “ja”. På baggrund af den tidslogiske analyse må man sige, at de to positioner faktisk er mulige – forstået på den måde, at de er logisk konsistente. Hertil kommer, at man fra tidslogikken kan lade sig belære af de begrebsmæssige vanskeligheder, som de to positioner – hver for sig – giver anledning til. Disse vanskeligheder må tilhængere af Darwins og Asa Grays positioner altså også forholde sig til. Tidslogikken kan ikke fortælle deltagerne i denne stadig aktuelle debat, hvilken af de to positioner, man bør vælge, men blot, at de to positioner begge er konceptuelt mulige. I den forbindelse kan man citere Priors syns på tidslogikkens rolle:

The logician must be rather like a lawyer. . . in the sense that he is there to give the metaphysician, perhaps even the physicist, the tense logic that he wants, provided that it be consistent. He must tell his client what the consequences of a given choice will be ... and what alternatives are open to him; but I doubt whether he can, qua logician, do more.¹⁷

Dermed er der efter min mening også givet et godt svar på redaktørernes spørgsmål, om den rolle, den filosofiske logik bør spille i fremtiden. Med den logiske analyse kan man levere en begrebsafklaring, som kan vise, hvilke logisk mulige svar der findes på en kompleks problemstilling, og hvilke konsekvenser, der følger af de forskellige svarmuligheder.

¹⁷A.N. Prior, *Past, Present and Future*, 1967, p.59.

7. Åbne spørgsmål vedrørende filosofisk tidslogik

Det er stadig et åbent spørgsmål, præcist hvilke egenskaber *TRL*-funktionen skal have for at matche acceptable ideer om tid. Herunder er det til debat, hvordan modellen bør indrettes, så den både tager hensyn til naturvidenskabelig viden om tid og til anden eksistentiel indsigt om tid som et eksistensvilkår. Man kan desuden pege på, at modellen med forgrenet tid ikke umiddelbart inkorporerer forskellen mellem fortid, nutid og fremtid. Måske burde modellerne for forgrenet tid erstattes af andre modeller, som i højere grad tager hensyn til tiden som eksistensvilkår. Det kunne også tænkes, at de modeller for grafisk logik, som C.S. Peirce arbejdede med, kunne udformes, så de kan bruges til at beskrive tiden som eksistensvilkår i en logisk forståelsesramme endnu bedre end modellerne for forgrenet tid.¹⁸ Endelig kan man spørge, hvordan *TRL*-teorien kan indgå i Priors vigtige projekt med henblik på at integrere tid, etik og logik i en samlet model. Til det formål er der ikke bare brug for en tidslogik i snæver forstand, men også for en deontisk logik dvs. logik for etisk argumentation. Den langsigtede ambition må være at integrere deontisk logik i tidslogikken dvs. at berige tidslogikken med logikken for operatorer svarende til "forpligtelse" og "tilladelse". Det vil sandsynligvis bedst kunne gøres ved også at indbygge reference til agenter i teorien. Der findes allerede indledende arbejder med den type af logikker, men der er som nævnt meget mere at foretage sig i den henseende, hvis Priors integrationsprojekt vedrørende tid og etik i en logisk forståelsesramme skal virkeliggøres.

Udvalgte publikationer:

Problems Regarding the Future Operator in an Indeterministic Tense Logic, i: *Danish Yearbook of Philosophy*, vol.18, 1981. En revideret udgave findes i doktorafhandlingen (1988).

Anselm, Ockham and Leibniz on Divine Foreknowledge and Human Freedom, i: *Erkenntnis*, vol.21, 1984.

Nogle aspekter af tidsbegrebets rolle i de eksakte videnskaber – med særligt henblik på logikken, Aalborg Universitetsforlag, 1988. Doktorafhandling.

A.N. Prior's Rediscovery of Tense Logic, med Per Hasle, i: *Erkenntnis*, vol.39, 1993.

¹⁸Se Øhrstrøm 1996.

Temporal Logic - From Ancient Ideas to Artificial Intelligence, med Per Hasle, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995.

Existential Graphs and Tense Logic, i: Peter W. Eklund, Gerard Ellis og Graham Mann, *Conceptual Structures: Knowledge Representation as Interlingua - Lecture Notes in Artificial Intelligence 115*, Springer, 1996.

Tiden i logisk belysning, i: David Favrholt (red.), *Hvad er tid? En filosofisk diskussion*, Gyldendal 1999.

Mesterargumentet i modlys, i: T.L. Thellefsen (red.), *Tegn og betydning. Betydningsdannelse i filosofisk, biologisk og semiotisk perspektiv*, Akademisk Forlag, 2001.

Time: Religious and Philosophical Aspects, i: *The Encyclopedia of Science and Religion*, Thomson & Gale, 2003.

In Defense of the Thin Red Line: A Case for Ockhamism, i: *Humana Mente*, vol.8, 2009.

Branching Time as a Conceptual Structure, med Henrik Schärfe og Thomas Ploug i: M. Croitoru, S. Ferré & D. Lukose (red.), *Conceptual Structures: From Information to Intelligence*, LNAI 6208, Springer, 2010.