

Supplerende referenceliste til ”Tid – den relative virkelighed”.

Det var en bevidst beslutning i udformningen af min bog, at referencelisten skulle holdes på et absolut minimum. Dette blev gjort for at give bogen et lidt mindre ’akademisk’ udtryk. Imidlertid indeholder bogen således en del udokumenterede påstande, som det vil være tidskrævende for de fleste at opsøge baggrunden for. Et sådant forbrug af Tid forsøger dette dokument at råde bod på. Men først en lille advarsel: En del af de nedenfor anførte referencer er meget matematiske, men indeholder typisk også konklusioner, som alle kan forstå. Generelt er artiklerne fra Am. J. Phys. og Sci. Am. lettere at læse og forstå end de andre, der i mange tilfælde er deciderede forskningsartikler. Mange af de her og i bogen nævnte bøger er af populærvidenskabelig karakter (men ikke alle), og jeg har forsøgt at kategorisere dem med flg. mærker, (*) populærvidenskabelig, (**) kræver matematik/fysik svarende til 3.g. matematisk linje (for at forstå næsten det hele), (***) decideret forskningsarbejde, (#) fysikstudiets 1. del lærebog og (##) fysikstudiets 2. del lærebog.

s. 14ff. Ole Rømers målinger er grundigt behandlet af Axel V. Nielsen¹, hvor kopier af Rømers dagbogsoptegnelser ligeledes kan findes. At middelværdien af Rømers målefejl var blot et halvt minut er siden dokumenteret.²

s. 21ff. Der findes mange gode biografier om Niels Bohr, men jeg synes specielt godt om Steen Brocks korte fremstilling,³ Abraham Pais eminente værk⁴ (han har også skrevet den moderne fysiks historie i ét bind!)⁵ og Tor Nørretranders’ bog om Bohr og atomfysikken.⁶

s. 29 At det firedimensionale rum var på tale i matematiske kredse.⁷

s. 29f. Den mulige sammenhæng mellem Einsteins relativitetsteori og Picassos tidlige kubisme kan man læse mere om.⁸

s. 34 Definitionen af en meter.⁹

s. 35ff. Baglæns kausalitet.¹⁰ Kausalitet.¹¹

s. 43ff. Introduktion til Generel relativitetsteori.¹²

s. 43ff. Einsteins oprindelige artikel om den specielle relativitetsteori.¹³

s. 43ff. Der findes flere gode introduktioner/lærebøger til den specielle relativitetsteori¹⁴ og en spændende, uortodoks gennemgang.¹⁵

s. 47ff. Er lysets hastighed konstant?¹⁶ I alle retninger?¹⁷

s. 65f. Mange andre filosoffer end Russell har skrevet om relativitetsteori, f.eks. Cassirer,¹⁸ Jammer¹⁹ og Reichenbach.²⁰

s. 66 En af fortalerne for brud på Lorentz-symmetri (et aspekt af relativitetsteoriens mulige ufuldstændighed) har for nyligt skrevet i Physics World²¹ og om mere tekniske detaljer.²²

s. 66ff. Siden trykningen af bogen er afstanden til vores nærmeste nabo-galakse blevet opdateret til 2.52 ± 0.14 millioner lysår.²³ Dette ændrer en smule ved de beregnede værdier i afsnittet 'Andromedansk morgenmad', men det ændrer intet ved det kvalitative i analysen.

s. 87f. Er $E=mc^2$? Se her for et nyligt svar²⁴ og for den oprindelige artikel af Einstein selv.²⁵

s. 88ff. Myonens levetid.²⁶ Længdeforkortning.²⁷ Tidsforlængelse.²⁸ Tyngdens indvirkning på tidens gang – på Jorden,²⁹ højt over Jorden,³⁰ i accelereret system³¹ og på kosmiske objekter.³²

s. 102 Wigners ur.³³

s. 103f. Hawking stråling/kvantefordampning.³⁴

s. 104ff. Introduktion til antipartikler.³⁵

s. 108ff. Det globale positioneringssystem og forbindelsen til relativitetsteorien er behandlet her.³⁶

s. 113f. Shapiros eksperimenter,³⁷ Cassini-sonden,³⁸ Lunar Laser Ranging³⁹.

s. 115f. Oklo-reaktoren.⁴⁰ Variation af finstruktur-konstanten.⁴¹

s. 115ff. Lidt om Kvanteskum.⁴²

s. 118 Alan Sokals 'svindelnummer' er grundigt behandlet.⁴³

s. 123ff. Tidsmaskiner – billardbordet.⁴⁴ Tidsmaskiner – Novikovs selv-konsistens princip.⁴⁵ Der er skrevet en hob af artikler om tidsmaskiner – både for og imod. Jeg har her valgt et lille udsnit.⁴⁶

Tidsmaskiner i mange-verden fortolkningen.⁴⁷ Tidsmaskiner i filosofi.⁴⁸ Warpdrive.⁴⁹

Omtrent samtidigt (i mit hvilesystem) med færdiggørelsen af manuskriptet til min bog udkom en vigtig artikel om tidsrejser i kvantemekanikken.⁵⁰

s. 126ff. Gödels roterende univers er for nyligt blevet diskuteret i nogen detalje⁵¹ og der findes også en god populærvidenskabelig bog,⁵² dels om hans opfattelse af tid, dels om hans bevis om uforeneligheden af en komplet og konsistent matematisk teori (s. 142).

- s. 128ff. Der findes en del behandlinger af begrebet ormehul – her er nogle 'klassikere'.⁵³
- s. 132ff. Negativ energi.⁵⁴
- s. 159ff. Tachyon-telefonen.⁵⁵ Tachyoner.⁵⁶ Tachyon-søgninger.⁵⁷ Tachyon-paradokser.⁵⁸
- s. 161 En morsom og letlæst bog om bl.a. Feynmans mangel på autoritetstro.⁵⁹
- Generelt om tid⁶⁰ og om urets udvikling.⁶¹ Her må man ikke gå uden om Penrose's visionære værk.⁶²
- s. 160ff. Superstrengene kan man også læse mere eller mindre populærvidenskabelige værker om.⁶³
- s. 161ff. 'Indsendt' stråling.⁶⁴ 'Forsinket' valg.⁶⁵
- s. 180f. Tidens pil, CPT-brud.⁶⁶
- s. 191f. Millimeter ekstra dimensioner.⁶⁷ Antallet af dimensioner.⁶⁸
- s. 192ff. Krononer.⁶⁹
- s. 193 Jeg er for nylig blevet bekendt med en grundig behandling af fænomenet præ-acceleration, en gennemgang der viser at man selv uden kvantemekanik med rimelige antagelser kan bortargumentere det.⁷⁰
- s. 209ff. Tvillingeparadokset.⁷¹ Eftervisning med atomure.⁷²

¹ Nielsen, Axel V. : *Ole Rømer: En skildring af hans Liv og Gerning*: Udg. i 300-Aaret for hans Fødsel af Ole Rømer-Observatoriet i Aarhus, Aarhus : Gyldendal i komm. (Kbh.), 1944. **

² S.J. Goldstein, *Astronomical Journ.* **80**, 532 (1975) ***

³ S. Brock: *Bohr*, Forlaget Modtryk, Aarhus 2000 *

⁴ A. Pais: *Niels Bohr's Times, : In Physics, Philosophy, and Polity*, Oxford University Press 1994 *

⁵ A. Pais: *Inward Bound*, Oxford University Press 1986 *

⁶ T. Nørretranders: *Det udelelige, Niels Bors aktualitet i fysik, mystik og politik*, Gyldendal 1985 *

⁷ S. Newcomb, *Nature* **49**, 325 (1894) **

⁸ A.I. Miller: *Einstein & Picasso*, Basic Books 2001 *

⁹ B.W. Petley, *Nature* **303**, 373 (1983)

¹⁰ J. Faye, i *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (<http://www.seop.leeds.ac.uk/entries/causation-backwards/>) samt J. Faye: *The Reality of the Future*, Odense University Press, 1989 #

¹¹ E. Karpov *et al.*, *Phys. Rev. A* **62**, 012103 (2000) ***; M. Mojahedi *et al.*, *Phys. Rev. E* **62**, 5758 (2000) ***

¹² R.H. Price, *Am. J. Phys.* **50**, 300 (1982) #; J.B. Hartle: *Gravity*, Addison Wesley 2003 #

¹³ A. Einstein, *Annalen der Physik* **17**, 891 (1905), i engelsk oversættelse, se

<http://www.fourmilab.ch/etexts/einstein/specrel/www/>

¹⁴ N.D. Mermin: *Space and Time in Special Relativity*, Waveland Press 1989 #; R. Resnick: *Introduction to Special Relativity*. Wiley NY, 1968 #; A.P. French: *Special Relativity*, W.W. Norton 1968 #; S. Adams:

Relativity, an introduction to space-time physics, Taylor&Francis 2000 #; P.M. Schwarz and J.H. Schwarz: *Special Relativity, from Einstein to strings*, Cambridge University Press 2004 #/##

- ¹⁵ R.P. Feynman: *Six not-so-easy pieces*, Helix Books 1997 **
- ¹⁶ K. Brecher, *Phys. Rev. Lett.* **39**, 1051 (1977) ***
- ¹⁷ S. Herrmann, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 150401 (2005) ***
- ¹⁸ E. Cassirer: *Einstein's Theory of Relativity*, Dover, New York 2003 ***
- ¹⁹ M. Jammer: *Concepts of Space*, Dover, 3rd ed. 1993 ***
- ²⁰ H. Reichenbach: *From Copernicus to Einstein*, Dover, 1980 *
- ²¹ R. Bluhm, *Physics World*, March 2004 **
- ²² R. Bluhm, *Nucl. Instr. Meth B* **221**, 6 (2004) ***
- ²³ I. Ribas *et al.*, *Astrophys. J.* **635**, L37 (2005) ***
- ²⁴ S. Rainville *et al.*, *Nature* **438**, 1096 (2005) ***
- ²⁵ A. Einstein, *Annalen der Physik* **18**, 639 (1905) , i engelsk oversættelse, se http://www.fourmilab.ch/etexts/einstein/E_mc2/www/ ***
- ²⁶ T. Ward *et al.*, *Am. J. Phys.* **53**, 542 (1985) **; R.E. Hall, D.A. Lind and R.A. Ristinen, *Am. J. Phys.* **38**, 1196 (1970) **
- ²⁷ W. Rindler, *Am. J. Phys.* **29**, 365 (1961) **; R. Shaw, *Am. J. Phys.* **30**, 72 (1961) **; E.M. Dewan, *Am. J. Phys.* **31**, 383 (1962) **
- ²⁸ G. Saathoff *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **91**, 190403 (2003) ***;
- ²⁹ R.V. Pound and G.A. Rebka, *Phys. Rev. Lett.* **4**, 337 (1960) ***; T.E. Cranshaw, J.P. Schiffer and A.B. Whitehead, *Phys. Rev. Lett.* **4**, 163 (1960) ***; R.V. Pound and J.L. Snider, *Phys. Rev. Lett.* **13**, 539 (1964) ***;
- ³⁰ R.F.C. Vessot *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **45**, 2081 (1980) ***
- ³¹ H.J. Hay *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **4**, 165 (1960) ***
- ³² D.M. Popper, *Astrophys. J.* **120**, 316 (1954) ***; J.L. Greenstein, J.B. Oke and H.L. Shipman, *Astrophys. J.* **169**, 563 (1971) ***
- ³³ E.P. Wigner, *Rev. Mod. Phys.* **29**, 255 (1957) ***; H. Salecker and E.P. Wigner, *Phys. Rev.* **199**, 571 (1958) ***; R. Gambini, R.A. Porto and J. Pullin, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 240401 (2004) ***
- ³⁴ R.J. Adler, P. Chen and D.I. Santiago, *Gen. Rel. Grav.* **33**, 2101 (2001) ***
- ³⁵ R.P. Feynman and S. Weinberg: *Elementary Particles and the laws of physics*, Cambridge University Press 2001 **; G. Fraser: *Antimatter, the ultimate mirror*, Cambridge University Press 2000 *
- ³⁶ N. Ashby, *Phys. Today*, May 2002, 41
- ³⁷ R.D. Reasenberg *et al.*, *Astrophys. J.* **234**, L219 (1979) ***; I.I. Shapiro *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **26**, 1132 (1971) ***; I.I. Shapiro, *Rev. Mod. Phys.* **71**, S41 (1999) ***
- ³⁸ B. Bertotti, L. Iess and P. Tortora, *Nature* **425**, 374 (2003) ***
- ³⁹ J.G. Williams, S.G. Turyshev and D.H. Boggs, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 261101 (2004) ***
- ⁴⁰ S.K. Lamoreaux and J.R. Torgerson, *Phys. Rev. D* **69**, 121701 (2004) ***
- ⁴¹ R. Srinand *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 121302 (2004) ***; J.K. Webb *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 091301 (2001) ***
- ⁴² Y. Jack Ng, *Int. J. Mod. Phys. D* **11**, 1585 (2002) ***; Y. Jack Ng, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 2946 (2001) ***; Y. Jack Ng, *Phys. Lett. B* **477**, 429 (2000) ***; J. Ellis, N.E. Mavromatos and D.V. Nanopoulos, *Gen. Rel. Grav.* **31**, 1257 (1999) ***; L. Smolin, arXiv: hep-th/0501091 ***
- ⁴³ A. Sokal and J. Bricmont: *Intellectual Impostures*, St. Edmundsbury Press 1999 *
- ⁴⁴ F. Echevarria, G. Klinkhammer and K.S. Thorne, *Phys. Rev. D* **44**, 1077 (1991) ***; J. Friedman *et al.*, *Phys. Rev. D* **42**, 1915 (1990) ***
- ⁴⁵ I.D. Novikov, *Phys. Rev. D* **45**, 1989 (1992) ***; A. Carlini and I.D. Novikov, *Int. J. Mod. Phys. D* **5**, 445 (1996) ***
- ⁴⁶ V.P. Frolov and I.D. Novikov, *Phys. Rev. D* **42**, 1057 (1990) ***; J.P.S. Lemos and F.S.N. Lobo, *Phys. Rev. D* **69**, 104007 (2004) ***; M. Visser, S. Kar and N Dadhich, *Phys. Rev. Lett.* **90**, 201102 (2003) ***; A. Ori, *Phys. Rev. Lett.* **71**, 2517 (1993) ***; S.P. Braham, *Phys. Rev. D* **51**, 536 (1995) ***; S. Rosenberg, *Phys. Rev. D* **57**, 3365 (1998) ***; K.D. Olum, *Phys. Rev. D* **61** 1254022 (2000) ***; M.J. Cassidy and S.W. Hawking, *Phys. Rev. D* **57**, 2372 (1998) ***
- ⁴⁷ D. Deutsch and M. Lockwood, *Sci. Am.*, March 1994, 50 *
- ⁴⁸ A. Richmond, *Philosophical Books* **44**, 297 (2003) *; T. Sider, *Phil. Studies* **110**, 115 (2002) ***

-
- ⁴⁹ M. Alcubierre, *Class. Quantum Grav.* **11**, L73 (1994) ***; A.E. Everett and T.A. Roman, *Phys. Rev. D* **56**, 2100 (1997) ***;
- ⁵⁰ D.M. Greenberger and K. Svozil, arXiv: quant-ph/0506027 ***, se også <http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn7535> *
- ⁵¹ I. Ozsvath and E. Schucking, *Am. J. Phys.* **71**, 801 (2003) ***
- ⁵² P. Yourgrau: *A world without time*, Basic Books 2005 *
- ⁵³ A. Einstein and N. Rosen, *Phys. Rev.* **48**, 73 (1935) ***; J.A. Wheeler, *Phys. Rev.* **97**, 511 (1955) ***; C.W. Misner and J.A. Wheeler, *Ann. Phys.* **2**, 525 (1957) ***; M.S. Morris and K.S. Thorne, *Am. J. Phys.* **56**, 395 (1988) ***
- ⁵⁴ P.C.W. Davies and A.C. Ottewill, *Phys. Rev. D* **65** 104014 (2002) ***
- ⁵⁵ G.A. Benford, D.L. Book and W.A. Newcomb, *Phys. Rev. D* **2**, 263 (1970) ***
- ⁵⁶ G. Feinberg, *Phys. Rev.* **159**, 1089 (1967) ***; J.S. Danburg and G.R. Kalbfleisch, *Phys. Rev. D* **5**, 1575 (1972) ***; M.E. Arons and E.C.G. Sudarshan, *Phys. Rev.* **173**, 1622 (1968) ***; E. Recami, F. Fontana and R. Garavaglia, *Int. J. Mod. Phys. A* **15**, 2793 (2000) ***; L. Gonzalez-Mestres, ArXiv: hep-ph/9610474 ***
- ⁵⁷ J.S. Danburg *et al.*, *Phys. Rev. D.* **4**, 53 (1971) ***; G. Baltay *et al.*, *Phys. Rev. D.* **1**, 759 (1970) ***; A.S. Vodopianov *et al.*, *Nucl. Instr. Meth. B* **201**, 266 (2003) ***; R. Ehrlich, *Am. J. Phys.* **71**, 1109 (2003) **
- ⁵⁸ A.A. Everett, *Am. J. Phys.* **39**, 44 (1971) **; L.S. Schulman, *Am. J. Phys.* **39**, 481 (1971) **
- ⁵⁹ R.P. Feynman: *Surely you're joking*, Mr. Feynman, Vintage 1992
- ⁶⁰ Div. forfattere: *Sci. Am.*, Sept. 2002 * samt *Sci. Am.*, June 2006 *
- ⁶¹ P. Øhrstrøm: *Tidens gang i tidens løb*, Steno Museets Venner 1999 *
- ⁶² R. Penrose: *The Emperor's New Mind*, Vintage 1991 *
- ⁶³ L. Smolin: *Three Roads to Quantum Gravity*, Phoenix 2000 *; M. Kaku: *Hyperspace*, Oxford University Press 1994 *; M. Kaku: *Beyond Einstein*, Anchor Books 1995 *; B. Greene: *The Elegant Universe*, W.W. Norton 1999 *; B. Zwiebach: *A First Course in String Theory*, Cambridge University Press 2004 ##
- ⁶⁴ P. Csonka, *Phys. Rev.* **180**, 1266 (1969) ***; P.C.W. Davies, *J. Phys. A* **8**, 272 (1975) ***
- ⁶⁵ Y.-H. Kim *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **84**, 1 (1999) ***
- ⁶⁶ Yu. Ne'eman, *Int. J. Theor. Phys.* **3**, 1 (1970) ***; A. Aharony and Yu. Ne'eman, *Int. J. Theor. Phys.* **3**, 437 (1970) ***; L. Wolfenstein, *Phys. Rev. Lett.* **83**, 911 (1999) ***
- ⁶⁷ N. Arkani-Hamed, S. Dimopoulos and G. Dvali, *Phys. Lett. B* **429**, 263 (1998) ***
- ⁶⁸ J. Dorling, *Am. J. Phys.* **38**, 539 (1969) **; M. Tegmark, *Class. Quantum Grav.* **14**, L69 (1997) ***; M. Tegmark, *Information*, 19.1.1998 *
- ⁶⁹ J.C. Jackson, *J. Phys. A* **10**, 2115 (1977) ***; R.H.A. Farias and E. Recami, arXiv: quant-ph/9706059 ***; L. Smolin, *Sci. Am.*, Jan. 2004, 66 *
- ⁷⁰ A.D. Yaghjian: *Relativistic Dynamics of a Charged Sphere*, Springer, 2nd ed. New York, 2006 ***
- ⁷¹ R. Perrin, *Am. J. Phys.* **47**, 317 (1979) **; S.P. Boughn, *Am. J. Phys.* **57**, 791 (1989)
- ⁷² J.C. Hafele and R.E. Keating, *Science* **177**, 166 (1972) og J.C. Hafele and R.E. Keating, *Science* **177**, 168 (1972) ***