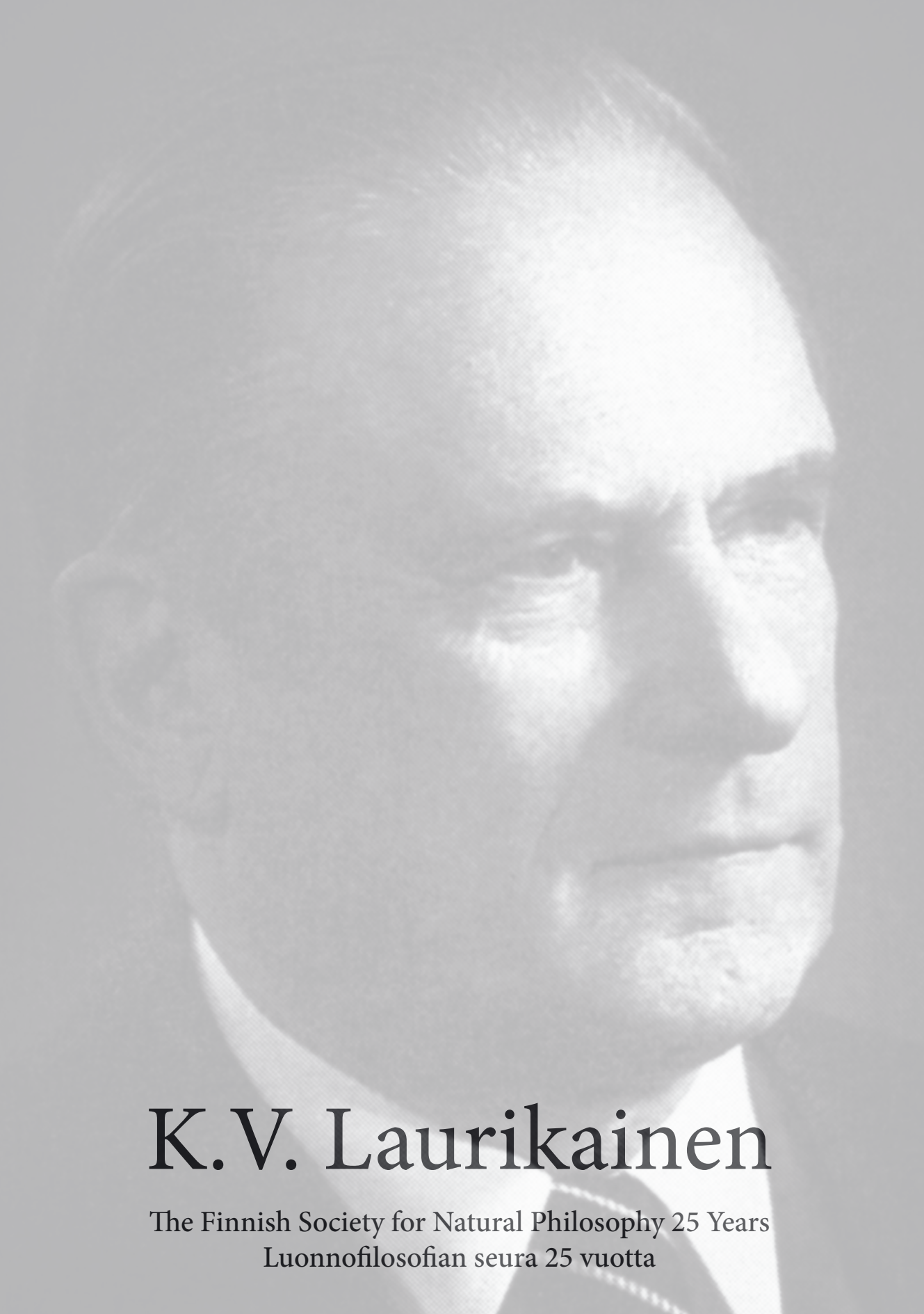




# K.V. Laurikainen

The Finnish Society for Natural Philosophy 25 Years  
Luonnofilosofian seura 25 vuotta

PUBLICATIONS OF THE FINNISH SOCIETY FOR NATURAL  
PHILOSOPHY

**K.V. Laurikainen**

**The Finnish Society for Natural Philosophy 25 Years**

The Finnish Society for Natural Philosophy  
Luonnonfilosofian seura ry  
Helsinki, Finland

Editors: Juha Samela and Avril Styrman

This e-book is licensed under Creative Commons  
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License



HELSINKI 2015

ISBN 978-951-98191-5-0 (printed version)

Drukātava

Latvia 2015

ISBN 978-951-98191-6-7 (PDF version)

<http://www.lfs.fi/>

## Lukijalle

Luonnonfilosofian seura juhlisti toimintansa 25–vuotista taivalta perustajansa professori K.V. Laurikaisen elämäntyölle omistelulla Juhlasymposiumilla Helsingissä Tieteiden talolla 11.–12.11.2013. Tämä kirja on koottu symposiumissa pidetyistä, K.V. Laurikaisen työhön liittyvistä esitelmistä.

Puhujina symposiumissa oli professori Laurikaisen entisiä kollegoita ja Luonnonfilosofian seurassa Laurikaisen ajatuksiin tutustuneita ja hänen työnsä inspiroimia tutkijoita. Symposiumissa välittyi syvä kunnioitus K.V. Laurikaisen vahvan sisäisen näkemyksen ohjaamaa työtä kohtaan hänen pyrkiessä liittämään tunnistamiaan todellisuuden irrationaalisia aineksia osaksi rationaalisen ajattelun ohjaamaa luonnontiedettä. Irrottautumalla tieteen kaikkivoipaisuuden ajatuksesta Laurikainen synnytti vahvan tilauksen tieteen filosofiseen tarkasteluun ja kokonaisvaltaiseen todellisuuskuvan tutkimiseen.

Laurikaisen perintö Luonnonfilosofian seuralle kulminoituu avoimuuteen ja laajakatseisuuteen; ratkaisemattomat ongelmat eivät ratkea ongelmia kieltämällä tai oikeassa olemisen todistelulla. Luonnonfilosofi tunnistaa eron todellisuuden ja todellisuuden kuvaamisen välillä. Paraskin rationaalisin perustein rakennettu kuvaus jättää tilaa sellaisille todellisuuden piirteille, joita instrumentaalinen havaitseminen ei tavoita.

Luonnonfilosofian seura esittää lämpimät kiitoksensa kaikille Juhlasymposiumin järjestämiseen osallistuneille, puhujille ja symposiumin osallistujille sekä kaikille tämän kirjan synnyn mahdollistaneille. Seura on kiitollinen pitkäaikaisen sihteerinsä FL Seppo Laureman juuri ennen kuolemaansa loppuun saattamasta K.V. Laurikaisen elämäkerrasta, joka muodostaa tämän kirjan ytimen. Aloitteen symposiumin järjestämiseen ja juhlakirjan julkaisemiseen teki Seuran puheenjohtajana juhluvuonna toiminut TkT Viljo Martikainen. Kirjan artikkelit on koonnut ja saattanut painokuntoon työryhmä FT Juha Samelan johdolla.

Helsingissä, maaliskuussa 2015

Tuomo Suntola

Luonnonfilosofian seuran puheenjohtaja

## **To the reader**

The Finnish Society for Natural Philosophy celebrated its 25th anniversary on the 11th and 12th of November 2013 in Helsinki in an Honorary Symposium devoted to K.V. Laurikainen, the founder of the Society. This book has been compiled from presentations related to Laurikainen's work given at the Honorary Symposium (the Honorary Symposium presentations related to Laurikainen's work).

Speakers at the Symposium were former colleagues of Laurikainen and scientists inspired by Laurikainen's writings and his speeches in the Society. The atmosphere in the Symposium conveyed a deep respect for Laurikainen's work guided by his clear insight about irrational aspects he regarded as needed to complement the natural sciences which are solely conducted by rational thinking. By disengaging from the dominance of the rational sciences Laurikainen created a pressure for a more philosophical approach to natural sciences and to a search for a holistic picture of the reality behind.

Laurikainen's heritage to the Finnish Society for Natural Philosophy has culminated in openness and broad-mindedness; unresolved problems are not solved by denying the problems or by conviction of being right. A natural philosopher understands the difference between reality and a description of reality. Even the best description based on rational understanding leaves space for features of reality that are not approachable by instrumental observation.

The Finnish Society for Natural Philosophy expresses its warm thanks to the many volunteers participating in the organization of the Honorary Symposium, to the speakers and the participants as well as to those making the publication of this book possible. The Society is grateful to its long-time secretary Phil.Lic. Seppo Laurema who, just before his death, finalized Laurikainen's biography that forms the heart of this book. The initiative for the Symposium and this book was made by Dr. Tech. Viljo Martikainen who served as the Chairman of the Society in the anniversary year. The collection of the articles and the editing of the book were performed by a team headed by Dr. Juha Samela.

Helsinki, March 2015

Tuomo Suntola

Chairman of the Finnish Society for Natural Philosophy

# Contents

|                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Seppo Laurema: <i>K. V. Laurikainen 1916 - 1997 (in English)</i> . . . .                                                                                                        | 1   |
| Seppo Laurema: <i>K. V. Laurikainen 1916 - 1997 (in Finnish)</i> . . . .                                                                                                        | 7   |
| Kaarle Kurki-Suonio: <i>Discussions with K. V. Laurikainen -<br/>“Science has its limits”</i> . . . . .                                                                         | 97  |
| Claus Montonen: <i>K. V. Laurikainen’s Attempt to Establish the<br/>Philosophy of Physics as a Subject of Teaching and<br/>Research at the University of Helsinki</i> . . . . . | 113 |
| Tarja Kallio-Tamminen: <i>K. V. Laurikainen Extending the Limits of<br/>Science</i> . . . . .                                                                                   | 123 |
| B. J. Hiley: <i>Foundations of Quantum Theory in the Light of<br/>Bohmian Non-commutative Dynamic</i> . . . . .                                                                 | 137 |
| Matts Roos: <i>Do Physicists Search for Truth?</i> . . . . .                                                                                                                    | 157 |
| Ilkka Niiniluoto: <i>Critical Remarks on K. V. Laurikainen’s Natural<br/>Philosophy</i> . . . . .                                                                               | 161 |
| Kullervo Rainio: <i>Muuan keskustelu Jumalasta ja kvanttifysiikasta</i>                                                                                                         | 171 |
| Jussi Rastas: <i>K.V. Laurikainen ja luonnonfilosofia</i> . . . . .                                                                                                             | 179 |
| Viljo Martikainen: <i>25 vuotta luonnonfilosofiaa</i> . . . . .                                                                                                                 | 219 |
| Agnes Airola: <i>Miten, missä ja miksi syntyi Luonnonfilosofian<br/>seura?</i> . . . . .                                                                                        | 223 |
| Liite - Seuran toimihenkilöt 1989-2013 . . . . .                                                                                                                                | 229 |



# Kalervo Vihtori Laurikainen 1916 - 1997

Seppo Laurema

Fil. lic.

Abstract and translation Tarja Kallio-Tamminen

*The article written by Seppo Laurema in Finnish gives an extensive biography of the life, research and attainments of Professor K.V. Laurikainen collected from various sources. It is primarily based on Laurikainen's own writings and the writings of his colleagues in various books and magazines. The author has also benefitted from interviewing Laurikainen's sons as well as from personal contact having been a long-term assistant of Laurikainen. The article has a chronological structure with quite detailed surveys of Laurikainen's activity in the fields of physics, philosophy and psychology. In particular, attention is given to Laurikainen's religious and ideological positions as well as his growing critique towards dogmatic science and materialism. Also, such intriguing incidents as Laurikainen's second doctoral dissertation and his public debates with influential opponents are illuminated. In addition the article contains quite a detailed survey of what Laurikainen has said related to topics like irrationality, the nature of the ultimate reality, freedom of the will, mysticism and materialism, in his various publications, and is thus a good source for further studies. The following is a brief summary of the article.*

Kalervo Vihtori Laurikainen was born on the 6th of February in 1916 at Pielisjärvi (nowadays Lieksa), North Carelia, where his father worked as a telegrapher. From 1934 he studied at the University of Helsinki majoring in mathematics, and wholeheartedly embraced the scientific outlook. During the war years 1939-44, being based at the Niinisalo artillery test station, he became increasingly interested in theoretical physics. Laurikainen completed his master's degree in 1940 and his doctoral dissertation in 1950 on a topic related to the theory of relativity. During the period 1946-56, he worked as a lecturer in mathematics at the Turku Institute of Technology. Starting from 1952 he became associated also to the University of Turku, where he was an assistant professor in physics, 1956-60. At the University of Helsinki he was associated in 1954 to theoretical physics and become a professor in nuclear physics for the period 1960-79.

With the support of his teacher, the mathematician Rolf Nevanlinna (1895-1980) who had introduced Laurikainen to the theory of relativity and quantum physics, he started to campaign on behalf of theoretical physics in Finland. Especially he aspired to advance awareness of the theory of relativity and quantum mechanics. As a professor in nuclear physics Laurikainen also felt obliged to support the experimental research in elementary particle physics, and created international links to CERN and the Dubna research centers. An extensive accomplishment was also the creation of the Department of Nuclear Physics and High Energy Physics, which gave birth to the Computing Center and later to the Department of Theoretical Physics and the Research Centre in Theoretical Physics. Largely thanks to Laurikainen Helsinki became an internationally recognized research center in elementary particle physics.

After retiring in 1979 at the age of 63, Laurikainen completely devoted himself to the foundations of quantum mechanics and the philosophy of Wolfgang Pauli. He had studied philosophy extensively in the late 1930s, under the guidance of the well-known philosopher Eino Kaila (1890-1958), and even received a topic for dissertation from him related to isomorphy. In the 1970s when lecturing quantum theory he became increasingly interested in its philosophical grounds, and in 1976 when visiting CERN he became acquainted with the Wolfgang Pauli letter collection. Pauli's thinking based on the Copenhagen interpretation became a central object of interest for Laurikainen and he completely embraced Pauli's views on reality.

Laurikainen continued his teaching on the history and philosophy of science at the University as an adjunct professor (*dosentti*, *docent*) of theoretical physics until 1985 and even after that by temporary arrangements until 1997. He lectured natural philosophy to scientists and theologians, and most popular became his Thursday-seminars at the Department of high-energy physics. Out of them, in 1988 was born the Society for Natural Philosophy. Laurikainen felt that further awareness of the history and philosophy of science starting from the basis of natural science was badly needed in Finland, where the interaction between physics and philosophy had ceased, and he took the initiative to set up such a department in the Faculty of Mathematics and Natural Science.

Apart from the lectures, Laurikainen also actively presented his ideas on radio programs, in books and numerous articles in magazines and newspapers, in particular during his emeritus period. The number of his research publications in physics is not so high as during his professorship

he had to take care of the many administrative duties, and he did not want to put his name on the studies conducted in his institute, as is a common custom. In 1993 he concluded: "it can be said that I have done my scientific work completely when retired". He also considered the critic of scientific materialism as an important result of his work. Otherwise Laurikainen was not significantly involved in political activities, except in science policy. He was opposed to Marxism because of its atheism and materialism.

Laurikainen's philosophy was mainly related to the foundations of quantum mechanics. He supported the Copenhagen interpretation and the 'complementary' philosophy as it is expressed in Pauli's thinking. He also supported Pauli's ideas on irrationality and observer-dependent reality, proposals which were widely criticized e.g. by prof. Ilkka Niiniluoto. In 1995, Laurikainen got the idea of submitting a dissertation on natural philosophy and in the spring of 1996 he submitted the thesis, *Science Has Its Limits, Ontological Implications of Quantum Theory* for review at the University of Helsinki. The University did not, however, accept the thesis for review, as Laurikainen had already successfully defended his doctoral thesis there. Laurikainen turned to the University of Oulu where the Department of Physical Sciences after pre-examination gave it printing permission as a doctoral dissertation. The pre-examination was done by the Swiss professors Hans Primas and Charles P. Enz, and Enz together with the associate professor Kari Enqvist, Helsinki University, were appointed to be opponents. Everything was ready for the public examination to be held on 22.8.1997. However, a rapidly advancing illness prevented the realization of the dissertation. Kalervo Vihtori Laurikainen died of cancer in a hospital in Nurmijärvi 13.7.1997. The Department of Theoretical Physics at Oulu organized a discussion forum in memoriam, where both opponents attended. Society for Natural Philosophy held a memorial symposium for Laurikainen in Helsinki at The House of Estates on 25.9.1997.

In the early 1970s Laurikainen, as a result of a heart attack and his mother's death, experienced a religious awakening. He began to criticize the scientific worldview. On the basis of quantum mechanics he opposed the idea that all the meaningful questions related to reality can be solved by using scientific method (scientism). In addition to the fundamental questions related to quantum physics, he became interested in the relation of science and religion. He took the view that "modern science is not incompatible with Christianity." "There is only one reality, which is traced by both science and religion, and God is the deepest content of that reality. Maintaining his

faith in science, he aimed to construct a harmonious whole, which includes both the modern scientific worldview and Christianity. Belief and knowledge should be two components of intellectual life which complement each other.

On the basis of quantum physics Laurikainen rejected Cartesian dualism and supported Pauli's and Jung's views on psychophysical reality. He identified reality with God and emphasized that God speaks to him in nature. He was in favor of the evolution theory and rejected a literal interpretation of the Bible, saying: "The Bible is not a science textbook". He aimed to promote the science and religion dialogue noting that "the most important ecumenical issue of our time is between religion and science". Laurikainen considered himself as a Lutheran, but he did not often participate in the ecclesiastical life. However, he visited parish organized events and liked to discuss with spiritual leaders such as the Orthodox Archbishop Paavali (1914-1988), who before his death, joined the Society for Natural Philosophy. Also the Bishop of the Finnish Roman Catholic Church Paul Verschuren (1925-2000), gave a lecture at the Society for Natural Philosophy seminar in 1990 as did the future Bishop of Espoo Tapio Luoma (born 1962), and several professors of theology.

In spite of this kind of co-operation Laurikainen often criticized Finnish theologians for their materialistic and deterministic worldview and their "doctrine of double truth". Finnish philosophers he criticized for materialism and atheism, and their poor knowledge of science, especially related to quantum mechanics. Finnish physicists were criticized by Laurikainen for scientism and the fact that they were not interested in philosophy and did not visit his meetings. However, a fair number of representatives of the physical sciences did join the Society for Natural Philosophy, and Laurikainen also received a lot of positive feedback related to his lectures, writings and books in natural philosophy.

Laurikainen visited Zurich in the spring of 1947, where he became acquainted e.g. with the Nobel physicist Wolfgang Pauli (1900-58). He visited Lund in 1948-49, 1950, and 1956, and Stockholm in 1950. In 1957-58 he was a representative of Nordita in Copenhagen, where he met Niels Bohr (1885-1962). In 1963, he visited Stanford University in the USA.

Also noteworthy are the 11 international physics summer schools and symposiums Laurikainen organized during the years 1966-77 in North Karelia, the last of which was organized in 1977 at Loma-Koli, Symposium on the Foundations of Modern Physics: 50 Years of Quantum Mechanics. The symposiums on the foundations of modern physics were continued in

1985, 1987, and 1990 in Joensuu and in Helsinki in 1992 and 1994, bringing a number of well-known researchers to Finland.

Laurikainen married the librarian Aila Onerva Annikki Siikanen in 1942 and had two sons: Petri Kalervo (born 1944) Ph.D., physicist and Erkki Johannes (born 1945), M.Sc., a geographer, biologist and pastor.

## Books written by K.V. Laurikainen

The books are in Finnish, except for two English translations (1985, 1994) and the dissertation (1997) also in English.

- 1967 *Problems of present-day physics*. 211 p. *Nykyfysiikan ongelmia*. WSOY.
- 1968 *Basics of modern physics. (Mathematical principles of relativity and quantum mechanics.)* 162 p. *Modernin fysiikan alkeita*, WSOY.
- 1973 *Atomistic ideology and its reflections in the present-day world*. 226 p. *Atomistiikan aatemaailma ja sen heijastumia aikamme ideologiassa*. WSOY.
- 1975 *Mathematical expedients*. 215 p. *Matemaattisia apuneuvoja*. WSOY.
- 1978 *Physics and belief*. 272 p. *Fysiikka ja usko*. WSOY.
- 1980 *Reality and life*. 224 p. *Todellisuus ja elämä*. WSOY.
- 1982 *Belief in creation today. Problems of belief and knowledge in the 1980's*. (Together with Tapio Ahokallio and Erkki Laurikainen) 203 p. *Luomisusko tänään*. Kirjapaja.
- 1982 *The path of a physicist*. (Autobiography) 239 p. *Fyysikon tie*. MAOL ry:n julkaisusarja 5/1982.
- 1983 *Nature speaks about its Creator – outlining of a new view of reality*. 124 p. *Luonto puhuu luojastaan – uuden todellisuuskäsityksen hahmottelua*. Kirjapaja.
- 1985 *Beyond the atom. The philosophical thought of Wolfgang Pauli*. 187 p. In English Springer-Verlag 1988, 234 p.

- 1987 *Guillotine of science*. 208 p. *Tieteen giljotiini*. Otava.
- 1990 *Reality and reflection*. (Together with Kullervo Rainio) 203 p. *Todellisuus ja kuvajainen*. WSOY.
- 1991 *Philosophy with the eyes of a physicist – Introduction to natural philosophy*. 155 p. *Filosofiaa fyysikon silmin*. Yliopistopaino.
- 1994 *From Kant to a quantum, philosophy with the eyes of a physicist*. 125 p. *Kantista kvanttiin*. Yliopistopaino.
- 1994 *The message of the atoms. Essays on Wolfgang Pauli and the Unspeakable*. 204 p. In English, Springer-Verlag, 1997, 203 p.
- 1997 *Science has its limits – ontological implications of quantum theory*. Dissertation in English, University of Oulu, Report Series in Physical Sciences. 91 p.
- 1997 *Science has its limits – quantum theory and reality. Dissertation in Finnish*. 109 p. *Tieteellä on rajansa*. Yliopistopaino.

## Kalervo Vihtori Laurikainen 1916 - 1997

Seppo Laurema

Fil. lic.

### Lapsuus ja nuoruus 1916-1934

Turvaudun aluksi lähinnä Erkki Laurikaisen antamiin tietoihin. Kalervo Vihtori Laurikainen syntyi 6.1.1916 Pielisjärvellä (nykyinen Lieksa), missä hänen isänsä Viktor Gregorius Laurikainen toimi sähköttäjänä. Isoisä Anders Laurikainen oli Ruoveden kihlakunnan kruununvouti, joka oli kotoisin Mäkihovin kartanosta Ruskealasta, mutta kuoli Viktorin ollessa alaikäinen. Tuomarin virasta hän erosi, koska joutui ristiriitaan omantuntonsa kanssa. Viktorin äiti oli Käkisalmen linnanpäällikön tytär ja puhui saksaa.

Kalervon äiti Hilja oli postivirkailija. Hän oli uskonnolliseen herätykseen tulleen suutarimestari Pietari Karhusen esikoistytär Suonenjoelta. Hän oli ollut aktiivinen yhdistysnainen, mutta jäi naimisiin mentyään kotiäidiksi. Syksyllä 1918 Viktor Laurikainen sai siirron Salmin pitäjään Laatokan rannalle, missä perhe asui vuoteen 1927 asti. Poikia oli nyt kolme. Äiti opetti poikia aluksi kotonaan.

Vuonna 1927 Kalervo tuli Nurmeksens yhteiskoulun 2. luokalle. Hän oli innokas urheilija ja edusti kouluaan menestyksellä urheilijana. (Urheilua hän harrasti myös myöhemmällä iälläään mm. osallistumalla akateemisiin suunnistuskilpailuihin.) Äiti koki Nurmeksessä uskonnollisen herätyksen, liittyi pieneen vapaaseen seurakuntaan ja koko perhe siirtyi siviilirekisteriin. Kotona pidettiin paljon hengellisiä kokouksia. Kodin ilmapiiri oli huolehtivan lämmin. Isä oli elämäntavoiltaan säännöllinen ja hiljainen. Äiti oli dominoivampi.

Lukiovuosina Kalervo ja eräät luokkatoverit muodostivat keskustelupiirin, joka kokoontui kirjakaupan takahuoneeseen filosofoimaan. Keskustelun aiheet liikkuivat luonnontieteistä filosofiaan ja kirjallisuuteen. Aikaa ja energiaa riitti myös koulutyöhön ja urheiluun. Koska pikkuvirkamiesisän tulot olivat varsin rajalliset Kalervo keräsi rahaa opintojaan varten mm. antamalla yksityistunteja. Kaikkiin toimiinsa hän paneutui perusteellisesti ja osoitti jo tuolloin taipumusta ajaa yhtä asiaa kerrallaan. Hän oli hyvä oppilas.

## Opiskelu ja virkauran alku 1934-1960

Kalervo Laurikainen tuli ylioppilaaksi Nurmeksen keskikoulun jatkoluokilta 18-vuotiaana 31.5.1934. Seuraavana syksynä hän aloitti opinnot Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä osastossa. Pääaineena oli matematiikka, missä opettajina toimivat mm. professorit Pekka Myrberg (1892-1976), Rolf Nevanlinna (1895-1980) ja Ernst Lindelöf (1870-1946). Fysiikassa professoreina olivat Hjalmar Tallqvist (1870-1958) ja Jarl Wasastjer-na (1896-1972), tähtitieteessä Karl Sundman (1873-1949). Varsinkin Nevanlinnaan, johon hän tutustui toisena opiskeluvuotena, suhde muodostui läheiseksi.

Neljäntenä vuotena Laurikainen aloitti opinnot myös filosofiassa. Eino Kailan (1890-1958) luennot loogisesta empirismistä tekivät häneen syvän vaikutuksen. Kerrotaan, että Kalervo teki luennoista niin hyvät muistiinpanot, että Kaila käytti niitä valmisteilla olleen kirjansa *Inhimillinen tieto* (1939) lähdeaineistona. Erkki Laurikainen (1990) kertoo, että hänen isänsä paneutui opintoihinsa suurella hartaudella. Huonetoveri tarvitsi viikkoja painostaakseen hänet irrottautumaan naapuritalossa olleeseen Heinäsen kahvilaan (Snellmaninkatu 19).

Sodan uhatessa lokakuussa 1939 matematiikan ja fysiikan ylioppilaiden yhdistys Limes, jonka puheenjohtaja Laurikainen silloin oli tarjosi apuaan kenraali Vilho Nenoselle (1883-1960) tykistön tarvitsemissa matemaattisissa ym. tehtävissä. Useita Limeksen jäseniä siirtyi puolustusvoimien palvelukseen, useimmat Helsingissä työskennelleeseen Ballistiseen toimistoon, muutamat Tykistön Koeasemalle Niinisaloon. Laurikainen, joka saapui vapaaehtoisena palvelukseen 12.10. työskenteli Niinisalossa koko talvisodan ajan ja uudelleen jatkosodan aikana (*Fyysikon tie* s.13). Hänet on ilmoitettu vapautetuksi vakinaisesta palveluksesta 21.4.1942 ja kotiutettu 19.11.1944.

Talvisodan aikana hän sai valmiiksi topologiaan liittyvän gradunsa Rolf Nevanlinnalle arvosanalla *eximia cum laude approbatur* ja 22.5.1940 valmistui filosofian kandidaatin tutkinto: matematiikka *laudatur* (erinomaisin tiedoin), tähtitiede *laudatur* (hyvin tiedoin), teoreettinen filosofia *laudatur* (hyvin tiedoin), fysiikka *cum laude approbatur* (erinomaisin tiedoin), kemia *lubenter approbatur*, mineralogia ja geologia *lubenter approbatur*. 5.6.1944 hän korotti fysiikan arvosanan *laudaturiksi* (erinomaisin tiedoin).

Sotien välisenä aikana Laurikainen aloitteli matemaattista väitöskirjaa topologiasta ja toimi Teknillisen korkeakoulun matematiikan assistenttina. Jatkosodan aikana hän sopi Kailan kanssa isomorfiaan liittyvästä väitöskirjan

aiheesta filosofiassa. Niinisalossa hän innostui sisäballistiikasta ja ehdotti Nenoselle, että hän voisi tehdä väitöksen ruudin palamisesta. Keskustelut Niinisalossa 'kämpäkaverieiden', erityisesti matemaatikko Uljas Attilan kanssa atomiteoriasta ja aaltomekaniikasta tekivät kuitenkin Laurikaisesta teoreettisen fysiikan opiskelijan (*Fyysikon tie* s. 14-15). Ylioppilaiden Matemaattis-luonnontieteellisen Yhdistyksen Limeksen puheenjohtajana hän toimi eri otteissa vuosien 1939 ja 1943 välisenä aikana. Sotilasarvoltaan Laurikainen oli vänrikki (1941) ja luutnantti (1943).

Jatkosodan asemasotavaiheen aikana 13.9.1942 ollessaan vapautettu vakinaisesta palveluksesta Laurikainen solmi Helsingissä siviiliavioliiton kirjastoamanuenssi Aila Onerva Annikki Siikasen kanssa, joka oli syntynyt 16.7.1912 Viipurissa, mutta sukutaustaltaan Juankoskelta († 1998). Hänen vanhempansa olivat veturinkuljettaja Johannes Siikanen ja Helmi Maria Pitkänen. Avioliitosta syntyi kaksi poikaa: Petri Kalervo, syntynyt 4.4.1944 Kankaanpäässä, FT(1972), fyysikko ja Erkki Johannes (nykyisin Laurinharju), syntynyt 17.8.1945 Helsingissä, FK(1977), maantieteilijä, pappi ja kovakuo-riaistutkija. Molemmat ovat perheellisiä. Laurikaisella on myös Helsingissä 1960-luvulla avioliiton ulkopuolella syntynyt tytär. Avioliitto kuitenkin kesti loppuun asti.

Vuosina 1944-1946 Laurikainen toimi opettajana Helsingissä sekä matematiikan ja fysiikan assistenttina yliopistolla että matematiikan assistenttina Teknillisessä korkeakoulussa. Vuoden 1946 alussa hän sai matemaattisten aineiden lehtorin viran Turun teknillisessä oppilaitoksessa, missä virassa hän toimi kymmenen vuoden ajan. Keskustelut Helsingin yliopiston teoreettisen fysiikan dosentin Risto Niinin (1907-1968) ja erityisesti yliopiston rehtorina toimineen Rolf Nevanlinnan kanssa keväällä 1945 ratkaisivat lopullisesti Laurikaisen antautumisen teoreettiseen fysiikkaan (*Fyysikon tie* s.16-17). Lukuvuonna 1946-47 hän kuunteli Helsingissä Nevanlinnan luentoja kvanttiteorian perusteista (*Arkhimedes* 1982, Rolf Nevanlinna numero s.36-39).

Nevanlinna järjesti Laurikaiselle keväällä 1947 kolmen kuukauden stipendin Sveitsiin, missä hän saattoi kuunnella mm. professori Gregor Wentzelin (1898-1978) luentoja kvanttimekaniikasta Zürichin yliopistossa ja Nobel-fyysikko Wolfgang Paulin (1900-1958) teoreettisen fysiikan luentoja teknillisessä korkeakoulussa (ETH). Luennoitsijana Pauli ei tehnyt myönteistä vaikutusta. Laurikainen kuitenkin tiedusteli häneltä väitöskirjan aihetta, mutta se olisi edellyttänyt jäämistä Zürichiin (*Fyysikon tie* s.17-18).

Zürichissä Laurikainen tutustui Nevanlinnan välityksellä Lundin yliopiston

teoreettisen fysiikan professori Torsten Gustafsoniin (1904-1987), joka järjesti hänelle 1948-1950 matkoja Lundiin. Gustafsonin johdolla Laurikainen sai valmiiksi yleiseen suhteellisuusteoriaan liittyvän väitöskirjansa aineettoman sähkömagneettisen kentän gravitaatioenergiasta, *Über die Gravitationsenergie des materiefreien elektromagnetischen Feldes* – Ann. Acad. Sci. Fenn. A 1:68, 1-45. Väitöstilaisuus pidettiin Kalervon päivänä lauantaina 11.3.1950 Helsingissä yliopiston päärakennuksen luentosalissa 6. Yleisöä oli lähes salin täydeltä. Vastaväittäjänä toimi teoreettisen fysiikan dosentti Risto Niini ja kustoksena sovelletun fysiikan professori Paavo Tahvonen (1904-1981). Lausunnossaan Niini totesi mm. että ”aihe on hyvä ja kritiikki on kohdistunut suhteellisuusteorian arkoihin kohtiin, mutta kritiikin rajoittaminen suhteellisuusteoriaan tuntuu väkinäiseltä. . . Käsittelyn alkupuoli on yleisen suhteellisuusteorian asian selostusta ja kritiikkiä eikä sisällä oleellisesti uutta. . . Tuloksista on mielestäni merkittävin uuden menetelmän ehdotus, joka herättäneen alan erikoistutkijain kiinnostusta. . . Esitystavan selvyttä, täsmällisyyttä ja johdonmukaisuutta pidän erikoisina ansioina . . . Esitän tämän perusteella, että matemaattis-luonnontieteellinen osasto hyväksyy FK K.V. Laurikaisen väitöskirjan . . . Arvosanaa määrittäessä on otettava huomioon, että aiheeseen perehtymisen on nykyisten opetusolojen vallitessa täytynyt tapahtua enimmäkseen omin päin tai lyhyillä ulkomaan matkoilla”. Professori Tahvonen lausui, että ”puolustus väitöstilaisuudessa oli hyvä”. Väitös hyväksyttiin 23.3. arvosanalla *eximia cum laude approbatur* (Yliopiston keskusarkisto; *Helsingin Sanomat* 12.3.1950 s.11). Lisensiaatin tutkinnon Laurikainen sai valmiiksi 30.3. ja tohtorin tutkinnon 31.5. Hän ei ollut väitökseensä tyytyväinen ja joutui sen jälkeen syvän masennuksen valtaan (*Fyysikontie* s. 19-20). Risto Niini sai 14.4. nimityksen teoreettisen fysiikan henkilökohtaiseksi ylimääräiseksi professoriksi.

Lundissa Laurikainen oli tutustunut vuodesta 1949 Tukholman teknillisen korkeakoulun professorina toimineeseen Lamek Hulthéniin (1909-1995) ja aloitti tämän johdolla 1950 Tukholmassa deutronin tutkimisen, mikä johti muutamaan tärkeään julkaisuun, joiden ansiosta hän 1960 sai ydinfysiikan professorin viran (Kajantie 1997, 2005). Deuteroni säilyi hänen tutkimuskohteenaan myös myöhempinä vuosina (Arkhimedes 1955/2 s.33-36).

1950-luvulla Laurikainen aloitti vuonna 1948 Suomen Akatemian jäseneksi tulleen Nevanlinnan tuella kirjoittelun teoreettisen fysiikan puolesta Suomessa. Hän puhui teoreettisen fysiikan asemasta Suomessa ja Skandinaviassa Fyysikkoseurassa syksyllä 1952 ja kirjoitti siitä mm. *Arkhimedes-lehteen* 1952 ja 1957. Hän puhui väsymättömästi teoreettisen fysiikan

puolesta kunnes sen asema vakiintui meillä 1960-luvulla (Lipas 1997).

7.4.1952 Laurikainen sai nimityksen fysiikan dosentiksi Turun yliopistoon, missä hän oli toiminut apulaisopettajana vuodesta 1947 lähtien. Laurikainen oli ensimmäinen teoreettisen fysiikan edustaja Turun yliopistossa (Pekka Lahti). Jo syksyllä 1951 hän luennoi ”Johdatusta uuden fysiikan ajatusmaailmaan” ja keväällä 1952 ”Valittuja kohtia kvanttimekaniikasta ja suhteellisuusteoriasta”. Hän pyrki tuomaan kvantti- ja suhteellisuusteorian kaikkien opiskelijoiden ulottuville (Rauno Hämäläinen, *Dimensio* 1997/4 s.26-27). Laurikainen opetti teoreettista fysiikkaa dosenttina Turussa vuoteen 1968 asti.

6.2.1954 Laurikainen siirtyi siviilirekisteristä Turun tuomiokirkkoseurakunnan jäseneksi. 21.9.1954 hänet nimitettiin teoreettisen fysiikan dosentiksi Helsingin yliopistoon. Keväällä 1956 hän toimi pohjoismaisena dosenttistipendiaattina Lundissa ja 26.10.1956 hän sai fysiikan apulaisprofessorin viran Turun yliopistossa, missä hän jo 1952-53 oli hoitanut professuuria. Edelleenkin vaikeissa oloissa ja ilman tiedekunnan tukea hän sai kootuksi pienen ryhmän, joka ryhtyi harrastamaan teoreettista fysiikkaa, yhteistoiminnassa Åbo Akademin fysiikan professorin Karl-Gustav Fågelin (1921-1997) kanssa (*Rolf Nevanlinna in memoriam* 1981 s.42).

Vuonna 1957 perustettiin Nordisk Institut för Teoretisk Atomfysik NORDITA. Laurikainen oli siinä Suomen edustajana Kööpenhaminassa 1957-58, missä hän tutustui Niels Bohriin (1885-1962), jonka 1927 esittämä kvanttimekaniikan kööpenhaminalainen tulkinta ja komplementaarisuusperiaate saivat keskeisen sijan Laurikaisen ajattelussa. NORDITAn hallitukseen Laurikainen kuului 1958-1970.

Sodan jälkeen Laurikainen asui perheineen Helsingin Käpylässä. Keväällä 1948 perhe muutti Turkuun, missä he asuivat Tuomiokirkkoseurakunnan alueella, mm. omakotitalossa Saarnitiellä. Ulkomaanmatkoilla perhe oli usein mukana. Laurikaisella oli asunto myös Helsingissä ja kun hän siellä oli saanut professorin viran perhe muutti syksyllä 1961 Turusta Relanderinaukiolle Kulosaareen ja sieltä 1966 Nurmijärven Klaukkalaan Kelotielle noin 25 km päähän Helsingin keskustasta. Klaukkalassa Laurikainen asui kuolemaansa asti, mutta vuonna 1967 hän asui Etelä-Haagassa. Laurikaisilla oli kesäasunto Juankoskella Vuotjärven rannalla. ”Siitä muodostui tukikohhta, joka voimanlähteenä oli tavattoman tärkeä” (Fyysikon tie s.225).

## Ydinfysiikan professorina Helsingissä 1960-1979

18.3.1960 Kalervo Laurikainen, ollessaan 44 vuoden ikäinen, sai nimityksen ydinfysiikan professoriksi Helsingin yliopistoon. Virka oli perustettu 1958 ja hän oli hoitanut sitä virkaatekevänä jo 1.9.1959 alkaen. Hän toimi ydinfysiikan professorina Helsingissä eläkkeelle siirtymiseensä 1.2.1979 asti. 1.7.1978 virkanimike muutettiin alkeishiukkasfysiikan professoriksi.

Kilpahakijoita oli viime vaiheessa vain yksi: Turun yliopiston fysiikan professorina vuodesta 1953 toiminut kylmäfysiikko Väinö Hovi (1913-1982). Kaikki ulkomaiset asiantuntijat asettivat Laurikaisen 1. sijalle ja kun lausunnot tulivat julki Hovikin perui hakemuksensa (Kajantie 1997).

Turun yliopistoon perustettiin 1.11.1960 Emil Aaltosen säätiön lahjoitusvaroilla teoreettisen fysiikan professorin virka, jota Laurikainen haki ja hoiti virkaatekevänä keväällä 1961 luennoimalla ”*Modernin fysiikan alkeita*”. Viran täyttö hänen osaltaan kuitenkin raukesi ilmoitukseen, ettei hän voi saapua pitämään koeluentoa. Myös toinen hakija TkT Olavi Hellman (s.1928) perui hakemuksensa saatuaan nimityksen matematiikan professoriksi. Virkaan nimitettiin 26.9.1963 dosentti Yrjö Ahmavaara (s.1929) (Pekka Lahti).

Kun Laurikainen oli nimitetty professoriksi Helsinkiin alkoi hänen hallinnollinen rakennustyönsä. Käytössä oli aluksi vain yksi huone ja assistentti (Petri Laurikainen 1990). Syksyllä 1960 perustettiin ydinfysiikan laitos (YFL), jonka tehtäväksi tuli teoreettisen fysiikan opetuksesta ja tutkimuksesta huolehtiminen. Teoreettisesta fysiikasta tuli erillinen oppiaine vuoden 1961 alusta.

Tärkeä uudistus oli tietokoneiden käyttöönotto. Toimiessaan pohjoismaisena stipendiaattina 1956 Lundissa Laurikainen suoritti suuritöisiä deuterotonin aaltofunktioon liittyviä laskutoimituksia Facitin sähkölaskukoneilla. Palatuaan Suomeen hän otti asiakseen järjestää Wenner-Gren -säätiön lahjoituksena Wegematic-merkkisen tietokoneen ensin Turun yliopistolle ja Åbo Akademille (1959) ja sitten Helsingin yliopistolle (1960) (Airola 2002). Niistä saivat alkunsa Turun laskentakeskus ja Helsingin yliopiston ydinfysiikan laitoksen laskentatoimisto, jonka esimiehenä Laurikainen toimi 1961-1975. Suomen Fyysikkoseuran hallitukseen hän kuului 1959–1964, vuosina 1961-1962 puheenjohtajana (Lipas 1997).

Syyskaudella 1963 Laurikainen vieraili Ailan ja Erkin kanssa Yhdysvalloissa, missä hän toimi tutkijana Stanfordin yliopistossa San Franciscossa. Samana vuonna perustettiin Helsingin yliopiston ydinfysiikan laitokselle teoreettisen fysiikan apulaisprofessorin virka, johon 8.12.1964 tuli dosentti Pertti Lipas (1932-2008) ja 1976 Christofer Cronström (s.1940). 1964

perustettiin teoreettisen fysiikan professorin virka, johon 1.1.1967 nimitettiin Oulun yliopiston teoreettisen fysiikan professori Pekka Tarjanne (1937-2010) ja 1977 fysiikan ruotsinkielisen professorin viran haltija Keijo Kajantie (s.1940). 19.10.1964 perustettiin myös Teoreettisen fysiikan tutkimuslaitos (TFT; *Arkhimedes* 1964/2 s.41-42), jonka johtokunnassa Laurikainen toimi 1967-1973. Seismologian laitoksen johtokuntaan hän kuului vuodesta 1966 alkaen.

Ydinfysiikkaan liittyvää kokeellista tutkimusta oli Helsingin yliopiston fysiikan laitoksella tehty jo 1950-luvulta alkaen professori Lennart Simonsin (1905-1986) johdolla rakennetun van de Graaff -generaattorin avulla. Kun yritys saada 75 miljoonaa mk maksava syklotroni ydinfysiikan laitokselle ei johtanut tulokseen Suomen Fyysikkoseura teki 1964 aloitteen kontaktien luomiseksi Euroopan ydintutkimuskeskukseen (CERN) ja valtuutti Laurikaisen käymään asiaan liittyvät neuvottelut Genevessä. Tämä saikin 1967 aikaan yhteistyösopimuksen, jossa Suomen sallittiin tietyin ehdoin käyttää hyväksi lähes kaikkia CERNin palveluksia jäsenmaksuja maksamatta (Petri Laurikainen 1990). Ydinfysiikan laitos ryhtyi jo 1965, kun CERNin johdon positiivisesta suhtautumisesta oli saatu riittävä varmuus, hankkimaan kuplakammiofysiikkaan tarvittavaa laitteistoa ja vuodesta 1966 lähtien laitos osallistui useaan hiukkaskokeeseen CERNissä ja Serpuhovissa kouluttaen samalla tutkijoitaan (Hoyer ja Tuominiemi 1990). Laurikainen osallistui työskentelyyn CERNissä keväällä 1970. Samana vuonna oli Loma-Kolilla CERN-Dubna kesäkoulu. Akatemian hiukkasfysiikan komitean (CERN-komitea) puheenjohtajana Laurikainen toimi 1968-1975. Suomen asemaa CERNissä hän piti 'kiusallisena' ja ajoi vielä emerituksenakin täysjäsenyyttä. Vuonna 1989 Valtioneuvosto päätti, että Suomi pyrkii liittymään CERNin täysjäseneksi vuoden 1991 alusta lähtien. Hiukkasfysiikan komitea lopetti toimintansa ja CERN-yhteyksiä ylläpitämään perustettiin yliopistolle Laurikaisen jo 1975 esittämä suurenergiafysiikan tutkimuslaitos SEFT (*Helsingin Sanomat* 29.1.1988 s.23 ja 24.3.1988 s.17; *Uusi Suomi* 24.5.1989 s.28 ja 10.6.1989 s.30; *Yliopisto* 31/1989 s.31 ja 24/1993 s.49-50; Hoyer ja Tuominiemi 1990).

Tiedeneuvoston asettaman ehdon mukaisesti yhteistoimintaneuvottelut käynnistettiin 1967 myös sosialististen maiden ydintutkimuskeskuksen kanssa. Laurikainen teki monta matkaa Moskovon lähelle Dubnaan (Petri Laurikainen 1990), mutta vasta vuonna 1972 järjestelmällisempi yhteistyö alkoi kehittyä. Henkilökohtaisesti hän piti suhteita Dubnan ydintutkimuslaitokseen tärkeinä (*Fyysikon tie* s.34). Hän työskenteli Dubnassa syksyllä

1973 (*Matemaattisten aineiden aikakaushkirja* 1974 s.267-273; *Kanava* 1974 s.416-420; *Arkhimedes* 1975 s.25-38).

Laurikainen ei unohtanut kotiseutuaan Pohjois-Karjalaa. Hän toimi 1966 toimintansa aloittaneen Pohjois-Karjalan kesäyliopiston rehtorina ja luennoitsijana Joensuun korkeakoulun perustamiseen 1969 asti (vuodesta 1985 Joensuun yliopisto). Vuosina 1966-1977 hän organisoii Pohjois-Karjalaan 11 kansainvälistä fysiikan kesäkoulua, joissa käsiteltiin hiukkas- ja ydinfysiikkaa, teoreettista fysiikkaa ja matalien lämpötilojen fysiikkaa (Hämäläinen 1996). Kesäkoulujen sarjan päätti Loma-Kolilla elokuussa 1977 järjestetty "Symposium on the Foundations of Modern Physics, 50 Years of Quantum Mechanics". Siihen osallistui 74 henkilöä. Modernin fysiikan perusteita käsitelleet symposiumit jatkuivat Joensuussa kesällä 1985, 1987 ja 1990 sekä 1992 ja 1994 Helsingissä. Näihin symposioihin osallistui joukko kansainvälisesti tunnettuja tiedemiehiä ja niistä on julkaistu kirjat. Laurikainen toimi myös dosenttina Joensuun korkeakoulussa ja luennoi maakunnassa. Toiminnasta Pohjois-Karjalan hyväksi Joensuun yliopisto vihki K.V. Laurikaisen kunniatohtorikseen promootiossa 1989.

Vuonna 1967 Helsinkiin perustettiin ydinfysiikan apulaisprofessorin virka, joka 1978 muutettiin suurenergiafysiikan apulaisprofessoriksi. Siihen tuli 1.1.1970 TkT Matts Roos (s.1931) ja 1.11.1980 Ph.D. Masud Chaichian (s.1941). Roos on vuodesta 1977 lähtien toiminut alkeishiukkasfysiikan henkilökohtaisena ylimääräisenä professorina.

Teoreettisen fysiikan saatua omat professorinsa erotettiin teoreettisen fysiikan laitos (TFL) ydinfysiikan laitoksesta Pekka Tarjanteen aloitteesta vuonna 1969. Samana vuonna Siltavuorelle fysiikan laitoksen viereen valmistui ydinfysiikan laitoksen uudisrakennus, ns. Laurikaisen talo.

Suuren yleisön keskuudessa Laurikainen tuli tunnetuksi 1960-luvulla pitämistään radioesitelmistä. Radioesitelmäsarjat "Modernin fysiikan synty" syksyllä 1965 ja "Aineen perusrakennetta selvittämässä" syksyllä 1966 on julkaistu kirjassa *Nykyfysiikan ongelmia* (1967). Syksyllä 1968 oli radioesitelmäsarja "Fysiikan periaatekysymyksiä".

Vuonna 1971, ollessaan 55 vuoden ikäinen, Laurikainen koki kaksi henkilökohtaisen olemassaolon perusteita järkyttänyttä tapahtumaa: sydäninfarktin kesäkuussa ja äidin kuoleman marraskuussa. Näiden välillä hän piti yliopistolla studia generalia luentosarjan, jonka pohjalta syntyi kirja *Atomistiikan aatemaailma ja sen heijastumia aikamme ideologiassa* (1973). Kirjan viimeinen osa: "Atomistiikka ja aikamme ideologiat" on ilmestynyt erillisenä Yleisradiossa kesällä 1972 pidetyn esitelmäsarjan mukaisena.

Vuonna 1974 Laurikainen kirjoitti artikkelin ”Luonnontiede ja usko Jumalaan” Lennart Pinomaan toimittamaan kirjaseen *Miksi uskomme Jumalaan* (1976; *Fysiikka ja usko* s. 163-193). Vuodeksi 1976 hän sai Suomen Akatemialta varttuneiden tieteenharjoittajien apurahan, jonka turvin hän vieraili useissa laboratorioissa Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Fysiikan peruskysymyksiä käsittelevien luentojen ja matkojen pohjalta syntyi kirja *Fysiikka ja usko* (1978). Vieraillessaan 1976 CERNin arkistossa Laurikainen tutustui ensi kerran Wolfgang Paulin kirjekokoelmaan ja koki päässeensä ”suoranaisesti aarrekkamioon”. Siitä alkoi yli 20 vuotta jatkunut Pauli-tutkimus, mikä teki hänet yhdeksi kansainvälisesti tunnetuista Wolfgang Paulin ajattelun tuntijoista (*Atomien tuolla puolen* 1985).

Vuodesta 1976 alkaen Laurikainen pyrki vapautumaan viranhoitoon liittyvistä hallinnollisista tehtävistä ja ilmoitti omistautuvansa tieteenfilosofian tutkimukseen ja opetukseen. ”Otin aikaa kvanttifysiikan peruskysymyksiin paneutumiseen. Tässä olin löytänyt alan, joka veti minua vastustamattomasti puoleensa. Ne kysymykset, joita olin tätä ennen tutkimuksina käsitellyt, eivät olleet samalla tavalla vastanneet sydämenhalujani eivätkä myöskään alkuperäistä koulutus pohjaani, johon filosofia ja matematiikan perusteet kuuluivat keskeisimpinä asioina” (*Tieteen giljotiini* s.185). Fysiikan peruskysymysten ohella hän luennoi viimeisinä virkavuosinaan suhteellisuusteoriaa.

Ennen eläkkeelle jäämistään Laurikainen esitti, että ydinfysiikan professorin virka muutetaan alkeishiukkasfysiikan professorin viraksi (toteutui 1.4.1978), ydinfysiikan laitoksen nimi muutettiin suurenergiafysiikan laitokseksi (SEFL) ja osa ydinfysiikan laskentatoimiston resursseista siirrettiin SEFLiin ja toimiston nimi muutettiin fysiikan laskentatoimistoksi (Hoyer ja Tuominiemi 1990).

## **’Kolmas etappi’ 1979-1997**

K.V. Laurikainen jäi professorin virastaan eläkkeelle 63- vuotiaana 1.2.1979 (oikeastaan lääkärin todistuksen perusteella jo yhtä lukukautta aikaisemmin; *Fyysikon tie* s.225). Jäähyväisluentonsa hän piti keskiviikkona 31.1.1979 SEFL:n luentosalissa aiheesta ”Kvanttimekaniikka ja materialismi”. Siitä alkoi hänen elämässään uusi vaihe, ’kolmas etappi’, ensin teoreettisen fysiikan dosenttina korkeimpaan lain sallimaan ikään vuoden 1985 loppuun ja vielä senkin jälkeen erikoisjärjestelyjen turvin yliopistolla vuoteen 1997 asti. Laurikaisen seuraajaksi alkeishiukkasfysiikan professorina nimitettiin 1.12.1980 teoreettisen fysiikan dosentti Paul Hoyer (s.1945). Suurenergia-

fysiikan laitoksella paljastettiin 26.9.1979 taiteilija Birger Selinin maalaama Laurikaisen muotokuva. Kuvan otti vastaan yliopiston rehtori Nils Oker-Blom (1919-1995) (Yliopisto 32-33/1979 s.10; *Fyysikon tie* s.222).

Keskeiseksi tehtäväkseen 'kolmannella etapilla' Laurikainen määritteli erityisesti luonnontieteiden pohjalta lähtevän tieteen historian ja filosofian aseman vankentamisen Suomessa (*Fyysikon tie* s. 238). Tieteen historian ja filosofian asemaa ja tehtävää hän tarkasteli kirjoituksessaan *Arkhimedes* 1981 s.106-113 (myös *Fyysikon tie* s.81-92). Vuodesta 1987 lähtien hän alkoi Eino Kailan esimerkkiin viitaten puhua luonnonfilosofiasta. Vasta nyt hän tunsii olevansa omalla alallaan (*Fyysikon tie* s.10). Yllätyksenä tuli kuitenkin se, että hänen pyrkimyksensä eivät yliopiston taholta eivätkä muutenkaan saaneet sitä ymmärtämystä, mitä hän oli odottanut (*Fyysikon tie* s.37-38, 226-227, 232-233; *Tieteen giljotiini* s.186-191, 196-198, 201-202; *Tieteellä on rajansa* s.8; *Yliopisto* 3/1990 s.15-16 ja 10/1995 s.29-30). Kajantie (1997) toteaa, että "Laurikainen rakasti taistelua, mutta hänen suhtautumisensa vastapuoleen oli korrektia ja asiallista".

Yritys perustaa tieteen historian ja filosofian laitos yliopiston matemaattis-luonnontieteelliseen osastoon ei johtanut tulokseen, mutta Laurikainen ajoi asiaansa luentojen, seminaarien, esitelmien, haastattelujen, kirjojen, lehti-kirjoitusten, 1988 perustetun Luonnonfilosofian seuran ja viimeksi 1996 valmistuneen väitöskirjansa avulla. Lehtiä, joihin hän kirjoitti oli melkoinen määrä: *Aamulehti*, *Ad lucem*, *Arkhimedes*, *Dimensio*, *Etsijä*, *Funktio*, *Graal*, *Helsingin Sanomat*, *Kanava*, *Kansan Uutiset*, *Kirkko ja kaupunki*, *Kissoidi*, *Kotimaa*, *Kristityn vastuu*, *Kyyhkynen*, *Matemaattisten aineiden aikakauskirja*, *Nurmijärven Sanomat*, *Sana*, *Status*, *Suomalainen Suomi*, *Suomen Kuva-lehti*, *Suomen Sosialidemokraatti*, *Teologinen Aikakauskirja*, *Tiede ja edistys*, *Tiede 2000*, *Tiedepolitiikka*, *Uusi Suomi*, *Valvoja*, *Vartija*, *Yliopisto*, *Ylioppilaslehti* ja niin edelleen. Hän julkaisi ajatuksiaan myös englannin ja saksan kielisissä kirjoissa ja lehdissä. Hän kertoo, että "Kirjojeni ja artikkeleit-teni julkistamisessa olen kohdannut yllättävää kitkaa ja olen joutunut kovin monelta taholta tulevan kritiikin kohteeksi: sekä luonnontieteilijäin että filosofien ja myös eräiden uskonnollisten liikkeiden taholta" (*Fyysikon tie* s.37, 235; *Luonto puhuu luojastaan* s.7; *Tieteen giljotiini* s.201-202). Hän sai lukijoilta paljon myös positiivista palautetta.

Teoreettisen fysiikan dosenttina Laurikainen luennoi luonnontieteen historiaa ja filosofiaa matemaattis-luonnontieteellisen osaston ja teologisen tiedekunnan opiskelijoille. Aiheina olivat kvanttifysiikan ja suhteellisuusteorian peruskysymykset, fysiikan filosofiset perusteet sekä Niels Bohrin ja myö-

hemmässä vaiheessa Wolfgang Paulin ajattelu. Teologeille aiheina olivat Atomistiikan vaikutus maailmankuvaan sekä Kristinusko ja luonnontieteet. Luennot luonnontieteen opiskelijoille olivat aluksi tiistaisin SEFL:n pienes-sä salissa, sitten torstaisin Snellmaninkatu 5:ssä. Teologeille luennot aina-kin aluksi olivat ilmeisesti Neitsytpolulla, missä teologinen tiedekunta toimi 1970-1980-luvuilla.

Kevätlukukaudella 1980 Laurikainen työskenteli CERNin Pauli-arkistos-sa, vieraili USA:ssa ja esitti, että studia generalia keväällä 1981 omistetaan aiheelle "Tieto ja usko" (*Kyyhkynen* 1980 5/6 s.33-34 ja 7/8 s.51-52). Syyslu-kukaudella 1980 hän luennoi "Aatehistoriaa fysiikan näkökulmasta" ja syys-lukukaudella 1981 "Eräitä kvanttifysiikan ja suhteellisuusteorian peruskysy-myksiä". Myös keväällä 1982 Laurikainen oli CERNissä ja piti siellä 25.5. kollokvioesitelmän "Wolfgang Pauli ja filosofia" (*Arkhimedes* 1982 s.206-222). Syksyllä 1982 hän luennoi Helsingissä "Fysiikan filosofisista perusteis-ta". Lukuvuonna 1983-84 hän luennoi "Tieteen historiaa ja filosofiaa". Syk-syllä 1984 aiheena oli myös "Luonnontieteet ja kristinusko". Vuonna 1985 hän julkaisi Kanavassa (s.340-347) kirjoituksen "Henki ja aine, Wolfgang Paulin ajatuksia psyko-fyysisestä ongelmasta", joka perustui Baden-Bade-nissa edellisenä kesänä pidettyyn palkittuun esitelmään.

Keväällä 1985 Laurikainen luennoi tieteen historian ja filosofian kurssia. 8.2. hän piti Fysiikan päivillä Oulussa esitelmän "Atomien tuolla puolen, Wolfgang Paulin ajatuksia" (*Arkhimedes* 1985 s.73-77). 16-20.6. oli Joen-suussa kansainvälinen "Symposium on the Foundations of Modern Phy-sics, 50 years of the Einstein-Podolsky-Rosen Gedankenexperiment". Sii-hen osallistui 123 henkilöä ja Nathan Rosen (1909-1995) Israelista oli pai-kalla. Laurikaisen esitelmän aiheena oli "Wolfgang Pauli and the Copenha-gen Philosophy" (*Atomien tuolla puolen* s.172-187). Syksyllä 1985 Laurikai-nen luennoi Helsingissä "Wolfgang Paulin filosofiaa".

Dosenttikaudella ilmestyivät kirjat *Todellisuus ja elämä* (1980), *Luomisu-sko tänään* (1982), *Fyysikon tie* (1982), *Luonto puhuu luojastaan* (1983) ja *Atomien tuolla puolen, Wolfgang Paulin ajatuksia hengestä ja aineesta, to-dellisuuden luonteesta ja pahan asemasta maailmassa* (1985). Laurikainen osallistui emeritus-kaudellaan myös lukion fysiikan oppikirjojen tekoon. Do-senttikautensa hän päätti keskiviikkona 11.12.1985 pitämällään esitelmällä: "Atomimaailman todellisuus (eli tieteellisemmällä kielellä 'Kvanttimekaniikka ja realismi')".

Laurikaisen opetustoiminta yliopistolla jatkui entiseen tapaan ensin TFT:n ja SEFL:n tuella ja vuosina 1993-96 SEFTin Pauli-projektin kautta. Laurikai-

sen luonnonfilosofiaan liittyvää opetusta koskevia ilmoituksia oli yliopiston opinto-oppaissa vuoteen 1997 asti. Luennot, jotka olivat olleet Snellmaninkadulla siirtyivät Siltavuorelle. Suosituiksi muodostuivat varsinkin viikoittaiset luonnonfilosofian seminaarit, jotka olivat torstaisin klo 18-20 tai 16-18 Siltavuorenpenkereellä SEFL:n suuressa luentosalissa. Modernin fysiikan perusteita käsitelleet kansainväliset symposiumit jatkuivat Joensuussa 1987 ja 1990 ja Helsingissä 1992 ja 1994. Laurikainen oli kirjeenvaihdossa niiden osanottajien kanssa.

6.1.1986 Laurikainen täytti 70 vuotta ja Suomalainen Tiedeakatemia julkaisi *Essays in the honour of Kalervo Vihtori Laurikainen on the occasion of his seventieth birthday* (Ann. Acad. Sci. Fenn. A VI: 431, 217 s.). Laurikainen oli Tiedeakatemian jäsen vuodesta 1974. Kevätlukukaudella 1986 hän luennoi tieteen historian ja filosofian kurssia ja syksyllä ”Wolfgang Paulin filosofiaa” ja johti seminaaria.

Keväällä 1987 Laurikainen luennoi tieteen historian ja filosofian kurssia ja johti seminaaria. Joensuussa oli 6-8.8.1987 kansainvälinen ”Symposium on the Foundations of Modern Physics, The Copenhagen Interpretation 60 Years after the Como Lecture”. Siihen osallistui 83 henkilöä ja Laurikaisen esitelmän aiheena oli ”Wolfgang Pauli’s Conception of Reality”. Symposiumin jälkeen 9-11.8. oli Uudessa Valamossa uskon ja tiedon dialogia käsitellyt seminaari ”Kaksi tietä totuuteen”, johon osallistui yli sata henkilöä. Syksyllä 1987 Laurikainen luennoi Helsingissä ”Empiirisen tutkimuksen ajankohtaisista filosofisista ongelmista”. Samana vuonna ilmestyi Laurikaisen kirja *Tieteen giljotiini*.

Keväällä 1988 Laurikainen luennoi tieteen historian ja filosofian kurssia ja johti seminaaria. 29-30.1. TFT ja Joensuun symposioiden järjestelytoimikunta järjestivät SEFL:n salissa edellisen vuoden Joensuun kansainvälisen symposiumin ’jälkipuinnin’ ”Kvanttifysiikka ja filosofia”. Siihen osallistui noin 60 henkilöä. Puheenjohtajina toimivat professorit Veikko Rantala ja Kaarle Kurki-Suonio, TFT:n johtaja Stig Stenholm ja akateemikko Georg Henrik von Wright, alustajina prof. Ilkka Niiniluoto, dos. Pekka Lahti, apul.prof. Simo Liukkonen, tri Stenholm ja prof. Laurikainen. Alustukset ja keskustelut on julkaistu (toim. K.V. Laurikainen, TFT, 1989; *Dimensio* 1988/7 s.54; *Uusi Suomi* 8.5.1989 s.18). 16.8. Laurikainen esitelmöi Baden-Badenissa aiheesta ”Ontological Implications of Complementarity”. 14.11. hän esitelmöi Suomalaisessa Tiedeakatemiassa aiheesta ”Voiko tieteen kohteena olla objektiivinen todellisuus?” Syksyn luentoja ja seminaarien aiheena olivat ”Empiirisen tieteen filosofiset ongelmat”. Vuonna 1988 ilmestyi Laurikaisen

kirja *Atomien tuolla puolen* englanninkielisenä (Kirjasta on myös saksankielinen laitos: "Jenseits der Atome", SEFL 1985).

Syksyllä 1988 käytiin Laurikaisen seminaareissa keskustelua Luonnonfilosofian seuran perustamisesta. Kun saatu palaute oli pääosin myönteistä kutsuttiin torstaiksi 17.11.1988 klo 18.30 Helsingin Säätytalon saliin No 23 koolle **Luonnonfilosofian seuran perustava kokous**. Professori Laurikaisen suorittaman avauksen jälkeen kokouksen puheenjohtajaksi valittiin professori Kullervo Rainio ja sihteeriksi dosentti Jussi Rastas. Seura päätettiin perustaa ja sen jäseniksi liittyi kokouksessa 28 henkilöä. Perustamispäätös vahvistettiin toisessa 15.12. Säätytalossa pidetyssä kokouksessa. Perustajajäseniksi ilmoittautui kaikkiaan 63 henkilöä. Kun seuran toiminta käynnistyi vuoden 1989 alussa jäsenmäärä kohosi yli sadan. Seuran ensimmäiseksi puheenjohtajaksi valittiin professori Rainio. Laurikainen kuului seuran hallitukseen kuolemaansa asti, mutta ei koskaan puheenjohtajana. Seuran kokouksia oli aluksi kesäkausia lukuun ottamatta kerran kuukaudessa, minkä lisäksi olivat Laurikaisen opetustoimintaan liittyvät viikoittaiset luonnonfilosofian seminaarit. Luonnonfilosofian seuran toiminnasta on kerrottu kirjassa *Avartuva ajatus*. Seura ja muut tahot järjestivät myös luonnonfilosofiaan liittyviä tapahtumia.

Keväällä 1989 luonnonfilosofian seminaarien aiheina oli "Kvanttimekaniikan tulkinnat". Esitelmöitsijöinä olivat Laurikaisen lisäksi FL Paavo Pylkkänen, dos. Jussi Rastas, dos. Pekka Lahti, FT Jorma Louko ja dos. Claus Montonen. 10.5. oli luonnonfilosofian asemaa koskeva neuvottelu Suomen Akatemiassa. Syksyllä Laurikainen luennoi torstaisin klo 16-18 "Wolfgang Paulin filosofiaa" ja klo 18-20 oli samaan aihepiiriin liittyvä seminaari. 30.11. Laurikainen alusti Luonnonfilosofian seuran kokouksessa keskustelun aiheesta "Voimmeko luottaa tieteellisiin evoluutioteorioihin?"

Keväällä 1990 luonnonfilosofian seminaareissa esitelmöitsijöinä oli Laurikaisen lisäksi prof. Heikki Kirjavainen, Isä Rudolf Larenz, piispa Paul Verschuren, FT K. J. Donner, prof. Mikael Fortelius, dos. Jouko Arponen ja ylläkk. Erkki Huhmar. 15.3. Laurikainen kertoi kirjeenvaihdostaan mm. Henry Stapp'in, Fritz Rohrligh'in, Bernard d'Espagnat'n ja H. van Erkelens'in kanssa (Stapp'istä Atomien viesti s.103-104 ja *Tieteellä on rajansa* s.101-2). Pääsiäisenä 15.4. oli televisiossa (MTV) professori Laurikaisen ja akateemikko Oiva Ketosen väittely aiheesta "Saako Jumala tieteeltä tukea?" 26.4. Luonnonfilosofian seura ja SEFL järjestivät "Pauli-kollokvion" Wolfgang Paulin syntymän 90-vuotispäivän johdosta. Sen esitelmät ja keskustelut on julkaistu. 25.-26.5. Luonnonfilosofian seura järjesti Tampereella sym-

posion "Tieto ja todellisuus". Joensuussa oli 13-17.8. kansainvälinen "Symposium on the Foundations of Modern Physics, Quantum Theory of Measurement and Related Philosophical Problems". Siihen osallistui 110 henkilöä ja Laurikaisen esitelmän aiheena oli "Quantum Theory and the Problem of Free Will". 27.9. Laurikainen esitelmöi luonnonfilosofian seminaarissa aiheesta "Arkkityypit siltana psyyken ja aineen välillä", 11.10. hän keskusteli dos. Pertti Lindforsin kanssa aiheesta "Tiede ja uskonto" ja 1.11. hän kertoi kesän Joensuun symposiosta. 1.11. alkaen hän luennoi kurssin "Johdatus luonnonfilosofiaan". *Vuoden 1990 lopussa ilmestyi Kohti uutta todellisuuskäsitystä, Juhlakirja professori K.V. Laurikaisen 75-vuotipäivänä*. Maaliskuussa ilmestyi K.V. Laurikaisen ja Kullervo Rainion kirja *Todellisuus ja kuvajainen*. (Vuonna 1961 pystytetty 'Berliinin muuri' murtui marraskuussa 1989 ja Saksan valtiot yhdistyivät 3.10.1990.)

Keväällä 1991 Laurikainen luennoi "Luonnonfilosofian ajankohtaisista kysymyksistä". 5.-6.4. oli kollokvio "Kvanttifysiikka ja filosofia II" Joensuussa 1990 pidetyn kansainvälisen symposion pohjalta. Sen alustukset ja keskustelut on julkaistu. 10.-11.5. oli Luonnonfilosofian seuran järjestämä "Evoluutioseminaari", jonka alustukset ja keskustelut on myös julkaistu. Syksyllä 1991 Laurikainen luennoi "Johdatusta luonnonfilosofiaan". Vuonna 1991 ilmestyi Laurikaisen kirja *Filosofiaa fyysikon silmin*. (Baltian maat itsenäistyivät ja Neuvostoliitto lakkasi olemasta 26.12.1991.)

Keväällä 1992 Laurikainen luennoi "Luonnonfilosofian ajankohtaisia kysymyksiä" ja johti seminaaria. Kesällä oli modernin fysiikan perusteita käsitelleiden kokousten sarjassa Helsingin yliopistolla kaksi symposioa: 1-3.6. symposio "The Relevance of the Copenhagen Interpretation Today", jossa Laurikaisen esitelmän aiheena oli "Quantum Mechanics and Realism". Bernard d'Espagnat esitelmöi aiheena "Open Realism" (*Arkhimedes* 1993 s.158-167); 10-12.8. oli symposio "Wolfgang Pauli as a Philosopher", jossa Laurikainen esitelmöi aiheena "Remarks on Physics and the Psyche". Kesän symposioihin osallistui 48 henkilöä Syksyllä Laurikainen luennoi "Johdatusta luonnonfilosofiaan". 22.9. hän piti Oulussa studia generalia esitelmän aiheesta "Muuttuva todellisuus ja arvot". 24.9. oli Helsingissä paneelikeskustelu kesällä järjestetyistä symposioista. Luonnonfilosofian seuran vuosikirja *Tieteen teitä* ilmestyi.

Keväällä 1993 Laurikainen johti torstaisin klo 15-18 yhdessä dos. Jussi Rastaan ja ylläkk. emer. Erkki Huhmarin kanssa luonnonfilosofian erikoiskurssin "Wolfgang Paulin filosofia". Luonnonfilosofian seurassa oli 28.1. Laurikaisen esitelmä "d'Espagnat ja avoin realismi". Yliopistolla oli 4.2.-

18.3. studia generalia luentosarja ”Maailmankaikkeus, Ristiriidat ja tiede”, joka Laurikaisen mielestä ”hyvin yksipuolinen ja materialistisesti suuntautunut”. Sen vuoksi hän sai 25.3. pitää ylimääräisen esitelmän aiheena ”Atomit ja henkinen todellisuus” (*Yliopisto* 4/1993 s.41, 8/1993 s.52, 14/1993 s.32, 15/1993 s.29; *Tiedepolitiikka* 3/1993 s.17-22). 24.-25.5. oli Helsingissä SEFT:in tuella järjestetty kollokvio ”Kvanttifysiikka ja filosofia III”, jonka alustukset ja keskustelut on julkaistu. 28.6. kirje opetushallitukselle filosofian opetuksen parantamiseksi lukiossa. Oulussa oli 4.10. luonnonfilosofian studia generalia-teemapäivä esitelmöitsijöinä K.V. Laurikainen ja Erkki Huhmar. Luonnonfilosofian seurassa oli 21.10. Laurikaisen esitelmä ”Kvanttimekaniikan tulkintaongelmista symposioiden 1992 valossa”.

Keväällä 1994 Laurikainen luennoi luonnonfilosofian erikoiskurssia. 12.1. oli Luonnonfilosofian seuran ja Kristillisen Kulttuuriliiton hallitusten tapaminen. Luonnonfilosofian seminaarin aiheena 10.3. oli ”Kvanttimekaniikka ja psykofyysinen ongelma” (Archimedes 1994 s.146-153). Suomen Akatemiasa oli 28.3. ”Tiede-epätiede”-seminaarin järjestämiseen liittyvä neuvottelu. 16.5. oli SEFT:in järjestämä seminaari ”Kysymys tieteen ja epätieteen rajasta – lähtökohtana Wolfgang Paulin filosofia”. Säätytalossa oli 19. ja 26.5. kaksipäiväinen seminaari ”Tiedostamaton taiteessa”. Yliopistolla oli 13-16.6. kansainvälinen ”Symposium on the Foundations of Modern Physics, 70 Years of Matter Waves”, 110 osanottajaa, Laurikaisen esitelmän aiheena ”Quantum Physics and Psychophysical Ontology” (Archimedes 1994 s.146-153; *Helsingin Sanomat* 18.6. s.D3). Säätytalossa oli 27.10. keskustelu ”Mitä on luonnonfilosofia?” alustajina prof.emer. K.V. Laurikainen, dos. S. Albert Kivinen, LL Jyrki Tyrkkö ja FK Tapio Hyvönen. Yliopiston Porttihanissa oli 8.12. keskustelutilaisuus aiheesta ”Muuttuuko tiedekäsitys?”. Vuonna 1994 ilmestyivät Laurikaisen kirjat *Kantista kvanttiin* ja *Atomien viesti*.

Keväällä 1995 luonnonfilosofian seminaareissa oli mm. kvanttimekaniikkaan ja teologiaan liittyviä aiheita. 31.3.-1.4.1995 Luonnonfilosofian seura ja Suomen Filosofinen Yhdistys yhdessä järjestivät yliopiston pääraKENnuksessa symposion ”Havainto tieteessä”. Laurikaisen esitelmän aihe symposiossa oli ”Atomiteoria ja realismi”. Hän totesi *Yliopisto*-lehdessä, että ”luonnonfilosofian opetuksen jatkaminen yliopistolla on herättänyt pahennusta ja vähitellen olen menettänyt kaikki opetuspalkkiot” (*Yliopisto* 3/1995 s.33-34 ja 10/1995 s.29-30). Luonnonfilosofian opetus syksyllä 1995 järjestettiin Avoimen yliopiston toimesta. Opettajina olivat Laurikaisen lisäksi prof.emer. Rauno Hämäläinen ja dos. Jussi Rastas. Avoimen yliopiston ti-

loissa oli 19.10. keskustelu luonnonfilosofian asemasta ja opetuksen järjestelystä. Syksyn seminaareissa aiheina olivat mm. kvanttimekaniikka, realismi, Pauli, Jung ja Einstein.

Vuoden 1996 alussa ilmestyi *Vastakohtien todellisuus, Juhlakirja professori K.V. Laurikaisen 80-vuotispäivänä*. Keväällä seminaarien aiheena oli "Tiede ja uskonto kvanttimekaniikan valossa". Maaliskuussa Laurikainen osallistui tiedettä ja uskontoa käsittelevään konferenssiin Krakovassa ja heinäkuussa Templeton-säätiön kokoukseen Oxfordissa. Syksyllä luonnonfilosofian opetus tapahtui Avoimen yliopiston kautta opettajina K.V. Laurikainen ja FL Tarja Kallio-Tamminen. Luonnonfilosofian seminaarissa 10 ja 24.10. Laurikainen luennoi "Kvanttimekaniikkaa humanisteille". 1.-2.11.1996 oli Järvenpään Seurakuntaopistolla Laurikaisen aloitteesta järjestetty seminaari "Luonnontieteen haaste filosofialle ja teologialle". Laurikaisen esitelmän aihe seminaarissa oli "Kvanttifysiikan todellisuuskäsitys". Seminaarin alustukset on julkaistu kirjana. Laurikaisen kirjoittelun aiheena 1995-96 oli "Realismin kriisi" (*Arkhimedes* 1996/1 s.21-25). Hän esitti eriävän mielipiteensä Fysiikan tutkimuslaitoksen (HIP) perustamisen johdosta (*Helsingin Sanomat* 17.11.1996).

Vuonna 1997 Laurikainen ei enää saanut opetukselleen yliopistolta rahoitusta, mutta SEFT:in luentosali oli käytettävissä. Luonnonfilosofian seura järjesti siinä kevätkaudella joka torstai klo 18-20 kokouksen, joihin Laurikainen esitelmöitsijänä ja keskustelijana osallistui. Toukokuun 16, 22 ja 29 päivinä klo 16-19 hän luennoi "Suhteellisuusteoriaa maallikoille". Luonnonfilosofian seuran hallituksen kokoukseen hän osallistui vielä 5 kesäkuuta.

Tehdessään Springerille käännöstä 1994 ilmestyneestä kirjastaan *Ato- mien viesti* Laurikainen sai ajatuksen **luonnonfilosofisesta väitöskirjasta**. Luonnonfilosofian seuran hallituksen kokouksessa 31.8.1995 hän kertoi, että hänen uusin kirjansa *Tieteellä on rajansa* on melkein valmis ja esitti toivomuksen, että kirjaa käsiteltäisiin syksyn seminaareissa. Asiasta käytyyn keskusteluun osallistuivat Laurikaisen lisäksi dosentti Jussi Rastas, lehtori Agnes Airola ja apulaisprofessori Simo Liukkonen, joka ehdotti kritikoiksi yliopiston professoreja. Kirjaa käsiteltiin luonnonfilosofian seminaarissa 23.11. ja 8.2.1996 Laurikainen kertoi jättäneensä uuden väitöskirjansa *Tieteellä on rajansa* professori Kaarle Kurki-Suoniolle tarkastettavaksi. Hän totesi, että "väitöskirjan yhtenä tarkoituksena on luonnonfilosofian aseman määrittäminen erillään fysiikasta ja filosofiasta". Ulkomainen asiantuntija todettiin väitöksen tarkistamisessa tärkeäksi.

Huhtikuun alussa, juuri ennen pääsiäistä 1996 Laurikainen jätti kirjansa englanninkielisenä Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteelliseen tiedekuntaan tarkastettavaksi luonnonfilosofisena väitöskirjana. Tiedekunta ei kuitenkaan ottanut väitöstä tarkastettavaksi koska Laurikainen oli siellä jo hyväksyttävästi väitellyt. Myöskään humanistinen tiedekunta ei ottanut kirjaa tarkastettavaksi, ellei Laurikainen kirjoittautuisi opiskelijaksi ko. tiedekuntaan. Laurikainen kääntyi Oulun yliopiston puoleen, jonka fysikaalisten tieteiden laitos esitarkastuksen jälkeen antoi väitökselle painatusluvan. Esitarkastajina toimivat sveitsiläiset professorit Hans Primas (s.1928) ja Charles P. Enz (s.1925).

Vastaväittäjiksi määrättiin Wolfgang Paulin viimeinen assistentti, Geneven yliopiston teoreettisen fysiikan emeritusprofessori Charles P. Enz ja dosentti Kari Enqvist (s.1954) Helsingistä. Kaikki oli valmiina perjantaina 22.8.1997 pidettävää väitöstilaisuutta varten. Vain nopeasti edennyt sairaus esti väitöstilaisuuden toteutumisen. Kalervo Vihtori Laurikainen siirtyi ajasta iäisyyteen Nurmijärven sairaalassa sunnuntaina 13.7.1997. Syöpä oli todettu maksassa vuoden 1996 lopulla, mutta Laurikainen kieltäytyi hoidoista. Vähän aikaisemmin häneltä oli leikattu paksunsuolensyöpä. Ruumiinsiunaustilaisuus pidettiin Helsingin Hietaniemen Vanhassa kappelissa lauantaina 26.7. klo 10.30 alkaen. Siunauksen toimitti Luonnonfilosofian seuran jäsen teologian tohtori Antti Alhonsaari. Kalervo Laurikainen haudattiin Helsingin Malmin hautausmaalle läheisten läsnä ollessa.

Oulun yliopiston teoreettisen fysiikan osasto professori Alpo Kallion johdolla halusi kunnioittaa professori Laurikaisen muistoa ja järjesti väitöstilaisuuden päivänä Oulun yliopistolla keskustelutilaisuuden ”*Tieteellä on rajansa*, kvanttiteoria ja todellisuus”. Molemmat vastaväittäjät olivat paikalla. Luonnonfilosofian seura järjesti 25.9. Helsingin Säätytalossa Laurikaisen muistosymposion.

Väitöskirjan englanninkielinen painos, *Science Has Its Limits, Ontological Implications of Quantum Theory*, University of Oulu, Report Series in Physical Sciences, Report No.8 (1997) jaettiin loppuun, mutta väitös ilmestyi kesäkuussa suomenkielisenä nimellä *Tieteellä on rajansa* – kvanttiteoria ja todellisuus. Kesällä 1997 ilmestyi myös Laurikaisen kirja *Atomien viesti* englanninkielisenä. Kesäkuussa ilmestyi Laurikaisen viimeinen kirjoitus: ”Aineen ja psyyken ykseys, Ajatuksia Jungin ja Paulin yhdestä maailmasta” (Kanava 1997 4/5 s.217-220).

## Laurikainen ja fysiikka

Kalervo Laurikainen aloitti yliopistollisen uransa matemaatikkona. FK-tutkinnoissa 1940 hänellä oli fysiikassa vain cum laude approbatur-oppimäärä, tosin erinomaisin tiedoin suoritettuna. Atomiteorioista ja aaltomekaniikasta hän kertoi kiinnostuneensa jatkosodan aikana Niinisalossa keskusteluissa 'kämppekavereidensa', erityisesti matemaatikko Uljas Attilan kanssa (*Fyysikon tie* s.14-15). 5.6.1944 hän korotti fysiikan arvosanansa laudaturiksi erinomaisin tiedoin. (Normandian maihinnousu alkoi 6.6. ja neuvostojoukkojen suurhyökkäys Karjalan kannaksella 9.6.)

Sodan jälkeen keskustelut Risto Niinin ja erityisesti keväällä 1945 Rolf Nevanlinnan kanssa sinetöivät Laurikaisen antautumisen teoreettiseen fysiikkaan (*Fyysikon tie* s.16-17). Hänen vaiheistaan fyysikkona on kerrottu edellä. Professorit Rauno Hämäläinen (1996; *Dimensio* 1997/4 s.26-27) ja Keijo Kajantie (1997, 2005) ovat arvioineet Laurikaista fyysikkona. Varsinkin alkuvaiheissa Rolf Nevanlinnan tuki oli tärkeä. Matematiikan ohella Nevanlinna oli harrastanut myös fysiikkaa, erityisesti suhteellisuusteoriaa. Laurikainen on kirjoittanut Nevanlinnan osuudesta teoreettisen fysiikan tutkimukseen Suomessa *Arkhimedes*-lehdessä (Rolf Nevanlinna-erikoisnumero 1982 s.36-39). Hän kirjoitti myös Nevanlinnasta opettajana ja ystävänä Aili Palménin toimittamaan kirjaan *Rolf Nevanlinna in memoriam* (Otava, 1981 s.38-45).

Laurikainen itse toteaa 1987: **"Ydinfysiikan laitoksen luominen ja sen kehittäminen Suurenergiafysiikan laitokseksi oli minun varsinainen elämäntyöni.** Se perustettiin samana vuonna, jolloin minut nimitettiin ydinfysiikan professoriksi. Kymmenkunta vuotta myöhemmin sille valmistui oma rakennus (ns. Laurikaisen talo). Sen toiminta on synnyttänyt myös itsenäisen laskentatoimiston, joka toimii konsistorin alaisena palvelulaitoksena, ja Teoreettisen fysiikan laitoksen. Näiden rinnalle syntyi 60-luvun puolivälissä myös erityinen tutkimusyksikkö: Teoreettisen fysiikan tutkimuslaitos. Näissä uusissa laitoksissa työskentelee nykyisin lähes sata ihmistä" (*Tieteen giljo-tiini* s.184-185).

Fysiikan tutkimuslaitoksen (HIP) perustaminen 1.9.1996 ja siihen liittyneet järjestelyt sekä fysiikan laitosten muutto Kumpulán kampukselle 2001 ovat muuttaneet Laurikaisen antamaa kuvausta, mutta suurenergiafysiikan ja teoreettisen fysiikan osastot ovat edelleen olemassa. Laurikaisen talossa Siltavuorella toimii nykyisin käyttäytymistieteiden laitos.

Fysiikassa Laurikainen oli ensisijassa teoreetikko, joka luennoi suhteellisuusteoriaa ja kvanttiteoriaa ja taisteli teoreettisen fysiikan aseman parantamiseksi Suomessa. Mutta hän taisteli sinnikkäästi yli kymmenen vuotta myös kokeellisen alkeishiukkastutkimuksen mahdollisuuksien luomiseksi. ”Vaikka en ole koskaan tuntenut alkeishiukkastutkimusta omaksi alakseni ryhdyin siihen, koska katsoin ydinfysiikan viran velvoittavan myös kokeellisen tutkimuksen edistämiseen... Helsinki on nyt kansainvälisestikin katsoen arvossapidetty alkeishiukkastutkimuksen keskus. Pohjoismaista vain Kööpenhamina voi tässä suhteessa kilpailla Helsingin kanssa, jos sekään. Tämä ei kuitenkaan perustu kokeelliseen vaan teoreettiseen tutkimukseen” (*Fyysikon tie* s.32-33).

Oma lukunsa on Laurikaisen työskentely fysiikan peruskysymysten parissa. Hän kertoi atomiteorian peruskysymysten askarruttaneen häntä jo 1930-luvulta alkaen ja kiinnostuneensa tästä fysiikan ja filosofian raja-alueesta luennoissaan kvanttiteoriaa (*Tieteen giljotiini* s.185; *Yliopisto* 14/1992 s.30-31; *Suomen Kuvalehti* 21/1992 s.45). Hän julkaisi jo 1945 aaltomekaniikkaa käsittelevän kirjoituksen *Matemaattisten aineiden aikakauskirjassa* ja 1949 *Arkhimedes*-lehdessä. kvanttimekaniikkaa ja suhteellisuusteoriaa käsittelevän kirjoituksen ”Fysikaalinen maailmankuva” ja 1953 kirjoituksen ”Suhteellisuusteoria ja kvanttifysiikka”. Hän luennoi kvanttimekaniikkaa ja suhteellisuusteoriaa dosenttina ja professorina Turun ja Helsingin yliopistoissa.

Päätoimisesti hän paneutui atomiteorian peruskysymysten selvittelyyn stipendiaattina 1976 ja sen jälkeen professorikautensa viimeisinä vuosina ja emerituksena. Hän tuli vakuuttuneeksi siitä, että kvanttimekaniikka on tuonut mukanaan uuden todellisuuskäsityksen ja totesi, että ”fysiikan ja filosofian välillä on suuri aukko, jota ei saa jättää filosofien täytettäväksi” (*Fyysikon tie* s.36; *Tieteen giljotiini* s.185-186,191,193; *Tieteellä on rajansa* s.79). ”Kvanttimekaniikan kööpenhaminalainen tulkinta järkyttää tieteellisen maailmankuvan perustusta” (*Luonto puhuu luojastaan* s.23).

Merkittäväksi nousi hänen perehtymisensä Wolfgang Paulin kirjeenvaihtoon ja sen perusteella tämän ajatteluun (*Atomien tuolla puolen* 1985). Vuosina 1976-86 hän vieraili useaan otteeseen CERNin Pauli-kokoelmassa ja hänestä tuli Paulin pääasiassa kvanttimekaniikan kööpenhaminalaiseen tulkintaan perustuvien filosofisten näkemysten vannoutunut kannattaja (*Tieteellä on rajansa* s.25-32).

Näkemyksiään fysiikan peruskysymyksistä ja Paulin ajattelusta hän esiteli kirjoissaan ja lehtikirjoituksissa, luennoilla ja seminaareissa ja piti näiden

kysymysten selvitystä arvokkaimpana tieteellisenä saavutuksenaan (*Fyysikon tie* s.233).

Laurikaisen perinteiseen fysiikkaan liittyvien tieteellisten julkaisujen luettelo ei ole laaja. ”Professuuria hoitaessani hallintotehtävät estivät keskittymisen tutkimukseen. **Voidaankin sanoa, että olen tehnyt tieteellisen työni kokonaan eläkkeellä ollessani.** Sillä mitä pätevöitymistäni varten tein, ei tähän verrattuna ole paljon arvoa”( *Yliopisto* 10/1995 s.29-30). Kajantie (1997) kertoo, että Laurikainen yleensä kieltäytyi panemasta nimeään laitoksellaan tehtyihin julkaisuihin, mihin hänellä olisi esimiehenä ollut oikeus. Suomen Fyysikkoseuran ja matemaattisen yhdistyksen *Arkhimedes*-lehdessä Laurikainen on julkaissut ajatuksiaan 1949, 1951(2), 1952, 1953, 1955, 1957(2), 1959, 1960, 1964, 1975, 1977, 1979, 1980, 1981, 1982(2), 1984, 1985(2), 1986(2), 1987, 1988, 1992(2), 1993, 1994 ja 1996(2). Matemaattisten aineiden opettajien liiton (MAOL) *Matemaattisten aineiden aikakauskirjassa* (vuodesta 1986 alkaen *Dimensio*) hänellä oli kirjoituksia 1940, 1943, 1945, 1967, 1970, 1973(2), 1974, 1975(2), 1979, 1981(2), 1982, 1984(2), 1987, 1988, 1992 ja 1993. Laurikainen oli Fyysikkoseuran (1980) ja MAOL:n kunniajäsen.

Suomalaisia fyysikkoja Laurikainen arvosteli skientismistä ja materialismista ja siitä, etteivät nämä olleet kiinnostuneita filosofiasta. Hän valitti toistuvasti, että fyysikot eivät arvosta fysiikan perusteisiin liittyviä filosofisia kysymyksiä eivätkä käy hänen kokouksissaan. Fyysikkojen kritiikkiä hän on kuvannut mm. väitöskirjassaan *Tieteellä on rajansa* (s.55-62). Mutta hän sai myös myönteistä palautetta. Luonnonfilosofian seuran piiriin liittyi osin alusta asti useita fysikaalisten tieteiden edustajia kuten professorit Rauno Hämäläinen (s.1931), Jussi Rastas (s.1927), Kaarle Kurki-Suonio (s.1933), Simo Liukkonen (s.1940), Alpo Kallio (s.1935), Martti Tiuri (s.1925), Antti Niemi (1928-2009), Ari Lehto (s.1942), Eero Byckling (s.1936) ja Gunnar Graeffe (1935-2006) sekä dosentti Pekka Lahti (s.1948) ja matemaatikot professori Raimo Lehti (1931-2008) ja dosentti Harri Lonka (s.1931). Ajatuksiaan Laurikaisen kanssa vaihtaneista ja esitelmöitsijöinä Luonnonfilosofian seuran piirissä toimineista fyysikoista voidaan mainita professori Stig Stenholm (s.1939) ja Ismo Lindell (s.1939) sekä dosentit Raimo Keskinen (s.1935), Claus Montonen (s.1946), Jouko Arponen (s.1942), Jukka Maa-lampi (s.1950) ja Kari Enqvist (s.1954) sekä Dr.rer.nat. isä Rudolf Larenz (s.1947), TkT Jaakko Kajamaa, FT Jouni Viiri, FT Jorma Louko (s.1960) ja DI Päiviö Latvus (s.1938).

## Filosofia ja psykologia

Kalervo Laurikainen kiinnostui filosofiasta ilmeisesti jo kouluaikanaan. Helsingissä hän aloitti filosofian opinnot neljäntenä opiskeluvuotenaan. ”Innosta loogisen empirismin ajatuksiin, joita Eino Kaila loisteliaalla ja mukautempaa tavalla esitteli. Olen suuresti kiitollinen niistä herätteistä, joita filosofian opinnot silloin antoivat ja jotka ovat jääneet pysyvästikin vaikuttamaan ajatteluuni. Toisaalta minussa heräsi varsin pian kritiikki, joka on ajan mittaan ohjannut minut toisenlaisille linjoille” (*Todellisuus ja elämä* s.19).

Teoreettisessa filosofiassa Laurikainen suoritti laudatur-oppimäärän hyvin tiedoin (1940) ja sai jatkosodan aikana Kailalta isomorfian käsitteeseen liittyvän aiheen väitöskirjaa varten. Sodan aikana Niinisalossa hän kuitenkin kiinnostui teoreettisesta fysiikasta. ”Sota muutti pyrkimysteni suunnan, ja sen jälkeen taistelu teoreettisen fysiikan puolesta ja myöhemmin viran hoitoon liittyvät hallinnolliset tehtävät vieroittivat minut melko täydellisesti filosofiasta. Kvanttiteoriasta pidin kuitenkin usein luentoja, ja tässä yhteydessä teorian perusteisiin liittyvät ongelmat alkoivat yhä enemmän askarruttaa minua. Kun sain vuodeksi 1976 varttuneiden tieteenharjoittajain apurahan, paneuduin päätoimisesti näihin kysymyksiin ja totesin yhä selvemmin, että tällä alalla kehitys oli jäänyt merkillisesti kesken” (*Tieteen giljotiini* s.185-186).

Vuonna 1976 hän tutustui CERNissä myös Wolfgang Paulin kirjeenvaihtoon, mistä alkoi yli 20 vuotta jatkunut perehtyminen Paulin ajatteluun ja filosofiaan. ”Pauli oli ehdottomasti sitä mieltä, että on mahdotonta erottaa toisistaan fysiikkaa ja filosofiaa” (*Fyysikon tie* s.160). Vuodesta 1976 lähtien Laurikainen ilmoitti kiinnostuksensa kohteeksi tieteen filosofian tutkimus ja opetus. Hän käsitteli luennoissaan tähän aihepiiriin liittyviä kysymyksiä jo viimeisinä vuosinaan ydinfysiikan professorina.

Jäätyään eläkkeelle professorin virasta 1.2.1979 hän jatkoi tieteen historiaan ja filosofiaan liittyvää opetusta ja tutkimusta yliopistolla ensin teoreettisen fysiikan dosenttina vuoden 1985 loppuun ja vielä senkin jälkeen vuoteen 1997 asti. Hän katsoi, että Suomessa tarvitaan erityisesti luonnontieteiden pohjalta lähtevää tieteenfilosofiaa: ”Fysiikan ja filosofian välillä on tällä hetkellä suuri tyhjiö, jonka täyttämistä ei saa jättää filosofien tehtäväksi” (*Tieteen giljotiini* s.186,191).

Yhdessä professori Raimo Lehden (1931-2008) ja dosentti Anto Leikolan (s.1937) kanssa Laurikainen esitti, että Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteelliseen osastoon perustetaan tieteen historian ja filosofian

laitos. Esitys ei kuitenkaan saanut riittävää kannatusta, osittain taloudellisista syistä. Hän teki vielä myöhemmin uuden aloitteen luonnonfilosofian vaikiinnuttamiseksi matemaattis-luonnontieteellisessä osastossa, mutta sekin jätettiin huomioon ottamatta (*Yliopisto* 14/1992 s.30-31).

Luonnontieteiden historian ja filosofian asiaa (vuodesta 1987 lähtien hän Eino Kailan esikuvan alkoi puhua luonnonfilosofiasta, *Tieteen giljotiini* s.11) Laurikainen ajoi luentoja, seminaarien, esitelmien, kirjojen, lehtikirjoitusten, haastattelujen, vuonna 1988 perustetun Luonnonfilosofian seuran ja lopuksi 1996 valmistuneen väitöskirjansa avulla.

Laurikaisen filosofia, jonka suuria esikuvia olivat Eino Kaila, Rolf Nevanlinna ja Wolfgang Pauli, on ollut pääasiasiassa kvanttimekaniikan perusteisiin liittyvää 'kööpenhaminalaista' ja 'komplementaarisuusfilosofiaa', ja suureksi osaksi samalta pohjalta lähtevää **Wolfgang Paulin ajattelun filosofiaa**. Sen jälkeen kun hän CERNissä vuonna 1976 ensi kerran tutustui Paulin kirjekokoelmaan hän vieraili siellä useita kertoja ja Paulin filosofiasta tuli hänelle keskeinen asia. 1980-luvulta alkaen hän kirjoitti ja esitelmöi Paulin ajattelusta. *Arkhimedes*-lehdessä 1980 s.189-199 oli hänen kirjoituksensa "Wolfgang Pauli ja hänen kirjeensä" ja vuonna 1982 s.206-222 kirjoitus "Wolfgang Pauli ja filosofia". *Kanavassa* 1985 s.340-347 oli kirjoitus "Henki ja aine, Wolfgang Paulin ajatuksia psyko-fyysisestä ongelmasta". Samana vuonna ilmestyi kirja *Atomien tuolla puolen, Wolfgang Paulin ajatuksia hengestä ja aineesta, todellisuuden luonteesta ja pahan asemasta maailmassa* (englanniksi 1988). Kirjasta *Atomien viesti* (1994, englanniksi 1997) hän sanoo sen "pyrkivän tulkitsemaan atomien viestiä Wolfgang Paulin esittämällä tavalla". Väitöskirja *Tieteellä on rajansa* (1997) on keskeisin osin Paulin ajatteluun liittyvää filosofiaa. Myös muissa kirjoissa ja lukuisissa lehtikirjoituksissa on viittauksia Paulin ajatteluun. Vielä kesäkuussa 1997 ilmestyi *Kanavassa* s.217-220 kirjoitus, joka käsitteli Paulin yhden maailman ontologiaa. Hän kirjoitti ja esitelmöi Paulin ajattelusta myös englannin kielellä. Vaikka Laurikainen puhui uskontoon liittyvistä asioista hän sanoi lähtökohtaan olevan luonnonfilosofia eikä uskonnonfilosofia (*Kotimaa* 29.11.1988 s.6; *Suomalaisen Jumala* s.196).

Suomen Filosofisen Yhdistyksen vuosikirjaan *Ajatus* Laurikainen kirjoitti vuosina 1941 ja 1942 artikkelit matematiikan analyttisyydestä ja suhteellisuusteoriaan liittyvästä Minkowskin neliulotteisesta maailmankuvasta. Sen jälkeen hän ei *Ajatukseseen* kirjoittanut. *Kanavaan* hän kirjoitti vuosina 1974(2), 1981, 1982(2), 1983, 1984, 1985, 1988, 1989(2), 1991, 1992, 1994, 1995(2), 1996(3), 1997.

Professori Ilkka Niiniluoto (s.1946) arvioi kirjassaan *Tiede, filosofia ja maailmankatsomus* (1984) kriittisesti Laurikaisen filosofisia näkemyksiä. FL Tarja Kallio-Tamminen (s.1955) tarkasteli K.V. Laurikaista ja kööpenhaminalaista tulkintaa kirjassa *Avartuva ajatus* (1999 s.53-67; Kallio-Tamminen on myös julkaissut kirjan *Kvanttilainen todellisuus, fysiikka ja filosofia maailmankuvan muovaajina*, Gaudeamus, 2006).

Varmaan eniten keskustelua Laurikaisen filosofiassa on herättänyt ajatus **todellisuuteen sisältyvästä irrationaalisuudesta**, joka seuraa kvanttimekaniikan tilastollisesta kausaliteetista. Jo Niels Bohr 1927 puhui kvanttimekaniikan "irrationaalisuudesta" (*Fyysikon tie* s.204). Laurikainen on kertonut ensi kerran ajatelleensa kvanttimekaniikkaan liittyvää irrationaalisuutta kirjoittaessaan studia generalia esitelmiä syksyllä 1971 (Petri Laurikainen 1990). *Helsingin Sanomissa* 1.10.1978 s.2 hän puhuu "yksityistapauksiin sisältyvästä 'laskemattomasta tekijästä', joka sallii ajatuksen Jumalan jatkuvasta vaikutuksesta tapahtumiin". *Jokamiehen kirkkotieto 2:ssa* (Kirjapaja 1980, s.47-50) hän toteaa: "Jokaisessa yksittäistapahtumassa on 'laskematon tekijä', joka voidaan tulkita Jumalan läsnäoloksi". *Helsingin Sanomissa* 6.7.1980 s.18 hän mainitsee Wolfgang Paulin kirjeet ja toteaa: "Irrationaalinen tekijä voidaan nähdä Jumalan johdatukseksi, joka ohjaa kehitystä". Myös kirjoituksessa "Materialismin kriisi" (*Kanava* 1981) hän näkee 'laskemattomassa tekijässä' Jumalan johdatuksen.

Kirjassa *Todellisuus ja elämä* (1980) hän lähdeittä mainitsematta puhuu useassa kohdassa todellisuuteen sisältyvästä "irrationaalisesta aineksesta" ja sen jälkeen kaikissa kirjoissaan ja lukuisissa lehtikirjoituksissa. *Tiedepoliitikka* 2/1981 s.4-7 (*Fyysikon tie* s.204) hän toteaa: "Olen nimittänyt tätä eikausaalista elementtiä *irrationaaliseksi tekijäksi*, koska tämänmukaista puhetapaa on aikaisemmin käytetty kvanttifysiikan perusluonnetta kuvailtaessa". *Teologinen Aikakauskirjai* 1982 s.447-452 hän toteaa: "Kvanttimekaniikan mukana on Paulin mukaan luonnontieteeseen tullut irrationaalinen aines". Kirjoituksessa "Wolfgang Pauli ja filosofia" (*Arkhimedes* 1982 s.206-222) hän mainitsee todellisuuden irrationaalisen aineksen. Kirjassa *Atomien tuolla puolen* (1985; s.66, 76, 116-120) hän toteaa: "Pauli kiinnitti aivan erityistä huomiota yksityistapahtumissa ilmenevään irrationaalisuuteen, joka on seurauksena tilastollisesta kausaliteetista"... "Paulin mukaan tämä on maailmankuvan olennainen uusi piirre".

Kirjassa *Atomien viesti* (1994, s.40) hän todettuaan, että sanalla 'irrationaalinen' saattaa olla kielteinen merkitys sanoo: "Olen kuitenkin päättänyt seurata Paulin esimerkkiä ja puhua *todellisuuden irrationaalisuudesta*". Pau-

lin mukaan irrationaalisuus ja rationaalisuus ovat todellisuuden komplementaarisuuden yksi ilmenemismuoto. Ajatus todellisuuden irrationaalisuudesta on Paulin filosofian kannalta keskeinen. (*Luonto puhuu luojastaan* s.124; *Atomien viesti* s.19; *Tieteellä on rajansa* s.15, 26; *Uusi Suomi* 12.3.1990 s.19). Kirjoituksessaan "Atomimaailman todellisuus" Laurikainen mainitsee Paulin irrationaalisen maailman (*Arkhimedes* 1986 s.142-151). Kanavassa 1985 s.344 hän on varovainen ja toteaa: "On mahdollista ajatella, että todellisuuteen kuuluu irrationaalinen aines". "Irrationaalisuutta on pidettävä todellisuuden, ei teorian ominaisuutena".

Laurikainen korostaa, ettei sanaan 'irrationaalinen' pidä liittää muita merkityksiä kuin 'ei-rationaalinen', mikä tarkoittaa asiaa, jota ei voi kuvailla minäkään ankarasti rationaalisen teorian puitteissa (*Kantista kvanttiin* s.108). Hän ehdottaa sanalle irrationaalisuus vastineeksi sattuma, laskematon tekijä, Jumalan johdatus, vapaus, (vapaa) tahto tai (vapaa)valinta.

Professori Ilkka Niiniluoto puuttui Laurikaisen irrationaalisuuteen jo 1980 *Vatia*-lehdessä (s.225-228) ja uudestaan mm. kirjassaan *Tiede, filosofia ja maailmankatsomus* (1984, s.113-131) otsikolla "Kvanttimekaniikan lait eivät edellytä Jumalaa". Laurikainen vastasi otsikolla "Jumala ei ole piilomuuttuja" (*Vartia* 1980 s.229-232; *Fyysikon tie* s.212-216; vrt. myös *Luonto puhuu luojastaan* s.100-105). Niiniluodon (1984 s.129) mukaan Laurikainen myöntää, ettei hänellä ole tieteellisiä tai filosofisia argumentteja irrationaalisen olemassaololle. Irrationaalisuutta ovat arvostelleet myös mm. professori Lehti ja fyysikot (*Tieteellä on rajansa* s.27, 49, 55). TFT:n johtaja Stig Stenholm esitti 1988 mahdollisuuden, että Laurikainen on voinut käsittää Paulin ajatukset väärin, mutta vaikka hän olisi kuvannut niitä oikein, hän ilmoitti olevansa eri mieltä (*Uusi Suomi* 8.5.1989 s.18 "Atomifysiikka vaatii luonnonfilosofiaa"). Laurikaisen mukaan Niiniluoto määritteli studia generalia esitelmässään 18.3.1993 irrationaalisuuden ja uskonnon tyypillisinä epätieteen muotoina (Yliopisto 15/1993 s.29).

Kun Laurikainen katsoi Niiniluodon leimanneen Wolfgang Paulin filosofiset ajatukset olennaisin osin epätieteeseen kuuluviksi ja että Paulin filosofian pohjalta on Suomessa mahdoton saada asiallista arvostelua (*Tieteen giljotiini* s.201-202) Luonnonfilosofian seura kääntyi vuoden 1994 alussa Suomen Akatemian puoleen ja ehdotti aiheeseen liittyvän seminaarin järjestämistä. Akatemiassa 28.3. järjestetyssä käydyssä neuvottelussa Niiniluoto kiisti Paulin epätiede-syytökset eikä vastustanut seminaarin järjestämistä.

16.5.1994 SEFT järjesti tiloissaan seminaarin "Kysymys tieteen ja epätieteen rajasta – lähtökohtana Wolfgang Paulin filosofia". Seminaariin osal-

listuivat mm. professorit Laurikainen, Niiniluoto, Hämäläinen, Rainio, Stenholm, Lehti, dosentit Rastas ja Lindfors sekä yllääkäri Huhmar ja siitä on julkaisu *Keskustelua tieteen rajoista* (toim. Rauno Hämäläinen ym., SEFT, 1994). Niiniluoto ilmaisi kunnioittavansa professori Laurikaisen sitkeyttä asiansa ajamisessa, ”vaikka olenkin ollut hyvin monista kohdista hänen kanssaan eri mieltä”. Yliopistolla Porthaniassa järjestettiin vielä 8.12. aiheeseen liittyvä keskustelutilaisuus ”Muuttuuko tiedekäsitys?”. Pauliin nojautuen Laurikainen piti arvostelusta huolimatta loppuun asti kiinni todellisuuteen sisältyvästä irrationaalisuudesta (*Tieteellä on rajansa* 1997, s.26-28, 68-69). Hän kuitenkin kiisti puhuneensa ”irrationaalisista syistä” ja toteasi ettei irrationaalisten asiain olemassaoloa voi rationaalisesti todistaa. **”Se, että irrationaalinen on todellista, ei ole järjen vaan uskon asia”** (*Arkhi-medes* 1986 s.148-149).

Suomalaista filosofiaa Laurikainen arvosteli materialistisuudesta, ateismista ja luonnontieteisiin, erityisesti kvanttimekaniikkaan perehtymättömyydestä. ”Suomessa yksi filosofinen traditio on saanut liian voimakkaan aseman” (*Fyysikon tie* s.81-92, 229-232; *Luonto puhuu luojastaan* s. 98-109; *Tieteen giljotiini* s. 192-194, 201-202; *Tieteellä on rajansa* s. 7-8; *Uusi Suomi* 12.3.1990 s.19 ”Filosofia on luutunut ateismi-materialismiin”). Puheenvuorossaan ”Sieluttoman kulttuurin kriisi” hän mainitsee akateemikko v. Wrightin todenneen Jumalan kuolleeksi (*Suomen Kuvalehti* 24/1987 s.81).

Filosofeista Luonnonfilosofian seuraan liittyivät perustajajäseninä emeritusprofessori Sven Krohn (1903-1999) sekä dosentit Pertti Lindfors (1927-2007) ja S. Albert Kivinen (s. 1933), joista viimeksi mainitut ovat toimineet myös esitelmöitsijöinä. Seuraan kuuluneina voidaan mainita myös professorit Raili Kauppi (1920-1995), Veikko Rantala (s.1933) ja Reijo Wilenius (s.1930), dosentit Matti Luoma (s.1925), Ilkka Kiesepää (nyk. Kiema; s.1963) ja FT Pauli Pylkkö (s.1951) sekä FL Tarja Kallio-Tamminen (s.1955), joka teki väitöskirjansa 2004 teoreettisessa filosofiassa Niels Bohrin ajatteluuun liittyvästä aiheesta. FL Paavo Pylkkänen (s.1959) esitelmöi David Bohmista, josta hän 1992 teki väitöksensä (vrt. *Tieteen giljotiini* s.161-164). FL Sami Pihlström (s.1969) keskusteli Laurikaisen kanssa realismin ongelmasta 1995-96, professori Ilkka Niiniluoto osallistui 1994 Laurikaisen kanssa keskusteluun tieteen rajoista ja esitelmöi professori Sven Krohnin muistosymposiumissa 1999. Akateemikko Georg Henrik von Wright (1916-2003) osallistui kvanttifysiikan filosofisia perusteita käsitelleeseen symposiumiin 1988. Akateemikko Oiva Ketosen (1913-2000) kanssa Laurikaisella oli televisioväittely pääsiäisenä 1990. Ketoseen hän oli tutustunut jo opis-

keluaikanaan ja sodan aikana Niinisalossa (*Fyysikon tie* s.11-12, 14). Professori Lilli Alanen (s.1941) ja apul.prof. Juha Varto (s.1949) ovat esitelmöineet. Bertrand Russellin uskontokritiikistä 20 vuotiaana tohtoriksi väitelleen ja ateistiksi tunnustautuneen Pekka Himasen (s.1973) kanssa Laurikainen keskusteli keväällä 1995 Kallion kirkossa (Etsijä 1994/4 s.8-11).

Wolfgang Paulin lähes 30 vuotta jatkunut kirjeenvaihto ja yhteistyö sveitsiläisen psykiatrin Carl Gustav Jungin (1875-1961) kanssa toi Paulin ajattelun myös psykologiset ulottuvuudet (kollektiivinen alitajunta, arkkityypit ja synkronisiteetti). Pauli ja Jung päätyivät mm. ajatukseen abstraktista yhdestä maailmasta, unus mundus, ja abstraktista todellisuudesta, joka on psykofyysinen. Viimeksi mainittuun liittyvä psykofyysinen ongelma (kysymys aineen ja hengen suhteesta) on Paulin mukaan aikamme tärkein probleema. Paulin mukaan fyysiset ja psyykkiset ilmiöt muodostavat erottamattoman kokonaisuuden. ”Fysiikka ja psykologia ovat komplementaarisia tieteitä, jotka vain yhdessä voivat luotettavalla tavalla kuvailla todellisuutta” (H. Atmanspacher, H. Primas, E. Wertenschlag-Birkhäuser: *Der Pauli-Jung-Dialog und seine Bedeutung für die moderne Wissenschaft*, Springer 1995; *Todellisuus ja kuvajainen* s.19; *Atomien viesti* s. 8, 35, 162-163, 166-169, 174-177; *Tieteellä on rajansa* s.14-16, 30-32, 83-89; *Kanava* 1997 s.217-220).

Laurikainen ystäväystyi sosiaalipsykologian professori Kullervo Rainion (s.1924) kanssa, joka osallistui aktiivisesti Laurikaisen seminaareihin ja Luonnonfilosofian seuran perustamiseen toimien seuran ensimmäisenä puheenjohtajana (1989-90). Hän on seuran kunniajäsen. Laurikainen julkaisi yhdessä Rainion kanssa kirjan *Todellisuus ja kuvajainen* (1990).

Luonnonfilosofian seuraan liittyivät perustajajäseninä myös professorit Lauri Rauhala (s.1914) ja Toivo Pihkanen (1919-1991) sekä ylilääkäri Erkki Huhmar (1924-2001). Viimeksi mainittu on kirjoittanut ja esitelmöinyt Laurikaisen ja Jungin välisistä suhteista (*Avartuva ajatus* s. 47-51). Tässä yhteydessä voitaneen mainita myös panpsykismistä puhunut fysiologian professori Matti Bergström (s.1922), joka on ollut Luonnonfilosofian seuran jäsen ja esitelmöitsijä. Esitelmöitsijänä on vierailut myös psykiatrian professori Johannes Lehtonen (s.1942).

Fyysikot ovat arvostelleet psykologisten ongelmien tuomista fysiikkaan: ”Se ohjaa ajattelua hyödyttömiin pohdintoihin ja sellaisiin huonomaineisiin kysymyksiin kuin psykofyysinen ongelma. Psykologia on tieteenä suunnattomasti fysiikasta jäljessä, eikä sillä voi olla fysiikalle mitään annettavaa” (*Atomien viesti* s. 8, 177; *Tieteellä on rajansa* s.55).

## Maailmankatsomus

Kalervo Laurikaisen nuoruudessa kotiympäristö oli äidin uskoon tulon jälkeen lähinnä herätyskristillinen. Kaikesta päätellen Kalervo kuitenkin alkoi ottaa etäisyyttä uskontoon ja **omaksui tieteellisen maailmankatsomuksen**. Kirjassa *Fyysikon tie* hän kertoo aloittaneensa ennen toista maailmansotaa opiskelijana Helsingissä poliittisten ajatustensa julkistamisen vastustaan Akateemisen Karjala-Seuran jyrkkää politiikkaa ja puolustaen Väinö Tanneria (1881-1966) käyttäen kanavana mm. *Ylioppilaslehteä*. Hän tarjosi lehdelle myös artikkelia, jonka aiheena oli ”tieteellinen maailmankatsomus”. Päätoimittaja ei sitä kuitenkaan ymmärtänyt, mutta kirjoitus julkaistiin hieman muunnetussa muodossa *Valvoja-Ajassa* joulukuussa 1939 nimellä ”Tieteen kriisi”(Nykyfysiikan ongelmia s.153-157: *Fyysikon tie* s.13, 43-48). Hän mainitsee kirjoituksessaan muutamia nimiä: Platon, Leibniz ja Kopernikus sekä Kepler, Galilei ja Newton ”jotka laskivat perustuksen uudenaikaiselle, eksaktiselle tutkimukselle, joka riisti ihmisiltä vähitellen heidän luonnollisen uskonsa. – Eräille harvoille ja valituille se antoi myös tieteellisen maailmankatsomuksen”. ”Joka sanoo tulevansa toimeen ilman uskoa, ei ymmärrä mitä hän puhuu”. ”Uudenaikainen filosofia on oleva eksaktisen tutkimuksen tulosten eksaktinen synteesi”. ”Tieteellinen maailmankatsomus ei saa jäädä vain harvojen filosofien ja filosofisesti orientoituneiden luonnon-tutkijain yksityisomaisuudeksi. Tieteen tulisi olla jokaiselle ajattelevalle hengelle tien näyttäjänä kohti syvimpiä totuuksia. . . Silloin se varmaan kerran on rakentava maailman, joka on onnellisempi kuin se, jossa me elämme”.

Sotien jälkeen Laurikaisen ajatusmaailman valtasi teoreettinen fysiikka, joka piti hänet otteessaan 1970-luvulle ja vielä sen jälkeenkin. Hänen julkaisunsa 1970-luvulle asti käsittelivät lähes yksinomaan fysiikkaa tai matemaatiikkaa. 1970-luvulla hän kuitenkin koettuaan alkavan uskonnollisen heräämisen **alkoi esittää kritiikkiä tieteellistä maailmankatsomusta vastaan**.

Kirjassaan *Atomistiikan aatemaailma* (1973) hän esiteltyään atomistiikan ja mekaanisen maailmankuvan kehitystä, ajan ja avaruuden käsitteitä, aineaaltoja, todennäköisyyttä, kausaliteettia, atomistiikan peruskysymyksiä ja aikamme ideologioita sivuilla 217-219 toteaa: ”Oli aika, jolloin uskoin tieteelliseen maailmankatsomukseen ja sen suureen tehtävään maailmassa. Kirjoitin siitä jotain. Sen uskon vei toinen maailmansota ja karttavat ikävuodet kokemuksineen. . . Itse en ainakaan enää katso voivani rakentaa vain positivistisen tieteen varaan. Tiede voi saavutuksillaan sokaista ihmisen”. Tiede voi parhaimmillaan auttaa kestävän pohjan löytämisessä, mutta yk-

sin se ei riitä. ”En tietenkään halua tässä suositella mitään poliittista valintaa. Uskon kuitenkin, että jos on pakko valita luokkataistelun ideologian ja rakkauden evankeliumin välillä, niin viimeksi mainittu on osoittautuva väkevämmäksi”. Positivismista hän sanoutui myöhemmin selvästi irti: ”En ole positivistisi” (Kansan Uutiset 12.11.1980 s.8).

Kirjoituksessaan ”Luonnontiede ja usko Jumalaan” (1976; *Fysiikka ja usko* s.163-193) hän alussa toteaa: ”Olenhan sittenkin koko sydämeistäni luonnontieteilijä” ja sivulla 167: ”Olen ensisijaisesti tieteen kasvatti, olen imenyt vereeni sen ajattelutavan, joka on ominaista nykyiselle luonnontieteelle. Mutta olen myös tullut elävästi kokemaan tieteen rajat... Olen joutunut etsimään pohjaa kristinuskosta”.

Kirjassa *Fysiikka ja usko* (1978) hän sivulla 13 sanoo: ”Olen itse ollut modernin fysiikan menetelmien innokas ihailija. Nyt näen kuitenkin tarpeelliseksi esittää vähän kritiikkiä. Ajatellessani tieteellisen menetelmän seurauksia meidän kulttuurillemme olen tullut yhä epävarmemmaksi. Ihailen kyllä yhä itse fysiikan tutkimusta, mutta katson välttämättömäksi varoittaa tieteellisen menetelmän yliarvioinnista ja väärinkäytöstä. Itse asiassa minusta näyttää, että tieteestä voi muodostua vakava vaara meidän kulttuurillemme, jos emme ole selvillä tieteen perusluonteesta”. Sivulla 17: ”Yhä uudelleen tiedemiehet ovat erehtyneet ajattelemaan, että kaikkea voidaan käsitellä tieteellisin menetelmin ja että vain se on todellista, mitä voidaan tutkia näin. Jos tiedemies alkaa vaatia, että uskonto tulisi korvattava tieteellä, olemme vaarallisella tiellä”.

Vuonna 1978 hän julkaisi myös kirjoituksen ”Ihminen ja luonnontieteet”, jossa hän puhuu luonnontieteisiin perustuvan maailmankuvan puolesta (*Fyysikon tie* s.74-80).

Kirjassa *Luomisusko tänään* (1982, s.183) Laurikainen kertoo: ”Nuorena uskoin, että tieteen pohjalle rakentuva maailmankatsomus voisi luoda onnellisemman maailman kuin se, jossa silloin elimme ja joka ohjautui toisen maailmansodan kurimukseen. En usko enää tieteelliseen maailmankatsomukseen. Maailmaan kuuluu paljon sellaista, mitä ei voi eritellä kausaalisuhteiden avulla – asioita, joilla ei ole rationaalisia syitä”.

Samoin kirjassa *Fyysikon tie* (1982, s.92, 206-207): ”Uskoin silloin, että tiede voi ohjata ihmisiä maailmankatsomukseen, joka parhaiten vastaa ihmisen syvimpiä tarpeita. En usko enää siihen. Kulttuuri, jossa tiede korvaisi myös uskonnon, ei ole mahdollinen. Se on diktatuurin tie, joka johtaa onnettomuuteen. *Meidän on opittava elämään maailmassa, jossa tieto ja usko elävät toistensa rinnalla. Juuri niiden välinen jännitys on kulttuurin dialektista*

*kehitystä kannustava voima, jota ei pidä pyrkiä eliminoimaan". "Tieteellisen maailmankuvan tulee olla avoin ja sen rinnalla tarvitaan uskoa tapahtumisen tarkoituksenmukaisuuteen".*

Uudessa Suomessa oli sunnuntaina 24.1.1982 kahdella sivulla Laurikaisen haastattelu otsikolla "Tieteen pohja on jo pettänyt". Siinä hän toteaa mm.: "Vuosisadan suurin mullistus fysiikassa on jo tapahtunut, mutta sitä ei vielä kukaan ymmärretä. Jäykän suhdelain muuttuminen tilastolliseksi merkitsee uutta kopernikaanista vallankumousta, joka muuttaa käsityksemme todellisuuden luonteesta täysin. Jokaisessa yksittäisessä tapahtumassa on mukana tuntematon (irrationaalinen) tekijä, jota ei voi tieteen keinoin hallita. Mystiikka on astunut luonnontieteisiin, todellisuuden mekaaniselta tulkinnalta on pohja pudonnut. Atomiteorian pohjalta olen päätenyt nykyiseen tieteen kritiikkiin. Tieteellinen maailmankatsomus on minusta harhakuva". Samana vuonna (*Kanava* s.117-118) hän arvioi otsikolla "Tieteellisen maailmankatsomuksen harha" Ilkka Niiniluodon kirjoitusta "Tiede, usko ja maailmankatsomus" (*Kanava* 1981 s.518-526).

Kirjassa *Luonto puhuu luojastaan* (1983, s.76) hän toteaa: "Olen itse ollut skientismin harhan vallassa, ja vain hyvin kovasti vastaan haraten olen joutunut tunnustamaan, että se mitä kuvittelin tieteellisen kritiikin vaatimukseksi, olikin dogmaattisuutta. . . Olen vakuuttunut siitä, että on jotain sellaista, jota tiede ei tavoita. 'Tieteellinen maailmankatsomus' on paljastunut erääksi uskonnoksi muiden uskontojen rinnalla."

Kun Heikki Tikkala (*Kanava* 1993 s.443) nimitti Laurikaista "suomalaisen tieteen luopioksi" tämä vastasi: "En ole tieteen luopio, vaan edelleenkin rehellinen fyysikko. Etsin tosin luonnosta vastausta kysymyksiin, joita fyysikot eivät yleensä kysele" (*Kanava* 1994 s.50). Kirjassa *Atomien viesti* (1994, s.181) hän toteaa: "Olen fyysikko, ja minulla on tietysti tapana taipumus nähdä oma alani erityisen merkittävänä".

**Taistelua "tieteellisen maailmankatsomuksen harhaa"** vastaan Laurikainen käy myös muualla kirjoissa ja lehtikirjoituksissa: "Nykyisin aletaan eri suunnissa päätyä sellaiseen käsitykseen, että *rationaalinen tiede ei tavoita koko todellisuutta*" (*Tieteen giljotiini* s.155). "*Rationaalisten teorioittemme avulla emme tavoita todellisuutta*" (*Atomien viesti* s.37). "*On ikään kuin pakko tunnustaa, että rationaalisella todellisuuden kuvailemisella on rajansa, että todellisuuteen kuuluu sellainen komponentti, joka periaatteessa on järjen keinoin tavoittamattomissa*" (*Todellisuus ja elämä* s.103). "Tiede ei voi vastata kaikkiin todellisuutta koskeviin kysymyksiin, ja tämä antaa aiheen näkemykseen, jonka mukaan *todellisuuteen kuuluu komponentti, joka on peri-*

*aatteellisesti empiirisin keinoin tavoittamattomissa. . . Todellisuuteen kuuluu paljon sellaista, mitä järki ei tavoita” (Fyysikon tie s.233-234). ”Se, että tiede ei tavoita koko todellisuutta on varsinainen haasteeni”(Kanava 1982 s.117-118). ”Liiallinen luottamus luonnontieteellisiin lainalaisuuksiin on vain johtanut kulttuurin kehitystä harhaan. Se on johtanut kulttuurin maallistumiseen, jopa kuvitelmaan, jonka mukaan tiede on perusluonteeltaan ateistista” (Fysiikka ja usko s.226). ”Minun täytyy järjellä hyväksyä se mihin uskon, siihen mahtuvat mysteeritkin” (Uusi Suomi 24.12.1983 s.22-23). ”Olen ensisijaisesti rationaalisen tieteen edustaja, en mystikko, siinä mielessä kuin ihmiset sen yleensä käsittävät. Puhtaasti rationaalinen kritiikki on paljastanut minulle tieteellisen tiedon rajat. Determinismi eli luottamus siihen, että kaikki tapahtuu luonnon lakien mukaisesti on paljastunut uskoksi, joka ei vastaa tosiasioita” (Uusi Suomi 6.9.1991 s.25).*

Näkemyksensä mukaisesti Laurikainen suhtautui torjuvasti **skientismiin eli tieteisuskoon**, jonka mukaan kaikki todellisuutta koskevat mielekkäät kysymykset voidaan periaatteessa selvittää tieteellisiä (rationaalisia) menetelmiä käyttäen. Tieteisuskoa hän näki alkuräjähdysteorioissa, kehitysopin materialistisessa propagandassa ja irrationaalisuuden torjunnassa (*Luonto puhuu luojastaan* s.48-49, 87, 107; *Tieteen giljotiini* s.140-141, 143-144; *Atomien viesti* s.36-49, 192-194; *Tieteellä on rajansa* s.43-44, 73; *Helsingin Sanomat* 21.2.1981 s.2; *Uusi Suomi* 4.5.1991 s.33; *Dimensio* 1992(1) s.18; *Tiedepolitiikka* 3/1993 s.17-22; *Yliopisto* 10/1995 s.29-30).

Varsinkin viimeisinä vuosinaan Laurikainen koki, että miltei koko Suomen tiedeyhteisö oli tieteisuskon vallassa, mitä myös väitöskirjan nimi *Tieteellä on rajansa* (1997) pyrkii ilmentämään. ”Tieteisuskon mafia hallitsee Suomen julkisuutta” (*Helsingin Sanomat* 18.10.1983 s.18). ”Nähdäkseni minun maailmankatsomukseni on nimenomaan tieteellinen, kun sen sijaan Niiniluoto, ja tietyin varauksin myös v. Wright, julistavat länsimaiselle tieteelle ominaista tieteisuskoa, joka dogmaattisesti lähtee siitä, että järjen käytöllä ei voi olla mitään rajoja” (*Suomen Sosialidemokraatti* 26.3.1987 s. 10-11). ”Suomen Akatemia on ollut tieteisuskon vankka linnoitus” (*Uusi Suomi* 12.3.1990 s.19 ja 6.9.1991 s.25). ”Perusharha nykyisessä fysiikassa on, että kaikkea olennaista voidaan kuvata matemaattisten teorioiden avulla” (*Arkhimedes* 1993 s.187-189 ”Fysiikka ja pragmaattinen tieteisusko”). ”Tieteellisen maailmankatsomuksen harha” (*Yliopisto* 3/1995 s.33-34). ”Materialismista ja determinismiin perustuvasta evoluutioajatuksesta on tullut uskonto, josta ei saa poiketa” (*Yliopisto* 10/1995 s.29-30). ”Suomessa on vallalla hyvin voimakas tieteellinen puhdasoppisuus” (*Tieteellä on rajansa* s.8). Toisaalta hän valit-

taa ja samalla ihmettelee sitä, että hänen omaa tieteenharjoitustaan pidettiin "epätieteellisenä" (*Fyysikon tie* s.232-233; *Tieteen giljotiini* s.201-202; *Yliopisto* 15/1993 s.29).

Tieteellisen maailmankatsomuksen arvostelusta huolimatta, ja vaikka kristillinen usko saikin merkittävän aseman hänen elämässään, Laurikainen säilytti loppuun asti erityisesti kvanttimekaniikkaan perustuvan käsityksen todellisuudesta ja katsoi sen tukevan kristillistä maailmankuvaa. Kirjassaan *Fysiikka ja usko* sivulla 37 hän toteaa: **"Pyrkimyksenäni on sellaisen harmonisen kokonaisuuden rakentaminen, johon sisältyvät sekä modernin tieteen maailmankuva että kristinusko"**. "Totuus on minulle sekä tieteen että uskon asia" (*Kotimaa* 23.12.1994 s.30).

Samalla kun hän torjuu perinteisen determinismiin perustuvan tieteellisen maailmankatsomuksen hän tunnustautuu uuden **suhteellisuusteoriaan ja kvanttimekaniikkaan perustuvan maailmankuvan kannattajaksi**. Erityisesti kvanttimekaniikan tilastollista kausaliteettia edustava kööpenhaminalainen tulkinta ja pääasiassa siihen perustuvat **Wolfgang Paulin filosofiset näkemykset** saivat Laurikaisen ajattelussa keskeisen aseman. Laurikaisen näkemykset Paulin ajattelusta perustuivat pääasiassa tämän kirjeenvaihtoon, johon hän oli tutustunut CERNissä (*Atomien tuolla puolen*, 1985): "Syvällisimmin atomiteorian filosofiaa on nähdäkseni esitellyt Wolfgang Pauli. Luotan eniten hänen näkemykseensä kvanttiteorian luonteesta ja filosofisesta merkityksestä" (*Kotimaa* 12.10.1982 s.5). "Pauli on kaikissa tärkeimmissä kysymyksissä täsmälleen samaa mieltä kuin minäkin" (*Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23). "Minulle Pauli on ollut oppaana uuteen todellisuuskäsitykseen" (*Uusi Suomi* 12.3.1990 s.19). "Pauli hallitsi (teoreettisen) fysiikan täydellisesti" (*Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23; *Atomien tuolla puolen* s.11). "Tiedän vain kaksi tapausta, joissa Pauli erehtyi" (*Tiede* 2000 6/1996 s.62).

Kirjassa *Nykyfysiikan ongelmia* s.9 hän toteaa: "Modernin fysiikan aatteellisen perustan muodostavat kvanttiteoria ja suhteellisuusteoria". Kirjassa *Todellisuus ja elämä* s.40: "Suhteellisuusteoria ja kvanttiteoria ovat kumpikin omalla tavallaan aiheuttaneet sen, että koko fysiikka on jouduttu kirjoittamaan uudelleen. Tämä maailmankuvan muuttuminen on koskenut ihmillisen tiedon peruskäsitteitä: avaruutta, aikaa, ainetta ja kausaliteettia (lainalaisuutta)" (myös *Filosofiaa fyysikon silmin* s.125 ja *Kantista kvanttiin* s.93).

**Suhteellisuusteorian** mukaan, jonka Albert Einstein esitti 1905 ja 1915, absoluuttista aikaa ja avaruutta ei ole olemassa. "Suhteellisuusteoria on loogiselta rakenteeltaan paljon yksinkertaisempi ja kauniimpi kuin klassi-

nen fysiikka (mutta ei helppotajuinen). Samalla se vastaa tarkemmin havaintoja. Se on tietyissä suhteissa paras kuva luonnonilmiöistä, minkä nykyisin tunnemme. Samalla on kuitenkin muistettava, että suhteellisuusteoriakin on vain puutteellinen kuva itse todellisuudesta” (*Suomalaisen Jumala* 1988 s.206). Suhteellisuusteoriassa noudatetaan ehdotonta lainalaisuutta, joka on joutunut kritiikin kohteeksi kvanttiteoriassa.

Laurikainen tutustui suhteellisuusteoriaan Rolf Nevanlinnan välityksellä. Nevanlinna kiinnostui suhteellisuusteoriasta jo uransa alkuvaiheessa ja puolusti sitä 1930-luvulla Suomen tiedeakatemiassa, jossa sitä vastaan oli hyökätty. Hän piti 1930-luvun alussa luentosarjan suppeasta suhteellisuusteoriasta, johon liittyvää vihkkoa Limes sai lainata. Se oli Laurikaiselle tärkeä (*Arkhimedes* 1982 Rolf Nevanlinna-erikoisnumero s.36-39).

Jo 1942 hän julkaisi suhteellisuusteoriaan liittyvän artikkelin ”Minkowskin neliulotteisesta maailmankuvasta” (*Ajatus* 11, s.114-132) ja 1943 ”Riemanin geometriasta” (*Matemaattisten aineiden aikakauskirja* s.45-54). Laurikaisen väitös 1950 liittyi suhteellisuusteoriaan ja hän luennoi suhteellisuusteoriaa dosenttina ja professorina Turun ja Helsingin yliopistoissa. Vielä toukokuussa 1997 vajaan kaksi kuukautta ennen kuolemaansa hän luennoi ”suhteellisuusteoriaa maallikoille” Luonnonfilosofian seuran kokouksissa.

Laurikainen on tarkastellut suhteellisuusteoriaa kirjoissaan 1980-luvulle asti: *Nykyfysiikan ongelmia*, *Modernin fysiikan alkeita*, *Atomistiikan aate-maailma*, *Fysiikka ja usko*, *Todellisuus ja elämä*, *Fysiikon tie* ja *Luonto puhuu luojastaan*.

**Kvanttimekaniikka** syntyi vuosina 1924-27 ja sen kööpenhaminalaisen tulkinnan esitti Niels Bohr syyskuussa 1927 fyysikkojen kokouksessa Pohjois-Italiassa Comossa. Hän oli kehittänyt sen yhdessä Werner Heisenbergin kanssa, mutta monet muut fyysikot, erityisesti Born, Jordan, Schrödinger, Pauli ja Dirac osallistuivat sen kehittämiseen (*Fysiikka ja usko* s.124; *Atomien viesti* s.159-161; *Filosofiaa fysiikon silmin* s.92-95; *Kantista kvanttiin* s.75-77). ”Kvanttimekaniikka on teoria, joka johdonmukaisesti rakentuu aalto-hiukkasdualismin pohjalle”(Fysiikka ja usko s.153, 181; *Todellisuus ja elämä* s.69-70). ”Ainoa johdonmukaisesti läpiviety tulkinta on kööpenhaminalainen todennäköisyys-tulkinta, jonka mukaan atomiteoriassa voidaan esittää vain todennäköisyssennusteita”. Kööpenhaminalainen tulkinta on Paulin filosofian kulmakivi ja Laurikaisen mukaan hän oli kööpenhaminalaisen filosofian pätevin edustaja (*Atomien tuolla puolen* s.13, 24, 183). ”Pauli edustaa johdonmukaisesti alkuperäistä kööpenhaminalaista filosofiaa ja hänen näkemyksensä on selkeämpi ja syvällisempi kuin Bohrin” (*Tie-*

teen giljotiini s.30, 121; *Atomien viesti* s.69, 74, 83). Pauli näki kvanttiteorian filosofiset seuraukset selkeämmin kuin Bohr ja hallitsi teoreettisen fysiikan täydellisesti. Paulille kvanttimekaniikka merkitsi vallankumousta (*Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23). Kvanttimekaniikka on hyvin erikoinen teoria, joka luotaa syvälle (*Kotimaa* 23.12.1994 s.30). ”Kvanttimekaniikan kööpenhaminalainen tulkinta järkyttää tieteellisen maailmankuvan perustusta” (*Luonto puhuu luojastaan* s.23). Kvanttimekaniikka järkyttää uskoa tieteen rajoitmiin mahdollisuuksiin. Juuri sen vuoksi se on niin vallankumouksellinen teoria. Tässä suhteessa Albert Einstein oli eri mieltä. Hän katsoi, että tieteellinen tutkimus voi tavoittaa todellisuuden periaatteessa kuinka tarkasti hyvänsä. (*Luomisusko tänään* s.181). Sanan ’kvanttimekaniikka’ otti käyttöön Max Born 1924. Kvanttimekaniikka on klassisen mekaniikan yleistys, joka periaatteessa on voimassa mikro- ja makrofysikaalisella tasolla (*Fysiikka ja usko* s.129 ).

Kvanttimekaniikan kööpenhaminalaiseen tulkintaan sisältyy kolme periaatetta, jotka edellyttävät olennaista muutosta klassisen fysiikan todellisuuskäsityksessä: *Bohrin komplementaarisuusperiaate*, Heisenbergin *epätarkkuusperiaate* ja toteamus, että atomitasolla *kausaliteetti* voi olla vain tilastollinen. Sovellutuksia ajatellen lakien tilastollinen luonne on tärkein. Siitä seuraa, että todellisuuteen kuuluu *irratiionaalinen aines* (*Matemaattisten aineiden aikakauskirja* 1981 s.357-358). Kööpenhaminalaisen tulkinnan mukaan **determinismi on hylättävä ja korvattava tilastollisella kausaliteetilla** (Pauli käytti nimitystä tilastollinen korrespondenssi). Tilastollisten lakien käyttöönotto johtuu aalto-hiukkasdualismista, joka on syynä siihen epätarkkuuteen, minkä Heisenbergin relaatiot esittävät (*Fysiikka ja usko* s.153; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.75-78; *Kantista kvanttiin* s.58-59). Tilastollisen kausaliteetin vallitessa tapahtumia ohjaavat aidot todennäköisyyslait. Juuri tämä seikka murentaa klassisen kausaliteettikäsityksen. ”Pauli ajatteli, että tämä muutos ei koskenut vain atomiteoriaa vaan kausaliteettikäsitystä yleensä” (*Kanava* 1985 s.342). ”Jos ehdottomat lainalaisuudet eivät päde fysiikassa niin ei oikeastaan voi edellyttää, että ne pätsivät muuallakaan” (*Kotimaa* 23.12.1994 s.30). Yksittäistapahtumat eivät ole täydellisesti ennustettavissa: jokaiseen yksittäistapahtumaan tulee mukaan ’laskematon tekijä’, jota tavallisesti sanotaan ’sattumaksi’. Tätä todellisuuteen sisältyvää laskematon tekijää on alettu nimittää todellisuuteen sisältyväksi **irratiionaalisuudeksi** (*Todellisuus ja elämä* s.95; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.78-82; *Kantista kvanttiin* s.59-64). Pauli piti tilastollisen kausaliteetin ajatusta ja yksityistapahtumiin sisältyvää ’vapautta’ kvanttimekaniikan tärkeimpänä

filosofisena opetuksena ja päätyi irrationaalisuuden korostamiseen. *Ajatus* todellisuuteen sisältyvästä irrationaalisuudesta on Paulin filosofian kannalta keskeinen, todellisuus on ja pysyy inhimillisen tiedon kannalta ”hunnun peittäjänä” (*Arkhimedes* 1A/1986 s.A16-A26; *Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23 ja 12.3.1990 s.19; *Tieteellä on rajansa* s.15, 26-27). Irrationaalisuudesta on jo puhuttu filosofian yhteydessä.

Kun Niels Bohr 1927 esitti kvanttimekaniikan formalismin fysikaalisen tulkinnan hänen keskeisenä ideanaan oli komplementaarisuus. Tämä kööpenhaminalaisen tulkinnan ja Bohrin filosofian peruskäsite on kehittynyt aaltohiukkas-dualismin pohjalta, joka atomimaailman ilmiöissä vallitsee (*Todellisuus ja elämä* s.69-70; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.71-75; *Kantista kvanttiin* s.53-57). Ilmiöiden kuvailuun tarvitaan toisiaan täydentäviä eli komplementaarisia, mutta keskenään ristiriitaisia ja toisensa pois sulkevia kuvailutapoja. Bohr on esittänyt tämän ajatuksen yleisenä periaatteena, joka koskee kaikkea inhimillistä tietoa, mikä merkitsee uutta todellisuuskäsitystä (*Matemaattisten aineiden aikakauskirja* 1981 s.357; *Fyysikon tie* s.144). Bohr piti atomiteorian ytimenä komplementaarisuutta ja väitti, että se avaa mahdollisuuden atomaaristen systeemien objektiiviseen kuvailuun (*Tieteen giljotiini* s.35, 123). Kaikki kööpenhaminalaisen koulukunnan edustajat, erityisesti Heisenberg, Pauli ja Born, hyväksyivät Bohrin komplementaarisuusfilosofian (*Atomien viesti* s.33). Irrationaalisuuden ohella komplementaarisuus on Paulin filosofiassa keskeinen käsite. Kvanttimekaniikka on kauttaaltaan komplementaarista teoriaa (*Tieteellä on rajansa* s.28).

Vaikka kööpenhaminalaista tulkintaa pidetään yleisesti hyväksyttynä sitä vastaan on esitetty myös paljon arvostelua, eivätkä kaikki fyysikot ja filosofit ole tyytyväisiä siihen sisältyvään epätarkkuuteen (*Fysiikka ja usko* s.142, 154; *Atomien viesti* s.107; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.72; *Kantista kvanttiin* s.55; *Tieteellä on rajansa* s.38, 72). ”Kööpenhaminalaista tulkintaa” pidettiin Neuvostoliitossa 40-luvun lopulla ja 50-luvulla harhaoppisena (*Fyysikon tie* s.193). **Tunnetuin kvanttimekaniikan arvostelija oli Albert Einstein** (1879-1955), joka uskoi, että todellisuus on täysin rationaalinen eikä kvanttimekaniikka voi olla lopullinen teoria (*Fysiikka ja usko* s.198; *Arkhimedes* 1979/2 s.61-67; *Fyysikon tie* s.138-142; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.103-117; *Kantista kvanttiin* s.83-91). Hän toisti iskulausetta: ”Jumala ei heitä noppaa”, jonka hän esitti ensi kerran 1926 kirjeessään Bornille. ”Hyvin ankaran kritiikin kohteeksi kvanttimekaniikka joutui Brysselin Solvay-kongressissa lokakuussa 1927, jolloin alkoi Bohrin ja Einsteinin tämän kuollessa 1955 yhä ratkaisematta jäänyt erimielisyys siitä, voidaanko kööpen-

himinalaiseen tulkintaan sisältyvä determinismistä luopuminen katsoa atomiteoriassa lopulliseksi" (*Filosofiaa fyysikon silmin* s.93; *Kantista kvanttiin* s.76). Myöhemmin suoritettujen ns. EPR-kokeiden ei ole antaneet tukea Einsteinin näkemykselle fysikaalisesta todellisuudesta (*Matemaattisten aineiden aikakauskirja* 1984 s.41-45; *Tieteen giljotiini* s.53; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.104, 110; *Kantista kvanttiin* s.84, 87-88; *Atomien viesti* s. 51, 123, 160, 166; *Tieteellä on rajansa* s.83).

Todennäköisyyslait ovat kvanttimekaniikan filosofinen ydin, joista johtuu todellisuuskäsityksen irrationaalinen elementti ja se 'huntu', jonka taakse todellisuus meiltä kätkeytyy (*Atomien viesti* s.123, 160, 166; *Tieteen giljotiini* s.124, 135, 154, 165-166). Ajatus hunnun peittämästä todellisuudesta on peräisin Bernard d'Espagnat'ilta (s.1921) vuodelta 1979. Hän on nimittänyt tieteen tuottamaa maailmankuvaa *empiiriseksi todellisuudeksi* ja itse todellisuutta *riippumattomaksi todellisuudeksi* (*Tieteellä on rajansa* s.15). "On väitetty, että atomiteoriaa koskeva paradigman muutos ei voi tuntua aivan toisilla tiedon aloilla" (*Kanava* 1985 s.343). Esim. Niiniluoto 1984 s.169 toteaa: "mikromaailman indeterminismistä ei seuraa, että kaikki maailmaa koskevat lait olisivat probabilistisia (tilastollisia), kuten K.V. Laurikainen on esittänyt". Laurikainen tarkasteli tätä kysymystä kirjoituksessaan *Kanavassa* 1985 s.340-347 ja toteaa: "Kvanttiteoria on modernin fysiikan perusteoria ja kausaaliiteettikäsitteen muutos sen vuoksi periaatteessa koskee koko fysiikkaa. On vaikeata ajatella, että jossakin muussa tieteessä olisi aiheellista käyttää ankarampaa kausaaliiteettia kuin fysiikassa".

Irrationaalisuuden ajatus on useimmille toistaiseksi mahdoton hyväksyä (*Tieteen giljotiini* s.137; *Tieteellä on rajansa* s.27). "Irrationaalisuuden torjunnasta" on kerrottu filosofian yhteydessä. Komplementaarisuusfilosofiaa on vastustettu ja pidetty hämäränä (mm. Karl Popper 1902-1994) (*Tieteen giljotiini* s.69, 71, 102, 159; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.72; *Kantista kvanttiin* s.54; *Tieteellä on rajansa* s.1, 28). "Einstein vastusti johdonmukaisesti komplementaarisuusfilosofiaa ja ajatusta, että epätarkkuusrelaatioiden katsottiin sisältävän rajoituksen sille tiedolle, jonka voimme saada atomi-ilmiöistä" (*Matemaattisten aineiden aikakauskirja* 1981 s.354). Bohr totesi viimeisessä haastattelussaan 17.11.1962: "Kukaan, jota sanotaan filosofiksi, ei todella ymmärrä, mitä komplementaarisella kuvailulla tarkoitetaan" (*Tieteellä on rajansa* s.33).

Kvanttimekaniikan ja varsinkin yleisen suhteellisuusteorian yhdistäminen on osoittautunut vaikeaksi (*Arkhimedes* 1953/2 s.26-37; 1960/2 s.4; *Nykyfysiikan ongelmia* s.121-141; *Atomistiikan aatemaailma* s.177-180; *Fysiikka ja*

*usko* s.47; *Fyysikon tie* s.106-128). Jo syyskaudella 1949 Laurikainen esitelmöi Fyysikkoseurassa kvanttimekaniikan ja suhteellisuusteorian välisestä yhteydestä (Lipas 1997).

Laurikainen tutustui kvanttimekaniikkaan opiskellessaan teoreettista fysiikkaa. Vuosina 1946-47 hän kuunteli Rolf Nevanlinnan koko lukuvuoden kestäneen luentosarjan kvanttiteorian perusteista (*Arkhimedes* 1982 Rolf Nevanlinna-numero s.36-39). Keväällä 1947 hän kuunteli Gregor Wentzelin luentoja kvanttimekaniikasta Zürichissä. (Wentzel (1898-1978) osallistui symposioon Loma-Kolilla 1977) Laurikainen itse luennoi kvanttimekaniikkaa dosenttina ja apulaisprofessorina Turun yliopistossa 1950-luvulla ja dosenttina ja professorina Helsingin yliopistossa 1950-70 -luvuilla.

Vuonna 1945 ilmestyneessä palkitussa kirjoituksessaan "Untako ja harhaa?" (Valvoja s.224-230; *Nykyfysiikan ongelmia* s.77-85; *Fyysikon tie* s.95-105) Laurikainen pohtii olevaisen syvintä olemusta eli tosiolevaa, kuten Kreikan ajattelijat sanoivat. Hän toteaa, että miletolainen Thales (n. 600 e.Kr.) opetti, että kaikki olevainen on syvimmältä olemukseltaan vettä ja jatkaa: "Platonille tosioleva oli abstraktisten ideoitten maailma, Demokritos ajatteli sen aineellisiksi atomeiksi ja pythagoralaiset väittivät kaikkien olioitten olemukseksi lukuja. Toisten mukaan todellisuus on perusluonteeltaan henkistä, toiset ovat päätyneet jyrkkään materialismiin". Hän kysyy: "Mikä on meidän päiviemme luonnontieteen käsitys näistä asioista?" ja toteaa aikamme fyysikkojen tietävän varmasti, että Demokritos oli oikeassa väittäessään aineen olevan atomistista. Mutta mitä ovat atomit? Elektroneja, protoneja, neutroneja jne. Mitä nämä osaset ovat? Ne ovat energiaa, joka ilmenee eräänlaisena aaltoliikkeenä. Mutta mitä se aaltoilu sitten on? Mitä on itse todellisuus? "Tunnustan heti, etten voi sellaista vastausta antaa, ja olen varma siitä, ettei fyysikko milloinkaan voi tuohon kysymykseen vastata".

Hän siirtyy geometrian alueelle, kuvaa Hilbertin aksiomaattista geometriaa ja mainitsee isomorfian käsitteen viitaten Nevanlinnan ja Kailan kirjoituksiin. (Laurikaisen piti tehdä isomorfian käsitteestä filosofinen väitös Eino Kailalle.) Matematiikasta hän siirtyy varsinaisiin reaalitieteisiin ja toteaa: "fyysikko ei ole milloinkaan nähnyt atomia, elektronia tai muita hiukkasia, mutta on vakuuttunut niiden todellisuudesta". Hän esittelee Bohrin vuoden 1913 atomimallin ja kertoo de Broglien väitöksestä 1924, jossa aine on tullut aaltoliikkeeksi. Pari vuotta myöhemmin aaltomekaniikka sai ensimmäiset huomattavat kokeelliset todennuksensa. Sen kehitti vielä käyttökelpoisempaan muotoon Schrödinger, minkä tuloksena Bohrin atomimallin puutteellisuudet ovat poistuneet, mutta toisaalta on päädytty kovin abstraktiseen

käsitykseen aineen luonteesta. ”Kouriintuntuvasti tutkimuksen nykyinen vaihe osoittaa fyysikolle, että hänen teoriansa ei ole tavoittanut ’tosiolevaa’”. ”Luonnontieteen alueella ainakin ovat kaikki oikotiet ’tosiolevaan’ paljastuneet harhapoluiksi. Siksi fyysikko onkin lopettanut hyödyttömänä kaiken puhumisen metafyyysisestä ’tosiolevasta’ tyytyen puhumaan vain siitä todellisuuden rakenteesta, jonka hänen teoriansa tavoittavat”.

*Matemaattisten aineiden aikakauskirjassa* 1945 s.186-198 oli Laurikaisen kirjoitus ”Vähän aaltomekaniikasta”. Siinä hän aluksi toteaa, että ”teoreettinen fysiikka on tällä vuosisadalla lähtenyt kulkemaan uusia uria, joille on tunnusomaista ennakkoluuloton vallankumouksellisuus, fysiikan syväsimpiin kysymyksiin perustuva kritiikki ja havainnollisesta mekaanisesta kuvailusta piittaamaton, matemaattinen teorian muodostus”. **Näin on syntymässä uusi maailmankuva**, jolle on tunnusomaista abstraktisuus.”Uudelle maailmankuvalle leimaa-antavat teoriat, suhteellisuusteoria, kvanttifysiikka ja aaltomekaniikka ovat hyvin kestäneet tieteellisen kritiikin”.

Hän kuvaa miten koko 1800-luvun Huyghensin valon aaltoteoria oli vallitsevana syrjäyttäen Newtonin hiukkasteorian, mutta Max Planck 1900 herätti hiukkasteorian uudelleen eloon ja Einstein selitti 1905 Planckin kvanttiteorian avulla valosähköisen ilmiön, minkä jälkeen kvanttiteoriasta on tullut yksi uuden fysiikan peruskivistä. Hän siirtyy tarkastelemaan aaltomekaniikkaa, jonka Louis de Broglie perusti 1924 väitöskirjallaan. de Broglie rakensi teoriansa (erityisen)suhteellisuusteorian pohjalle. Hänen olettamuksensa merkitsee, että aineellisen hiukkasen asemasta puhumme aaltoilmiöstä. Laurikainen tarkastelee aaltojonoa, aaltoryhmää ja ryhmänopeutta, aineaaltoja ja aaltojen interferenssiä ja toteaa rajoittuneensa vain de Broglien aaltomekaniikkaan. ”Aaltomekaniikan teoria on kuitenkin myöhemmin huomattavasti kehittynyt, eikä ilmeisesti vieläkään saavuttanut lopullista muotoaan”. Hän mainitsee Schrödingerin ja ”loogillisesti ekvivalentin teorian, jonka Heisenberg, Born ja Jordan ovat kehittäneet kvanttimekaniikassaan” ja lopuksi toteaa: ”Siirtyminen luonnon kuvailussa erityisestä yleiseen suhteellisuusteoriaan olisi epäilemättä omiaan yhtenäistämään ja selventämään fysikaalista maailmankuvaa”.

Vuonna 1949 perustettu *Arkhimedes*-lehti julkaisi ensimmäisessä numerossaan (s.40-54) Laurikaisen kirjoituksen ”Fysikaalinen maailmankuva”. Siinä hän aluksi mainitsee Max Planckin (1900) ja atomienergian vapauttamisen todeten, että ”**on syntymässä uusi fysiikka**”. Hän luo historiallisen katsauksen empiirisen tieteen syntyyn (havainnot, kokeet ja luonnonlait) todeten, että vanhalla ja keskiajalla oli rationaalista, ajatteluun perustuvaa

tutkimusta. Empiirisen, uudenaikaisen luonnontutkimuksen isä oli Galileo Galilei (1564-1642). Uudenaikainen taivaanmekaniikka (Kopernikus, Kepler ja Tyko Brahe). Isaac Newton (1643-1727): differentiaali- ja integraalilaskenta, yleinen gravitaatiolaki, ankara lainalaisuus. René Descartesin (1596-1650) vaikutuksesta syntyi *mekaaninen maailmankuva*, jonka pohjalta on versonut *materialistinen maailmankatsomusfilosofia*. Lämpöilmiöt, valooppi (Newton, Huygens, Fresnel), eetteri, mekaaninen lämpöteoria (Clausius, Maxwell, Boltzmann), sähköiset ja magneettiset ilmiöt (Coulomb, Faraday). Newtonin mekaniikka puhui absoluuttisesta avaruudesta (absoluuttinen liike). Fresnelin ja Faradayn kimmoisa maailmaneetteri. Aineen rinnalle syntyi voimakentät. Maxwellin sähkömagneettinen valoteoria 1873, Hertzin sähkömagneettiset aallot 1888: radiotekniikka, Lorentzin elektroniteoria 1895. "1800-luvun loppuun mennessä fysiikka oli jakautunut kahteen päähaaraan: mekaaniseen ja sähkömagneettiseen, johon luettiin myös valoilmiöt. Molempia vallitsi ankara kausaliteetti". Mekaaninen luonnonkuvailu oli saanut vaikean tehtävän: Maxwellin sähkömagneettiselle teorialle oli löydettävä mekaaninen tulkinta. "Alkoi näyttää siltä, että fysikaaliseen maailmankuvaan kuului mekaanisten ja sähkömagneettisten ilmiöiden, aineen ja eetterin dualismi. Kritiikki alkoi kohdistua eetterihypoteesiin": A.A. Michelsonin koe 1881. Energiaperiaate: Leibnitz, Carnot, Mayer, Joule ja Helmholtz.

**Uuden fysiikan synty:** mustan kappaleen säteily, Max Planckin (1858-1947) kvanttihypoteesi 1900  $E = h\nu$ . Luonnossa oli paljastunut uusi epäjatkuva piirre. A. Einsteinin valosähköisen ilmiön selitys ja suhteellisuusteoria 1905. Samanaikaisuuden määritelmä. Maxwellin yhtälöt sopeutuivat uuteen teoriaan, mutta Newtonin liikeyhtälöt oli muutettava. Minkowskin nelilotteinen maailma. *Suhteellisuusteorian* valossa aine on vain yksi energian muoto  $E = mc^2$ . "Suhteellisuusteoriassa suoritettu maailmaneetterin eliminointi oli vakava isku mekaaniselle luonnonkuvailulle. Se merkitsi pitkää askelta abstraktiseen, epämekaaniseen suuntaan, johon Maxwellin teoria oli fysiikan kehityksen ohjannut. Suhteellisuusteoria edellyttää suurella määrällä vapautumista klassisen fysiikan 'naiivista' todellisuuskäsityksestä".

*Bohrin atomimalli:* Bunsen ja Kirchhoff: spektrianalyysi, Balmerin vedyn spektriviivojen sarja, Rutherford: ydin ja sitä kiertävät elektronit. Niels Bohr kombinoi Rutherfordin teorian ja Planckin kvanttihypoteesin 1913. Bohrin atomimalli oli mekaanisen luonnonkuvailun suuri voitto. Sitä kehitti erityisesti Sommerfeld soveltaen suhteellisuusmekaniikkaa 1915: spektriviivojen hienorakenne. Ajan mittaan todettiin, ettei Bohr-Sommerfeldin mekaaninen atomimalli pystynyt selittämään kaikkia spektri-ilmiöitä ja se oli muutenkin

puutteellinen. Näistä vaikeuksista syntyi aaltomekaaninen atomimalli.

Yleinen suhteellisuusteoria: erityisessä suhteellisuusteoriassa kiihtyvyydellä oli edelleen absoluuttinen merkitys. Yleistyksen suoritti Einstein itse 1915: Gravitaatioteoria, Einstein efektit, Riemannin geometriset aatteet. Mekaaniseen luonnonkuvailuun klassisessa mielessä suhteellisuusteoria ei ole sovitettavissa.

W.R. Hamiltonin 1984 huomautus sai syvemmän merkityksen Louis de Broglien aaltomekaniikassa 1924: ehkäpä aineelliset hiukkaset ovat samalla aaltoja. de Broglien lähtökohta oli erityinen suhteellisuusteoria. Aaltomekaniikan teoriaa syvensi Erwin Schrödinger, jonka tärkeimmät julkaisut ilmesivivät 1926. Hän on luonut varsinaisen aaltomekaanisen atomimallin, jossa elektronia ei ajatella massapisteeksi kuten Bohrin mallissa, vaan sähköpilkveksi, joka ympäröi ytimen. Schrödinger rakensi mallinsa epärelativistisen mekaniikan pohjalle, eikä se pystynyt selittämään spektriviivojen hienorakennetta.

P.A.M. Dirac on 1928 muodostanut synteessin erityisen suhteellisuusteorian ja Schrödingerin aaltomekaniikan perusajatuksista, joka antaa spektriviivojen hienorakenteen ja myös elektronien magneettiset ominaisuudet. Diracin teoria ennusti myös positronin, jonka Anderson 1932 löysi.

”On vielä mainittava eräs kvanttimekaniikan tärkeä haara: matriisimekaniikka, jonka Heisenberg, Born ja Jordan 1926 perustivat. Se on loogillisesti ekvivalentti Schrödingerin teorian kanssa. *Aaltomekaniikka eli kvanttimekaniikka* ja erityisesti Diracin teoria edustavat puhtaimmassa muodossa sitä uudelle fysiikalle tunnusmerkillistä, abstraktista, epämekaanista linjaa, jonka Maxwellin teoria on aloittanut. Tätä tietä kulkien on jouduttu perin epähavainnolliseen maailmankuvaan”.

*Todennäköisyys ja kausaliteetti*: aaltomekaniikka merkitsee tietynlaista mekaanisten ja sähkömagneettisten ilmiöiden synteesiä. Vanha aineen ja eetterin dualismi ei kuitenkaan yhdellä iskulla hävinnyt: aalto-hiukkasongelma. Heisenbergin epätarkkuusperiaate 1927: on mahdotonta määrittää samanaikaisesti mikrohiukkasen paikka ja nopeus tarkasti. Paikka ja nopeus muodostavat komplementaarisen suureparin (Bohr). Havaintotarkkuuden rajan määrää Planckin vakio. Born on ensimmäisenä tulkinnut aaltofunktion todennäköisyysfunktiksi. Mikrofysiikan ilmiöt eivät tapahdu kausaalisesti, vaan niille voidaan esittää vain todennäköisyyslakeja (Einstein oli eri mieltä). Näyttää siltä, että tässä kuvattu vaikeus on periaatteellista laatua. ”Tämä kannanotto merkitsee, että luovutaan kausaliteetin käsitteestä klassisessa mielessä, ja annetaan tälle käsitteelle uusi sisälllys, joka on sopusoinnus-

sa mikrofysiikan ilmiöille ominaisen 'epätarkkuuden' eli fysikaalisten suureiden komplementaarisuuden kanssa". "Tätä on pidettävä kvanttifysiikan erittäin merkittävänä tuloksena, jolla ilmeisesti on laajalti fysiikan ulkopuolellekin tuntuva filosofinen kantavuus". (Makro-ilmiöissä on voitu menestyksellisesti käyttää kausaalilakeja.) "Uuden fysiikan perusajatukset ovat hyvin kestäneet monipuolisen, kokeellisen ja teoreettisen kritiikin kiirastulen... Silti teorialla on vielä keskeneräisyyden leima... Erikoisesti puuttuu mikrohiukasten yhtenäinen teoria... Mekaaniseen luonnonkuvailuun ei tosin enää ole paluuta".

Vuonna 1951 *Arkhimedes*-lehdessä (No 2 s.53-57) oli Laurikaisen arvostelu Eino Kailan kvanttimekaniikkaa käsittelevästä julkaisusta "*Zur Metatheorie der Quantenmechanik*" (1950) otsikolla "Keskustelua kvanttimekaniikan perusteista".

Vuonna 1953 *Arkhimedes*-lehdessä (No 2 s.26-37) oli kirjoitus "Suhteellisuusteoria ja kvanttifysiikka" (*Nykyfysiikan ongelmia* s.121-141; *Fyysikon tie* s.106-128). Siinä hän aluksi mainitsee A.Einsteinin julkaisut 1905 (Brownin liike, valosähköinen ilmiö ja suhteellisuusteoria) ja toteaa: "Kvanttifysiikka ja suhteellisuusteoria kohtasivat jo syntyvaiheessa, mutta ovat sen jälkeen kulkeneet omia teitään ja 'uusi fysiikka' on kuin kaksitorninen temppeli. Teoreetikot ovat tehneet paljon työtä *yhtenäisteorian* hyväksi, mutta tulokset ovat olleet katkelman omaisia, mutta aina kun on saatu syntymään kvanttifysiikka ja suhteellisuusteoriaa yhdistävä silta, tulokset ovat olleet erittäin merkittäviä".

Kvanttifysiikka on monien tiedemiesten yhteisen ponnistelun tulos, suhteellisuusteoria yhden miehen luoma. Suhteellisuusteoria on oppia neliulotteisen maailman geometrisesta rakenteesta. 1800-luvun teoreettinen fysiikka ('klassinen fysiikka') perustui Newtonin mekaniikkaan ja Maxwellin sähkömagneettiseen teoriaan. Michelsonin koe 1887 pyrki ratkaisemaan mekaniikan ja elektrodynamiikan yhteensovittamisen ongelman. Einstein esitti pulmalle ratkaisun, joka järkytti fysiikan perusteita ja on suuresti vaikuttanut filosofiseen ajatteluun ja osoittanut tietä tekniikan uuteen aikakautteen. Yleinen suhteellisuusteoria (1915) on gravitaatioteoriaa: avaruus ja aika muodostavat neliulotteisen maailman. Ensimmäisen suhteellisuusteorian ja kvanttifysiikan välisen kosketuksen sai aikaan Sommerfeld 1915. Seuraavan yrityksen suoritti de Broglie väitöskirjassaan *Aineaaltojen teoria* (1924). Jo 1926 Schrödinger oli luonut aaltomekaniikkansa, jonka lähtökohtina olivat de Broglien spekulatiot. Vuonna 1925 Born, Jordan ja Heisenberg esitivät matriisimekaniikkansa. Modernin kvanttimekaniikan perustus oli val-

mis, mutta pohja oli epärelativistinen. Kvanttimekaniikan ja suhteellisuusteorian yhdistämistä yritettiin, mutta se kohtasi vaikeuksia. Yllättäen Dirac 1927 saavutti menestyksen. Aalto-hiukkasdualismista päädyttiin tilastolliseen tulokintaan, Born 1926, joka on läheisessä yhteydessä Heisenbergin epätarkkuusperiaatteen (1927) kanssa: Luonto ei noudatakaan kausaalilakeja vaan – varsinkin mikroilmiöiden alueella kausaalilakeja. Einsteinin päämääränä 1950-luvulla on ollut gravitaation ja sähkömagnetismin ja lopullisesti suhteellisuusteorian ja kvanttifysiikan yhteen sulattaminen.

Studia generalia-luennossa Turussa 15.10.1957 Laurikaisen aiheena oli ”Nykyaikaisen fysiikan todellisuuden käsitteestä” (*Suomalainen Suomi* 1958/1 s.18-26; *Nykyfysiikan ongelmia* 1967 s.86-102). Siinä hän heti alussa toteaa klassisen mekaniikan valta-aseman murtumisen: ”on ollut pakko luopua mekaanisesta maailmankuvasta ... tilalle on tullut abstraktimpi käsitys todellisuudesta”. Galilein ja Newtonin mekaniikka on ollut mm. uuden aikaisen materialismin luonnontieteellisenä perustuksena: ehdottomat kausaalilait (Laplacen demoni), maailmankaikkeus kellona. Kuvattuaan miten mekaanisen maailmankuvan vaikeudet alkoivat sähköopin teoriasta hän toteaa: ”Viime vuosisadan lopussa olikin ilmeistä, että sähkömagnetismin teoriaa ei voi palauttaa mekaniikkaan. Faradayn ja Maxwellin elektrodynamiikka merkitsi ensi askelta fysikaalisen maailmankuvan muuttumisessa abstraktisemmaksi, epämekanistiseksi”. Hän mainitsee Einsteinin (1905) suhteellisuusteorian, jonka mukaan avaruus ja aika eivät ole absoluuttisia käsitteitä ja miten ”neliulotteisen avaruus-aika-maailman pohjalta löydetään mielenkiintoisia yhteyksiä, joita klassinen fysiikka ei tuntenut, mutta jotka vastaavat havaintoja”. Aineen luonne  $E = mc^2$ . *Modernin fysiikan perusteoria on kvanttifysiikka*: Planck 1900, Einstein 1905. Säteily on muodostunut massahiukkasista. Kvanttien liikkeitä ei voi hallita klassillisen mekaniikan avulla. Niiden käsittelyä varten on kehitetty erikoinen uusi mekaniikka, *kvanttimekaniikka*. ”On tultu siihen käsitykseen, että kvantteja koskevia ilmiöitä eivät vallitse kausaalilait. Kvantteja koskevat lait ovat todennäköisyyslakeja. Yksityyisen kvantin kohtalosta ei voida sanoa yhtään mitään”. Kvanteilla on dualistinen luonne: ne ovat samalla kertaa sekä hiukkasia että voimakenttiä: aalto-hiukkas-dualismi. ”Kvanttimekaniikka on klassillisen mekaniikan yleistys. *Kvanttimekaniikan mukaan luonnonlait ovat aina todennäköisyyslakeja*”... Fysiikan suhteesta maailmankatsomukseen: ”mekaanisen maailmankuvan romahdus on vienyt materialistiselta maailmankatsomukselta sen tärkeimmän tieteellisen tuen”.

Laurikainen on käsitellyt kvanttimekaniikkaa lähes kaikissa kirjoissaan. Kirjasta *Modernin fysiikan alkeita* (1968) puolet on kvanttimekaniikkaa. Kirjassa *Atomistiikan aatemaailma* (1973, s. 67) hän toteaa: ”Tällä vuosisadalla on syntynyt uusi fysiikka, joka on kohta kohdalta murentanut sen rakennelman, jonka pohjalle luonnonilmiöiden mekaanisen kuvailun tuli perustua”. Sivulla 123 hän toteaa, että kvanttimekaniikasta on muodostunut suhteellisuusteorian rinnalle modernin fysiikan toinen perusteoria. Se kohdistaa kritiikkinsä syysuhteen eli kausaliteetin käsitteeseen, ja lisäksi se on perusteellisesti muuttanut käsitystä aineen luonteesta ja perusrakenteesta. *Kvanttimekaniikka on nykyisen atomistiikan perusteoria*. Sivuilla 166-169 hän kuvaa Heisenbergin epätarkkuusperiaatteen (1927) ja sivuilla 169-170 mainitsematta irrationaalisuutta tai komplementaarisuutta toteaa: ”Atomistiikassa on kokonaan luovuttu kausaalisesta luonnonkuvailusta ja tyydytty tilastollisiin lakeihin. Mikrofysiikassa karkeiden havaintovälineiden käyttö aiheuttaa tilanteen, joka tekee kausaalisesta kuvailusta mahdottomaksi. Ne perusilmiöt, joihin kaikki luonnon tapahtuminen lopulta palautuu, eivät olekaan kausaalisia vaan tilastollisia”.

Kirjassa *Fysiikka ja usko* (1978) Laurikainen puhuu useissa kohdissa kvanttimekaniikasta ja mainitsee tilastollisen kausaliteetin, kööpenhaminalaisen tulkinnan ja komplementaarisuuden, mutta ei irrationaalisuutta.

Kirjassa *Todellisuus ja elämä* (1980) hän kvanttimekaniikan tilastollisen kausaliteetin ja komplementaarisuuden ohella puhuu useassa kohdassa todellisuuteen sisältyvästä irrationaalisesta aineksesta. Samoin kaikissa myöhemmissä kirjoissaan ja monissa kirjoituksissa.

Väitöskirjansa *Tieteellä on rajansa* alussa hän toteaa: ”Tänäkin päivänä fyysikot ja filosofit ovat erimielisiä sen **todellisuuden luonteesta, jota kvanttimekaniikka kuvaa**”(s.1). ”Huolimatta siitä ainutlaatuisesta menestyksestä, jonka kvanttimekaniikka on saavuttanut vallitsee atomimaailman perusluonteen suhteen yhä täydellinen sekaannus” (*Dimensio* 1988/7 s.54 ”Todellisuutta etsimässä”).

Vuonna 1981 Laurikainen julkaisi *Matemaattisten aineiden aikakauskirjassa* s.349-359 (myös *Fyysikon tie* s.129-146) artikkelin ”Kvanttimekaniikka ja todellisuuskäsitys”. Siinä hän aluksi toteaa: ”Kvanttimekaniikkaa koskevan filosofisen keskustelun kannalta on ollut hyvin hämmäntävää, että eräät kvanttimekaniikan luojiista eivät ole hyväksyneet sitä filosofiaa, jonka fyysikot ovat yleisesti hyväksyneet vuodesta 1927 saakka, jolloin kvanttimekaniikan kööpenhaminalainen tulkinta esitettiin”. Tämän tulkinnan loivat ensisijaisesti Niels Bohr ja Werner Heisenberg, mutta myös monet muut fyysikot

ovat vaikuttaneet sen perusajatusten muotoutumiseen, varsinkin Max Born, Wolfgang Pauli ja Paul Dirac”.

”Kööpenhaminalaisen filosofian tunnetuin kriitikko oli Albert Einstein, mutta myös Erwin Schrödinger ja Louis de Broglie ovat esittäneet poikkeavia ajatuksia tulkinnasta”. Viimeksi mainitut hyväksyivät ensin kööpenhaminalaisen tulkinnan, vaikkakin hieman vastahakoisesti, mutta ovat myöhemmin palanneet alkuperäisiin ideoihinsa. Laurikainen tarkastelee erilaisten mielipiteiden taustalla olevaa filosofiaa, suhtautumista *ontologiseen probleemaan* ja toteaa, että fyysikkojen filosofiset ennakoasenteet koskevat yleensä suhtautumista *realismiin ja positivismiin*. Hän kiinnittää huomiota uskon kysymyksiin, *agnostisismi, materialismi ja idealismi* ja esittää koejärjestyksen, jossa aalto-hiukkas-dualismi ilmenee ja toteaa, että atomaarisia tapahtumia kööpenhaminalaisessa tulkinnassa vallitsee *tilastollinen kausaliteetti*. Jos samanlaisten tapahtumien määrä on hyvin suuri, tämä voi käytännössä palautua ankaraan kausaliteettiin (makrofysikaaliset kappaleet). *Bohrin vastaavuusperiaatteen (korrespondenssiperiaate)* mukaan kvanttimekaanisten lakien täytyy rajatapauksessa palautua klassisiin lakeihin. Kvanttimekaanisessa kuvailussa on puhuttava sekä hiukkasista että aalloista. Tässä suhteessa eri fyysikoilla on ollut erilaisia käsityksiä.

Bohrin mukaan sekä hiukkaset että aallot ovat todellisia. Todellisuus, jonka kohtaamme atomitasolla on komplementaarinen. Sekä ”aalloja” että ”hiukkasia” tarvitaan, kun kuvaillaan atomi-ilmiöitä. Bohr ei halunnut pohtia ontologista ongelmaa, kysymystä todellisuuden perusluonteesta. ”Tekee mieli sanoa, että Bohrilte ’hiukkaset’ ovat hivenen todellisempia kuin ’aallot’”.

Heisenberg piti alkuaan aalloja vain matemaattisena apuneuvona atomaaristen hiukkasten käyttäytymisen hallitsemiseksi. Hän toivoi voivansa määritellä uudelleen klassisen mekaniikan käsitteet Bohrin vastaavuusperiaatteen mukaisesti, että saataisiin uusi mekaniikka atomaarisia hiukkasia varten. Tämä tapahtui matriisimekaniikassa, jonka kehittivät Heisenberg, Born ja Jordan. Bohr korosti sitä, että olisi ymmärrettävä, miten de Broglien ja Schrödingerin ’aallot’ voitaisiin liittää atomaaristen hiukkasten ideaan. Tällaisista pohdinnoista Heisenberg päätyi keväällä 1927 epätarkkuusrelaatioihinsa. Yhteinen piirre Bohrin ja Heisenbergin ajattelulle on tilastollisten lakien käytäntöön ottaminen. Ontologisen probleeman suhteen Heisenberg on selkeästi esiintynyt materialistisen ideologian vastustajana. Hän näkee aineen perusrakenteen symmetrioissa, atomimaailman yksinkertaisessa rakenteessa, missä voidaan nähdä ilmaus Jumalan olemassaolosta.

Einstein vastusti johdonmukaisesti komplementaarisuusfilosofiaa ja ajatusta, että epätarkkuusrelaatiot sisältävät rajoituksen tiedolle, jonka voimme saada atomi-ilmiöistä. Kuolemaansa asti hän väitti, ettei kvanttimekaniikka nykyisessä muodossaan voinut olla lopullinen teoria: "Rakas Jumala ei heitä noppaa". Einstein päätyi uskoon, että on olemassa objektiivinen maailma, joka on riippumaton ihmisen tajunnasta.

Schrödingerin mukaan aallot ovat todellisuuden perusaines. Hänen alkuperäinen ajatuksensa oli, että 'aineaalloissa' ilmeni aineellisten hiukkasten perusluonne. Hän ei aluksi avoimesti vastustanut kööpenhaminalaisfilosofiaa, mutta vanhemmalla iällä hän kritisoi sitä ja koetti kehittää alkuperäisiä lempiajatuksiaan. Schrödinger ei pystynyt kehittämään ajatustaan, jonka mukaan todellisuuden olemus on aaltoja, johdonmukaiseksi teoriaksi.

Kvanttimekaniikan kööpenhaminalaiseen tulkintaan sisältyy kolme periaatetta, jotka edellyttävät olennaista muutosta klassisen fysiikan todellisuuskäsityksessä: Bohrin *komplementaarisuusperiaate*, Heisenbergin *epätarkkuusperiaate* ja toteamus, että *atomitasolla kausaliteetti voi olla vain tilastollinen*. Sovellutuksia ajatellen tilastollinen kausaliteetti on tärkein. Siitä seuraa, että todellisuuteen kuuluu *irrationaalinen aines*. Uskontoa ja mystiikkaa ei enää voi sulkea pois tieteellisestä maailmankuvasta.

*Arkhimedes*-lehdessä oli 1986 s.142-151 Laurikaisen kirjoitus "Atomi-maailman todellisuus". Hän tarkastelee aihetta lähinnä vuonna 1985 ilmestyneen Nick Herbertin kirjan *Quantum Reality. Beyond the New Physics* sekä *Arkhimedes*-lehden teemanumerossa 1A/1986 ilmestyneiden Pertti Lindforsin ja Stig Stenholmin kirjoitusten pohjalta. Hän luettelee kahdeksan Herbertin esittelemää "kvanttimaailmaa", joista kaksi (Laurikaisen mielestä kolme) on "kööpenhaminalaisia". "Näitä kahta kööpenhaminalaista maailmaa erottaa toisistaan erilainen näkemys havaitsijan asemasta maailmassa". Kööpenhaminalaisiin Laurikainen haluaa lisätä vielä Paulin irrationaalisen maailman, joka puuttuu Herbertin luettelosta. "Se ei ole yllättävää, koska tämä maailma on CERNin Pauli-komitean huolellisesti vartioima salaisuus".

"Pertti Lindforsin kirjoitus keskittyy invarianssin käsitteen ja yksinkertaisuusprobleeman tietoteoreettiseen merkitykseen. Lindfors on Eino Kailan ihailija, ja hyvin aiheellista on, että Kailan keskeisimpiä ajatuksia tässä yhteydessä korostetaan". "Lindfors ei kuitenkaan näytä tajuavan niitä rajoja, joita empiirisellä tieteellä on ja joihin juuri kvanttiteoria erityisen selvästi viittaa. Lindfors sanookin filosofista näkemystään skientistiseksi, ja tämä sisältää sellaisen tieteellisen itsevarmuuden piirteen, jota en voi hyväksyä".

Stig Stenholmista Laurikainen aluksi toteaa, että tämä on "kirjoittanut teemanumeroon erinomaisen artikkelin (Matematiken som fysikens språk) ja lisäksi esittelyn kirjastani *Atomien tuolla puolen*" (*Arkhimedes* 1A/1986 s.A101-A104). "Tässä käsitellyn problematiikan kannalta Stenholmin artikkelit ovat täyttä asiaa. Sanoisin, että hän on päässyt sille vedenjakajalle, joka erottaa skientismin ja kriittisemmän käsityksen tieteestä". Edempänä Laurikainen toteaa: "Stenholmin kirjoitus osoittaa, että hän itse asiassa tajuaa skientistisen filosofian heikkouden, mutta ei uskalla irtautua siitä". "Tällaisten skientististen vääristymien vuoksi myös Stenholmin huomautukset uusimman kirjani luvuista VII-X osuvat pahasti harhaan". Laurikainen torjuu häneen liitetyt ajatukset "irrationaalisista syistä" ja toteaa: "Minusta näyttää, että Stenholmin ikioma "kvanttimaailma" ei ole vielä saanut selvää muotoa. Stenholm kapinoi "irrationaalisuutta" vastaan, koska vallitseva skientismi niin vaatii".

Laurikainen tarkastelee vielä irrationaalisuutta fysiikassa ja vastaväitteitä, joita skientistit ovat esittäneet vaatimalla todisteita irrationaalisten tekijöiden vaikutuksesta. Tämän hän sanoo olevan mahdotonta, koska "irrationaalisten asiain olemassaoloa ei voi rationaalisesti todistaa". "Se että irrationaalinen on todellista, ei ole järjen vaan uskon asia". Lopuksi hän toteaa: "Varoitin vain siitä, että skientistiset periaatteet voivat sulkea näköpiiristä tärkeitä näköaloja".

Kirjassa *Tieteen giljotiini* (s.124-128; *Arkhimedes* 1986/1A s.A16-A26) Laurikainen tarkastelee **todellisuutta mikro- ja makrokosmoksessa**, joita yhdistää Bohrin *korrespondenssiperiaate*, joka sisältää vaatimuksen, että mikrofysiikan teoria on rakennettava niin, että se rajatapauksenaan sisältää makrofysiikan. "Tämä periaate on ohjannut kvanttiteorian rakentamista hyödylliseksi osoittautuneella tavalla". "Kun filosofit nykyisin korostavat sitä, että eri kieliä ei sovi sekoittaa keskenään, ovat monet fyysikotkin alkaneet pitää korrespondenssiperiaatetta jotenkin hämäränä, sehän sekoittaa makrofysiikaalisen ja kvanttimekaniikan kielen". "Fysiikan yhtenäisyyden kannalta korrespondenssiperiaate on tärkeä tai suorastaan välttämätön. Voidaan sanoa, että kvanttiteoria on sekä mikro- että makrofysiikkaan soveltuva uusi perusteoria, mutta makrofysiikaalisten kappaleiden tapauksessa se voidaan korvata yksinkertaisemmalla makrofysiikaalisella teorialla". "Jos kysytään kumpi maailma on todellinen, meidän aistiemme tavoittama makromaailma vai atomien mikromaailma, on fyysikon vastaus: *atomien maailma on lähempänä todellisuutta*".

Korrespondessiperiaatteesta on myös kirjoissa *Fysiikka ja usko* s.127-129, 156, *Filosofiaa fysiikon silmin* s.95-98 ja *Kantista kvanttiin* s.77-79.

Kirjassa *Tieteen giljotiini* (s.134) Laurikainen kertoo, että "kööpenhaminalaisessa tulkinnassa luovuttiin aluksi koko todellisuuskäsityksestä, mikä merkitsi tietynlaista positivismia. Sen sijaan että Einstein halusi asettaa todellisuuskäsitykselle tiettyjä vaatimuksia, 'kööpenhaminalainen filosofia' edellytti todellisuuskäsityksen mukauttamista empiirisiin tosiasioihin. Tämä ei merkinnyt ajatusta, että todellisuus on tajunnan luoma, vaan päinvastoin ennakkoluulotonta 'vuoropuhelua luonnon kanssa'. Tällöin päädyttiin komplementaarisen todellisuuden ideaan". "Bohr, joka kammoksui metafysiikkaa, kieltäytyi puhumasta ollenkaan todellisuuden käsitteestä" (*Tieteellä on rajansa* s.29). Bohr ei voinut ymmärtää, mitä todellisuus tarkoitti. On sanottu, ettei hän koskaan käyttänyt kirjoituksissaan sanaa todellisuus. Sitä Laurikainen ei oikein voinut hyväksyä: "En voi sulkea pois ontologiaa eli kysymystä todellisuuden perusluonteesta, vaan pohdin nimenomaan sitä" (*Uusi Suomi* 24.1.1982 s.20-21; *Arkhimedes* 1994 s.146-153). "Totta kai uskon, että objektiivinen todellisuus on olemassa"(*Helsingin Sanomat* 18.6.1994 s.D3).

Jouluna 24.12.1983 oli *Uudessa Suomessa* (s.22-23) Laurikaisen laaja katsaus "Mystiikka on osa todellisuutta". Siinä hän toteaa, että kvanttifysiikan uranuurtaja Wolfgang Pauli kritisoi länsimaisen kulttuurin tiedollista perinnettä. Pauli katsoi atomiteorian opettavan, ettei ole olemassa havaitsijan tajunnasta riippumatonta objektiivista todellisuutta, vaan hengeksi sanottu vaikuttaa aineellisiksi sanottuihin tapahtumiin. Atomi-ilmiöistä ei voi saada tietoa vaikuttamatta systeemiin, jota tutkitaan. Pauli näki kvanttiteorian filosofiset seuraukset selkeämmin kuin Bohr ja hallitsi teoreettisen fysiikan täydellisesti. Hän oli mystikko. Pauli päätyi uuteen käsitykseen aineen ja hengen suhteista: "Henki" vaikuttaa "aineeseen". Havaitsijan tajunnan ja havaitun "aineellisen" objektin välillä on vuorovaikutus. Uudenaikainen tiede on lähtenyt objektiivisesta todellisuudesta, joka on riippumaton siitä havaitaan-ko tuota maailmaa vai ei. Paulin mukaan atomiteoria opettaa, että kuva objektiivisesta ulkomaailmasta, joka on riippumaton tajunnasta ei ole oikea. Havaitsija on myös osallistuja, joka vaikuttaa siihen, mitä tapahtuu. Psykofyysistä ongelmaa (kysymystä aineen ja hengen suhteesta) Pauli piti aikamme keskeisenä ongelmana. Jo *Helsingin sanomissa* 6.7.1980 s.18 oli Laurikaisen kannanotto: "Fyysikot avaavat ovia mystiikan maailmaan".

Born, Heisenberg ja Pauli olivat sitä mieltä, että kartesiolaisesta dualismista on pakko luopua ja sen asemasta tarvitaan komplementaarisuuden

käsitettä, kun kuvaillaan suhdetta 'hengen' ja 'aineen' välillä (*Todellisuus ja kuvajainen* s.17; *Tieteellä on rajansa* s.14, 30,35). "Paulille kvanttimekaniikan komplementaarisuus antoi mallin psykofyysisen ongelman ratkaisemiseksi. Hän ajatteli, että fyysiset ja psyykkiset ilmiöt ovat toisilleen komplementaarisia samaan tapaan kuin aaltokuva ja hiukkaskuva atomiteoriassa". Yhdessä C.G. Jungin kanssa Pauli päätyi ajatukseen *abstraktista yhdestä maailmasta, unus mundus*, joka on psykofyysinen (*Atomien viesti* s.169, 173, 176; *Tieteellä on rajansa* s.30-32, 81-89; *Arkhimedes* 1994 s.146-153; *Kanava* 1997 s.217-220). Tämä näkökulma, jossa Descartes'in 'aine' ja 'henki' ovat olemassa vain kokonaisuutena, hylkää sekä materialismin että idealismin.

Samassa yhteydessä (*Tieteellä on rajansa* s.30-31) Laurikainen toteaa: **"Psykofyysisestä todellisuudesta voidaan myös käyttää nimeä *henkinen*, jolloin tämä 'henkinen todellisuus' koetaan fyysisinä ja psyykkisinä ilmiöinä.** Tällainen termin 'henkinen' käyttö vastaa eräitä vanhoja käsityksiä ja puhetapoja, joiden mukaan ihmisen olemukseen kuuluu kolme perusainesta: ruumis, sielu ja henki, missä henki on ihmisen perusolemus". Sivulla 86 hän toteaa: "Haluaisin nimittää tätä transsendentistä todellisuutta – 'itse todellisuutta' – *henkiseksi*". Rationaalisten piirteiden lisäksi todellisuuteen kuuluu irrationaalisuutta, jota ei voi tavoittaa tieteellisin menetelmin (s.25). "Psykofyysinen todellisuus on rationaalisen kuvailun saavuttamattomissa – transsendenttinen – sen kuvaileminen on mahdollista vain vertauksia ja analogioita käyttäen", se on symbolinen (s.31).

Samoin kirjassa *Atomien viesti* s.176 hän sanoo: "Tuota abstraktia (psykofyysistä) todellisuutta, jota emme sellaisenaan voi kokea vaan jonka koemme vain sen fyysisinä ja psyykkisinä projektioina, haluaisin nimittää henkiseksi. Tämäntapainen terminologia on historian kuluessa usein ollut käytössä, vaikka ei tietenkään juuri komplementaarisuuteen liittyen. Tämän mukaan itse todellisuus on henkistä, mutta emme koe sitä sellaisenaan vaan se ilmenee inhimillisissä kokemuksissa joko fyysisinä tai psyykkisinä ilmiöinä, sen mukaan, miten kokemuksiamme tarkastelemme. Psykofyysistä todellisuutta sinänsä emme pysty tajuamaan (kuva s.158)". Samanlainen kannanotto on *Yliopisto*-lehdessä 22/1993 s.35 "Olemassaolon henkisyydestä" ja *Kanava* 1997 s.217-220 "Aineen ja psyyken ykseys". Jo kirjassa *Atomien tuolla puolen* s.76 hän totesi: "Maailmankuvassa, joka perustuu tilastolliselle kausaliteetille, 'irrationaalista ainesta' voidaan pitää 'henkisenä'".

Kirjassa *Tieteen giljotiini* (s.71-72) hän selvittää asiaa seuraavasti: **"On lähinnä uskon ja intuitiivisen näkemyksen alueelle kuuluva asia, sa-**

**notaanko todellisuuden perusolemusta 'aineelliseksi' vai 'henkiseksi'.** *Pyrkimyksen suunnan* kannalta näissä näkemyksissä on kuitenkin fundamentaalinen ero. Materialismissa kohdistetaan ensisijainen huomio niihin havaittaviin ilmiöihin, joita sanomme tavallisessa puheessa 'aineellisiksi'. Luonnontiede on uudella ajalla tehnyt juuri näin. Jos nyt sen sijaan sanomme todellisuuden perusolemusta 'henkiseksi', painotetaan voimakkaasti niitä ilmiöitä, jotka liittyvät tajuntaan ja ihmisen sielunelämään. Ero on ensisijaisesti uskon aluetta, ei tieteellistä maailmankuvaa koskeva asia. Materialismi johtaa, niin kuin on nähty, ateismiin. Todellisuuden henkinen korostaminen sen sijaan johtaa luonnollisella tavalla uskonnolliseen maailmankatsomukseen". "Olen taipuvainen eräänlaiseen panpsykismiin" (*Atomien viesti* s.115; *Yliopisto* 17/1993 s.33). Komplementaarisen psykofyysisen todellisuuden käsityksestä seuraa, että todellisuuteen kuuluu henkinen aines. "Todellisuuden henkinen komponentti on mukana kaikessa, mikä tapahtuu" (*Fyysikon tie* s.235-6).

Keväällä 1993 4.2.-18.3. Helsingin yliopistolla oli studia generalia-luentosarja "Maailmankaikkeus, ristiriidat ja tiede". Laurikainen sai siinä 25.3. ylimääräisen puheenvuoron, jonka aiheena oli "Atomit ja henkinen todellisuus". Siinä hän kritisoi "oikeaoppista" tiedettä ja professori Stig Stenholmia, joka esitelmässään 25.2. ("Atomimaailman oliot – todellisuutta vai kuvittelua?") oli vakuuttanut, että "atomit ovat todella olemassa kuten ympärilämmme olevat esineet tai kuu". Hän vetoaa kööpenhaminalaiseen tulkintaan ja väittää, ettei uusi havaintotekniikka osoita atomien "olevan olemassa" samassa mielessä kuin pöydät ja tuolit (*Tiedepolitiikka* 3/1993 s.17-22 "Atomit ja henkinen todellisuus"; *Yliopisto* 15/1993 s.29 "Tiede ja epätiede"; 17/1993 s.33 "Atomien hengestä ja viisaudesta"). Radioesitelmässään syksyllä 1966 Laurikainen itse oli todennut: "Nykyaikainen fyysikko katsoo tietävänsä varmasti jotain atomeista ja niiden ytimistä. Ne ovat hänelle yhtä todellisia kuin tuoli, jolla hän istuu, ja pöytä, jolla hän kirjoittaa" (*Nykyfysiikan ongelmia* s.46).

Puheenvuorossaan "Olemassaolon henkisyydestä" (*Yliopisto* 22/1993 s.35) hän toteaa: "Atomiteoria ohjaa meitä todellisuuskäsitykseen, jossa psyykinen ja fyysinen ovat toisiaan täydentäviä aspekteja. Käytän tällaista todellisuudesta nimeä henkinen. Se on ihmisajattelun tavoittamattomissa (transsendenttinen). Tässä uskonnon ja tieteen raja hämärtyy".

Kirjoituksessa "Tieteen mahdollisuus ja sen rajat" (*Arkhimedes* 1986/1A; *Tieteen giljotiini* s.113-130) Laurikainen toteaa: "Kaikki kvanttimekaniikan perusteiden tutkijat eivät toki hyväksy hengen mukaantuloa tieteelliseen

maailmankuvaan (s.118). Ei itse Niels Bohrkaan”. ”Bohr torjui jatkuvasti ajatuksen, että komplementaarisuus avaisi teitä mystiikkaan, ’joka on tieteen luonteelle täysin vieras’” ( s.121, 146; *Fysiikka ja usko* s.206-208; *Tieteellä on rajansa* s.3). Pauli piti psykofyysistä ongelmaa aikamme tärkeimpänä probleemana (*Kanava* 1985 s.340; *Atomien viesti* s.33). Paulin mukaan on olemassa psykofyysinen kosminen järjestys (*Atomien viesti* s.175; *Tieteellä on rajansa* s.31-32, 85; *Kanava* 1997 s.217-220). *Arkhimedes-lehdessä* 1994 s.146-153 oli Laurikaisen symposioesitelmään perustuva kirjoitus ”Kvanttimekaniikka ja psykofyysinen ongelma” ja *Kanavassa* 1985 s.340-347 Baden-Badenissa pidetty esitelmä ”Henki ja aine, Wolfgang Paulin ajatuksia psykofyysisestä ongelmasta” (psykofyysinen ongelma = kysymys aineen ja hengen suhteesta).

Kvanttimekaniikan tilastollisen kausaliteetin mukaan yksittäisissä tapahtumissa esiintyy aina eri mahdollisuuksien välillä *vapaita valintoja*. Näissä ’valinnoissa’ ilmenee sellainen todellisuuden piirre, jonka deterministinen kausaliteetti sulkee pois. Tuloksena on *avoin maailmankuva*, johon liittyy vapaus (*Luomisusko tänään* s.183: *Fyysikon tie* s.206, 214). *Maailmankaikkeutta ei ole syytä verrata kellokoneistoon* – niin kuin 1600-luvulta alkaen on tehty – *vaan organismiin, jolla on kyky mukautumiseen ja valintoihin*. Tämä on se perusopetus, jonka atomit ovat antaneet. *Se vie materialismilta pohjan*”( *Atomien viesti* s.52). Kirjassa *Todellisuus ja kuvajainen* s.171 hän toteaa, että fyysisiä ja psyykkisiä ominaisuuksia sisältävä maailma ”*koetaan organismina eikä koneena*. Tai sanoisin: me koemme todellisuuden persoonana”. ”Luonto opettaa meille mikrofysiikassa, että **maailmankaikkeus ei ole kone vaan jatkuvan luomisen näyttämö**” ( *Tieteellä on rajansa* s.41). ”Todellisuuskäsitys, jota olen kirjoissani koettanut valaista: on luovuttava ajatuksesta, että maailmankaikkeus on deterministinen ’kone’. Tapahtumiin sisältyy aina ’vapautta’ ja ’valintoja’. Tämä piirre kuuluu atomeille ja ns. kuolleeseen luontoonkin. On päästävä irti determinismiin rakentuvasta todellisuuskäsityksestä – yleisesti, kaikilla tieteenaloilla”( *Kotimaa* 29.11.1988 s.6). ”Paulin mukaan uusplatonismin maailmansielu *Anima mundi* on tilastollisten lakien myötä palaamassa maailmankuvaan” ( *Luonto puhuu luojastaan* s.73, 94; *Atomien tuolla puolen* s.62, 74; *Kotimaa* 12.10.1982 s.5). Juuri ’irrationaalisuus’ on todellisuuden luova aines. Todellisuuden irrationaalisuuden varsinainen luonne on vapaa luominen ( *Todellisuus ja kuvajainen* s.28, 172; *Tieteellä on rajansa* s.37). Pauli piti yksittäistapahtumiin sisältyvää ’vapautta’ kvanttimekaniikan tärkeimpänä filosofisena opetuksena ( *Tieteellä on rajansa* s.27).

Tilastollinen kausaliteetti on tuonut ratkaisun myös **tahdonvapauden ongelmaan**: Miten ihmisen vapaa tahto on ymmärrettävissä, jos maailma on deterministinen kone? ”*Jos nyt determinismi on poistunut kuvasta, koko ongelma on nähtävä uudessa valossa. Itse asiassa ongelma poistuu kokonaan!*” (*Atomien viesti* s.112). ”*Sielu mahtuu taas luonnontieteelliseen maailmankuvaan*” (s.111). Tilastolliseen kausaliteettiin liittyvä vapaa tahto johtaa avoimeen maailmankuvaan, jossa on tieteen rinnalla tilaa teleologisuutta edustavalle uskonnolle (*Luomisusko tänään* s.183; *Fyysikon tie* s.206, 214). Tahdonvapautta Laurikainen on käsitellyt kirjoissa *Luomisusko tänään* s.197-198, *Fyysikon tie* s.202-204, 208-209, *Luonto puhuu luojastaan* s.72-75, *Atomien tuolla puolen* s.41-45, *Filosofiaa fyysikon silmin* s.37-39, 130-133, *Kantista kvanttiin* s.25-27, 96-99, *Atomien viesti* s.108-115 ja *Tieteellä on rajansa* s.74-75. Joensuun kansainvälisestä symposiosta tammikuussa 1988 käydystä keskustelusta Laurikainen kertoi, että ”korostaessani atomifysikaalisten ilmiöiden yhteydessä ’vapautta’ ja ’valintoja’ akateemikko v. Wright huomautti, ettei niistä pitäisi puhua luonnon yhteydessä, kun ne ovat sielunelämään liittyviä asioita” (*Uusi Suomi* 8.5.1989 s.18).

**Uusi tiedekäsitys:** Pauli korosti sitä, että on pyrittävä *uuteen todellisuuskäsitykseen*, joka on yhteensopiva atomifysiikan kanssa (*Todellisuus ja kuvaajainen* s.18-19; *Atomien viesti* s.34). ”Paulin mukaan realismi edellyttää mikrofysiikassa luopumisen ajatuksesta, että teoria voi kuvailla itse todellisuutta. Tämä on vallankumouksellinen ajatus, joka johtaa uuteen tiedekäsitykseen”. *Tilastollisen kausaliteetin ajatus edellyttää, että todellisuudessa on sekä rationaalisia että irrationaalisia piirteitä, mutta tieteen täytyy olla rationaalista. Tämä ei merkitse, että voimme edellyttää, että kaikkea todellisuudessa voidaan hallita rationaalisilla (tieteellisillä) menetelmillä.* Todellisuudessa on piirteitä, joita tiede ei pysty kuvaamaan. Emme voi tavoittaa riippumatonta todellisuutta rationaalisin menetelmin, mutta tästä huolimatta meidän täytyy uskoa sen olemassaoloon. Meidän on myönnettävä, että todellisuus on transsendenttinen (*Tieteellä on rajansa* s.74-75) ja pyrittävä muuttamaan käsitystämme todellisuudesta siten, että emme edellytä tieteellisten menetelmien tavoittavan koko todellisuutta (*Luonto puhuu luojastaan* s.68). ”On harhakuvitelma, että empiirinen tiede voi ratkaista kaikki todellisuutta koskevat kysymykset” (*Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23).

Kirjassa *Fyysikon tie* s.206-207 Laurikainen toteaa: Jos todellisuuteen katsotaan kuuluvan elementin, jota olen nimittänyt vapaaksi tahdoksi ”tämä johtaa avoimeen tieteelliseen maailmankuvaan, jonka rinnalla teleologiaa edustava uskonto voi jatkuvasti elää”. Todettuaan, ettei enää usko tieteelli-

seen maailmankatsomukseen hän jatkaa: "Maailmaan kuuluu paljon sellaista, jota ei voi kuvailla tyhjentyvästi kausaalisuhteilla. *Sen vuoksi tieteellisen maailmankuvan tulee olla avoin ja sen rinnalla tarvitaan uskoa tapahtumisen tarkoituksenmukaisuuteen*. Muuten emme jaksa elää. On hyvä, että tilastollinen kausaliteetti auttaa ymmärtämään todellisuuden perusrakenteen tällaisena" (myös *Luomisusko tänään* s.183). Sivulla 233 hän toteaa: "Kvanttimekaniikan tulkintaongelma johtaa – niin minä asian näen – uuteen tieteen ideaaliin, joka ei ole niin vaateliias kuin empiirisissä tieteissä on totuttu ajattelemaan".

Kööpenhaminalainen tulkinta – sellaisena kuin Pauli sitä edustaa – edellyttää uutta todellisuuskäsitystä, jossa "ulkomaailma" ja "sisäinen maailma" ovat saman todellisuuden komplementaarisia aineksia. Tieteisusko perustuu "ulkoisen maailman" ylikorostukseen (*Uusi Suomi* 8.5.1989 s.18). "Paulin näkemys oli, että tieteen suunta on saatava muuttumaan siten, että todellisuuden henkinen aines tulee otetuksi huomioon, jolloin psykofyysinen ongelma muodostuu etsittävän uuden tieteen lähtökohdaksi" (*Arkhimedes* 1992 s.306 "Kvanttimystiikkaako vai uusi näkökulma tieteeeseen?"). "Paulille yksittäistapahtumien irrationaalisuus oli avaus uuteen tieteelliseen maailmankuvaan. Tämän vuoksi hän torjui Einsteinin uskon siihen, että maailman perusrakenne on matemaattinen" (*Arkhimedes* 1993 s.187-189 "Fysiikka ja pragmaattinen tieteisusko"). Tieteen mahdollisuuksia ja rajoja Laurikainen on tarkastellut *Arkhimedes*-lehden teemanumerossa 1A/1986 s.A16-A26 (myös kirjassa *Tieteen giljotiini* s.113-130).

*Positivismia* Laurikainen on käsitellyt kirjoissaan *Atomistiikan aatemaailma* s.198-203; *Fysiikka ja usko* s.170-174, 214; *Luomisusko tänään* s.144-153; *Atomien tuolla puolen* s.24-28; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.14-19 ja *Kantista kvanttiin* s.4-10). Ensimmäisen positivistisen filosofian järjestelmän kehitti ranskalainen Auguste Comte (1798-1857). Tieteiden hierarkiaa koskevalla opillaan hän tähdensi tieteen ykseyttä ja totesi, että tieteen korkeimman, positivistisen vaiheen aikana, joka seuraa teologista ja metafyyssistä vaihetta, tieto perustuu ilmiöiden suhteen ja niitä koskevien lakien empiirisesti havaittavaan tuntemukseen. Positivismin edustajat ovat torjuneet metafysiikan ja uskonnon epäselvinä käsitejärjestelminä.

Wolfgang Paulin kummisetä Ernst Mach (1838-1916) edusti empiriokriittismin nimellä tunnettua kriittistä positivismia. Machin perinnettä jatkoi 1920-luvulla Wienin piiri, joka pani alulle ns. uuspositivismin eli loogisen empirismin ajatussuunnan. Sen toi Suomeen Eino Kaila, jonka luennot loogisesta empirismistä tekivät Kalervo Laurikaiseen syvän vaikutuksen. Myö-

hemmin hän tuli toisiin ajatuksiin ja sanoutui irti positivismista (*Todellisuus ja elämä* s.19; *Atomistiikan aatemaailma* s.217; Kansan Uutiset 12.11.1980 s.8). ”Filosofia, joka erityisesti vaikutti fyysikkojen ajatteluun 1900-luvun alussa, jolloin modernin fysiikan perusteoriat syntyivät, oli *positivismi*” (*Fyysikon tie* s.129-130). Einstein ja Pauli olivat nuorina positivistejä, mutta päätyivät realismiin (*Filosofiaa fyysikon silmin* s.18-19; *Kantista kvanttiin* s.7, 10; *Atomien tuolla puolen* s.24-32; *Fyysikon tie* s.129, 138-142).

**Realismista** Laurikainen puhuu vasta 1980-90 luvuilla. Kirjoituksessaan ”Kvanttimekaniikka ja todellisuuskäsitys” (1981) hän määrittelee: ”*Realismi* – Käsitys, jonka mukaan ulkomaailma on riippumaton tajunnasta. Sen vastakohta on *idealismi*. Materialismi rakentuu realismin pohjalle”. Hän toteaa, että ”yleensä luonnontieteilijät ovat *realisteja*: he edellyttävät, että on olemassa objektiivinen ulkomaailma, joka on riippumaton havaitsijan tajunnasta. . . Fyysikkojen filosofiset ennakoasenteet koskevat yleensä *suhtautumista realismiin ja positivismiin*” Hän puhuu kirjoituksessa myös Einsteinin realismista (*Matemaattisten aineiden aikakauskirja* 1981 s.349-359; *Fyysikon tie* s.129-146). Kirjassa *Luomisusko tänään* (1982 s.202) hän määrittelee realismin samoin.

Kirjassa *Luonto puhuu luojastaan* (1983 s.110-118; myös *Arkhimedes* 1984 s.42-50) on luku ”Onko todellisuus riippumaton tajunnasta? **Kokeet osoittavat Einsteinin realismin mahdottomaksi**”. Siinä hän johdannossa toteaa: ”kysymyksenasettelu, joka koskee filosofisen realismin mahdollisuutta on nyt saamassa selvän ratkaisun”. Hän tuo esiin Einsteinin ja Bohrin erilaiset näkemykset ja toteaa: ”Eräät uudet koetulokset osoittavat nyt vakuuttavasti, että Einsteinin tavoittelema maailmankuva ei ole mahdollinen”. Hän tarkastelee Einsteinin realismia ja ”Kööpenhaminalaista filosofiaa” ja toteaa: ”Näyttää siltä, että realismi siinä mielessä, jossa filosofit sitä yleensä käyttävät, ei sovellu atomien maailmaan” (s.112). Tarkasteltuaan piilomuuttujateorioita, Bellin epäyhtälöä ja EPR-kokeita hän päätyy toteamaan: ”Kvanttimekaniikka ja sen kööpenhaminalainen tulkinta ovat hyvin kestäneet nämä kokeet. . . Lokaalinen realismi ei näytä mikrofysiikassa olevan mahdollinen” (s.116).

Kirjoituksessaan ”Mystiikka on osa todellisuutta” (*Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23) Laurikainen toteaa: ”**Pauli katsoi atomiteorian osoittavan, ettei ole olemassa havaitsijasta riippumatonta objektiivista todellisuutta, vaan hengeksi sanottu vaikuttaa aineelliseksi sanottuihin tapahtumiin**”. Kirjassa *Atomien tuolla puolen* s.29-32 hän puhuu Wolfgang Paulin realismista.

Kirjoituksessa "Tieteen mahdollisuus ja sen rajat" (*Arkhimedes* 1986/1A s.A16-A26; *Tieteen giljotiini* s.113-130) hän toteaa, että Bohr pyrki ymmärtämään todellisuutta ja piti selvänä, että atomaariset järjestelmät "ovat todella olemassa". "Tässä mielessä kaikki kööpenhaminalaisen koulun tärkeimmät edustajat olivat realisteja. Bohrin käsityksissä tapahtui kuitenkin muutoksia, mitä Pauli ei voinut hyväksyä. Korostaessaan tieteen objektiivisuutta Bohr päätyi *syрjässä olevan havaitsijan ajatukseen*. Pauli piti johdonmukaisesti kiinni ajatuksesta, jonka Bohr oli lausunut muodossa: "Me emme ole maailman suuressa näytelmässä vain katselijoita vaan samalla näyttelijöitä". (s.118-119). Muissa yhteyksissä Laurikainen on todennut, että Bohr vältti puhumista fysikaalisesta todellisuuden käsitteestä" (esim. *Tieteellä on rajansa* s.29).

Kannanotossaan "Itsenäistä luonnonfilosofiaa tarvitaan" (*Yliopisto* 21/1988 s. 26-27) hän mainitsee Wolfgang Paulin uuden näkökulman "aineellisen" ulkomaailman suhteessa sielulliseen ja havaitsijan sisäiseen maailmaan. Joensuun 1987 kansainvälisen symposion johdosta käydyin keskustelun osalta Laurikainen totesi, että Paulille todellisuuden irrationaalisuus on ilmaus siitä, että inhimillinen tieto on aina ihmispsykyen ominaisuuksien värittämää, empiirinen todellisuus sisältää aina psyykkisiä piirteitä. Niinluoto ei voi pitää todellisuuden irrationaalisuutta todellisena ennen kuin se on pätevin argumentein osoitettu. **von Wrightin mukaan ei ole oikein liittää ulkomaailmaan psyykkisiä ominaisuuksia** (*Dimensio* 1988/7 s.54). Niinikään Joensuun symposiosta käytyyn keskusteluun liittyen Laurikainen totesi, että "kööpenhaminalainen tulkinta – sellaisena kuin Pauli sitä edustaa – edellyttää uutta todellisuuskäsitystä, jossa 'ulkomaailma' ja 'sisäinen maailma' ovat saman todellisuuden komplementaarisia aineksia. Tieteisusko perustuu 'ulkoisen maailman' ylikorostukseen. . . Empiirisessä menetelmässä on totuttu jättämään huomioon ottamatta 'se joka tietää'" (*Uusi Suomi* 8.5.1989 s.18).

Kirjassa *Filosofiaa fyysikon silmin* (1991, s.20-22; *Kantista kvanttiin* 1994, s.10-12) Laurikainen määrittelee: "Filosofiassa *realismilla* tarkoitetaan nykyisin käsitystä, jonka mukaan maailman muodostavat "reaaliset elementit", jotka ovat olemassa riippumatta mistään havaitsijasta ja hänen tietoisuudestaan. Edellytetään siis, että "ulkoinen maailma", jonka aistit meille paljastavat, on olemassa objektiivisessa mielessä, riippumatta siitä, havaitaanko sitä vai ei".

"Realismin käsitettä on pyritty täsmentämään eri tavoin, ja sen vuoksi voidaan puhua realismin eri lajeista. Tällaisiin erittelyihin ei tässä mennä.

On joka tapauksessa todettava, että realismi on nykyisin hyvin voimakas filosofinen ajatussuunta. Materialismia voidaan pitää sen eräänä muotona.

Kirjoituksessa "Materialismin varjossa" (*Yliopisto* 4/1993 s.18-19) Laurikainen toteaa: "Atomien maailmaa ei voi ymmärtää ottamatta huomioon henkeä, sielua tai tietoisuutta". "Tieto edellyttää sitä, joka tietää. Atomitutkimus opettaa, että aineen rinnalla todellisuuteen kuuluu tietoisuus. Se on mukana kaikissa havainnoissa ja tulkinnoissa, mutta kvanttifysiikan mukaan sen täytyy olla olemassa yleisemmässäkin mielessä".

Kirjoituksessa "Atomit ja henkinen todellisuus" (*Tiedepolitiikka* 3/1993 s. 17-22) Laurikainen toteaa: "Kvanttimekaniikan kööpenhaminalainen tulkinta (Bohr 1927) on käytännössä yleisesti hyväksytty, mutta johtaa ongelmiin atomimaailman todellisuuden suhteen. Kritiikki voimistui 2. maailmansodan jälkeen realistisen filosofian saadessa kannatusta ja Paulin ja Bohrin kuoltua". Hän viittaa prof. Stig Stenholmiin, joka studia generalia-esitelmässään oli todennut, että atomit "ovat todella olemassa" ja kysyy, mitä tuo "todella on olemassa" merkitsee. Hän väittää, ettei uusi havaintotekniikka osoita, että atomit ovat olemassa samassa mielessä kuin pöydät ja tuolit. "Tutkittuani yrityksiä realismin pelastamiseksi olen tullut täysin vakuuttuneeksi siitä, että vain kööpenhaminalainen tulkinta kuvaa asianmukaisella tavalla niitä ongelmia, joihin 1920-luvulla törmättiin". **"Puhe havainnoista riippumattomasta todellisuudesta on uskomainen asia"**. "Fyysikon on mahdotonta luopua uskostaan 'todellisuuteen'". "Realismi on fyysikon perususkko, jota eksaktien menetelmien tulokset vahvistavat".

Kirjoituksessa "Fysiikka ja pragmaattinen tieteisusko" (*Arkhimedes* 1993/2 s.187-189) Laurikainen toteaa: "Paulille irrationaalisuus oli avaus uuteen tieteelliseen maailmankuvaan. Sen vuoksi hän torjui Einsteinin uskon siihen, että maailman perusrakenne on matemaattinen. Nykyiset kosmologiset teoriat edellyttävät, että on olemassa havainnoista riippumaton todellisuus. Tämän (Einsteinin) uskon atomitutkimus on osoittanut kestäväksi. Siitä huolimatta tämä 'tieteisusko' vallitsee fyysikkojen ajattelua. Kaikki se, minkä havainnoista saamme selville on tulos psyyken toiminnasta".

Kirjoituksessa "Kvanttimekaniikka ja psykofyysinen ongelma" (*Arkhimedes* 1994/2 s.146-153) ensimmäinen osa on otsikoitu "Onko havaitsija syrjässä oleva tarkkailija?" Siinä hän viittaa Bohrin ja Paulin erimielisyyteen 1950-luvulla, missä Pauli päätyi käsitykseen havaitun objektin ja havaitsijan tietoisuuden välisestä vuorovaikutuksesta. Riippumattomasta todellisuudesta hän toteaa Einsteinin sanoneen, että se on luonnontutkimukselle aksioo-

ma, jota ei voida todistaa oikeaksi, mutta joka yksinkertaisesti asetetaan tutkimuksen lähtökohdaksi. Tässä mielessä riippumattoman todellisuuden olemassaoloon uskoivat Bohr, Born, Heisenberg ja Pauli. Samaa korostaa d'Espagnat (1993). Kaikille heille oli ominaista *avoimen realismin* mukainen asenne: todellisuudesta ei saa olettaa mitään muuta kuin mitä kokeellisesti voidaan osoittaa. Varovaisin oli Bohr, joka torjui psyykkisten asioiden huomioinnin ottamisen. Pauli päätyi ajatukseen psykofyysisestä todellisuudesta: empiirinen todellisuus on pakosta psykofyysinen, koska se on ihmispsyken hahmottama.

*Helsingin Sanomissa* 18.6.1994 s.D3 oli Risto Vartevan kuvaus päättyneestä nelipäiväisestä kvanttifysiikkojen kansainvälisestä kokouksesta ja Laurikaisen haastattelu. Laurikainen totesi mm.: ”Kvanttimekaniikan kuva ei ole kuva itse todellisuudesta. Nykyajan fyysikoilla on luja luottamus siihen, että on olemassa objektiivinen todellisuus, jota voidaan kuvailla matemaattisesti. Olen alkanut suhtautua siihen yhä kriittisemmin”. . . ”Useimmat fyysikot unohtavat psyyken. **Totta kai uskon, että objektiivinen todellisuus on olemassa.** Kvanttimekaniikka osoittaa, että on myös jotain, joka ei alistu matematiikkaan. Jos psyyken osuus leikataan pois kuvailu jää puolitiehen”.

*Yliopisto-lehdessä* 3/1995 s.33-34 oli Laurikaisen kirjoitus ”Tieteellisen maailmankatsomuksen harha”, jossa hän toteaa lähes 20 vuoden ajan syntyneensä atomifysiikan ongelmiin. ”Päädyn pakosta todellisuuskäsitykseen, jossa fyysiseen ainekseen sekoittuu erottamattomasti psyykkinen aines. Tämä alkoi selvitä kvanttimekaniikan luojille 1950-luvulla. . . **En voi hyväksyä ajatusta, että on olemassa havainnoista riippumaton todellisuus**”.

Vuosina 1995-96 Laurikainen keskusteli erityisesti FL Sami Pihlströmin kanssa realismista ja laati siihen liittyen kirjoituksen ”Realismin kriisi päähänänkuoressa”. Se on julkaistu *Arkhimedes-lehdessä* 1/1996 s.21-25. Hän lähtee liikkeelle sähkömagneettisen säteilyn kvanteista, jotka otettiin käyttöön 1900-luvun alussa. Säteilyn dualistinen luonne koettiin käsittämättömäksi. Alue laajeni 1920-luvulla myös hiukkassäteilyä koskevaksi. Dualismi osoittautui koko mikrofysiikkaa vallitsevaksi peruspiirteeksi, jonka Bohr formuloi *komplementaarisuusperiaatteen* muotoon. Sen pohjalta syntyi 1920-luvulla kvanttimekaniikka, joka on yhä mikrofysiikan perusteoria.

’Aineaaltoa’ sanotaan *systeemin tilafunktioksi*, jonka avulla hallitaan systeemin tilan kehittyminen *Schrödingerin yhtälöä* käyttäen. Kööpenhaminalaisen tulkinnan mukaan (Born 1926) tilafunktio on tulkittava todennäköisyysfunktiksi, jonka avulla voidaan laskea tilastollisia odotusarvoja. Tästä

päädytään *tilastolliseen kausaliteettiin*, joka ei anna ennusteita yksittäisille mittaustuloksille vaan ainoastaan suurta tilastoa vastaaville odotusarvoille.

Kööpenhaminalaisen tulkinnan mukaan *todennäköisyyslait mikrofysiikassa ovat aitoja*. Useimmat fyysikot yhtyvät tähän katsoen, että determinismi ei tule palaamaan fysiikkaan. Einstein oli eri mieltä ja paljolti hänen arvovaltansa vaikutuksesta kööpenhaminalaista tulkintaa kohtaan on voimistunut kritiikki, jolla *pyritään saattamaan kvanttimekaniikka sopusointuun realismin kanssa*.

Voimme lähteä siitä, että empiiriset seikat vaativat, että tilastollinen kausaliteetti asetetaan mikrofysiikassa deterministisen kausaliteetin tilalle. Tämä merkitsee, että *yksittäisiä tapahtumia ei voida täydellisesti kuvailla*. Bohr lausui asian niin, että kuvailu on puhtaasti *symbolinen*. Todellisuudesta mikrofysiikassa hän ei halunnut ollenkaan puhua. Born ja Heisenberg korostavat sitä, että kvanttimekaniikka kuvailee *vaan meidän tietoaamme mikromaailmasta*. Samansisältöinen on Paulin korostama todellisuuden *irrationaalisuus*. Kuvailutapa on siis – aivan niin kuin Einstein väitti – siinä mielessä epätäydellinen, ettei se voi kuvailla yksittäistapahtumien yksityiskohtia. *Voidaan siis kuvailla vain meidän tietoaamme todellisuudesta*. Emme voi väittää, että kvanttimekaniikka kuvailisi oikein todellisuutta, koska ei voida määritellä, mitä se 'todellisuus', johon teoriaa pitäisi vertailla, tarkoittaa. *Realismi siinä mielessä, jota totuuden korrespondenssiteoria edellyttää, on siis käynyt mahdottomaksi*. Todellisuuteen kuuluu irrationaalisuutta, jota ei voi rationaalisesti kuvailla. Todellisuus on periaatteessa transsendenttinen.

Toteamus 'meidän tiedostamme' merkitsee psyykkisten seikkojen osuutta tulkinnassa: Paulin mukaan havainto merkitsee aina 'vuorovaikutusta' ulkomaailman objektin ja havaitsijan tietoisuuden kesken. *Kartesiolaisesta dualismista on pakko luopua* (Pauli, Heisenberg). Kvanttimekaaninen ilmiö on aina *jakamaton kokonaisuus*. Vain kööpenhaminalainen tulkinta ottaa johdonmukaisesti huomioon kvanttifysiikan luonteeseen kuuluvat tosiasiat.

*Kanava* 1996 s.308-309 (S. Albert Kiviselle): "Ei atomiteoria tavoita atomien maailmaa, vaan antaa vain symbolisen kuvailun, jonka avulla voidaan esittää todennäköisyysennusteita. Sen vuoksi realismilta putoaa pohja pois, paitsi jos suostumme sisällyttämään todellisuuskäsitykseenme tietoisuuden".

Väitöskirjassaan *Tieteellä on rajansa* Laurikainen kuvaa Bohrin ja Paulin välistä erimielisyyttä havaitsijan asemasta (s.11-14) ja havainnoista riippumattomaa todellisuutta (s.15).

**Materialismista** Laurikainen puhuu lähes kaikissa kirjoissaan ja monissa kirjoituksissa. Laajemmin hän on käsitellyt materialismia kirjoissa *Atomistiikan aatemaailma* s.16, 50, 210-214, *Todellisuus ja elämä* s.87-110, 153-158, 189-224, *Fyysikon tie* s.185-197, 232-238, *Todellisuus ja kuvajainen* s.132-134 ja *Atomien viesti* s.50-53, 170-173.

Materialismin mukaan maailman perusaines on ainetta, materiaa, johon lasketaan mukaan energia sen kaikissa muodoissa. "Materian 'liikunta' on kaiken tapahtumisen perusta, ja siitä ovat syntyneet myös ajattelu ja tietoisuus" (*Luomisusko tänään* s.146). Materialismi on *monistinen* maailmankatsomus. Ajatuksen hengestä materiaan verrattavana aineksena se kieltää (*Todellisuus ja elämä* s.95).

Laurikainen suhtautui materialismiin torjuvasti ja **piti materialismin kritiikkiä tieteellisen työnsä tärkeimpänä tuloksena** (*Atomien viesti* s.50). Hän katsoi, että kvanttimekaniikan uusi todellisuuskäsitys on vienyt materialistiselta maailmankatsomukselta sen tieteellisen pohjan. Jo 1900-luvun alkupuolella puhuttiin siitä miten "atomitutkimus kumoaa materialismin" (*Suomen Kuvalehti* 21/1992 s.45). Ilkka Niiniluoto toteaa, että Laurikaisen mukaan kvanttimekaniikkaan liittyvä tilastollinen kausaliiteetti 'pakottaa' hyväksymään tieteellisessä maailmankuvassa periaatteellisen 'aukon', mikä taas johtaa 'pakosta materialismin kritiikkiin'. Niiniluoto ei hyväksy puhetta kvanttimekaniikan indeterminismiin perustuvasta 'pakosta' arvostella materialismia mikäli Laurikaisella ei ole argumenttia irrationaalisen tekijän olemassaololle ja sitä hänellä ei Niiniluodon mukaan ole (Niiniluoto 1984 s.128-129; vrt. myös *Arkhimedes* 1986 s.149 "irrationaalinen on uskon asia").

Kirjoituksissaan Laurikainen mainitsee materialismin ensi kerran vuonna 1945 artikkelissaan "Untako ja harhaa" missä hän toteaa: "Toisten mukaan todellisuus on perusluonteeltaan henkistä, toiset ovat päätyneet jyrkkään materialismiin" (*Valvoja* s.224-230; *Nykyfysiikan ongelmia* s.77-85; *Fyysikon tie* s.95-105). Vuonna 1949 kirjoituksessaan "Fysikaalinen maailmankuva" (*Arkhimedes* s.40-54) hän toteaa, että René Descartesin (1596-1650) vaikutuksesta syntyi "mekaaninen maailmankuva, jonka pohjalta on versionut materialistinen maailmankatsomusfilosofia". Studia generalia- esitelmässään "Nykyaikaisen fysiikan todellisuuden käsitteestä" Turussa 15.10.1957 (*Suomalainen Suomi* 1958 s.18-26; *Nykyfysiikan ongelmia* s.86-102) hän toteaa klassisen mekaniikan valta-aseman murtumisen, jonka tilalle on tullut abstraktimpi käsitys todellisuudesta. "Galilein ja Newtonin luoma mekaniikka on ollut mm. uudenaikaisen materialismin luonnontieteellisenä perustuksena" (s.19). "Mekaanisen maailmankuvan romahdus on vienyt materia-

listiselta maailmankatsomukselta sen tärkeimmän tuen”. ”Materialismi voidaan kuitenkin käsittää yleisemmin elämänasenteena, joka väheksyy ideain ja henkisen elämän merkitystä ja korostaa aineellisia ja suorastaan taloudellisia näkökohtia. Luonnontieteen edustajat ovat usein taipuvaisia tällaiseen materialismiin ja suhtautuvat varsin yleisesti kylmäkiskoisesti filosofiaan ja varsinkin uskontoon. Tämä metafysiikkaa välttävä perusasenne on nähdäkseni yleistä kaikille fyysikoille. Mutta valitettavaa on, että tästä usein aiheutuu materialistinen elämänasenne” (s.26). (Joensuun Luonnontieteen päivien keskustelussa 24.10.1978 väite siitä, että materialismi olisi saanut paljon vaikutteita klassisesta mekaniikasta kiistettiin *Todellisuus ja elämä* s.87; Kansan Uutiset 12.11.1980).

Kirjassa *Atomistiikan aatemaailma* (1973) Laurikainen toteaa materialismista: ”Demokritoksen atomioppiin ja mekaaniseen maailmankuvaan liittyy *materialistinen maailmankatsomus*: sielunelämän erikoisluonne kieleltään, samoin kaikki yliluonnollinen. Kaikki tapahtuminen on perusluonteeltaan mekanistista, atomien liikettä ja törmäyksiä. Näyttääkin olevan niin, että atomistiikka hyvin helposti yleistyy materialistiseksi maailmankatsomusfilosofiaksi. **On kuitenkin syytä tarkoin erottaa toisistaan atomistinen käsitys luonnontapahtumista ja materialistinen maailmankatsomus.** Ne ovat kaksi täysin eri asiaa” (s.16). ”Samoin kuin Demokritoksella, atomistiikan ja mekaanisen maailmankuvan rinnalla kulki myös 1800-luvulla *materialistinen maailmankatsomus*. Mikään yliluonnollinen ei mahtunut maailmankuvaan, jonka kaikkea tapahtumista vallitsi Newtonin liikeyhtälö” (s.50).

Sivuilla 210-214 hän tarkastelee materialismia yhtenä aikamme ideologiana: ”On silmiinpistävää, että nykyaikaisen luonnontieteen ja varsinkin atomistiikan kantapäillä on kulkenut voimakas materialismin aalto. Antiikin kuuluisin atomisti, Demokritos, oli samalla materialisti, jonka mukaan kaikki luonnontapahtuminen on atomien uudelleen ryhmittymistä ja liikettä. Kaikkea vallitsee Demokritoksen mukaan ehdoton kausaliteetti. Myös sielunelämä on atomien liikettä. Jumalatkin ovat atomeista koostuneita ja kausaliteettien alaisia. Tähän mekanistiseen ja ankarasti deterministiseen maailmankuvaan ei mahdu mitään yliluonnollista”. ”Hyvin samanlainen oli 1700- ja 1800-luvun fysiikkaan liittyvä mekaaninen maailmankuva. Sen pohjalta syntyi myös uudenaikainen, empiiriselle pohjalle rakentuva atomistiikka. Luottamus mekaanisen maailmankuvan toteutumiseen oli fyysikkojen keskuudessa yleinen vielä 1800-luvun lopussa, jolloin tämän ajattelutavan vaikeudet alkoivat kohota näkyviin”. ”1900-luvun kuluessa mekaaninen maailmankuva on osoittautunut fysiikassa kaikilta peruskohdiltaan epätyytyttäväksi: Eette-

ri-ilmiöt on korvattu abstrakteilla kentillä”. ”Newtonin mekaniikka absoluutisine avaruuksineen ja aikoineen sekä massapisteineen on jouduttu hylkäämään. Lopuksi kvanttimekaniikka on järkyttänyt mekanistisen ajattelun ehkä keskeisintä ideaa, kausaalisuuden – ehdottoman lainalaisuuden – käsitettä”(s.211).

”Se materialistinen maailmankatsomus, jota nykyisin julistetaan jopa ’tieteellisen maailmankatsomuksen’ nimellä on saanut voimakkaita vaikutteita luonnontieteistä. Se on lähinnä Marxin ja Engelsin filosofiaan perustuvaa ideologiaa”(s.212). ”Marx ja Engels saivat opiskeluaikanaan voimakkaita vaikutteita Hegeliltä ja hänen koulukunnaltaan” (mm.’dialektinen menetelmä’). He kuitenkin omaksuivat tämän filosofian Feuerbachin edustamassa materialistisessa muodossa” (Juha Mannisen mukaan Hegel oli mekanistisen maailmankuvan suuri arvostelija: *Kansan Uutiset* 4.11.1980 s.8-9). ”On vaikeata ymmärtää, miksi kaikkien kommunistien tulisi olla materialisteja, vaikka Marx ja Engels olivat materialisteja”. ”Tiede on Marxin ja Engelsin jälkeen suuresti muuttunut” ”*Niille jotka ovat saaneet sen käsityksen, että nykyaikainen tiede edellyttää materialistista maailmankatsomusta, haluan joka tapauksessa sanoa: siinä ei ole mitään perää*” (s.213). Mekaaninen maailmankuva on fysiikassa osoittautunut perusteettomaksi. ”Samalla on pettänyt se pohja, jonka materialistit juuri fysiikassa ovat nähneet. **Nykyaikainen fyysikko ei fyysikkona ole materialisti eikä antimaterialisti**”. ”Materialismi merkitsee maailmankatsomuksellista asennetta - se on uskon asia”(s.214).

Kirjassa *Fysiikka ja usko* (1978) on joitakin mainintoja materialismista: ”Sekä Newtonilla että Darwinilla on ollut olennainen vaikutus meidän aikamme materialismin syntyymiseen, sehän pitää ihmisen sielunelämää vain aineellisten ilmiöiden sivutuotteena”(s.19). Newtonin mekaniikasta versoi materialistinen filosofia, jonka pohjana oli mekanistinen ja kovin yksinkertainen näkemys aineen perusrakenteesta. ”Atomitutkimus on osoittanut, että aineen perusrakenne on paljon vaikeatajuisempi”. . . ”Materialismin tieteellinen pohja on murentunut – sikäli kuin siitä koskaan on voitu puhua” (s.192-3). ”Sosialististen maiden materialistinen filosofia on luku sinänsä. Se on kehittänyt tieteen ja uskonnon erottamisen uudeksi dogmatiikaksi, jota sanotaan ”tieteelliseksi ateismiksi”(s.218). ”Deterministiset lait ovat olleet voimakkaimpana tekijänä materialistisen filosofian kehittämisessä ja meidän kulttuurimme maallistumisessa”(s.220). ”Filosofiseen keskusteluun biologit ovat yleensä osallistuneet materialismin puolesta”(s.221). ”Koska ’välttämättömyys’ ei enää merkitse determinististä ennustettavuutta, ei ole mitään

syytä ottaa kantaa materialismin puolesta. On valitettava tosiasia, että sosialismiin alkuaan liittyi materialistinen elämänkatsomus”(s.222). ”Monissa maissa materialismia opetetaan nyt uutena dogmatismina. Yhteiskunnassa, joka tunnustaa materialistista dogmatismia, tiedemies voi huomata, että uskonto on hänen ystävänsä eikä vastustajansa”(s.223).

Sunnuntaina 1.10.1978 s.2. oli Helsingin Sanomissa näkyvällä paikalla K.V. Laurikaisen koko sivun kirjoitus ”Uskonto sopii tieteeseen, nykyfysiikasta on vaikea saada tukea dialektiselle materialismille” (Joensuun Luonnontieteen päivillä 23-24.10. pidetyn esitelmän tiivistelmä). Aluksi hän toteaa: ”Nykyajalle tunnusomaisin aatevirtaus on materialismi. Monelle se korvaa uskonnon, monissa maissa se on ’valtionuskonto’. Joka tapauksessa nykyaikaiseen materialismiin sisältyy torjuva asenne uskontoon ja ’tieteellisen maailmankatsomuksen’ asettaminen tilalle. Katsotaan, että luonnontiede tukee materialistista maailmankatsomusta. Tajunta ja ajattelu käsitetään aineellisten tapahtumien tulokseksi”.

Klassisen fysiikan maailmankuvan esitti täsmällisessä muodossa Isaac Newton, lähinnä *Principia*-teoksessaan: 1) Kaikki ilmiöt ovat pohjimmiltaan mekaanisia 2) Liikkeiden kuvaileminen perustuu ajan ja avaruuden käsitteille, jotka ovat absoluuttisia, kaikille ihmisille samaa merkitseviä. Avaruus ja aika ovat jatkuvia. 3) Tapahtumia vallitsee ehdoton lainalaisuus. Periaatteessa kaikki on ennakolta laskettavissa selvittämällä syyt. Kohdan 1) mukaan kaikki ilmiöt ovat materian liikettä. Newton oli kristitty, mekaaninen maailmankuva ei merkinnyt hänelle vieraantumista uskonnosta.

”Lukemani perusteella nykyaikaisen materialismin keskeiset ajatukset ovat” 1) Materia on objektiivinen realiteetti, joka ei ole havaitsevasta subjektista riippuva. 2) Avaruus, aika ja syysuhde (lainalaisuus) ovat aineellisen maailman perusominaisuuksia (eivät ajattelun muotoja kuten Kant oli väittänyt). 3) Materia on todellisuuden ensiarvoinen aines, tajunta ja ajattelu ovat aineellisten prosessien synnyttämiä. 4) Tieto koostuu materian muodostaman todellisuuden heijastumista ihmisen tajunnassa. 5) Kehitystä ohjaa dialektiikka, jossa liikkeelle panevana voimana on ristiriita. Tämä koskee luonnon, yhteiskunnan ja tieteiden kehitystä. Ristiriidat johtavat taistelun kautta uuteen kehitysvaiheeseen ja näin kehitys jatkuu.

Fysiikan kehityksen seurauksena materialismi on irtautunut mekaanisesta luonnon kuvailusta. Syysuhteella on alkuaan tarkoitettu ehdotonta kausa-liteettia, mutta kvanttimekaniikan yhteydessä kausa-liteetin käsitettä on jouduttu muuttamaan. Suhteellisuusteoria ja kvanttimekaniikka kohtasivat aluksi vastustusta Neuvostoliitossa. Kvanttimekaniikka johtaa luopumaan ehdot-

tomasta kausaliteetista. Ehkä yleisemminkin inhimillinen tieto sisältää vain todennäköisyyksiä. Yksityistapauksiin jää 'laskematon tekijä', jota ei pystytä tieteellisin keinoin selvittämään. Ehkä sama pätee kaiken inhimillisen tiedon suhteen. Modernin fysiikan näkökulma näyttää johtavan käsitykseen, että inhimillinen tieto on aina puutteellista tavalla, joka antaa tilaa uskonnolle. Tärkeätä on selvittää, mikä on uskomme perustus.

Kirjassa *Todellisuus ja elämä* (1980) on VII luku s.87-110 otsikoitu "Materialismin kriisi" ja s. 153-158 on aiheena "Biologia ja materialismi". Kirjan lopussa s.189-224 on Joensuun Luonnontieteen päivillä 24.10.1978 pidetty paneelikeskustelu, jonka aiheena oli materialismi.

"Marxilaisessa ideologiassa 'tieteellinen maailmankatsomus' samastetaan materialismin kanssa ja siihen liitetään ehdottomasti myös ateismi. Tämänkaltainen näkemys näyttää olevan yleinen myös anglosaksisessa maailmassa" (s.17). Sivuilla 87-90 hän mainitsee Historian materialismin, Mekaanisen materialismin, Luonnontieteellisen materialismin, Materialismin tieteellisenä asenteena ja Dialektisen materialismin. "Ainakin suomalaisissa oloissa materialismi kytkeytyy ateismiin" (s.89). On harhakuvitelma, että materialismi on jonkinlainen 'tieteellinen maailmankatsomus'. Suhteellisuusteoria ja kvanttiteoria eivät sen puitteisiin mahdu (s.90). "Se, että todellisuuteen sisältyy irrationaalinen komponentti, joka ei ole järjen keinoin hallittavissa, saattaa nähdäkseni materialismin perusaineksen kritiikin kohteeksi" (s.95) "*Ratkaisevaa on se, onko materia ensisijainen ja henki toissijainen vai päinvastoin*" (s.97). "Todellisuuden irrationaalinen aines ei sovellu materialistiseen maailmankuvaan" (s.110). "Perusharha, joka ateismiin sisältyy, on hengen todellisuuden kieltäminen – siis materialistinen usko" (s.174). "Dialektinen materialismi ja realismi ovat tämän ajan valtasuuntauksia filosofian alalla" (s.178).

Puheenvuorossaan "Kvanttimekaniikka ja materialismi" (*Tiede ja edistys* 1980 s.66) Laurikainen totesi: "En sanoisi, että kvanttimekaniikka on kumonnut materialismin, mutta se osoittaa, ettei materialismi ole 'tieteellinen maailmankatsomus'... Rationaalisella tiedolla ei tavoiteta koko todellisuutta, niin kuin materialistit ovat optimistisesti odottaneet".

Puheenvuorossa "Materialismi ja nykyfysiikka" (*Kansan Uutiset* 12.11. 1980 s. 8) Laurikainen myöntää prof. Juha Mannisen huomautuksen oikeaksi siitä, että dialektisen materialismin klassikot ovat kohdistaneet arvostelua mekaaniseen luonnonkuvailuun, mutta korostaa, että "paljon tärkeämpää on se, mikä koskee nykyfysiikan käsitystä lainalaisuuksien luonteesta".

Vuonna 1981 oli *Kanava*-lehdessä s.206-210 Laurikaisen kirjoitus ”Materialismin kriisi”, joka on julkaistu myös kirjassa *Fyysikon tie* s.185-197. Siinä hän aluksi toteaa materialismin ja sekularisaation voimistumisen empiirisen tieteen, erityisesti fysiikan, 300-400 vuotta sitten alkaneen kehityksen seurauksena. ”Nyt fysiikka on taas käymistilassa. Sen käsitys todellisuuden luonteesta on muuttumassa, niin kuin Kopernikuksen, Keplerin, Galilein ja Newtonin aikoina. . . Fysiikka ei enää tue materialismia vaan herättää kritiikkiä sen perusajatuksia kohtaan”.

Hän toteaa kyllästymisen materialistisiin arvoihin, tarkastelee niiden yhteyttä luonnontieteisiin ja päätyy toteamaan: ”fysiikassa tapahtunut ajattelutavan muutos näyttää järkyttävän erään aikamme valtaideologian, dialektisen materialismin, perusteita”. Tuon muutoksen ydin voidaan nähdä *kausaliiteetin käsitteen muutoksessa*. Uudella ajalla syntynyt ehdottoman kausaliteetin ajatus, jonka mukaan kaikki kysymykset on ratkaistavissa tieteen keinoin, on jouduttu korvaamaan *tilastollisella kausaliteetilla*. Yksityistapahtumiin sisältyy ’laskematon’ (irrationaalinen) tekijä, joka voidaan nähdä Jumalan johdatuksena.

Niels Bohr, joka on ehkä kaikkein voimakkaimmin vaikuttanut atomiteorian kehitykseen, puhui tilastollisen kausaliteetin asemasta *komplementaarisuudesta*, jonka lähtökohta oli ns. aalto-hiukkas-dualismi. Komplementaarisuuden ajatus muistuttaa Hegelin filosofiaan kuuluvaa dialektiikan ajatusta, joka on dialektisessa materialismissa keskeinen. Dialektisen materialismin mukaan todellisuuden perusaines on materia, tosin käsitettynä hyvin yleisessä muodossa. Henki on vain eräs materian ”dialektisen liikunnan” tuote. ”Dialektisen materialismin mukaan myös kausaliteetti on todellisuuden peruspiirre. . . Tämän ajattelutavan lähtökohtana on filosofiselle realismille ominainen oletus, että *todellisuus on havainnoista riippumaton*. . . Juuri tämä realismi on atomiteorian yhteydessä joutunut kritiikin kohteeksi. Tilastollinen kausaliteetti merkitsee tiettyä rajoitusta inhimillisen tiedon mahdollisuuksien suhteen. Tällaista rajoitusta ei dialektisen materialismin suhteen voi olla olemassa. ”Materialismi on atomifysiikan vaikutuksesta joutunut kriisiin, joka ei suinkaan ole vielä selvitetty, vaikka usein niin väitetään”.

”Materialismi tunnustaa vain sen todellisuuden, jota voidaan tutkia empiirisin menetelmin. Dialektiseen materialismiin liittyy nimenomaisesti ateismi, joka hylkää kaiken ’yliluonnollisen’, siis sellaiset asiat, joille ei voida saada selitystä rationaalisen tieteen menetelmin”. ”Näyttää siltä, että materialistiset filosofit yleensä todella uskovat, että ankara kausaliteetti sittenkin pätee luonnossa ’syvemmällä tasolla’”. Siitä ovat osoituksena *piilomuuttujateoriat*,

joita fysiikassa on kehitetty varsinkin 50-luvulta alkaen. Niillä ei kuitenkaan ole ollut paljon kannatusta. "Millaisia johtopäätöksiä kausaliteetin tilastollisesta luonteesta on tehtävä, jää joka tapauksessa uskon asiaksi".

Kirjassa *Fyysikon tie* (1982) on "Materialismin kriisin" (s.185-197) lisäksi joitakin mainintoja materialismista: Kehitysoppi liittyy yleisessä tietoisuudessa materialistiseen ideologiaan (s.172). Empiirisen tieteen alku 300-400 vuotta sitten aiheutti materialismin voimistumisen. "Materialismi ja uskonto" (s.232-239): "Materialistin asenne on selvä: mitä ei voi empiirisen tieteen menetelmin tutkia, sitä ei ole olemassa" (s.233).

Kirjassa *Luomisusko tänään* (1982 s.146) Materialismin määritelmä. S.150: "Entistä suuremmalla syyllä voidaan kysyä, onko mitään havainnoista riippumatonta ulkomaailmaa olemassa. *Aineen perusrakenteen tutkimus on paljastanut abstraktin rakenteen, josta voidaan väittää, että se on tajunnan luoma eikä siitä riippumaton*".

Kirjassa *Luonto puhuu luojastaan* (1983) "Nykyaikaisen materialismin siemenet kylvettiin 1600-luvulla": René Descartes'in (1596-1650) näkemys hengestä ja aineesta (s.16). Kuvitelma ulkomaailmasta, joka on tietoisuudesta riippumaton, onkin ehkä ajatusharha. "Siitä olen joka tapauksessa täysin varma, että *tieteellinen kritiikki ei materialistiselle uskomukselle tukea anna*" (s.17-18). Päinvastoin kuin Platon opetti, on luonnontiede uudella ajalla kiinnittänyt päähuomion *aineeseen* liittyviin asioihin. Niinpä tämä tutkimus on aiheuttanut materialismin tavattoman voimistumisen. "On opittu ajattelemaan, että kaikilla tapahtumilla on luonnolliset syynsä, jotka voidaan tieteen keinoin - aineellista maailmaa tutkimalla - selvittää. Juuri tässä piilee se harhakuvitelma, johon empiirinen tiede on ihmiset kovin yleisesti ohjannut" (s.34). "Materialismi ja kristillinen usko eivät ole yhteen sovitettavissa" (s.108).

Kirjassa *Atomien tuolla puolen* (1985) Uuden maailmankuvan perustusta koskevan näkemyksen mukaan aineen ja hengen maailmaa ei voi erottaa toisistaan ja ehdottoman kausaliteetin tilalle on tullut tilastollinen kausaliteetti (s.16,65).

Kirjassa *Tieteen giljotiini* (1987) "Sanoisin, että tajunta ja aine ovat todellisuuden komplementaarisia ilmenemismuotoja" (s.65). "Primitiivisestä materialismista, joka perustui mekaaniseen maailmankuvaan, luovuttiin jo sata vuotta sitten". "Materialismissa on jyrkästi torjuttu komplementaarisuuden idea"(s.69). "On uskon asia sanotaanko todellisuuden perusolemusta 'aineelliseksi' vai 'henkiseksi'" (s.71). "Luonnontieteellisen materialismin voimistuminen on samalla merkinnyt ateismin voimistumista" (s.74).

Kirjassa *Todellisuus ja kuvajainen* (1990) "Materialistinen filosofia ei salli puhumista 'tietoisuudesta' itsenäisenä todellisuuden elementtinä" (s.132). "Fyysikot ovat täysisydämissä materialisteja, ja sen vuoksi puhe 'meistä' ja 'meidän tiedostamme' ei kuulu fysiikkaan. Sitä että kvanttiteoriaa monien mielestä rasittavat 'paradoksit' häviävät, jos tietoisuus käsitetään todellisuuden komplementaariseksi elementiksi, on pidettävä osoituksena siitä, että kvanttiteoria ohjaa luopumaan materialistisesta todellisuuskäsityksestä ja kartesiolaisesta dualismista. Todellisuus on käsitettävä yhdeksi maailmaksi, johon kuuluu sekä aineellinen että henkinen komponentti toisilleen komplementaarisina elementteinä" (s.134).

*Uudessa Suomessa* 12.3.1990 s.19 oli Laurikaisen mielipide "Filosofia on luutunut ateismi-materialismiin". Siinä hän mm. toteaa: "Filosofian alalla on silmiinpistävää, että ateistis-materialistinen asenne on Suomessa kovin vahva". "Erityisen tärkeää on että Suomen Akatemiassa saadaan aikaan suunnanmuutos".

Kirjassa *Filosofiaa fyysikon silmin* (1991) s.14 (Kvantista kanttiin s.4) todetaan: "Luonnontiede on nykyisin täysin sidoksissa materialistiseen todellisuuskäsitykseen". S.21(11): "Materialismia voidaan pitää yhtenä realismin muotona".

*Yliopisto* 19/1991 s.19-20: "Käsitykseni on, että kvanttimekaniikan filosofia tulee merkitsemään materialismin loppua tieteellisenä todellisuuskäsityksenä".

*Helsingin Sanomat* 24.12.1991 s.2: "Determinismin loppu merkitsee materialismin loppua".

*Dimensio* 1992/1 s.18: "Fysiikka on sidottu materialistiseen todellisuuskäsitykseen".

*Yliopisto*-lehdessä 4/1993 s.18-19 oli Laurikaisen kirjoitus "Materialismin varjossa", missä hän aluksi toteaa: "Suomalainen kulttuurielämä on yhä materialismin kahleissa" ja jatkaa: "Atomien maailmaa ei voi ymmärtää ottamatta huomioon aivan toisen luonteista perusainesta: henkeä, sielua tai tietoisuutta". "Atomi-ilmiöiden luonne näyttää vastaansanomattomasti todistavan, että materialismi on kestäättömälle pohjalle rakentuva utopia. 'Aine' hajoaa tarkemmin tutkittaessa abstraktioiksi. Erityisen syvälinen on luonnonlakeja koskeva muutos. Luonnonlait näyttävät olevan aidosti tilastollisia. Yksittäistapahtumien ennustamattomuus järkyttää maailmankuvan perusteita. Siinä ilmenee luonnon irrationaalisuus. Tiede ei voi tavoittaa itse todellisuutta, se on inhimillisen tiedon kannalta hunnun peittämä. "Tieto edellyttää sitä, joka tietää. Atomitutkimus opettaa meille, että aineen rinnalla todellisuuteen

kuuluu tietoisuus. Se on mukana kaikissa havainnoissa ja tulkinnoissa, mutta sen täytyy olla olemassa yleisemmässäkin mielessä. Maailmankaikkeus ei ole kone vaan organismi, jolla on kyky vapaisiin valintoihin. Tämä on perusopetus, jonka atomit ovat antaneet. Se vie materialismilta pohjan”.

Emeritusprofessori Lauri Rauhala vastasi Laurikaisen kirjoitukseen *Yliopisto* 7/1993 s.34 otsikolla ”Materialismin varjosta uskon hämärään” todeten mm. että tietoisuus ei ole tutkittavassa todellisuudessa kuten Laurikainen uskoo ja arkkityypin käsite on epämääräinen.

Laurikainen jatkoi keskustelua otsikolla ”Rauhalan usko” (*Yliopisto* 9/1993 s.41-42) todeten, että ”professori Rauhala jatkaa taisteluaan kvanttifysiikan filosofiaa vastaan”. Kvanttifysiikan yllättävä vaikeus on siinä, että ulkomaa-ilman olemassaolo muodostuu probleemaksi. Rauhalaa kiusaava ”kvantti-henki” elää ”irrationaalisissa valinnoissa”. Väitän tämän oudon ”hengen” ilmenevän kaikissa kokeellisen tieteen tutkimissa ilmiöissä sillä ei kai determinismin romahdus vain atomimaailmaa koske”.

Kirjassa *Atomien viesti* (1994) on s.50-53 luku ”Materialismin valta” ja s.170-173 ”Idän ja lännen materialismi”. ”Suomalainen kulttuurielämä on yhä materialismin kahleissa. *Atomi-ilmiöiden luonne näyttää vastaansanomattomasti todistavan, että materialismi on kestäättömälle pohjalle rakentuva utopia*”. Luonnontieteissä vallitsee kovin pinnallinen materialismi. ”*Olemme yhä sidoksissa utopiaan, jolla ei ole todellisuuspohjaa*” (s.50-51) ”*Kartesiolainen dualismi ei ole atomiteoriassa mahdollinen. Ongelmien ydin on materialismin valta*” (s.53). ”Materialismi on vasta uudella ajalla voimistunut todella varteenotettavaksi ideologiseksi näkemykseksi. Tähän on vaikuttanut *kartesiolainen dualismi*, jonka mukaan aine ja henki kuuluvat kahteen eri maailmaan. *Materialismilta on atomitutkimuksen vaikutuksesta pudonnut pohja*. Materialistinen ideologia antoi toiminnalle väärän suunnan. Maailma kuviteltiin koneeksi, jonka toiminta oli järjen avulla hallittavissa” (s.171). Materialistinen perusnäkemys johtaa itsekkyyden korostumiseen yhteiskunnan elämässä (s.194).

Puheenvuorossaan ”*Yliopisto* ja emeritus” (*Yliopisto*-lehti 10/1995 s.29-30) Laurikainen toteaa: ”Materialismista ja determinismiin perustuvasta evoluutioajatuksista on tullut uskonto, josta ei saa poiketa. **Suomi on edelleen materialismin linnoitus**”.

Myös väitöskirjassaan *Tieteellä on rajansa* (1997) Laurikainen esittää kriittisiä huomautuksia materialismista: s.3 puhtaasti materialistinen todellisuuskäsitys, joka toistaiseksi vallitsee fysiikassa - ja luonnontieteissä yleensä - todetaan riittämättömäksi. Materialistisen todellisuuskäsityksen vaiku-

tus fysiikan perustutkimukseen on ollut hyvin vahva. S.4: Materialistisen perusnäkemysten voima luonnontieteissä on nykyisin uskomaton. S.5: Mikro-fysikaalisissa havainnoissa on käynyt selväksi, että kartesiolaista dualismia ei voida ylläpitää; aineen maailma ja sitä tutkiva hengen maailma sekoittuvat toisiinsa erottumattomalla tavalla. *Sen vuoksi materialismi, joka on syntynyt tämän dualismin pohjalta, on osoittautunut kestäättömäksi.* S.7: Itse todellisuus osoittautuu transsendenttiseksi ja samalla kartesiolainen dualismi ja materialistinen todellisuuskäsitys kestäättömiksi. S.8: Suomessa on erityisenä ongelmana ollut materialistisen filosofian voimakas asema, johtuen Neuvostoliiton läheisyydestä. On varsin yllättävää, että luterilainen teologia tukee voimakkaasti tätä materialistista puhdasoppisuutta. S.16: Toistaiseksi on kvanttimekaniikan perustutkimuksessa psyykkiset seikat jätetty kokonaan ilman huomiota. Tämä on materialistisen filosofian vaatimus, ja Bohr hyväksyi tämän asenteen 1950-luvulla. S.25: Toivottavaa on, että päästäisiin irti niistä rajoituksista, joita materialistisen todellisuuskäsityksen ja ylikorotetun rationalismin vaikutus tiedeyhteisön ajatteluun toistaiseksi aiheuttaa. S.30: Komplementaarinen käsitys todellisuudesta on näkökulma, joka hylkää sekä materialismin että idealismin. S.75: Nykyisin materialismi vallitsee luonnontieteitä, ja tämä vaikuttaa tieteen kehitykseen yksipuolisella tavalla.

Viimeisessä julkaisussaan "Aineen ja psyyken ykseys, Ajatuksia Jungin ja Paulin yhdestä maailmasta", joka ilmestyi kesäkuussa 1997 (*Kanava* s.217-220) Laurikainen pohtii Paulin näkemysten pohjalta todellisuuden perusluonnetta (s.218), onko maailma "aineellinen" vai "henkinen"? "Bohrin mielestä tämä kysymys ei kuulu fyysikoille, on vältettävä ontologisia väittelyitä". "Heisenberg ja Pauli sen sijaan näyttävät ajatelleen, että on mahdollista välttää ontologisia kysymyksiä". Kvanttimekaniikassa vallitseva tilanne osoittaa, ettei ole mahdollista kuvailla aineen maailmaa puhumatta psyyken hahmottavasta toiminnasta (Paulin cosmic order), joka hallitsee psyyken toimintaa ja ulkomaailman ilmiöitä (Heisenbergin zentrale Ordnung). "Atomitutkimus on osoittanut ettemme voi empiirisin menetelmin tavoittaa riippumattonta todellisuutta". (s.219) Tilastollinen kausaalisuus avaa kuitenkin mahdollisuuden saada todellisuudesta tilastollista tietoa. Mikrofysiikassa komplementaarinen kuvailu on välttämätöntä: Psykofyysinen todellisuus ('fyysinen' ja 'psyykinen' Paulin ontologiassa vastaa 'aineellista' ja 'henkistä' kartesiolaisessa dualismissa). "Komplementaarisessa ontologiassa todellisuus on transsendenttinen kokonaisuus, jota ei voi kuvailla minkään meidän kokemuksemme puitteissa. Sen fyysisiä ja psyykkisiä ilmuksia voidaan kuvailla, mutta itse todellisuuden perusluonnetta ei voi määritellä. **Haluaisin ni-**

**mittää tätä transsendenttista todellisuutta – ”itse todellisuutta”- henkiseksi**”. (Sama toteamus on *Yliopisto*-lehdessä 22/1993 s.35 sekä kirjoissa *Atomien viesti* 1994 s.176 ja *Tieteellä on rajansa* 1997 s.31 ja 86 sekä *Kanava* 1997 s.219).

Idealismista Laurikainen ei puhu paljon. Kirjassa *Luomisusko tänään* (1982, s.146) hän määrittelee: ”Idealismia pidetään yleensä materialismin vastakohtana sikäli, että idealismin mukaan ajatus – tajunta – on maailman perusaines, sen syvin olemus. . . Idealismia esiintyy filosofian historiasa eri muodoissa, mutta yhteistä niille on ajatus, että ns. ulkoinen maailma ei ole riippumaton tajunnasta vaan on tietoisuuden synnyttämä. ’Tietoisuudella’ voidaan tässä tarkoittaa joko ihmisten tietoisuutta tai jumalallista tietoisuutta, johon kaikki olemassa oleva sisältyy ja joka on myös ulkomaailman olemassaolon varsinainen perustus. On selvää, että uskonto liittyy idealistiseen filosofiaan, kun sen sijaan materialisti kovin helposti omaksuu ateistisen asenteen”

Kirjoituksessaan ”Materialismin kriisi” (*Kanava* 1981; *Fyysikon tie* s.185-197) hän toteaa: ”On myös syytä olla entistäkin varovaisempi kysymyksessä, kumpi on ensisijainen: aine vaiko henki. Idealismi, jonka haudalle fyysiikan katsottiin vierittäneen raskaimmat kivet, elää yhä ja näyttää saavan tukea fyysiikalta” (s.194). Kirjoituksessa ”Kvanttimekaniikka ja todellisuuskäsitys” hän toteaa, että ”eräät kvanttimekaniikan tunnetuimmista edustajista, erityisesti Heisenberg ja Jordan, ovat kritisoineet materialistista ontologiaa ja osoittaneet selvää taipumusta idealismiin” (*Matemaattisten aineiden aikakauskirja* 1981 s.350).

Kirjassa *Filosofiaa fyysikon silmin* (1991 s.21; *Kantista kvanttiin* 1994 s.11) hän toteaa: ”Materialismille vastakkaista ajatusta edustaa *idealismi*, jonka mukaan todellisuuden perusaines on tietoisuus, ja olemassaolosta ei voi puhua missään muussa mielessä kuin tietoisien subjektin havaitsemana todellisuutena. Idealismin tunnetuimman edustajan piispa George Berkeleyyn (1685-1753) mukaan olemassaolo tarkoittaa juuri havaittuna olemista: *esse est percipi* oli hänen kuuluisa iskulauseensa”.

Laurikainen ei näytä missään ottavan henkilökohtaista kantaa idealismiin. Hän kuitenkin kannatti uskontoa, vastusti materialismia ja realismia ja halusi nimittää todellisuuden perusainesta henkiseksi kannattaen Pauliin liittyen ajatusta havaitsijasta riippuvaisesta ulkomaailmasta (esim. *Arkhimedes* 1984 s.42-50 ja 1994 s.146-153; *Tieteellä on rajansa* s.11-15). Ilkka Niiniluoto luokittelikin Laurikaisen idealismin kannattajaksi (Niiniluoto 1984 s.131). On myös mahdollista, että Laurikainen omaksui Paulin ja Jungin yh-

den maailman ontologian, jonka komplementaarinen psykofyysinen todellisuuskäsitys hylkää sekä materialismin että idealismin (*Tieteellä on rajansa* s.30).

**Teleologiassa**, joka on oppi maailman rakenteen ja järjestyksen tarkoituspärsäisyydestä, kaikki olemassa oleva pyrkii tiettyyn päämäärään (kr. telos = tarkoitus, päämäärä), Laurikainen puhuu useassa yhteydessä (esim. *Luomisusko tänään* s.181-184; *Tiede* 2000 8/1981 s.5; *Tiedepolitiikka* 2/1981 s.4-7 = *Fyysikon tie* s.205-208; *Tieteen giljotiini* s.95; *Filosofiaa fyysikon silmin* s.133-138; *Kantista kvanttiin* s.99-102; *Yliopisto* 17/1993 s.33; *Tieteellä on rajansa* s.74-76). Antiikin maailmankuvaan liittyvä teleologia on uudella ajalla ajettu pois tieteestä. Kvanttimekaniikan tilastollisen kausaliteetin perusteella tähän ei enää ole perusteita. Kun Bohr esitti tilafunktion tilastollisen tulkinnan 1926, eräät atomifyysikot huomasivat heti, että tämä avaa uuden näköalan vapaan tahdon ongelmaan ja myös ajatukseen ilmiöiden teleologiasta (*Tieteellä on rajansa* s.74). Teleologia liittyy vapaisiin valintoihin (*Yliopisto* 2/1992 s.27-29). Pauli ja d’Espagnat ovat nähneet valinnoissa teleologisen tekijän (*Uusi Suomi* 4.5.1991 s.33).

**Platonismista** Laurikainen puhuu kirjoissa *Luomisusko tänään* (s.155-164), *Filosofiaa fyysikon silmin* (s.22-29) ja *Kantista kvanttiin* (s.12-17). Platonismi on Platonin (427-347 e.Kr.) ajatuksiin perustuva filosofia, jolle on tunnusomaista usko siihen, että se, mikä todella on, ”tosioleva”, on järjellä tavoitettavissa. Lisäksi tosioleva on muuttumaton ja perusluonteeltaan yksi. Ihmisen sielu kuuluu Platonin mukaan tosiolevaan ja on sen vuoksi kuolematon (*Todellisuus ja kuvainen* s.196).

”En toki seiso tyhjän päällä. Kristinusko ja luonto muodostavat sen perustan, jolle pyrin rakentamaan ajatteluni” vastasi Laurikainen dosentti Matti Luomalle, joka oli epäillyt hänen ’seisovan tyhjän päällä’ (*Kanava* 1991 s.373-374).

*Kuka kukin on* -kirjoissa Laurikainen on ilmoittanut **poliittiseksi puolueekseen** vuonna 1954 kansanpuolue ja vuosina 1982 ja 1986 keskustapuolue. Vuonna 1990 hän ilmoitti olevansa puolueeton. Poliittiseen toimintaan hän ei varsinaisesti osallistunut tiedepolitiikkaa lukuun ottamatta. *Suomen Sosialidemokraatti* -lehti ilmoitti 17.3.1987, että Laurikainen on keskustapuolueen jäsen. Erkki Laurinharjun mukaan hän odotti Keskustapuolueelta tukea tieteenfilosofisille näkemyksilleen. Marxilaisuuteen Laurikainen suhtautui torjuvasti sen materialistisen ja uskonnonvastaisen ideologian vuoksi (*Helsingin Sanomat* 1.10.1978 s.2). Puheenvuorossaan ”Tieteellisen maailmankatsomuksen harha” Ilkka Niiniluodon kirjoituksen ”Tiede, uskonto ja

maailmankatsomus” johdosta hän kuitenkin toteaa: ”eihän marxilaisuus minulle merkitse kummitusta, jota on aina vastustettava” (*Kanava* 1982 s.117-118). ”Aineellisten arvojen liiallisen korostamisen vuoksi tarvitaan ’vihreitä’ aatteita. Mutta näkevätkö vihreät riittävän syvälle? Päähuomio kiintyy yleensä vain arvovääristymän seurausilmiöihin, niin kuin ydinvoiman vaaroihin tai ympäristöongelmiin” (*Valamon kävijöitä* 1988 s.85). Laurikainen halusi, että poliittisin perustein valittu Suomen Akatemian tutkimusjohtaja (Elisabeth Helander) on vaihdettava (*Uusi Suomi* 14.6.1987 s.5; *Suomen Kuvalehti* 33/1989 s.72; *Uusi Suomi* 12.3.1990 s.19 ja 20.6.1990 s.27). Hän on myös sanonut: ”Totuuden tulee olla tärkeämpi kuin valta” (*Luonto puhuu luojastaan* s. 86).

Emerituksena Laurikainen ajoi hinnaltaan edullisella neuvosto-valmisteisella Ladalla. Ajon aikana tuntui siltä, että hän halusi ohittaa kaikki muut edellä ajavat autot. Hänellä oli tapana herätä varhain aamulla työskentelemään.

## Laurikainen ja uskonto

*Pyrkimyksenäni on sellaisen harmonisen kokonaisuuden rakentaminen, johon sisältyvät sekä modernin tieteen maailmankuva että kristinusko. (Fysiikka ja usko 1978, s.37)*

*On olemassa vain yksi todellisuus, jota sekä tiede että uskonto tavoittelevat. Jumala on tämän todellisuuden syvin sisällys. (Ibid. s. 216) Aikamme suurin ekumeeninen ongelma on uskonnon ja tieteen välinen.*

Kalervo Laurikainen syntyi ja kastettiin evankelis-luterilaisen kirkon jäseneksi. Äiti oli uskonnolliseen herätykseen tulleen suutarimestarin tytär, joka itsekin koki Nurmeksessa herätyksen. Perhe liittyi pieneen vapaaseen seurakuntaan ja siirtyi siviilirekisteriin. Kotona pidettiin paljon hengellisiä kouksia ja kuten edellä on todettu Kalervo ilmeisesti alkoi ottaa etäisyyttä uskontoon ja omaksui tieteellisen maailmankatsomuksen.

Opiskelu, perhe, virkaura ja siihen liittyvä taistelu teoreettisen fysiikan puolesta pitivät hänen ajattelunsa erillään uskonnollisista kysymyksistä. Hänen kirjoittelunsa 1970-luvulle asti liittyi lähes täydellisesti fysiikkaan tai matematiikkaan. Eräs kollega Turun ajoilta kertoi myöhemmin Helsingin Sanomien yleisön osastossa vaikutelmanaan, että Laurikainen tuolloin oli ajatuksiltaan täysin materialistinen. Vuonna 1983 hän itse tunnustaa olleensa ”skientismin harhan vallassa” (*Luonto puhuu luojastaan* s.76). Kuitenkin hän kertoi 1950-luvun alussa ollessaan masennuksen vallassa turvautuneensa

Raamattuun (*Minkä varassa jaksan elää*, toim. Salme Saure 1983, s.97) ja 6.2.1954 hän siirtyi siviilirekisteristä Turun tuomiokirkkoseurakuntaan ja kävi rippikoulun. Erkki kertoi, että Turussa jouluna kotona luettiin evankeliumi ja laulettiin virsiä. Studia generalia-esitelmässään Turussa 15.10.1957 Laurikainen arvosteli ”materialismiin taipuvaisia luonnontieteen edustajia, jotka suhtautuvat kylmäkiskoisesti uskontoon” (*Nykyfysiikan ongelmia* s.102).

1970-luvulla tilanne muuttui. Kirjassaan *Fyysikon tie* s.36 hän kertoo: ”70-luvulla luonnontieteiden ja kristinuskon suhteisiin liittyvä problematiikka alkoi yhä enemmän kiinnostaa minua. Eräät henkilökohtaiset kokemukset toivat kristinuskon entistä lähemmäksi, ja kun samalla mietiskelin kvanttiteorian perusfilosofiaan liittyviä asioita, huomasin tässä läheisiä liittymäkohtia kristinuskon ajatusmaailmaan”.

Kaksi olemassaolon perusteita järkyttänyttä kokemusta sattui vuonna 1971: sydäninfarkti kesäkuussa ja marraskuussa hän koki läheltä äitinsä kuoleman (*Todellisuus ja elämä* s.9-16; *Minkä varassa jaksan elää* s.100; *Etsijä* 1994/4 s.22-23). ”Usko Kristukseen oli ollut äidin kantava voima ja siitä hän puhui aina sopivissa ja sopimattomissa yhteyksissä”. Äiti korosti kaikkien kristittyjen yhteyttä ja siksi hän erosi kirkosta. Erkki Laurinharjun mukaan äiti oli käytännössä maallikkosaarnaaja.

Sairaslomalla 1971 Laurikainen kirjoitti esitelmiä studia generalia-luentosarjaan, jonka hän piti yliopistolla 15.9.-3.11. aiheesta ”Atomistiikan käsitte- ja aatemaailma” (*Helsingin yliopiston tiedonantoja* 1971/23 s.3). Luentojen pohjalta syntyi menekkiteos *Atomistiikan aatemaailma ja sen heijastumia aikamme ideologiassa* (1973), jonka viimeisessä osassa ”Atomistiikka ja aikamme ideologiat” hän käsittelee tiedon ja uskon kysymyksiä yleisradiossa kesällä 1972 pidetyn esitelmäsarjan mukaisena ja toteaa: ”Uskon kysymykset eivät ole ratkaistavissa tieteen keinoin”. Hän asettuu kristinuskon puolelle materialismia vastaan, mainitsee Jumalan ja toteaa: ”Oli aika, jolloin uskoitin tieteelliseen maailmankatsomukseen ja sen suureen tehtävään maailmassa... Sen uskon vei toinen maailmansota ja karttavat ikävuodet kokemuksineen” (s. 217). ”Jos on pakko valita luokkataistelun ideologian ja rakkauden evankeliumin välillä, niin viimeksi mainittu on osoittautuva väkevämmäksi... Usko ja tieto ovat henkisen elämän kaksi komponenttia, jotka täydentävät toisiaan” (s. 219).

Vuonna 1974 oli *Kanava*-lehdessä (s.241-2) Laurikaisen kannanotto, jossa hän Jacques Monod’n kirjan *Sattuma ja välttämättömyys* arvosteluun liittyen toteaa, että metafyyssinen elementti, joka kehitykseen fysiikan lisäksi tarvitaan on Luoja.

Elokuussa 1974 hän sai kirjeen systemaattisen teologian emeritus professori Lennart Pinomaaalta (1901-1996), joka pyysi kirjoitusta kirjaseen *Miksi uskomme Jumalaan* (1976; vrt. *Fysiikka ja usko* s.163-193). Kirjoituksessaan "Luonnontiede ja usko Jumalaan" Laurikainen tarkastelee maailmankuvan perusteita ja uskoa Jumalaan sekä tunnustaa "olenhan sittenkin koko sydämestäni luonnontieteilijä", mutta etsineensä pohjaa kristinuskosta (s.163, 167). "Keskeinen totuus, jota pyrin valaisemaan on tämä: *nykyaikainen luonnontiede ei ole ristiriidassa kristinuskon kanssa*" (s. 164).

Stipendiaattina 1976 Laurikainen perehtyi kvanttimekaniikan perusteiden ohella tiedon ja uskon välisiin suhteisiin. Tältä pohjalta syntyi kirja *Fysiikka ja usko* (1978). Siinä hän mm. toteaa: "*On olemassa vain yksi todellisuus, jota sekä tiede että uskonto tavoittelevat. Jumala on tämän todellisuuden syvin sisällys*: Hän on läsnä kaikkialla, perusta kaiken olemassaololle, mikä on" (s.216). Kristinuskon on ollut länsimaisen tieteen perustus (s. 37, 217, 223).

1.10.1978 julkaistiin Helsingin Sanomissa näkyvällä paikalla Laurikaisen Joensuun luonnontieteen päivillä pitämän esitelmän tiivistelmä: "Uskonto sopii tieteeseen, nykyfysiikasta on vaikea saada tukea dialektiselle materialismille."

Vuonna 1980 ilmestyneessä kirjassa *Todellisuus ja elämä* tarkastelun kohteena on fyysikaalisen ja biologisen todellisuuden ohella uskon alue. Laurikainen kertoi pyytäneensä tekeillä olevaan kirjaansa kritiikkiä Rolf Nevanlinnalta vähän ennen tämän kuolemaa. "Kirjan viimeisestä luvusta 'Uskon alue' Nevanlinna sanoi, että menen siinä liian pitkälle", mutta lisäsi sitten: "Se on vain minun käsitykseni, harkitse itse" (*Rolf Nevanlinna in memoriam* 1981 s.44).

Kirjassa *Luomisusko tänään* (1982) on Laurikaisen kirjoitus "Uskon ja tiedon ongelmia 1980-luvulla". Uskon ja tiedon kysymykset sekä jumalakuvat ovat esillä myös muissa kirjoissa.

Laurikainen tunnustautuu kirjoissaan **Jumalaan ja sielun kuolematto-  
muuteen uskovaksi kristinuskon kannattajaksi** (esim. *Todellisuus ja elämä* s. 172-173, 183-184). Kristinuskon oli hänelle tieteen rinnalla maailmankäsityksen toinen peruskomponentti (*Fyysikon tie* s.214; *Luonto puhuu luojastaan* s.85). "Tieteellisen maailmankuvan lisäksi ihminen tarvitsee uskoa jaksakseen elää. Kristitylle tämä merkitsee henkilökohtaista yhteyttä Jumalaan ja hänen armonsa kokemista" (*Luomisusko tänään* s.193). Hän päätyy toteamaan, ettei näe yhteiskunnallisesti muuta pelastusta kuin paluun kristinuskon pohjalle (*Tieteen giljotiini* s. 205; *Atomien viesti* s.200). "Länsi-

mailla voi vain kristinusko olla todellisena vastauksena uskonnolliseen etsintään” (*Todellisuus ja kuvajainen* s.188). Jumalan olemassaoloa hän ei missään yhteydessä asettanut kysymyksenalaiseksi. Hän sanoi kiinnostuneensa uskonnosta vähitellen. ”Ateisti en ole koskaan ollut”( *Kotimaa* 23.12.1994 s.30). ”Kristinuskon Jumala on toimiva Jumala, joka ylläpitää kaikkea olevaista osallistuen koko ajan maailman tapahtumiin. Jumala on läsnä tässä ja nyt – jokaisessa yksityistapahtumassa” (*Fyysikon tie*, s.210- 211). ”Luonnon yksinkertaisella järjestyksellä täytyy olla alkusyy” (*Tieteen giljotiini* s. 152). Jumala on henki ja kaiken luoja, olemassaolon alku ja perustus. ”Jumala on Henki; ja jotka häntä rukoilevat, niiden tulee rukoilla hengessä ja totuudessa” (Joh. 4:24). ”Usko Jumalaan on pohjimmiltaan mysteeri. Ei Jumalan olemassaoloa voi järkisyin todistaa – eikä sitäkään, ettei Jumalaa ole”. ”Se perusharha, joka ateismiin sisältyy, on hengen todellisuuden kieltäminen – siis materialistinen usko” (*Todellisuus ja elämä* s.166, 172, 174). ”Länsimaisen kulttuurin suuri harha on siinä, että se on ’kadottanut sielunsa’. Tieteen rajoitusten tunnustamista ja sielun asemaa todellisuuskäsityksessä tarvitaan”: ”Sieluttoman kulttuurin kriisi” *Suomen Kuvalehti* 24/1987 s.81; *Uusi Suomi* 8.5.1989 s.18; ”Länsimainen ihminen etsimässä sieluaan” *Helsingin Sanomat* 24.12.1991 s.2; *Yliopisto* 11/1991 s.19-20 ja 19/1991 s.19-20; ”Sielun todellisuus” *Tieteen giljotiini* s.59-77; *Atomien viesti* s.87-99, 111; ”Sieluton maailma” ja ”Löytyykö sielu?” *Tieteellä on rajansa* s.97-103.

Laurikainen arvostelee ystäväänsä professori Yrjö Ahmavaaraa kun tämä akateemikko G. H. von Wrightin kirjan arvosteluun liittyvässä kirjoituksessaan *Suomen Sosialidemokraatti* -lehdessä 19.3.1987 s.3 oli luonnehtinut Laurikaista sanalla ”uskovainen”. Vastineessaan samassa lehdessä 26.3. s.10-11, joka on otsikoitu ”Tie tiedosta uskoon” Laurikainen selostaa laajasti miten uudessa näkökulmassa, jonka atomitutkimus (kvanttimekaniikka) avaa on kohdattu järjen mahdollisuuksien raja ja todettu, että luonnonlait voivat olla vain todennäköisyyslakeja. Yksittäistapahtumissa ilmenee todellisuuden irrationaalisuus. ”Järjen tien” rinnalla tarvitaan ”sydämen tie”. Se on tie tieteen maailmasta uskon maailmaan. Ankaran tieteellisyyden vaatimuksesta ei pidä ollenkaan tinkiä. ”Tämä on *tieteellisen maailmankäsityksen* pohjalta lähtevä näkemykseni. Epiteetti ”uskovainen” antaa siitä mielestäni harhaanjohtavan kuvan”. Tieteisusko, jota Niiniluoto ja tietyin varauksin myös v. Wright edustavat ja joka lähtee siitä, että järjen käytöllä ei voi olla mitään rajoja, on sekin eräs uskonratkaisu.

**Agnostisismiin** (käsitys, että sellaisista kysymyksistä kuin, mikä on todellisuuden perusluonne tai onko Jumala olemassa, ei voida mitään tie-

tää) Laurikainen suhtautui torjuvasti: "Tämä asenne johtaa helposti materialismiin, uskoon, että vain aineellinen maailma on todellinen" (*Fyysikon tie* s.130, 204, 214; *Luomisusko tänään* s.180). "Itse olen täysin rationaalisin perustein päätenyt 'agnostisen uskon' kritiikkiin (Tiede 2000 8/1981 s.5).

**Ajatus Jumalasta, joka puhuu luomakuntansa kautta** (Jumalan yleinen ilmoitus; ns. luonnollinen teologia, *Theologia naturalis*) muodostui Laurikaiselle läheiseksi. "Maailmankatsomukseni perusta on, että *Luonto puhuu luojastaan*" (*Suomen Kuvalehti* 32/1983 s.21; Etsijä 1994/4 s.22-23). Kirjassaan *Fyysikon tie* (s.209) hän toteaa: "Aikaisemmin puhuttiin yleisesti Jumalan kahdesta ilmoituksesta, joista toisen välittää Raamattu ja toinen on luonnon välittämä ilmoitus Luojastaan". "Olen pyrkinyt tekemään selväksi, että luonto voi olla ohjaamassa uskontoon. Yleistä ilmoitusta ei pitäisi väheksyä. Se johtaa ateismin ja materialismin voimistumiseen" (*Kotimaa* 29.11.1988 s.6).

Kirjassa *Luonto puhuu luojastaan* (1983) s. 85 hän tuo henkilökohtaisena kokemuksenaan esiin sen tosiasian, että *syventyminen tieteen perusteisiin voi olla tie Jumalan yhteyteen*. Sivulla 86 hän jatkaa: "*Olemassaolon perustus, se mitä sanomme Jumalaksi, ilmenee luonnon yksinkertaisena lainalaisuutena. . . . Hän on elävä Jumala, joka vaikuttaa kaikessa, mikä tapahtuu. . . . Jumala on alati uutta luova Jumala, joka antaa olemassaololle suunnan ja päämäärän*. Hän on olemassaolon syvin sisällys ja Hän on mukana jokaisessa yksittäistapahtumassa". Sivulla 88 hän toteaa: "Olen päätenyt vakaumukseen, joka uuden ajan alkuun saakka oli yleinen, mutta joka sen jälkeen on hämärtynyt, jopa teologiassakin: *L u o n t o t o d i s t a a L u o j a s t a n*. Jos pyrimme tieteen pohjalta muodostamaan ennakkoluulottoman käsityksen maailman perusrakenteesta, me löydämme kuvan Jumalasta. Olemassaolon syvin sisällys on Jumala". Luonnon lainalainen rakenne ei voi olla sattuman synnyttämä. Se puhuu lainalaisen järjestyksen Jumalasta. (*Tieteen giljotiini* s.152-153). Ehdottoman lainalaisuuden ajatus on ohjannut kulttuurikehitystä yksipuoliseen suuntaan. Uusi kausaliiteettikäsitys sisältää lainalaisuuden rinnalla tietyn vapauden. Siinä kuvastuu Jumalan luova toiminta. "Nähdäkseni tällainen Jumala-kuva vastaa Raamatun antamaa kuvaa Jumalasta, joka on lainalaisuuden Jumala, mutta samalla elävä ja kaikessa tapahtumisessa mukana oleva Jumala. Tähän Jumala-kuvaan sisältyy sekä laki ettäarmo". Eräs asia on varma: Luonnon todistus yksin ei riitä. Ei Jumalan olemassaoloa voi tieteellisesti ratkaista. Se on uskon asia (*Luonto puhuu luojastaan* s.90). (vrt. myös *Todellisuus ja kuvajainen* s.29; *Tieteellä on rajansa* s.88). "Raamattu on korvaamaton tienviitta, mut-

ta luonto ja elämä puhuvat myös Jumalasta, jos haluamme kuulla”(Fysiikka ja usko s.193). ”Kirkko ei ole kiinnostunut luonnontieteen suhteesta Jumala-kuvaan”(Kotimaa 21.2.1989 s.6).

Kun dosentti Anto Leikola arvioi Laurikaisen kirjaa otsikolla ”Fyysikko luonnonteologina” (*Helsingin Sanomat* 11.10.1983 s.18) tämä vastasi otsikolla ”Tiedon ja uskon rajalla”: ”En pyri esiintymään luonnonteologina, enkä yleensääkään teologina. Olen tehnyt huomautukseni fysiikan perusfilosofian pohjalta. Uskontoa käsittelen henkilökohtaisen todistuksen pohjalta” (*Helsingin Sanomat* 18.10.1983 s.18). 26.10. s.21 hän täydensi otsikolla ”Luonnontieteen ja teologian dialogia tarvitaan”: ”’Luonnonteologia’ on käsittääkseni termejä, joilla on teologian keskuudessa huono maine kuten ’aukkojen Jumalalla’. En pyri esiintymään teologina, enkä luonnonteologina. Olen kuitenkin luonnontieteen puitteissa törmännyt kysymyksiin, joiden näen liittyvän siihen, mistä teologit puhuvat”. Professori Ilkka Niiniluoto (1984 s.119) arvosteli Laurikaisen ”luonnon teologiaa” vanhentuneeksi kun tämä ei ota huomioon jo Humea ja Kantin nk. teleologisista jumalatodistusta vastaan esittämää kritiikkiä. Hän itse esittäytyi filosofisen ateismin edustajaksi (s.92). Professori Eeva Martikainen esitteli Laurikaisen ”luonnollisen teologian taitajana” *Avartuva ajatus* 1999 s.71). *Helsingin Sanomissa* oli 1980 ’materialisti’ S.A. Kivisen arvostelu ”Kvanttiteologian maailmankuva”(Kyyhkynen 7-8/1980 s.51-52).

Jo kirjassaan *Fysiikka ja usko* (1978, s.216) Laurikainen toteaa: ”Jumala on todellisuuden syvin sisällys: Hän on läsnä kaikkialla, perusta kaiken olemassaololle, mikä on”. Kirjassa *Luomisusko tänään* (1982, s.194) hän lainaa sveitsiläistä katolista teologia Hans Küngiä (s.1928), joka kirjassaan *Existiert Gott?* (1978) sanoo: ”Jumala ei ole mikään ylimaallinen olento pilvien takana, fysikaalisessa taivaassa! Naiivista antropomorfisesta kuvitelmasta on luovuttava: Jumala ei ole mikään ’korkein olento’, joka asuu kirjaimellisessa tai paikallisessa mielessä maailman ’yläpuolella’”. Sivulla 196 hän jatkaa: ”Olennaista on, että Küng samastaa Jumalan ja todellisuuden. Jumala on todellisuuden syvin sisällys, olemassaolon ja tapahtumisen alkusyy”.

Kirjassa *Atomien tuolla puolen* (1985) Laurikainen esittelee vuonna 1976 alkaneiden tutkimustensa perusteella läheiseksi tulleen ”Wolfgang Paulin ajatuksia hengestä ja aineesta, todellisuuden luonteesta ja pahan asemasta maailmassa”. Nobel-fyysikko Pauli (1900-1958), jolla oli syvälinen vaikutus Laurikaisen ajatteluun, oli juutalaisuudesta katolisuuteen kääntyneen lääkärin, myöhemmin professorin poika. Myös äidin isä oli juutalainen. Pauli

kastettiin katoliseen uskoon positivistina ja ateistina tunnetun Ernst Machin (1838-1916) toimiessa kummina. Päästyään ETH:n professoriksi tuskin 28-vuotiaana Pauli seuraavana vuonna erosi roomalais-katolisesta kirkosta ja solmi vain vajaan vuoden kestäneen avioliiton, minkä seurauksena oli vaikea depressio C.G. Jungin potilaana (s.19). ”Paulista tuli vapaa-ajattelijä. Kuitenkin hän korostaa kirjeissään voimakkaasti uskonnon objektiivista merkitystä” (s.6). ”Suhde uskontoon oli Paulille vaikea ja tärkeä kysymys. Hän päätyi jonkinlaiseen älyllisperäiseen uskoon, joka oli vapaa kaikista tunnustuksellisista sidonnaisuuksista. Hän näyttää ajatelleen, että tulevaisuudessa uskonto rakentuu tieteen pohjalle, mutta tällöin hän edellytti, että tiede omaksuu ’kvaternaarisen’ perusfilosofian sen nykyisen rationalistis-materialistisen asenteen asemasta. Poliittikkaan Pauli ei osallistunut”(s.21). Pauli oli mystikko. . . ”Paulin näkemystä ei voi sanoa tavanomaisella tavalla kristilliseksi”(Uusi Suomi 24.12.1983 s.23). Sivuilla 116-135 Laurikainen käsittelee pahan ongelmaa ja toteaa, että Paulin ajattelussa ”irrationaalinen” liittyy hyvin läheisesti käsitteeseen ”paha” (s.119-120). ”Pauli päätyi Jumala-kuvaan, joka oli ehkä lähempänä Vanhan testamentin Jahvea kuin kuvaa huolehtivasta ja lapsiaan rakastavasta isästä” (s.133). Jumalalla on myös pimeä puolensa – Hän myös tuhoaa. Onhan Saatanakin Jumalasta lähtöisin. Lutherkin puhui Jumalan oikean käden töiden rinnalla Hänen ”vasemman käden töistään” (s.146).

Kirjassa *Todellisuus ja kuvajainen* (1990, s.173) Laurikainen toteaa: ”Minulle Jumala on kristinuskon Jumala – ei kuollut vaan nimenomaan elävä, kaikessa mukana oleva persoona, jota pystymme vain kovin puutteellisesti kuvaamaan inhimillisin keinoin. ’Minä olen’ on Hänen nimensä (2 Moos. 3:14). Hän on perustus kreikkalaisen filosofian rationalismille, platonismin tosiolevan etsinnälle, mutta Hän on myös se Jumala, josta saarnaaminen on hullutusta kreikkalaisille (1 Kor. 1: 18 ja 23). *Jumala on mukana kaikessa*. Siinä on elämän varsinainen salaisuus. Hän ei ole konemaailman Luoja vaan kaikessa mukana oleva elävä Jumala.”

Kirjassa *Atomien viesti* (1994, s.123-124) Laurikainen toteaa: ”Uskon Jumalaan, joka on luonut maailman ja on olemassaolon alkuperuste. Hän on myös kaikkialla läsnä oleva elävä Jumala, joka jatkuvasti vaikuttaa siihen, mitä tapahtuu. Tämä olemassaolon alkuperuste on transsendenttinen, ihmisjärjellä tavoittamaton. . . Minulle Jumala on sama kuin itse todellisuus, sen syvin olemus. En tarkoita tässä maailmankaikkeutta, josta luonnon-tiede puhuu”. Sivulla 188 hän ilmoittaa sanovansa perimmäistä (transsendenttista) todellisuutta Jumalaksi. ”Koen hänet persoonana, jonka kanssa

käyn vuoropuhelua, kun etsin tieteen keinoin totuutta”. *Jumala on mukana kaikessa, mikä tapahtuu*. Hän antaa tapahtumiselle suunnan ja tarkoituksen (s.180). ”Ymmärtämisen lähtökohtana on jumalallinen olemus (kreikkaksi *ousia*), joka on absoluuttinen totuus ja absoluuttinen rakkaus: Jumalan olemus on totuus, joka ilmenee rakkautena” (s.129, 201).

Väitöskirjansa *Tieteellä on rajansa* (1997) sivulla 88 Laurikainen tiivistää näkemyksensä Jumalasta: ”*Minulle Jumala on sama kuin itse todellisuus – olemassaolon perustus. Hän on 'minä olen' (2 Moos. 3:14) – transsendenttinen, kätkeyty Jumala*, mutta varmasti hän on mukana oleva ja aktiivinen tässä maailmassa, jossa me elämme ja joka on tieteen kohde. Vaikka hän on transsendenttinen, hän on siis samalla immanenttinen. Itse asiassa voidaan sanoa, että kaikki on ja tapahtuu Jumalassa. Juutalaisen ilmaisun mukaan Jumala on 'tapahtumisen paikka'. Tai Paavalin sanoin (Apt. 17:28): 'Hänessä me elämme ja liikumme ja olemme'.” Hän viittaa sivulla 82 olevaan kuvaan henkilökohtaisena jumalakuvanaan: ”Jumala on sama kuin itse todellisuus, kuvan 'maailma X' – olemassaolon perustus, jota emme voi saavuttaa järjen avulla. Jumala on transsendenttinen, mutta samalla immanenttinen, meidän kokemassamme maailmassa vaikuttava.” (Sama kuva on kirjoissa *Kantista kvanttiin* s.103 ja *Atomien viesti* s.158).

Kirjassa *Suomalaisen Jumala* (toim. Margit Laininen, Kirjapaja 1988, 247 siv.) Laurikainen yhdessä 24 muun suomalaisen kanssa esittää ajatuksiaan Jumalasta. Hän on otsikoinut kirjoituksensa ”Jumala luonnossa” (s.196-209) ja esittää sen väliotsikoin: Oppi 'kahdesta maailmasta', Luonnonlait todennäköisyyslakeina, Todellisuuden irrationaalinen luonne, Jumala järjestyksen ja lainalaisuuden alkusyynä, Todellisuuden irrationaalisuus ja Jumala-kuva, Yhtenäisen todellisuuskäsityksen tarve. Aluksi hän toteaa: ”Se tie, joka on minulle tehnyt uskonnon eläväksi ja läheiseksi on poikkeuksellinen. Se on kulkenut fysiikan kautta”. ”Haluan korostaa, että tarkastelen näitä asioita *luonnonfilosofian* pohjalta. En pyri esittämään teologisia mielipiteitä” ”Puheenvuoroni koskee ns. *yleistä ilmoitusta*, siis ilmoitusta Jumalasta, jonka näemme ympärillämme olevassa maailmassa ja jonka voimme löytää tutkimalla luontoa. . . se kun on uudella ajalla jäänyt kovin vähälle huomiolle.. En nyt puhu siitä *erityisestä ilmoituksesta*, joka on annettu Raamatussa”.

”Minusta näyttää, että yleisen ilmoituksen syrjäytyminen on paljolti filosofian vaikutusta.” Erityisesti René Descartes ja Immanuel Kant ovat vaikuttaneet vahingollisella tavalla. Fysiikan kehitys tällä vuosisadalla näyttää vaativan, että heidän perusnäkemyksistään on päästävä irti. Descartes jatkoi todellisuuden *aineen maailmaan ja hengen maailmaan*, minkä pohjal-

ta syntyi ns. *psykofyysinen parallelismi*. Tätä dualistista todellisuuskäsitystä kehitti edelleen Kant, joka nimitti aineen maailmaa ilmiömaailmaksi ja hengen maailmaa noumenaaliseksi maailmaksi. Kaikkia ilmiömaailmaan (luonto) perustuvia todistuksia Jumalan olemassaolosta Kant piti pätemättöminä, koska niissä sekoitettiin toisiinsa ilmiömaailman ja hengen maailman asioita.

Nykyfysiikka vaatii muutoksia Kantin filosofiassa. Tärkein muutos on *kausaliteetin* käsitteessä. Uuden ajan alussa fysiikka ja myöhemmin muutkin empiiriset tieteet omaksuivat ajatuksen maailman täydellisestä lainalaisuudesta. Ajateltiin, että kaikilla tapahtumilla on "luonnolliset syyt", jotka voitiin empiirisen tieteen keinoin paljastaa. Maailma käsitettiin jonkinlaiseksi suureksi koneeksi, jossa kaikki tapahtui ennakolta määrättyllä tavalla. Tällaista maailmankuvaa on tapana nimittää *deterministiseksi*. Tässä suhteessa atomiteoria on saanut aikaan muutoksen, joka on filosofisesti erittäin tärkeä. Uutta käsitystä voidaan parhaiten nimittää *tilastolliseksi kausaliteetiksi*. Se merkitsee, että luonnonlait ovat aina luonteeltaan vain tilastollisia eli todennäköisyyslakeja. Determinismi on sen vuoksi pakko hylätä.

"Juuri syventyminen empiirisen tieteen perusteisiin ja sen edellytyksiin oli se tie, joka ohjasi minut uskon maailmaan. Minulle determinismistä luopuminen on avannut mahdollisuuden ymmärtää Jumalan olevan jatkuvasti mukana maailman tapahtumissa. Olen kokenut Hänet kaikkialla läsnä olevana, tapahtumia ohjaavana Jumalana, jonka kädessä meidän itse kunkin kohtalo on. Tämä kokemus on antanut tavattomasti voimaa kestämykseni".

Atomiteoria osoittaa, että tapahtumissa on mukana myös irrationaalinen komponentti, jota järki ei tavoita. Pauli käyttää siitä joskus nimeä 'tahto'. Tahto on todellisuuden uutta luova, tapahtumista ohjaava komponentti. Tämän tapainen kuva todellisuudesta muistuttaa suurta organismia, jonka toiminnassa ilmenee rationaalisuuden rinnalla luovaa tahtoa. Siihen kuuluu erottamattomasti psyykkinen tausta. Todellisuus jää aina hunnun peittämäksi.

"Kyllä kai *Luonto puhuu luojastaan* ennen kaikkea sen rationaalisuuden avulla, joka siellä vallitsee. Luontohan on itse asiassa ihmeellisen tarkoituksenmukainen ja nerokkaasti suunniteltu. Tämä luonnon rationaalisuus, jos mikä, puhuu sen Luojasta, jonka ymmärrys on ihmisymmärrystä verrattomasti korkeampi. Hyvän esimerkin tarjoaa suhteellisuusteoria".

"Minulle tällaiset tosiasiat puhuvat Jumalasta, sanokoon Kant Jumala-todistuksista mitä hyvänsä. Minulle tie on puhunut voimakkaasti Jumalan olemassaolosta. Rehellinen pyrkimys todellisuuden ymmärtämiseen on minusta pyrkimystä kohti Jumalaa, joka on olemassaolon perustus. Materia-

listisesti painottuneen kulttuurin suunta on yksipuolinen ja väärä. Ei arvojen maailmaa voi erottaa todellisuuskäsityksestä. On päästävä irti dualistisesta ajattelusta, sillä se johtaa pirstoutuneeseen kulttuuriin ja materialismin voimistumiseen”.

”Atomitutkimus on ohjannut fyysikkoja todellisuuden uudelleenahmottamiseen niin, että aine ja henki tulevat erottamattomasti kytketyksi toisiinsa. . . Meidän pitäisi yhdessä etsiä harmonista kokonaiskuvaa, johon aine ja henki ja vastaavasti tieto ja usko kuuluvat yhtä välttämättöminä, komplementaarisina perusaineiksina”.

Kirjoituksessaan ”Kaksi uskontoa – yksi maailma” (Kanava 1992 s.85-90) Laurikainen päätyy toteamaan, että ”tieteestä on tullut uusi uskonto”. Hän kertoo tunnetusta saksalaisesta fyysikosta ja filosofista Carl Friedrich von Weizsäckeristä (1912-2007), joka oli kööpenhaminalaisen koulukunnan huomattava edustaja, kristitty pasifisti ja aktiivisesti osallistunut kulttuurikeskusteluun mm. luterilaisen maailmanliiton puitteissa. (Hänen veljensä Richard toimi Saksan liittopresidenttinä 1984-94) C.F.v.Weizsäcker osallistui Joensuun fyysikkosymposioihin 1985, 1987 ja 1990. Bohrin tavoin hän vältti puhumista ’todellisuudesta’, mutta kun häneltä paneelikeskustelussa pyydettiin lausuntoa todellisuuskäsitystä koskeviin ongelmiin, hän vastasi ”todellisuus on sama kuin Jumala. Hän on ainoa todellisuus”. Luonnontieteelliseltä pohjalta hän viittasi C.G. Jungin toteamukseen, että on vain yksi todellisuus, josta voidaan käyttää nimitystä ’luonto’ tai ’Jumala’. Henkisen todellisuuden erottamista aineellisesta hän piti virheenä. Kuitenkin hän sanoi käyttävänsä fyysikkojen kanssa puhuessaan näiden kieltä ja teologioiden kanssa puhuessaan sitä kieltä, jota he puhuvat. ”Olen konformisti, enkä mielelläni ole eri mieltä ihmisten kanssa. Wolfgang Pauli arvosteli joskus minua ankarasti tästä. Hän oli hyvin toisenlainen ihminen, joka ei pelännyt olla eri mieltä vaan päinvastoin näytti nauttivan sellaisesta” (Valamon kävijöitä 1988 s.84).

Jumalan samaistaminen todellisuuden kanssa herättää ajatuksen, että Laurikainen jumalakäsityksessään lähenee panteismia. Panteismista hän kuitenkin sanoutui irti ja korosti, että *Jumala on persoonallinen Jumala, jonka kanssa ihminen voi olla ja jonka kanssa ihmisen on pyrittävä olemaan yhteydessä totuutta etsiessään*. On etsittävä persoonallista Jumalaa, joka puhuu ihmiselle henkilökohtaisesti (*Todellisuus ja elämä* s.223-224; *Atomien viesti* s.140, 179, 187-188; vrt. myös *Todellisuus ja kuvajainen* s.172). Kun sanon, että Jumala on itse todellisuus, sen syvin olemus, en tarkoita maailmankaikkeutta, josta luonnontiede puhuu (*Atomien viesti* s.124).

Kvanttimekaniikkaan perustuva tilastollisen kausaliteetin periaate sulkee pois determinismiin liittyvän deistisen jumalakuvan, jossa Jumala voi toimia korkeintaan kaiken alussa vaikuttaneena Luojana (*Fysiikka ja usko* s.196-197, 205, 220; *Luomisusko tänään* s.186). Laurikainen tunnustautui kristillisen, teistisen, elävän, luovan, toimivan, läsnä olevan ja persoonallisen Jumalan kannattajaksi.

Väitteisiin, että hän kvanttimekaniikan avulla on yrittänyt todistaa Jumalan olemassaolon (esim. Niiniluoto ja Sollamo) Laurikainen vastasi: "En ole pyrkinyt esittämään mitään uutta jumalatodistusta, enkä liittämään Jumalakuvaani mihinkään luonnontieteelliseen teoriaan. Syventyminen atomiteorian perusteisiin on tehnyt minulle kristillisen Jumala-kuvan selvemmäksi ja läheisemmäksi. Sille, joka haluaa kuunnella, atomitkin voivat puhua Jumalasta" (*Kanava* 1982 s.117-118; *Teologinen Aikakauskirjai* 1982 s.447-452; *Fysiikka ja usko* s.220-221; *Luonto puhuu luojastaan* s.88; *Kotimaa* 23.12.1994 s.30). Hän esim. näki atomifysiikan tilastollisesta kausaliteetista johtuvan 'laskemattoman tekijän' ('irrationaalisuuden') Jumalan johdatuksena (*Helsingin Sanomat* 1.10.1978 s.2 ja 6.7.1980 s.18; *Jokamiehen kirkkotieto* 2, 1980, s.47-50; *Kanava* 1981 s.206-210), ajatus, jonka hän näyttää omaksuneen Pascual Jordanilta (*Fysiikka ja usko* s.205).

Hän kuitenkin puhui 'fyysikon jumalakuvasta' (esim. *Fysiikka ja usko* s.36, 194, 225; *Luomisusko tänään* s.185; *Luonto puhuu luojastaan* s.84). Siihen liittyen hän kertoo ulkomaalaisesta teologista, joka kirjoitti hänelle, ettei ole varma siitä, onko 'fyysikon Jumala' sama kuin kristityn teologin Jumala (*Todellisuus ja elämä* s.172). Kantin katsotaan lopullisesti osoittaneen Jumalatodistukset epäpäteviksi (*Tieteen giljotiini* s.151), mitä Laurikainen arvosteli (*Suomalaisen Jumala* 1988 s.199, 207).

**Raamatun kirjaimelliseen tulkintaan Laurikainen suhtautui torjuvasti:** "Luonnontieteilijänä minun on todettava, etten voi pitää Raamatun kirjaimellista tulkintaa kaikissa kohdissa mahdollisena, jos samalla katsotaan, että Raamattu on erehtymätön". "Raamattu ei ole luonnontieteen oppikirja" (*Fysiikka ja usko* s.186; *Todellisuus ja elämä* s.124-125, 164, 165, 167, 180; *Fyysikon tie* s.168; *Luomisusko tänään* s.174) tai "Tieteen oppikirjaksi Raamattu ei totisesti kelpaa" (*Todellisuus ja kuvajainen* s.188). Esimerkkeinä tästä hän mainitsee luomis- ja vedenpaisumuskertomukset sekä maakeskeisyyteen viittaavat tekstikohdat (*Fysiikka ja usko* s.21, 190; *Todellisuus ja elämä* s.180). **Hän tunnustautui kehitysoopin kannattajiksi** (esim. *Todellisuus ja elämä* s.113-129, 153-171; Kristityn Vastuu 3.1.1980 s.8; *Helsingin Sanomat* 6.7.1980 s.18 ja 14.6.1981 s.18; *Kotimaa* 24.3.1981

s.3) esittäen samalla kritiikkiä Raamatun kirjaimellista tulkintaa vastaan. Se ei muodostunut esteeksi hänen Jumala-uskolleen: kehitys on yksi tapa kuvailla Jumalan luomistyötä. Luomisusko ja kehitysajatus sopivat hyvin yhteen. Kehitys voidaan käsittää jatkuvaksi luomiseksi (*creatio continua*) (*Todellisuus ja elämä* s.171; *Fyysikon tie* s.178; *Luomisusko tänään* s.190-191; *Luonto puhuu luojastaan* s.49; *Tieteellä on rajansa* s.65, 87). ”Mitään periaatteellista ristiriitaa kristinuskon ja kehitysopin välillä ei ole. Jo kirkkoisä Augustinus puhui jatkuvasta luomisesta. Raamattu on tie johonkin, joka on syvemmällä kuin kaikki järjenmukainen tieto”(Kotimaa 24.3.1981 s.3).

Kreationismiin ja kehitysopin uskonnonvastaiseen propagandaan Laurikainen suhtautui kielteisesti. ”*Ei elämän kehitys ole sattuman aikaansaamaa vaan Jumalan johtamaa jatkuvaa luomista*”. ”Materialismiin perustuva ’sattuman uskonto’ ei vastaa käsitystä, jonka nykyinen fysiikka antaa tapahtumien luonteesta” (*Fysiikka ja usko* s.20; *Todellisuus ja elämä* s.17-18, 160, 176-177; *Luonto puhuu luojastaan* s. 44, 46-50, 87; *Tieteen giljotiini* s.129-130, 144; *Atomien viesti* s.186; *Tiedepolitiikka* 3/1993 s.17-22; *Yliopisto* 10/1995 s.29-30; *Niiniluoto* 1984 s.74-75). Ihmisten mielessä kehitysoppi liittyy ateismiin ja materialismiin (*Fyysikon tie* s.172). **Darwin ei ollut ateisti** (*Todellisuus ja elämä* s.154, 176; *Fyysikon tie* s.171-172; *Luonto puhuu luojastaan* s.49-50).

Todettakoon, että paavi Johannes Paavali II (1920-2005) 22.10.1996 antamassaan lausunnossa ilmoitti, että ”evoluutioteoria on enemmän kuin hypoteesi”. 31.10.1992 hän esitti anteeksipyyntönsä vuoden 1633 Galileo Galilein oikeudenkäynnin johdosta.

Alkuräjähdys (Big Bang) -teorioihin Laurikainen suhtautui torjuvasti. Hän katsoi niiden edustavan tieteisuskoa, skientismia. ”Olemassaolon ensimmäinen alku ei ole tieteen selvitettävissä” (*Todellisuus ja elämä* s.166,178; *Helsingin Sanomat* 21.2.1981 s.2 ”Kuuluuko käsitys kaiken alusta uskon vai tieteen alueelle”, *Fyysikon tie* s.179-184; *Tieteen giljotiini* s.144, 171; *Atomien viesti* s. 42-48; *Uusi Suomi* 4.5.1991 s.33 ”Maailman synty ja tieteisusko”; *Dimensio* 1992(1) s.18 ”Luonnontieteellisestä totuudesta”; *Arkhimedes* 1993 s.187-189). ”Maailma on Jumalan luoma”. ”Kaiken alku on irrationaalisessa hämärässä” (*Tieteellä on rajansa* s.62).

”Tilastollisen kausaliteetin periaate ei sulje tieteestä pois **ihmeiden ja tunnustekojen mahdollisuutta** – ei myöskään neitseestä syntymistä eikä ylösnousemusta.” Ihmeiden mahdollisuuden Laurikainen näyttää omakseen Pascual Jordanilta (*Fysiikka ja usko* s.205; *Todellisuus ja elämä* s.181-183; *Tieteen giljotiini* s.156-158; *Kotimaa* 23.12.1994 s.30).

**Luonnontieteiden ja kristinuskon välisestä suhteesta** Laurikainen kiinnostui 1970-luvun alussa kun kristinusko muutenkin tuli hänelle läheisemmäksi (*Fyysikon tie* s.36; Minkä varassa jaksan elää s.100). Fysiikan suunta on 1900-luvulla muuttunut, mikä antaa aiheen uskonnon ja tieteen uudelleen arviointiin. "Atomiteoria on ohjannut minua todellisuuskäsitykseen, joka avaa uusia näköaloja uskon ja tiedon keskinäisiin suhteisiin. Tieto ja usko eivät saa olla sillä tavoin jyrkästi erotettuja, kuin yleisesti ajatellaan" (*Helsingin Sanomat* 2.11.1983 s.22).

Jo kirjassaan *Atomistiikan aatemaailma* (1973, s.219) hän toteaa, että "usko ja tieto ovat henkisen elämän kaksi komponenttia, jotka täydentävät toisiaan". Kirjoituksensa "Luonnontiede ja usko Jumalaan" (1976; *Fysiikka ja usko* s.163-193) alussa hän toteaa, että "keskeinen totuus, jota pyrin valaisemaan, on tämä: **nykyaikainen luonnontiede ei ole ristiriidassa kristinuskon kanssa**". Sen jälkeen hän selvittää miten empiirisen luonnontieteen kehittyminen johti siihen, että uskonto ja tiede ovat uudella ajalla joutuneet kauas toisistaan ja toteaa: "Luonnontieteen ja uskonnon erottuminen toisistaan irrallisiksi, jopa toisiinsa vihamielisesti tai ennakkoluuloisesti suhtautuviksi kulttuurin aloiksi on länsimaisen kulttuurin skitsofrenia, jakomielitauti, joka nyt ohjaa sen tervettä kehitystä" (s.165). Molemmat sanovat etsivänsä totuutta (s.166).

Kirjastaan *Fysiikka ja usko* (1978) Laurikainen sanoo: "Tärkein seikka, johon haluan tällä kirjallani kiinnittää huomiota, on se, että uskonto ja luonnontiede eivät ole mitään sovittamattomassa ristiriidassa olevia kulttuurin alueita"(s.224). "Pyrin osoittamaan, että fysiikan kehitys antaa aiheen tarkistaa suhdettamme uskontoon" (s.8) Deterministisen kausaliteetin korvautuminen tilastollisella kausaliteetilla on tehnyt uskonnon ja luonnontieteen suhteiden uudelleen arvioinnin tarpeelliseksi (s.224). "Luopuminen ehdottoman kausaliteetin oletuksesta avaa mahdollisuuden uuteen tieteen ja uskonnon lähestymiseen toisiinsa" (s.185). "Täysin deterministisessä maailmankuvassa ei tarvita Jumalaa" (s.220).

Hän tarkastelee fyysikoiden suhdetta uskontoon ja toteaa, että Isaac Newton (1642-1726) ja Max Planck (1858-1947) uskoivat Jumalaan, mutta erottivat tieteen ja uskonnon toisistaan (s.213, 217; Newtonin käsitys Jumalasta s.15-16). Newtonin vaikutuksesta johtuu, että Jumalan käsite jäi pois luonnontieteistä, mikä aiheutti tieteen ja uskonnon eroamisen toisistaan. "Modernissa tieteessä ei ole sijaa Jumalalle: sen kaikki tulokset täytyy voida esittää ilman tätä käsitettä" (s.217, 219). "Tämä ohjelma on toteutettu niin täydellisenä, että nykyisin hyvin yleisesti uskotaan, että tiede on

periaatteellisesti uskonnonvastaista”. Kulttuuri ilman uskontoa ei ole elinvoimainen (s.218). Werner Heisenberg (1901-1975) ja Pascual Jordan (1902-1980) vastustivat uskonnon ja tieteen erottamista toisistaan (s.200, 204). Jordan on todennut, että ”modernin fysiikan mukanaan tuoma determinismin luhistuminen on aiheuttanut ratkaisevan muutoksen tieteen ja uskonnon välisissä suhteissa ja tilastollinen indeterminismi on olennainen piirre siinä, miten Jumala ilmaisee itsensä luonnossa”. Tilastollisten lakien käyttöönotto on avannut mahdollisuuden nähdä Jumalan johdatusta kaikissa tapahtumissa (s.204-205). Erityisesti Heisenberg ja Bohr ovat kritisoineet tätä ajattelutapaa (206). Albert Einstein (1879-1955), Heisenberg ja Planck näkevät Jumalan luonnon deterministisessä järjestyksessä (s.204-205). Heisenbergin uskonto oli jonkinlaista panteismia (s.200). Myös Einstein oli panteistinen (s.201, 214). Bohr oli ehkä agnostinen (s.220).

Sivulla 216 Laurikainen toteaa: **”On olemassa vain yksi todellisuus, jota sekä uskonto, että tiede tavoittelevat. Jumala on tämän todellisuuden syvin sisälllys”**. Tarvitaan synteisiä, ”joka pyrkii sulattamaan tieteellisen maailmankuvan peruspiirteet kristinuskoon.” ”Usko Jumalaan ei ensisijaisesti ole tietoa koskeva asia: se on uskon asia.”(s.219, 221). Kristinusko on länsimaisen tieteen perustus (s.37, 217, 223).

Kirjassa *Fyysikon tie* (1982, s.235-236) Laurikainen toteaa: *”Tieto ja usko ovat inhimillisen kulttuurin komplementaariset peruselementit... Todellisuus on yksi. Siihen kuuluu aina henkinen komponentti... Ei ole mitään puhtaasti aineellisia tapahtumia... Tämä on näkemys todellisuudesta, johon modernin fysiikan filosofia meitä opastaa”*. ”Teologiassa vallitseva käsitys luonnontieteen ja uskonnon suhteista näyttää vastaavan klassisen fysiikan maailmankuvaa. Sen mukaan pidettiin selvänä, että on olemassa objektiivinen ulkomaailma, joka on tietoisuudesta ja hengestä täysin riippumaton. Se oli luonnontieteiden alue, jossa näille on tunnustettava täysi vapaus totuutta koskevien kysymysten ratkaisemisessa. Uskon alue on tämän käsityksen mukaan tuosta luonnontieteiden tutkimasta todellisuudesta täysin riippumaton. Usko kohdistuu hengen maailmaan, joka teologisen käsityksen mukaan on syvempi todellisuuden alue kuin aineen maailma... Tämä rauhallisen rinnakkaiselon oppi teologian ja empiirisen luonnontieteen kesken ei vastaa sitä käsitystä todellisuuden luonteesta, johon kvanttiteorian filosofinen erittely on minut johtanut... Uskonnon ja tieteen suhde on paljon vaikeammin eriteltävissä. ’Hengen maailma’ ja ’aineen maailma’ eivät ole toisistaan riippumattomia vaan ne merkitsevät yhden ja saman todellisuuden komplementaarisia lähestymistapoja”(s.236).

Kirjassa *Luomisusko tänään* (1982, s.174) viitataan myös teologian omaksumaan 'rauhalliseen rinnakkaiseloon', joka perustuu oppiin *kahdesta maailmasta*: aineen maailmasta ja hengen maailmasta. "Empiirinen tie-de ja teologia luovat kumpikin yksipuolista maailmankuvaa. Ne edustavat komplementaarisia todellisuuden aineksia". Dialogin voimistuminen tiedon ja uskon edustajien välillä on mitä tärkeintä (s.194).

Kirjassa *Luonto puhuu luojastaan* (1983, s.8) Laurikainen toteaa: "tieteellisestä kritiikistä ei tarvitse ollenkaan tinkiä, kun ihminen omaksuu kristillisen pohjan elämälleen". Sivulla 16 hän kertoo, että käsitykset hengestä ja aineesta "kiteytyi selkeäksi ajatuskuvioksi Rene Descartés (1596-1650), jonka ajattelu on uskomattoman voimakkaasti vaikuttanut länsimaiseen ajattelutapaan uudella ajalla". Sivulla 84 hän toteaa: "Tiede on uudella ajalla ajautunut niin kauas uskonnosta, että monet näkevät niiden välillä sovittamattoman ristiriidan. (Tähän ovat vaikuttaneet mm. Hume ja Kant.) Teologia on mukautunut tähän tilanteeseen niin, että aineellista maailmaa koskevat totuudet ja henkistä todellisuutta koskevat totuudet katsotaan eriluonteisiksi, jolloin ristiriita muodollisesti vältetään. Sivulla 91: "Todellisuus on yksi, ja tie-de ja uskonto puhuvat samasta todellisuudesta. Ne ovat toisilleen komplementaarisia totuuden lähestymistapoja. . . Tiede on eräs tie kohti Jumalaa". Sivulla 85: "Minusta 'kahden totuuden oppi', jota teologit näyttävät kovin yleisesti seuraavan, on edesvastuuton. . . Tiedän, miten voimakkaasti luonnon-tieteet vieroittavat ihmistä kristinuskosta". Dialogi tieteen ja uskonnon välillä on välttämätön.

*Suomen Kuvalehdessä* 32/1983 s.21 Laurikainen ilmoitti olevansa eri mieltä emeritus arkkipispa Mikko Juvan (1918-2004) kanssa, joka oli mm. sanonut, että "tieteen ja uskonnon rajat on pidettävä selvinä, eikä tieteen keinoin voi sanoa mitään Jumalasta". Siihen Laurikainen totesi: "Viitataan taas kerran Wolfgang Pauliin, joka on paras mahdollinen atomiteorian perusky-symysten asiantuntija ja tähdensi sitä, että uskonnolla ja tieteellä täytyy olla jotain tekemistä toistensa kanssa".

Kirjassa *Atomien tuolla puolen* (1985, s.14) Laurikainen kuvaa miten uuden ajan alussa tapahtui aineen maailman ja hengen maailman jyrkkä erottuminen toisistaan, mihin Descartesin filosofia vaikutti hyvin olennaisesti. Teologia joutui tunnustamaan empiirisen tieteen täyden itsenäisyyden aineen maailman alueella. Se itse keskittyi hengen maailmaan ja jumalallisen ilmoituksen tutkimiseen. Erityisen selväksi tämä aineen maailman ja hengen maailman erottuminen toisistaan muodostui protestanttisissa maissa. Tätä uskon ja tiedon alueiden jyrkkää erottumista Pauli piti länsimaisen kulttuurin

suurena vaarana. Hän toisti monissa yhteyksissä, että uskonnon ja tieteen lähteet ovat samat, eikä näitä alueita sen vuoksi voi erottaa toisistaan niin kuin länsimailla on uudella ajalla tapahtunut. Tästä on seurauksena harhakuvitelma, että empiirinen tiede voi ratkaista kaikki todellisuutta koskevat kysymykset. Sivuilla 61-64 Laurikainen luo katsauksen Descartesin osuuteen dualistisen maailmankuvan synnyssä, minkä seurauksena "maailmankaikkeus hajotettiin kahdeksi erilliseksi substanssiksi, mikä on vaikuttanut länsimaisen kulttuurielämän kehitykseen hyvin vahingollisella tavalla" (s. 63). Tilastollisen kausaliteetin käsitteen valossa kysymystä aineen ja hengen suhteesta on tarkasteltava uudesta näkökulmasta (s. 65). "Pauli korostaa psykofyysisen probleeman tärkeyttä ja sitä, että on pyrittävä aineen ja hengen *konjunktioon*" (s. 69). "Paulin mukaan henki ja aine ovat todellisuuden komplementaarisia ilmauksia, samassa mielessä kuin puhumme 'hiukkasis-ta' ja 'aalloista' atomimaailman komplementaarisina kuvailutapoina" (s. 76).

Tieteen ja uskonnon (aineen ja hengen) suhde askarrutti Paulia hyvin paljon hänen viimeisten kymmenen elinvuotensa aikana (*Luonto puhuu luojastaan* s.120; *Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23). Aikamme suureksi tehtäväksi Pauli näki uskon ja tiedon yhteensovittamisen. "Syventyminen atomiteorian perusteisiin on ohjannut minut samanlaisiin näkemyksiin" (*Helsingin Sanomat* 6.7.1980 s.18). Paulin mukaan molemmat pyrkivät käsittämään todellisuutta. *Rationaalinen tiede ja mystinen todellisuuden välitön kokeminen edustavat kahta komplementaarista tietä todellisuuden ymmärtämiseen*. Tieteen ja uskonnon lähteet ovat samat. Jyrkkää rajaa fysiikan ja metafysiikan välille on mahdoton vetää. Niiden jyrkkä erottaminen on johtanut nykyiseen kulttuurikriisiin. "Metafysiikka on tieteen kehittymisen kannalta välttämätöntä".

Tarvitaan todellisuuskäsitystä, jossa tieto ja usko ovat komplementaarisia, toisiaan täydentäviä teitä kohti todellisuutta: tieteen tien rinnalla on intuition, uskonnon ja mystiikan tie (*Atomien tuolla puolen* s.14; *Tieteellä on rajansa* s.27-28; *Uusi Suomi* 24.12.1983 s.22-23). Pauli tarkasteli pelastustiedon ja tieteellisen tiedon suhdetta esitelmässään Mainzissa 1955 todeten mm.: "Minä uskon, että länsimaiden kohtalona on saattaa toisaalta kriittisen rationaalinen, ymmärtämään pyrkivä, ja toisaalta mystisen irrationaalinen, vapauttavaa kokonaiselämystä etsivä asenne yhä uudelleen kosketuksiin toisensa kanssa" (*Fyysikon tie* s.161-164; *Luonto puhuu luojastaan* s.123-124; *Atomien tuolla puolen* s.109-115; *Atomien viesti* s.190-191).

Kirjassa *Tieteen giljotiini* (1987, s.74) Laurikainen toteaa jälleen miten kohtalokas vaikutus luonnontieteellisen materialismin (ja samalla ateismin)

voimistumiseen on ollut Descartesin ja Immanuel Kantin (1724-1804) filosofisilla mielipiteillä. "Lähinnä heidän vaikutuksestaan 'hengen maailma' on erotettu jyrkästi 'aineen maailmasta'. Teologit ovat omaksuneet tämänmuokaisen ajattelutavan, ja tuloksena on ollut skitsofreeninen kulttuuri, jossa teologian ja luonnontieteen keskusteluyhteys on katkennut. Hyvin osuvasti Pauli on nimittänyt kartesiolaista dualismia 'henkiseksi sumutäpläksi'".

Ainakin Born, Heisenberg ja Pauli hylkäsivät kvanttimekaniikan perusteella kartesiolaisen dualismin ja nimittävät sielun ja ruumiin suhdetta komplekmentaariseksi. "Kartesiolaisen dualismin asemasta tarvitaan komplekmentaarisuuden käsitettä kun kuvaillaan suhdetta 'hengen' ja 'aineen' välillä" (*Todellisuus ja kuvajainen* s.17,19,27; *Atomien viesti* s.53; *Tieteellä on rajansa* s.35). "Kvanttifysiikan ontologia tarjoaa kartesiolaisen dualismin tilalle komplekmentaarista, psykofyysistä todellisuuskuvaa. Sen eräs seuraus on tieteen ja uskonnon jyrkän eron poistuminen" (*Arkhimedes* 1994 s.146-153). "Yhden maailman ontologia näyttää avaavan aivan uusia näköaloja tieteen ja uskonnon dialogille" (*Tieteellä on rajansa* s.87). "Aivan erityisesti kaivat-taisiin nyt keskustelua uskonnon ja tieteen edustajien välillä".

Rationaalinen tieto ja usko ovat toisiaan täydentäviä, komplekmentaarisia, lähestymistapoja. "Ei nykytiede ole ristiriidassa kristinuskon kanssa, vaikka tieteususkon julistajat niin väittävät" (*Tieteen giljotiini* s.77, 148, 205). Luther (toisin kuin Zwingli) ei hyväksynyt dualistista ajatusta ruumiin ja sielun jyrkästä erosta. Lutherin mukaan ruumis ja sielu muodostavat *erottamattoman ykseyden*, ja 'henkisen todellisuuden' erottamista 'aineen maailmasta' Luther piti kokonaan vääränä (*Tieteen giljotiini* s.149-150).

Joensuun kansainvälisen fyysikkosymposion jälkeen 9-11.8.1987 oli Uudessa Valamossa Heinävedellä Laurikaisen aloitteesta Valamon kansanopiston järjestämä uskon ja tiedon dialogia käsitellyt seminaari "Kaksi tietä totuuteen", johon osallistui yli sata henkilöä. Laurikaisen esitelmän aihe seminaarissa oli "Eino Kaila, Wolfgang Pauli ja kaksi tietä" (*Arkhimedes* 1987 s.268-278). Esitelmäitsijöinä olivat myös mm. dosentit Matti Luoma "C.G. Jung ja kaksi tietä" ja Paavo Rissanen "Mystiikan metodi" sekä FL Pekka Sauri "Arjen mystiikka". Laurikainen on kirjoittanut seminaarista kirjaan *Valamon kävijöitä* (toim. Tertti Lappalainen, WSOY 1988, 165 siv.). Seminaarista on myös Elina Karjalaisen selostus Suomen Kuvalehdessä 34/1987 sekä Tiede 2000-lehdessä 6/1987 (pääkirjoitus), 7 ja 8/1987 ja 1/1988 (kirjeet).

12.3.1990 Laurikainen esitti Uudessa Suomessa mielipidesivulla kirjoituksen "Filosofia on luutunut ateismi-materialismiin" todeten mm. "Kun jän

eläkkeelle omistauduin fysiikan filosofisten perusteiden selvittämiseen. Totesin rajan luonnontieteen ja uskonnon välillä hämärtyvän. Se on ollut liikaa luonnontieteilijöille ja teologeille. Samansuuntaisiin tuloksiin on päätynyt mm. Wolfgang Pauli. Paulin filosofiassa on keskeisenä irrationalisuuden ajatus. Todellisuus on ja pysyy inhimillisen tiedon kannalta 'hunnun peittämänä'".

Soveltavan psykologian emeritusprofessori Lauri Rauhala puuttui kriittisesti Laurikaisen "tavoitteisiin yhdistää (sekoittaa) tiede ja uskonto" otsikolla "Uskonnon fysikalisoiminen on materialismia" (*Uusi Suomi* 17.3.1990 s.34). Laurikainen vastasi siihen 24.3. s.31 otsikolla "Uskontoa ei voi fysikalisoida" todeten mm.: "Rauhala puhuu uskonnon ja tieteen 'yhdistämisestä'. Mistä sellainen ajatus on peräisin? Minun tarkoituksenani on vain madaltaa sitä kynnystä, jonka luonnontiede usein muodostaa ihmisten uskolle. Fysiikkaa ja biologiaahan käytetään yleisesti aseina materialistisessa propagandassa, ja olen pyrkinyt osoittamaan, että fysiikkaa ei enää voi käyttää tällaiseen tarkoitukseen".

Laurikainen on myös todennut, että "aikamme tärkein ekumeeninen ongelma ei ole uskontojen vaan tieteen ja uskonnon välinen". Uskonnon tulee olla tienä kohti Jumalaa. (*Todellisuus ja kuvajainen* s.30).

Teologisia näkemyksiään Laurikainen esitteli paitsi kirjoissaan myös luennoilla, seminaareissa, esitelmissä, lehtikirjoituksissa, haastatteluissa ja vierailuissa seurakuntiin. Hän ei pitänyt itseään teologian asiantuntijana eikä pyrkinyt esiintymään teologina (*Suomalaisen Jumala* s.196; *Helsingin Sanomat* 18 ja 26.10.1983). Luennoilla ja seminaareissa ei läheskään aina puhuttu Jumalasta tai uskonnosta, mutta esim. keväällä 1996 seminaarien aiheena oli "Tiede ja uskonto kvanttimekaniikan valossa".

Teologian opiskelijoille Laurikainen luennoi luonnonfilosofiaa vuoteen 1996 asti. Eeva Martikaisen mukaan "Laurikainen tuli luennoitsijaksi teologiseen tiedekuntaan 1970-luvun lopussa, jolloin hän piti kvanttimekaniikan perusteita koskevat luentosarjansa. 1980-luvun alkupuolella hän piti useita luentosarjoja aiheesta "Kristinuskon ja luonnontieteet". Koko 1980-luvun jatkuneet luentosarjat oli tarkoitettu erityisesti teologian opiskelijoille. 1990-luvulla luentosarjat siirrettiin pidettäväksi suurenergiafysiikan laitoksella ja järjestettiin osittain Avoimen yliopiston toimesta" (*Avartuva ajatus* s.69). Teologisen tiedekunnan opinto-oppaissa Laurikainen on mainittu ainoastaan lukuvuosina 84/85 "Luonnontieteet ja kristinuskon", 85/86 ja 86/87 "W.Paulin filosofiaa", 89/90 "Paulin filosofiaa ja tieteen historia ja filosofia" sekä 95/96 "Johdatus luonnonfilosofiaan ja luonnonfilosofian seminaari". Teologian op-

pikirjoissa on mainittu Laurikaisen *Todellisuus ja elämä*.

Järvenpään seurakuntaopistolla oli 1.-2.11.1996 Laurikaisen aloitteesta Luonnonfilosofian seuran, Uskonnonpedagogisen instituutin ja Kristillisen opintokeskuksen järjestämä seminaari ”Luonnontieteen haaste filosofialle ja teologialle”, jonka alustukset on julkaistu kirjana (Systemaattisen teologian laitos 2001). *Teologisessa Aikakauskirjassa* Laurikainen esitteli ajatustaan 1982, 1984, 1989, 1993 ja 1996(2). *Kotimaa*-lehteen hän kirjoitti ainakin 1981, 1982, 1989(2) ja 1994. Hän kirjoitti myös alan kansainvälisiin julkaisuihin ja osallistui tieteen ja uskonnon välisiin kansainvälisiin kokouksiin ja oli yhteydessä alan amerikkalaiseen Templeton-säätiöön, joka palkitsi hänen kirjoituksensa.

Teologeista Luonnonfilosofian seuraan ovat kuuluneet mm. professorit Gunnar af Hällström (s.1950) ja Tuomo Mannermaa (s.1937), TT Antti Ahlonsaari (s.1931), TL Stefan Djupsjöbacka (s.1949), TK Tapio Ahokallio (s.1945), TK Kirsi Virtanen (s.1959), TK Esko Rintala (s.1930) ja TM Seija Aarto (s.1946). Esitelmöitsijöinä ovat olleet mm. professorit Heikki Kirjavainen (s.1937), Reijo Työrinoja (s.1948) ja Eeva Martikainen (1949-2010), dos. Pauli Annala (s.1950), TL Simo Ylikarjula (s.1945), TL Tapio Luoma (s.1962), TL Timo Koistinen (s.1963), TL Petri Järveläinen (s.1965), TM Marianne Heikkilä (s.1968), TM Anssi Elenius (s.1969), Dr.rer.nat. isä Rudolf Larenz (s.1947) ja pastori Mitro Repo (s.1958).

Uusimman ajan teologian professori Eeva Martikainen arvioi K.V. Laurikaista teologina kirjassa *Avartuva ajatus* (1999, s. 69-71). Teol.kand. Leo Karkia on *Teologisessa Aikakauskirjassa* 1995 s.227-236 ja 423-432 arvioinut Laurikaisen luonnonfilosofiaa. Laurikaisen vastaus oli 1996 s.71-72. Professori Ilkka Niiniluoto kritisoi kirjassaan ”Tiede, filosofia ja maailmankatsomus” (1984, s.113-131) Laurikaisen filosofisia näkemyksiä otsikolla ”Kvanttimekaniikan lait eivät edellytä Jumalaa”. Suomalaisia teologeja Laurikainen arvosteli ’kahden totuuden opista’ so. tieteen ja uskonnon erottamisesta, materialistisen filosofian tukemisesta ja siitä, että teologiamme tiedekäsitys perustuu deterministisen kausaliteetin ajatukselle (*Luonto puhuu luojastaan* s.104-105; *Tieteen giljotiini* s.142-158; *Tieteellä on rajansa* s. 8). ”Suomalaiset teologit näyttävät olevan varmoja siitä, että luontoa tutkimalla ei voi oppia mitään Jumalasta” (*Tieteen giljotiini* s.151; *Kotimaa* 21.2.1989 s.6).

Laurikainen katsoi olevansa luterilainen, mutta ei varsinaisesti osallistunut kirkolliseen elämäään ja sanoi vierastavansa uskonnollista yhteyttä muihin ihmisiin. Hän kuitenkin vieraili seurakunnissa ja seurusteli uskonnollis-

ten vaikuttajien kanssa ystäväystyen mm. ortodoksisen arkkipiispa Paavalin (1914-1988) kanssa, joka johti Laurikaisen aloitteesta Uudessa Valamossa elokuussa 1987 järjestettyä seminaaria ”Kaksi tietä totuuteen”. Arkkipiispa Paavali liittyi myös vähän ennen kuolemaansa vastaperustettuun Luonnonfilosofian seuraan. Laurikainen kirjoitti hänestä ”Mietteitä tieteen ystävän muistoksi” kirjassa *Ollos iäti muistettu arkkipiispaamme Paavali* (WSOY 1989, s.107-118) (*Atomien viesti* s.146).

Suomen katolisen kirkon piispa Paul Verschuren (1925-2000) esitelmöi keväällä 1990 Laurikaisen kutsumana luonnonfilosofian seminaarissa aiheesta ”Mitä katolinen kirkko opettaa ruumiin ja sielun suhteesta”.

Nykyinen Espoon piispa Tapio Luoma (s.1962), joka teki väitöskirjansa (1999) teologian ja luonnontieteen suhteista Thomas S. Torrancen ajattelussa oli esitelmöitsijänä luonnonfilosofian seminaareissa 1995 ja 1996 ja Järvenpään tapahtumassa 2.11.1996 (*Luonnontieteen haaste teologialle ja filosofialle* 2001, s.123-132).

Kalervo Laurikaisen poika Erkki, nykyisin Laurinharju (s.1945) on suorittanut FK-tutkinnon (1977, FM 1982) maantieteessä ja biologiassa, mutta opiskellut myös teologiaa ja toiminut vuodesta 1983 lähtien kovakuoriais-tutkimusten ohella apupappina, kappalaisena tai kirkkoherrana useissa eri seurakunnissa. Hän on osallistunut myös Luonnonfilosofian seuran toimintaan.

## Kirjallisuutta

- Airola, Agnes (2002): *Kalervo Laurikainen (1916-1997)*. Käsikirjoitus.
- Hoyer, Paul ja Tuominiemi, Jorma (1990): *Suurenergiafysiikan laitos/ Ydinfysiikan laitos-Suurenergiafysiikan tutkimuslaitos 1960-1990. Kohti uutta todellisuuskäsitystä*, s.35-44. Yliopistopaino, Helsinki.
- Hämäläinen, Rauno (1996): *Mies tavoitteidensa takana – Muistikuvia neljän vuosikymmenen ajalta. Vastakohtien todellisuus*, s. 9-14. Yliopistopaino, Helsinki.
- Kajantie, Keijo (1997): *K.V. Laurikainen in memoriam. Arkhimedes* s.19-22.
- Kajantie, Keijo (2005): *Laurikainen, Kalervo Vihtori (1916-1997) ydinfysiikan professori*. Suomen Kansallisbiografia 5: 775-777. SKS, Helsinki.

- Ketvel, Urho; Airola, Agnes; Kallio-Tamminen, Tarja; Laurema, Seppo; Rainio, Kullervo ja Rastas, Jussi (1999): *Avartuva ajatus*. Luonnonfilosofian seuran julkaisuja IV. Espoo. 297 siv.
- Laurikainen, Erkki (1990): *Eräitä elämänkertatietoja. Kohti uutta todellisuuskäsitystä*, s.11. Yliopistopaino, Helsinki.
- Laurikainen, K.V. (1982): *Fyysikon tie*. MAOL ry, Hyvinkää. 239 siv.
- Laurikainen, Petri (1990): *Lyhyt kertomus fysiikankuvamme uudelleenmäärittelystä. Kohti uutta todellisuuskäsitystä*, s.19-31. Yliopistopaino, Helsinki.
- Lipas, Pertti (1997): *Suomen Fyysikkoseura 1947 – 1997* Vammala. 130 siv.
- Niiniluoto, Ilkka (1984): *Tiede, filosofia ja maailmankatsomus. Filosofisia esseitä tiedosta ja sen arvosta*. Otava, Keuruu. 359 siv.

## K. V. Laurikaisen julkaisemia kirjoja

Kirjat ovat suomenkielisiä paitsi käännökset vuosilta 1985, 1994 ja väitöskirja vuodelta 1997.

- 1967 *Problems of present-day physics*. 211 p. *Nykyfysiikan ongelmia*. WSOY.
- 1968 *Basics of modern physics. (Mathematical principles of relativity and quantum mechanics.)* 162 p. *Modernin fysiikan alkeita*, WSOY.
- 1973 *Atomistic ideology and its reflections in the present-day world*. 226 p. *Atomistiikan aatemaailma ja sen heijastumia aikamme ideologiassa*. WSOY.
- 1975 *Mathematical expedients*. 215 p. *Matemaattisia apuneuvoja*. WSOY.
- 1978 *Physics and belief*. 272 p. *Fysiikka ja usko*. WSOY.
- 1980 *Reality and life*. 224 p. *Todellisuus ja elämä*. WSOY.

- 1982 *Belief in creation today. Problems of belief and knowledge in the 1980's.* (Together with Tapio Ahokallio and Erkki Laurikainen) 203 p. *Luomisusko tänään.* Kirjapaja.
- 1982 *The path of a physicist.* (Autobiography) 239 p. *Fyysikon tie.* MAOL ry:n julkaisusarja 5/1982.
- 1983 *Nature speaks about its Creator – outlining of a new view of reality.* 124 p. *Luonto puhuu luojastaan – uuden todellisuuskäsityksen hahmottelua.* Kirjapaja.
- 1985 *Beyond the atom. The philosophical thought of Wolfgang Pauli.* 187 p. In English Springer-Verlag 1988, 234 p.
- 1987 *Guillotine of science.* 208 p. *Tieteen giljotiini.* Otava.
- 1990 *Reality and reflection.* (Together with Kullervo Rainio) 203 p. *Todellisuus ja kuvajainen.* WSOY.
- 1991 *Philosophy with the eyes of a physicist – Introduction to natural philosophy.* 155 p. *Filosofiaa fyysikon silmin.* Yliopistopaino.
- 1994 *From Kant to a quantum, philosophy with the eyes of a physicist.* 125 p. *Kantista kvanttiin.* Yliopistopaino.
- 1994 *The message of the atoms. Essays on Wolfgang Pauli and the Unspeakable.* 204 p. In English, Springer-Verlag, 1997, 203 p.
- 1997 *Science has its limits – ontological implications of quantum theory.* Dissertation in English, University of Oulu, Report Series in Physical Sciences. 91 p.
- 1997 *Science has its limits – quantum theory and reality. Dissertation in Finnish.* 109 p. *Tieteellä on rajansa.* Yliopistopaino.

## Discussions with K. V. Laurikainen

### "Science has its limits"

Kaarle Kurki-Suonio

Prof. emer.

Department of Physics, University of Helsinki

*The paper is a brief account of the author's relation to prof. K. V. Laurikainen (KVL) since 1958. It covers the central themes of the mutual discussions. The problem of knowledge and faith or science and religion was a central subject of common interest, particularly the question, how physics should affect the world view. The paper reports points of agreement and disagreement between the author's interpretation of KVL's ideas and his own conceptions. The discussions were tinged by the different missions of the counterparts, on KVL's part the establishment of natural philosophy as an accepted field of science, on the author's part the development of a basic teaching philosophy for physics teacher education. The problems taken up include the mutual roles of empiry and theory, intuition and logics, knowledge and beliefs, rational and irrational, and finally Pauli's conception of unus mundus and God.*

## Preface

There is a special reason for the title of this article. In March 2007, Dr. H. Siemsen from Ernst Mach Institute for Philosophy of Science, Emden, contacted me to discuss the Science Education in Finland. This led to long discussions and correspondence in preparation of his extensive article [1] on the subject. In this context, the question arose about the relation of my ideas to those of my "predecessors". Particularly, I was challenged to assess the relation of the basic ideas of my "teaching philosophy" [2], [3] to those of the "natural philosophy" of Professor K. V. Laurikainen alias KVL.

On the other hand, the title is not quite justified, because these "discussions" can be only fictitious. I have no recordings, and my memories are only allusive. They also remain necessarily one-sided, because KVL is no more present to respond my argumentation. The reader can seek his responses

only from the multitude of books and articles he left behind; particularly, from his last book with the title “*SCIENCE HAS ITS LIMITS. Ontological Implications of Quantum Theory*” [4]. It was intended to be his doctoral thesis of natural philosophy, and it is very much like his spiritual testament for the posterity.

## Two Missions

I have had the privilege to know KVL since January 1958. As a young doctoral student I was commissioned to act as his assistant on a course of Mathematical Means of Physics. He was already an honourable senior scientist, and our relation was formal. Once a week, he gave me, without any further instructions, the problems to be solved and discussed in the seminars, which I held independently as best I could.

From the next several years, I have no special memories of him. In 1967 he, unexpectedly, invited me (avec) to discuss worldview problems on the basis of some articles which I had written. Much later, in an interview on account of my 60-years anniversary [5], I mentioned incidentally KVL's thinking on “Knowledge and Faith”. KVL did not like the wording of the text and reacted [6]. In my reply [7] I referred to this discussion as follows:

“... A young boy was once invited to the home of an authoritative scientist in Klaukkala. You wanted to discuss something I had written about knowledge and faith. ... I understood that some of your relatives or friends had passed it to you and you felt obliged to glance it. You explained that you were thinking in a completely different way. You declared yourself as a freethinker and atheist, and your world view was materialistic. Some years later, when I encountered again your thoughts, I was surprised to realize that they had turned, being in many respects parallel to mine – to my experience, as if you had read my writings ...”

Although KVL denied, my impression of the tone of the discussion was quite strong and was equally shared by my wife. In passing of years it became obvious, that we shared a serious interest in the relation of knowledge and faith or of science and religion and, particularly, in the ways how modern physics affects, or should affect, our worldview. For KVL this was a central theme of his natural philosophy which was his great mission of life. This was clear already in his enthusiastic public activity as a speaker and writer beside his great professional efforts on behalf of theoretical physics and experimental elementary particle physics.

I had the same primary interest. It also resulted in comparable public activities beside my scientific career as a theoretical crystallographer, although in a smaller scale. This interest was strengthened and expanded by my own "mission of life", "didactical physics", as I called my efforts in developing physics teacher education in Finland [2], in creating principles of "perceptual approach" and in establishment of a special physics syllabus for teacher education. For me, "natural philosophy" meant, in the first place, the philosophical background of physics teaching.

Our common interests are clearly visible in my evaluations of his books [8], [9], [10]. I found our thoughts "in many respects parallel, even more than what was regarded suitable for a Finnish physicist of that time", as I wrote in my above mentioned reply to KVL [7]. With some hesitation, I dare to say, that, by and by, a friendship developed between us. KVL seemed to accept my main ideas, in principle. A couple of times he asked me to lecture on the complementary education courses for physics teachers, which he arranged annually since early seventies. In the eighties I attended regularly his seminars of natural philosophy. Occasionally, he even asked me to conduct the seminar in his absence. I became naturally one of the founding members of The Finnish Society for Natural Philosophy, founded in 1988 on KVL's initiative.

KVL persuaded me to get more deeply involved in the natural philosophy and in the activities of "his Society". I got the impression that he wanted me to adopt his mission in order to continue his work. I was, however, completely devoted to my own mission and, at the time of his passing in 1997, it was in a crucial phase. Thus, for me this interaction with KVL served only my trials to formulate the principles of my teaching philosophy.

## Theory and Empiry

There was much in common to our lines of thought. However, now and then, some discrepancy occurred. Mostly, it concerned the roles of theory and empiry as the basis of our conceptions of "reality". At the same time, I saw the weak role of empiry in the Finnish school physics as one of the most difficult and challenging problems within my own mission.

In principle, KVL seemed to agree with my emphasis of empiry as the primary basis. He also nodded in acceptance of my conception of the basically intuitive nature of concepts as gestalts born by perception, where empiry and theory are inseparably intertwined. All empiry is theory-

laden and all theory is empiry-laden. But the empiry is primary. Every physical concept has an empirical core meaning, preserved in all further developments [2]. Once, I noted that he had started to use the concept of gestalt in his own lectures. I was wondering whether this was due to an impact of our discussions, until I learned that he had been a student of E. Kaila, who had introduce Gestalt psychology in Finland [1] – which I was not at all aware of.

In his lectures and writings, he often emphasized the basic role of both empiry and intuition in principle. Still, his detailed argumentation was often based on theory. A couple of examples:

### **Die and Electron**

KVL argued, as I understood it:

The die is a macroscopic body and, hence, a classical object. Classical mechanics makes possible accurate prediction of its motion.

Electron is a quantum mechanical object. Quantum mechanics does not allow other than probabilistic prediction of its behavior.

I objected:

Calling objects classical or quantum mechanical implies, that the attention is drawn to theoretical models instead of the “real entities”, the die and the electron, as they are perceived empirically on the basis of observations and experiments.

In fact, classical mechanics does not make possible “accurate prediction” of the motion of a die or of any real object or system.

Empirically, the whole idea of “accurate prediction” is senseless, simply because “accurate empirical verifications” are impossible in general. This phrase is just a verbal interpretation of the mathematical fact that the differential equations modeling the dynamics of a known mechanical system have a unique solution, when the “initial state” of the system is known accurately.

However, “knowing accurately” the initial state is impossible, not only due to the impossibility of accurate measurements and of its realization in a definite instant of time, but also in principle due to the basic conceptual “inaccuracy” of the quantities defining the state of a system. Also, as we know from the chaos theory, an arbitrarily small change of the initial state may result to an arbitrarily large change of the final state. Moreover, even knowing the differential equation, or rather the group of equations,

"accurately" is impossible. It would require identification of all degrees of freedom of the system and assessment of a mathematical representation of the laws of interaction, both external and internal, in terms of the coordinates representing the degrees of freedom. Also here a basic conceptual inaccuracy occurs, because the underlying assumption of the existence of such accurate mathematical laws and their mutual independence is a radical idealization.

As to the electron, the impossibility to predict the occurrence of single electrons in an experiment is not a consequence of quantum mechanics. It is an empirical fact, concluded initially from the double-slit experiment. To the contrary, quantum mechanics was developed because of the "empirical compulsion" due to this fact and other empirical evidence.

### **The Double-slit Experiment**

The "great message" of KVL was that modern physics requires a radical change of our conceptions of reality. I agreed. But, while he argued that it is the quantum mechanics which compels us to a change of our ontological views, I emphasized the primary role of the empiry. In my view, the necessity to change views does not come from the theory, but from the empirical evidence, which has made the development of the theory necessary. The theory can then guide us to build up mental images compatible with the empirical evidence. The double-slit experiment played a central role in KVL's argumentation. He, however, explained several times on his lectures that, in fact, a one-slit experiment is already sufficient to show the evidence of what is called the wave-particle dualism, because it already produces a diffraction pattern.

I agreed that the double-slit experiment is definitely one of the keys to modern physics. But, to my view, in a one slit experiment, the interpretation of the intensity distribution as a diffraction pattern offers only theoretical or explanatory evidence. It is concluded from the successful mathematical modeling of the phenomenon as linear superposition of monochromatic waves. The empirical evidence of the wave-particle dualism and the consequent ontological conclusions cannot be obtained without the second slit which makes possible a three-phase experiment  $A \sim B \sim AB$ :

The same radiation is first let to pass through the slits  $A$  and  $B$  separately and then through both slits simultaneously. The resulting intensity patterns consist of single "hits", like particle impacts on the screen or film. The

decisive observation is that the pattern  $AB$  is not a superposition of the patterns  $A$  and  $B$ , as it would necessarily be in the case of a beam of classical particles with definite paths. This non-additivity of the intensity distribution,  $I_{AB} \neq I_A + I_B$ , is the empirical evidence, not the occurrence of the pattern itself, even when observed as an accumulation of local and instantaneous events.

It is then another matter that, when measured, the pattern  $AB$  can be interpreted as a superposition of two waves in terms of an additive “field-quantity”  $\Psi$ . Assuming that the intensity is proportional to the square of the field quantity,  $I_A \sim \Psi_A^2$  and  $I_B \sim \Psi_B^2$ , as is the case with classical waves of almost any kind, the result  $I_{AB} \sim (\Psi_A + \Psi_B)^2$  is verified. There is no observable field quantity.  $\Psi$  is just a mathematical abstraction introduced to enable the interpretation.

It is important to note, that the intensity of the beam can be weak enough to give just one “hit” at a time. The spots of the single hits are unpredictable. Thus, the “diffraction pattern” represents a probabilistic law, which governs the single “hits”.

### Ontological notes

As to the ontological implications of the double-slit experiment, KVL emphasized the non-predictability of single atomic events and the probabilistic nature of atomic phenomena. He appealed to Bohr’s conception of complementarity: *“Different experimental results can give incompatible results (complementary to each other) [4, Appendix] and “Objects of the micro world are contradictory to themselves” [4, p. 28].* Such statements imply that both particles and waves are still regarded as “valid models” of the electrons and photons. The results of the double-slit experiment, where both natures appear simultaneously, are therefore internally incompatible. This incompatibility is eluded by transferring it to the era of psycho-physical phenomena with the aid of the concept of complementarity.

In fact, the empirical evidence of the double-slit experiment does not concern anything but the single events and their distribution. There are no indications of any existence of particles before or after the events, and there is no observable field quantity to support the wave model. Therefore, rather than sticking to the validity of these classical models, one should simply reject both and revise our conceptions about the ontological nature of electrons, photons etc.- regardless of the observer. In the absence of any

contradicting empirical evidence, we can draw following conclusions, which make the acceptance of the incompatibility of the double-slit experiment or of internal contradictions of "objects" unnecessary.

The electron and the photon etc. have no continual existence. They are realized only as instantaneous and local events in interactions. The concept of path of a particle becomes meaningless. Also, particles do no more possess any individual identity; only their "species identity" is left.

From the concluded probabilistic nature of atomic phenomena KVL, referring to Pauli, Born and Heisenberg, cleared the path to the possible interpretation of quantum mechanics as a representation of our knowledge of "the reality" instead of "the reality" itself, further to the psycho-physical problem of the relation of the mind and the reality, and ultimately to the relation of science and religion. I agreed with the main lines of these thoughts. Avoidance of the inconsistency does not change anything essential in the argumentation. But it is important to draw attention to the uttermost significance of the other conclusions, beside the probabilistic nature of atomic phenomena.

The loss of continual existence and the individual identity leading to the conception of "species identity" have a revolutionary effect on our world view. They have an essential role in the ontological crisis of modern physics [11]. They also point much further forward in the development of physics. They anticipate the conception of the identity of particles, the so-called second quantization and the division of the particles into fermions and bosons, which lead to an intelligible explanation of the macroscopic particle and wave observations.

## **The Human Dimension**

In considerations of the creation of scientific knowledge and of its effect on our world view, it is not sufficient to concentrate on the roles of theory and empiry. The human aspect, both on the individual and on the social level cannot be neglected. The interaction of theory and empiry is the driving force of the progress of science, but the whole dynamics is embedded in the social process of "negotiation about meanings", and it originates from the basically intuitive creation of meanings [2].

These two "human aspects", the intuitive basis and the social character of all knowledge, had an important role in KVL's natural philosophy, as well as in my "teaching philosophy". The efforts of KVL to evoke interdisciplinary

discussion and, ultimately, the foundation of the Society offer strong evidence of his conviction about the necessity of the social process and of the support which it can give to formation of personal conviction about matters of world view.

## Knowledge and Belief

According to the old definition of Plato “knowledge is justified true belief”. Knowing cannot mean anything but believing that something is true. This is obvious already because nothing is true *a priori*, without a justifying basis. Mathematical and logical statements come closest, but they are of the type “if A then B”, which also indicates that every statement requires justification.

On the other hand, there are no unjustified beliefs. Everybody has his own grounds for his beliefs. Therefore, the key question is: What kind of justification is necessary to make belief knowledge?

The process of scientific concept formation teaches us that, always, three kinds of justification are needed: empirical, theoretical and social. This applies to all kinds of beliefs.

*Empirical justification* is obtained from observations and experiences about the “objects” concerned. In science we require so called controlled observations and experiments, which can be repeated. But, in principle, any experiences have the nature of empiry. And they can be experienced very strong and convincing. This concerns most of our everyday knowledge. We don’t plan our life and daily work on the basis of knowledge which would fulfill the criteria of science.

*Theoretical justification* refers to the structure of knowledge, to the mutual relations of the pieces of knowledge. More generally, the mutual compatibility of experiences has the nature of theoretical justification.

*Social justification* originates from similar or related observations and experiences of other people. “Private belief” cannot be knowledge. Knowledge must have the common approval of some society, convinced about the sufficiency of both the empirical and the theoretical justification..

Conviction in these three ways, at the same time, makes beliefs knowledge:

Knowledge is *empirically justified* if **all** our empiry support it.

Knowledge is *theoretically justified*, if is a part of a **consistent** structure of knowledge.

Knowledge is *socially justified*, when the "knowledge society" agrees, that the above attributes "all" and "consistent" are realized to a sufficient degree.

The problem of knowledge is, thus, transferred to the concept of "society", to the sufficiency of its extent, competence and unanimity. The sufficiency, in all respects mentioned, is a question of conviction. This statement includes the essence of the reason, why even the "scientific knowledge" has the nature of belief and is basically intuitive. Conviction is intuitive.

### **The Problem of an individual**

The knowledge of an individual is ultimately based on a personal intuitive conviction about its reliability. It is basically subjective. Science aims at objectivity, at knowledge which would be independent of the opinions of individuals. Everybody ought to be able to gather a conviction about the validity of its justification.

This is an unattainable utopia, because a priori knowledge doesn't exist. And both the empirical and the theoretical scientific grounds are far beyond the reach of "everybody".

Intersubjectivity is the closest possibility of objectivity. Knowledge is knowledge only if it is common to a society, which shares the conviction about the sufficiency of its empirical and theoretical justification. This necessity of social justification excludes the possibility of any "private knowledge".

Still, ultimately, every individual decides privately himself:

- what empirical and theoretical grounds he finds convincing,
- what kind of society owns a conviction which he can share,
- what knowledge or belief he can adopt as his own knowledge.

Every individual is alone in his thinking. Even when "adopting" thoughts of authorities, he himself decides whom he will accept as his authority. Therefore, *"everybody is for himself the best thinker."* No one can escape this responsibility of thinking himself. Declaring oneself agnostic has the flavor of escape from this obligation.

## The Problem of Science

Knowledge is created in the interaction of the “mind” and the “nature” [2]. The meaning of this statement is implied by the two mottos of my teaching philosophy (1) “*Meanings first*” and (2) “*Ask nature*”.

In this interaction meanings are born in the “mind” as gestalts perceived in the observations and experiences offered by the nature. This is the intuitive core of the empiry. Meanings cannot be derived or founded by anything but the process of perception itself. *This is the origin of the empirical justification.*

Knowledge is created by conceptualization of meanings. New concepts are adopted only because they are needed for representation of the perceived empirical meanings. In conceptualization we seek rational representation and structural order for the meanings. *This is how the theoretical justification is built.*

The three kinds of justification have a definite order in this process. The empirical justification is primary. The theoretical justification is secondary, submitted to the empiry. *The social justification means just agreement about sufficiency and validity of them.*

Obtaining knowledge from the nature requires an active attitude. This is realized in three phases: “Ask nature!” (empiry) – “Interpret the answer!” (theory) – “Submit the conclusion to the society!” (social justification.) People often appeal to the authority of science saying: “Science has proved” or “It cannot be proved scientifically.” This is then supposed to solve the matter definitively.

On the basis of what has been said above, science does not **prove** anything. It is true, the scientific knowledge is the surest knowledge mankind is able to produce, but even it is just belief. Also the progress of science is an intuitive perception process by nature. Ultimately, it is standing on an intuitive ground.

As to its basic nature science is *intuitive, not logical*. Great efforts are made to present the results of scientific research in form of a rational structure, as if they would have been reached logically. The intuitive perception process behind them is tried to be kept out of sight of “outsiders”. The pretended logic is the white lie of science.

The problem of science is this tension between intuition and logics or between rational and irrational. Physics is regarded as a rational science. KVL often emphasized “*The Irrationality of Reality*”. He seemed to regard it

as a conclusion following from the quantum mechanics. I would go further and speak about "the unavoidable irrationality of science as a whole". The rationality of physics is a fake. Although we can regard the theories as rational conceptual structures, the empirical meanings they represent are basically intuitive and, thus, irrational. Without the empirical meanings theories are no physics. Hence, physics is irrational.

"Ask nature" is what science does, when people wish to "ask science". We should like to know and understand the ultimate nature of all entities and phenomena, life, consciousness, existence. The opening phrase of the chapter on electricity in a basic school text-book said dramatically: "No-one knows what electricity is!" This would be fine at the end of a philosophical course, but it is certainly not a very encouraging entrance to a field which represents one of the very best known areas of physics.

We ask science, but to be able to provide an answer science must ask nature. Science cannot answer anything but its own questions. Science must reformulate the intuitive questions of people into its own rational questions. The question must be *operationalized*, interpreted and translated to the language of a research problem and an experimental setup, worked into a question to nature. This is a rational reduction of the question. But it removes the intuitive core meaning which cannot be operationalized.

The scientific world picture, based on knowledge collected in this way, is a reduction of the perceived meanings into rationality. Referring to Pauli's metaphor, often cited by KVL, the veil hiding the reality from our sight is not yet here. To my understanding it is one step deeper, between the "reality" and our intuitive perception.

Nature can be forced to answer only such rationalized questions. The results of the experiments provide the answer. But, what is still needed is an intuitive interpretation of this answer in order to link it to the original question.

### **The Problem of Atheism**

"Discussions with KVL", whether genuine or fictitious, would be essentially defective without reference to the God and religion, which for both of us meant Christianity. As mentioned, this was also the subject in the very beginning of our discussion. KVL never hesitated to take up the question of his faith and its relation to science. I myself did not think it was appropriate to touch these subjects in my lectures on physics or didactical physics, unless asked directly. Perhaps KVL also experienced that I did not support

his views sufficiently in his seminars, since he had characterized me as a "Sunday Christian" in a discussion with a friend of mine.

In any case, after the early disagreement, our conceptions on these subjects approached each other and, finally, differences in our views were probably just a matter of different wordings, as I can note from the last couple of pages of his "second thesis" [4]. KVL seldom spoke about atheism. He rather preferred to describe his own conceptions and defend them against criticism, than to criticize directly the religious attitudes of the others. Still, I think he would have accepted the following thoughts about the foundations of atheism:

"There is no God" is the basic belief of the atheism. Can this be a justified belief in the light of the three necessary kinds of justification, in order to be called knowledge?

The *social justification* is clearly strong. The voiceful "atheist society" seems to be unanimous in their conviction about the sufficiency of the empirical and theoretical justification. But, what are they?

The "non-existence of God" is regarded as a part of a structure of knowledge, which the society is calling the "scientific world view". And they are convinced about its consistency. This is certainly, for them, a valid *theoretical justification*.

There is not much to say against, because science is based on the "methodical atheism". It is investigating the internal causal relationships of nature called laws of nature. The causes of natural phenomena are the cause-phenomena, the laws of which can be investigated empirically, independently of the phenomena they are causing. This "methodical atheism" was launched by Newton with his great insight of the interactions as the cause-phenomena of the dynamics of the material world. God is not a cause-phenomenon obeying laws which could be investigated empirically. Thus, God is excluded from the scientific structure of knowledge at the outset.

One should also ask about the degree of consistency of the "scientific world view". How wide is the coverage of the "scientific explanations"? Does it explain **all** empiry consistently on the basis of the laws of the known cause-phenomena? Life, consciousness and existence are certainly wide phenomenal areas covered by lots of empiry, but without any such scientific explanation, – in spite of the conviction of the atheist society, that such an explanation will be found sometimes in the future.

The empirical justification, the most important one, the starting point of

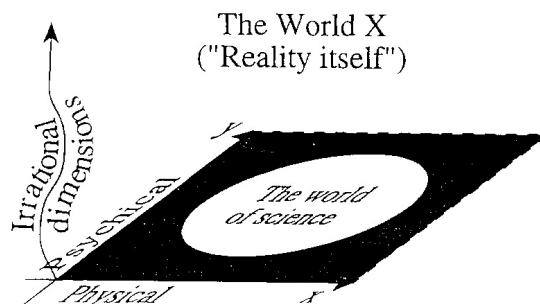


Figure 1: Pauli's 'World X' [4].

all "true beliefs" is lacking, however. The existence or non-existence of God cannot be an answer to any operationalized question, because such questions do concern only internal causal relationships of the nature. Moreover, even though non-existing things are sometimes observed, observation of the non-existence does not make sense. Lack of experiences does not prove anything.

The impossibility of the empirical justification is replaced in two ways, which are interpreted as empirical evidence.

1. *"Negative justification."* The mankind possesses an immense amount of consistent experience-based knowledge about the existence and influence of God and, more generally, of the world of spirits. The "atheist society" has an endless task of denying, invalidating and disparaging this continually recurring and accumulating empirical basis. This can be regarded as an indication of an unscientific attitude.

2. *"God of the gaps."* Accumulation of the empirically, theoretically and socially well founded scientific knowledge is interpreted to leave God less and less freedom to act. This conception, adopted by the materialistic ideology as its starting point, is just a mistake. It is based on a complete misunderstanding of the nature of science. In light of the scientific knowledge, it has been clear, since more than hundred years, that God has an unlimited freedom to act, even within the framework of the natural laws, without the slightest possibility of man to observe it.

### ***Unus mundus***

For KVL *unus mundus* was, in agreement with Pauli, a kind of final summary of his considerations of the relation of the human mind and reality. As I understand its meaning, all aspects of the mind, knowledge and intuition, conscious and unconscious, physics and psyche, theory and empiry, rational and irrational, science and religion etc. are understood to form “one world”, united into an inseparable whole.

This resembles the “unifying dualism” of my teaching philosophy as a general principle or attitude. It was intended to describe the intertwining of apparently mutually opposing counterparts of many dualisms. It originated from considerations of theory and empiry [12, Ch. 2.3.1]. Ultimately, it was extended to the relation of the human mind and reality [12, Ch. 5.1].

KVL, referring to Pauli, had the quantum mechanics, the unpredictability of atomic phenomena and complementarity as his starting point. My path originated from considerations of the roles of empiry and theory in physics in general, and from the idea “meanings first” including the insight of the basically intuitive nature of empiry and, ultimately of all scientific concept formation [2]. I was considering quantum mechanics just as one theory among the others.

Our different paths, however, lead us to rather similar views concerning the relation of science and reality. I could quite well adopt *unus mundus* as a general stamp on my world view. My interpretation may differ in details from that of KVL. Considering his illustration of *Unus mundus* [4, p. 80], I note some differences. It is up to the reader to judge, how important they might be

In the lengthy figure caption KVL explains the idea saying: “*The ‘reality itself ... contains irrational dimensions nondescribable by science. In Figure the ‘reality itself, or Pauli’s ‘World X’, is the three-dimensional space. The rational world of science is just a two-dimensional cut of reality. The irrationalities – or better: the irrational dimensions – are reachable only by faith.*

*My personal image of God: God is the same as reality itself, the basis of existence unreachable by reason. “In him we live, and move, and have our being.”*

In my *unus mundus* all elements are “within each other”. I would not locate the irrationality into different dimensions. Rather than speaking of God as the reality, or vice versa, I would speak of the “whole reality” as

"God's reality", without rejection of the message of the cited Acts 17:28. For me, the person of God "fills the reality".

I am not able to illustrate the relation of the different aspects of "reality" with a drawing. Instead, I can resort to a mathematical metaphor of the continuum of numbers illustrated in terms of a geometrical line. The whole infinite line would correspond to "God's reality".

The scientific knowledge is rational. On this line, it is represented by the points corresponding to the rational numbers, i.e. by the integers and fractions. The infinite enumerable set of all rational numbers corresponds to the possibilities of the scientific knowledge, in principle. It fills densely the whole continuum, every part of it. The actual scientific knowledge, in any phase of its development, is represented by a finite subset of this set. It extends up to some finite distance from the origin decreasing in density with the distance. With the progress of science, it is spreading further and getting denser. But it stays as a finite subset of all rational numbers. But as we know, the measure (Lebesgue measure), or the "combined length" of an enumerable set of points" is zero! The finite length of any segment of the line and the infinite length of the whole line is due to the irrational numbers.

Similarly in my *unus mundus* the reality, "God's reality", and any part of it, is irrational, and the "measure" of the rational scientific knowledge about it is zero.

"Science has its limits." God has no limits. SDG!

## References

- [1] H. Siemsen, Science and Education **20** (2011) 245–291.
- [2] K. Kurki-Suonio, Science and Education **20** (2011) 211–243.
- [3] K. Kurki-Suonio, Gestalt Theory, **35**, 1 (2013) 59–76.
- [4] K. V. Laurikainen, Report No **8**. Report Series in Physical Sciences. University of Oulu. (1997)
- [5] S. Mäkelä and T. Suvanto, Dimensio **57**, 2 (1993) 44–49.
- [6] K. V. Laurikainen, Dimensio **57**, 4 (1993) 60.
- [7] K. Kurki-Suonio, Dimensio **57**, 4 (1993) 61

- [8] K. Kurki-Suonio, *Suomalainen Suomi* **35**, (1967) 424–426.
- [9] K. Kurki-Suonio, *Kirkko ja Kaupunki* **14**, (1978) 5.
- [10] K. Kurki-Suonio, *Kanava* **5**, (1978) 316–317.
- [11] K. Kurki-Suonio,  
<http://per.physics.helsinki.fi/kurkisuo/4/11.6e-OntologicalCrisis.pdf>,  
(2011).
- [12] K. Kurki-Suonio and R. Kurki-Suonio, *Fysiikan Merkitykset ja Rakenteet*. (Meanings and Structures of Physics.) Limes ry, Helsinki (1994).

## **K. V. Laurikainen's Attempt to Establish the Philosophy of Physics as a Subject of Teaching and Research at the University of Helsinki**

Claus Montonen  
Ph.D., University of Helsinki

*Throughout the period after his retirement from the chair of high energy physics K.V.Laurikainen worked towards getting his brand of the philosophy of science established as a subject of teaching and research at the University of Helsinki. This paper follows his attempts up to the end of his association with the Research Institute for Theoretical Physics (April 1991).*

In January 1979, K.V. Laurikainen retired from his chair in High Energy Physics (until 1978 Nuclear Physics) having reached the age of 63, the lowest possible allowed for retirement. To his friends and colleagues he distributed copies of his latest publication, the edited verbatim transcript of panel discussions held at the Symposium on the Foundations of Modern Physics, Loma-Koli, August 1977 [8]. Into the copies he had inserted a slip of paper reading "As a memory of the change of direction of work 31.1.1979, K.V. Laurikainen" (Muistoksi työn suunnan muutoksesta 31.1.1979).

What was the change he was referring to? To understand this, we have to take a look at his previous career. Laurikainen studied mathematics, physics and philosophy at the University of Helsinki, earning his Master degree in mathematics in 1940. For his Ph.D., he switched to theoretical physics, his first love being the theory of relativity. The war years delayed his studies, but in 1947 Rolf Nevanlinna managed to secure funds for Laurikainen to go to Zürich for one year, and later to Sweden (mainly Lund) on several occasions between 1948 and 1950. In Zürich he did meet the person who was to play a major role in Laurikainen's work later, Wolfgang Pauli, but Pauli was not interested in the not-so-young Finnish student, and no real contact was established. Laurikainen defended his thesis on a topic in general relativity in 1950 [6]. Under the influence of Lamek Hulthén, whom he had met in Lund, Laurikainen then switched to the study of the nuclear forces. The deuteron problem remained his main topic of research into the 1960's.

In 1956, Laurikainen was appointed to an assistant professorship in physics at the University of Turku, and in 1960 to the newly created chair of nuclear physics at the University of Helsinki. At the same time, a new Department of Nuclear Physics was created with Laurikainen at its head. The teaching of modern physics, especially in theoretical physics, in Finnish universities had fallen into a sorry state of decay during the post-war years (the only exception being the Helsinki University of Technology), and Laurikainen set out to change the state of affairs, first in Turku, where he found allies in Karl-Gustav Fogel and Bertel Qvist at the Swedish-speaking Åbo Akademi university, and later in Helsinki. Here he introduced the Swedish model of “two physics teaching”, i.e. having physics and theoretical physics as two different subjects from the very beginning, and designed a modern curriculum in theoretical physics, large parts of which he taught himself. This model was copied at the universities in Turku and Oulu, and partly in Jyväskylä. The teaching in theoretical physics in Helsinki was given by the Department of Nuclear Physics until 1968, when a separate Department of Theoretical Physics was formed. Through the efforts of Laurikainen, Rolf Nevanlinna and dean of the Faculty of Science, Ernst Palmén, a national Research Institute of Theoretical Physics, located in the University of Helsinki, was founded in 1964.

Laurikainen realized early the importance of computers in physics research. Already in Turku, he was instrumental in getting a computer to the university. Coming to Helsinki, and seeing that the University was dragging its feet in acquiring modern computer equipment, he took matters in his own hands and established a Computing Bureau at the Department of Nuclear Physics, the first computer of which was a donation from Sweden.

An attempt was also made to initiate research in experimental nuclear physics. The Department of Physics had a self-built low-energy Van de Graaf accelerator. Laurikainen asked for funds for a cyclotron to his own department, but when these were denied, Laurikainen turned his attention to experimental high energy physics. The Finnish Physical Society, where Laurikainen was active, had in 1964 proposed that Finland should apply for observer status in CERN. Negotiations resulted in an informal “ad-hoc” agreement with CERN in 1966, according to which Finnish physicists were able to work at CERN and participate in experiments there, as long as the costs were paid from Finland. The funds for this were initially a special moment in the State Budget, later they were channeled through the Academy of Finland and its CERN-Committee, Laurikainen being the

in the chair of the Committee for many years. Equipment for analysing bubble chamber films was acquired, and the training of experimental particle physicists was started. In 1972, cooperation in experimental particle physics with the research institute in Dubna, the Soviet Union, got under way.

Through his tireless efforts, Laurikainen had thus in ten years managed to achieve an astonishing number of results: reforming the teaching of physics, including the establishment of several new chairs and teaching posts, training a new generation of theoretical and experimental particle physicists, founding a national research institute of theoretical physics and a computing bureau dedicated to physics, as well as initiating international collaboration in high energy physics. He had, however, always been interested in questions concerning philosophy and the foundations of physics. A high point of his student days had been attending the lectures of the charismatic professor of philosophy, Eino Kaila. To the very first issue of the journal of the Finnish Mathematical and Physical Societies, *Arkhimedes*, Laurikainen contributed a paper entitled "The picture of the world according to physics" (*Fysiikan maailmankuva*, [5]), and subsequently he frequently gave lectures and wrote papers and books directed to the general public and touching on philosophical questions at the basis of physics.

A landmark publication when considering the further development is to my mind the book from 1973, *The world of ideas in atomistics* (*Atomistiikan aatemaailma*, [7]). The bulk of the book consists of a description of atomic and subatomic physics, and was based on a series of lectures Laurikainen gave in 1971. The last chapter, based on talks given on radio in 1972, is however different. It states in embryo the research program Laurikainen was to pursue later: to argue that the indeterminism ("statistical causality" in Laurikainen's terms) inherent in quantum mechanics allows and is the expression of the intervention of God through miracles and the like. Laurikainen had gone through a personal crisis in the early seventies and turned to Christianity, and this belief he now wanted to reconcile with modern physics.

The decision to leave nuclear and high energy physics might have been reinforced by the disappointment caused by the rejection of his proposal made in 1975 to establish a Research Institute of High Energy Physics on the model of the theoretical physics institute. Laurikainen took a sabbatical leave in 1976 and went to CERN. According to the preface of *The Message of the Atoms* [11], it was now that he discovered in the Pauli archives the correspondence between Pauli and Markus Fierz, which he was to put to

powerful use in arguing for his view of what quantum mechanics implies.

A native of Northern Karelia in the north-east of Finland, Laurikainen had over the years organized many international summer schools and symposia on nuclear, theoretical, high energy and particle physics in various locations of that beautiful province. A reflection of the change of his interests was that the theme of the 1977 symposium was the Foundations of Modern Physics: The 50th Anniversary of Quantum Mechanics. The plans were grandiose: invitations went out to i.a. P.A.M. Dirac, N.N. Bogolubov, O. Frisch, P. Kapitza and P. Jordan, who all in the end were unable to attend. The lineup of lecturers was nevertheless imposing: C. Møller, F.J. Belinfante, K. Bleuler, L. Van Hove, H.B.G. Casimir, V. Weisskopf, D. ter Haar, R. Haag, G. Wentzel and others[1]. An interesting point is to note that Laurikainen did not in his interventions neither in the proceedings nor in the recorded panel discussions mentioned earlier, ever mention Wolfgang Pauli or his views, but rather champions Bohr and Heisenberg. Apparently, the Pauli revelation lay still in the future. Thus we arrive at 1979. Laurikainen, worn out by two decades of administrative struggles and probably disappointed by his own modest research results in physics, saw the possibility to return to his old love, the philosophy of physics, and to combine it with his found again faith. It used to be customary that retired professors were appointed as docents, allowing them to lecture and retain some privileges in the university, and accordingly, Laurikainen applied for and received a docentship in theoretical physics. However, he now found out that with his formal positions gone, his authority had also diminished, and his old mode of operation, described by a colleague in the faculty as “banging the head against the wall until the wall yields”, did no longer work. He did not receive the personal assistant he asked for and friction developed between Laurikainen and the CERN Committee, which would rather spend its limited funds on the possibility suddenly opening up of joining Carlo Rubbia’s UA1 collaboration (later to discover the W and Z bosons) than on Laurikainen’s travels to Geneva.

Laurikainen now changed tactics. He tried to create a small corner of his own within the university. A time-honoured way of introducing new fields of research in the university has been to apply for a docentship in the field, start teaching and research and, if successful (and if the financial situation happens not to be too tight) create a chair. In 1981 Laurikainen applied for a docentship in “the history and philosophy of science (especially physics)”. The situation within the university was that although no chair in the philosophy of science existed, it had rather been the rule than an

exception for Finnish philosophers to treat the philosophy of science. Among professors one can mention i.a. Eino Kaila, Georg Henrik von Wright, Oiva Ketonen, Erik Stenius, Jaakko Hintikka, Raimo Tuomela, Ilkka Niiniluoto (and later Matti Sintonen, Jan von Plato). The history of science, however, had been mostly left to scientists who had left active research.

The requirements for a docentship were: a thesis in the subject and in addition an amount of research in the same field equivalent to a good thesis. Laurikainen tried to circumvent the requirements by submitting his thesis in theoretical physics and his later writings on the philosophy of science, mostly in Finnish. The panel appointed by the faculty consisted of Ilkka Niiniluoto, professor of philosophy, Raimo Lehti, professor of mathematics in the Helsinki University of Technology and an active author on the history of mathematics, docent Anto Leikola, head of the Laboratory of Developmental Biology, active author on the history of biology (and later appointed to a personal chair in the history of science), and Stig Stenholm, director of the Research Institute of Theoretical Physics.

The panel hesitated to declare Laurikainen competent, and the faculty found an easy way out in the fact that the formal requirements were not met (thesis and research in the same field), recommending to the Chancellor, who appoints docents, a rejection of the application. As a docent in theoretical physics, however, Laurikainen was regularly giving a course on the history and philosophy of science, alternating with a series of seminars, the notorious "Thursday seminars".

Laurikainen now tried to find allies. A natural ally had all the time been around. At the University of Turku, Pekka Lahti had been steadily building up a solid reputation as a researcher in the foundations of quantum mechanics collaborating with groups in Germany and Italy. Laurikainen had been critical of Lahti's work, considering it as too mathematical and formal, but now he looked for support and joining forces by proposing to the Research Institute for Theoretical Physics to create a small group in the foundations of quantum mechanics with Lahti at its head.

The chances for the application to succeed were slim. The institute had recently adopted a strategy, according to which the activity was to be concentrated on a few fields for sufficient strength and depth to be achieved. Small splinter groups were frowned upon. Since the research positions at the institute were all temporary, emphasis was also placed on supporting the future careers of researchers, and quantum philosophers were considered practically unemployable elsewhere. Thus the application was rejected.

The board also considered Lahti's research as mathematics, not theoretical physics, and found there another reason for rejection.

In other ways, however, the Research Institute for Theoretical Physics did support Laurikainen. The Institute paid for short-term appointments of staff helping Laurikainen with the Pauli book project and for visitors invited by Laurikainen, e.g. John Bell, Charles P. Enz, Paul Busch and Peter Mittelstaedt. Both Laurikainen and Lahti gave numerous seminars at the Institute, as did the invited foreign guests. Laurikainen published 14 preprints, all except one in English, in the preprint series of the Institute. The world-wide distribution of the preprints helped to make Laurikainen's views known. For domestic distribution, he produced three internal reports in the series of the Institute.

A more substantial form of support appeared in 1985. At that time, docents were regarded as civil servants, and the law then in force did not allow civil servants with an age above 69. Laurikainen's docentship was thus to expire at the end of the year. The Research Institute came to the rescue by appointing Laurikainen as an external research worker. Although no pay was involved, Laurikainen was able to continue using the facilities of the Institute and receive support for travel, guests and the like. It should be added that the director of the Institute, Stig Stenholm, took a keen interest in the foundations and philosophy of physics.

The most valuable fruit of the collaboration between Lahti and Laurikainen was, however, the series of symposia on the foundations of modern physics. Developments in experimental technique (lasers, photonics, ion traps) had made experiments, previously only regarded as Gedanken-experiments, possible to perform in the laboratory, and this had contributed to a renewed interest in the foundations of quantum mechanics, which was later to explode with the advent of quantum information theory. The series of symposia created by Lahti and Laurikainen came precisely at the right moment to become a first international focus of this surge of interest. The Loma-Koli symposium of 1977 had treated particle physics, statistical physics, general relativity in addition to quantum theory. Now the focus was entirely on quantum mechanics. No longer were the invited speakers grand old names of the past, but people actively engaged in research. Thanks to the extensive contact network of Pekka Lahti, and his knowledge of the field, almost all researchers active in the field at the time attended at least one of the symposia. Three symposia were held in Joensuu in 1985, 1987 and 1990 [2, 3, 4]. The deep recession that hit Finland in the beginning of

the 1990's prevented a continuation of the Joensuu symposia, but smaller symposia were held in Helsinki in 1992 and 1994 [12, 13].

A major theme of of Laurikainen's work in the 1980's (and later) was, as is well known, Wolfgang Pauli's ideas, almost only expressed in his correspondence, on the psyche and the irrationality of reality. These Laurikainen interpreted to support his own grand scheme with its theological overtones. Laurikainen's first writings on the subject appeared in Finnish in 1980 [9]]. The Symposia on the Foundations of Modern Physics also always contained a section on Pauli, and this certainly helped in generating some interest internationally. The culmination point was the appearance of the final, English version of the book *Beyond the Atom. The Philosophical Thought of Wolfgang Pauli* [10] also 25 years ago in 1988. It is to Laurikainen's credit that he made Pauli's less-known thoughts known to the scientific community, and this book is probably the lasting monument to Laurikainen's activity in the field of philosophy of science. His later writings have generated less interest.

The loss of the docentship in 1985 reduced Laurikainen's possibilities to reach out to students and the general public. Docent lectures were paid from a central fund of the University. No longer a docent, Laurikainen's lectures and seminars had to be paid from the meagre funds of the departments themselves, which they were increasingly unwilling to do. Laurikainen now needed a new platform, and this was one reason for the founding of the Society of Natural Philosophy. I shall not touch, however, the further history of that Society.

In 1989, Finland finally decided to join CERN as a full member, and the membership came into force in 1991. To coordinate the CERN-related activities at home, a new national Research Institute for High Energy Physics was founded. As the new Institute had a budget an order of magnitude larger than the Theoretical Physics Institute, and a director, professor Risto Orava, congenial to the activities of Laurikainen, he moved from the Theoretical Physics Institute to the High Energy Physics Institute in April 1991. His further activities there are beyond the scope of this paper.

Looking back at Laurikainen's efforts to establish the philosophy of science, especially of physics, as a subject at the University of Helsinki, one has to admit that they were doomed from the start. The main reason was his extremely narrow research agenda, where the results to be achieved were, so to speak, stated from the start. Rather than seeking collaborators, he entered into polemics with everyone holding even a slightly different

opinion from his own. His fighter nature resulted in a stream of letters to boards of directors, deans, rectors and chancellors denouncing the physics establishment, and this did certainly not help. When he finally agreed to cooperate, beautiful results emerged in the form of the Symposia on the Foundations of Modern Physics. His stubborn persistence also led to that lasting monument, the book *Beyond the Atom*.

## References

- [1] V. Karimäki, editor, *Proceedings of the Symposium on the Foundations of Modern Physics*, Loma-Koli, Finland. August 11-18, 1977. Publications of the University of Joensuu, Series B1 **13** (1978).
- [2] P. Lahti and P. Mittelstaedt, editors, *Symposium on the Foundations of Modern Physics. 50 Years of the Einstein-Podolsky-Rosen Gedankenexperiment*, World Scientific, Singapore (2013).
- [3] P. Lahti and P. Mittelstaedt, editors. *Symposium on the Foundations of Modern Physics '87. The Copenhagen Interpretation 60 Years after the Como Lecture*, World Scientific, Singapore (1988).
- [4] P. Lahti and P. Mittelstaedt, editors. *Symposium on the Foundations of Modern Physics 1990. Quantum Theory of Measurement and Related Philosophical Problems*, World Scientific, Singapore (1991).
- [5] K.V. Laurikainen, *Fysikaalinen maailmankuva*, *Arkhimedes* **1**, 40-54 (1949).
- [6] K.V. Laurikainen, *Über die Gravitationstheorie des materiefreien elektromagnetisches Feldes*, Helsinki (1950).
- [7] K.V. Laurikainen., *Atomistiikan aatemaailma*, WSOY, Porvoo (1973).
- [8] K.V. Laurikainen., editor, *50 Years of Quantum Mechanics. A Discussion at the Symposium on the Foundations of Modern Physics, Loma-Koli, Finland, August 11-18, 1977*, University of Helsinki. Report Series in Physics HU-P-155 (1978).
- [9] K.V. Laurikainen., *Wolfgang Pauli ja hänen kirjeensä*, *Arkhimedes* **32** (1980) 189-199.

- 
- [10] K.V. Laurikainen., *Beyond the Atom. The Philosophical Thought of Wolfgang Pauli*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1988).
  - [11] K.V. Laurikainen., *The Message of the Atoms. Essays on Wolfgang Pauli and the Unspeakable*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1997).
  - [12] K.V. Laurikainen and C. Montonen, editors, *Symposia on the Foundations of Modern Physics 1992*), *The Copenhagen Interpretation and Wolfgang Pauli*, World Scientific, Singapore (1993).
  - [13] K.V. Laurikainen, C. Montonen, and K. Sunnarborg., editors, *Symposium on the Foundations of Modern Physics 1994, 70 Years of Matter Waves*, Editions Frontières, Gif-sur-Yvette (1994).



## K. V. Laurikainen Extending the Limits of Science

Tarja Kallio-Tamminen  
Ph.D.

*The article aims to explore why Prof. K.V. Laurikainen, because of quantum physics, was led to the notion that consciousness and psychological phenomena cannot be excluded from the physical picture of the world, and what were the consequences of this assessment. It further investigates what kind of worldview Laurikainen himself defended and what he saw to be the major setbacks and ethical hazards if common understanding does not change accordingly.*

### **My acquaintance with prof. Laurikainen**

I first encountered Professor K.V. Laurikainen when starting my studies in physics at the University of Helsinki in the middle of seventies. He was lecturing one of the introductory courses and he immediately made a positive impact on a young student: This elderly professor seemed to have a serious and respectful attitude towards his task - contrary to the many young geniuses who treated the bulky classes of beginners like an unavoidable curse stealing their precious time from research.

After some years I also attended Laurikainen's course on 'Scientific revolutions'. This was a more philosophical class with captivating contents - Laurikainen was describing the actual process of how the philosophical ideas present in science had guided research, technical innovations and the development of societies. This was so much more interesting and real than the abstract theoretical courses, with invented examples, that typically were available at the philosophy department.

When finishing my master's thesis on the EPR-paradox, I moved into countryside. In-stead of competing for a career in elementary particle physics I enjoyed peaceful life and organic farming. I was also teaching physics in the nearby high school and when considering which of the many available textbooks to choose, it was possibly not surprising that I ended

up with Laurikainen's books. The other books would not have given me much chance to take up philosophically interesting questions, even if the pupils may not have minded too much. I still remember my surprise when, in the end of a multi-level voluntary course in physics, I finally got the chance to discuss the intriguing quantum phenomena. My usually so eager and competent students looked disbelieving and unsatisfied - somehow disappointed. The best explanation I could come to was that they had originally chosen the exact physics to feel safe. They wanted the world to be predictable. The strict deterministic laws in the universe should bestow humans the opportunity to use their knowledge for the benefit of all.

For me it was not so. I did not share the ideal of total control. I felt that we humans are part of reality, included in and dependent on a bigger whole whose depths are not yet known to us. Thus it was a relief for me that something strange was encountered in physics, something that did not support the idea of simple clockwork. The particle-mechanistic explanations certainly were good enough to advance technological progress but there was so much more in life. Habitual explanations completely missed our inner life and subjective experience. They did not give any basis for ethics or personal development. In short the mechanical view was demolishing to our culture by depriving all dignity and mystery of human life - an appealing view that was most touchingly maintained by the Romantic poets in the late eighteenth century.

These kinds of ideas got much response in Society for Natural Philosophy seminars that I found Laurikainen was organizing when I in the late eighties returned to Helsinki to continue my studies on the foundations of quantum physics. I noticed that philosophy was not cherished in physical science circles. Strong belittling and opposition was centered against Laurikainen's ideas related to the Copenhagen interpretation and Wolfgang Pauli's ideas which he had been promoting since his retirement. The ugliest rumors told that his logic had failed and he was advocating religious irrationalism.

I do not believe everything I hear, but nevertheless I decided to avoid a direct contact with strong and determined Laurikainen to create my own independent view. I moved into the philosophy department where I studied the foundations of quantum mechanics from books, doing my best to understand and evaluate the different interpretations, their metaphysical basis, and implications. After some years I ended up with the Copenhagen interpretation, but with Bohr's ideas rather than Pauli's. Still, my approach was close enough to Laurikainen's to make him contact me when I finally

published something. We met and discussed. I was pleased to be acquainted with this deeply humane person who had chosen to carry “the message of atoms” on his shoulders wherever it may take him and whatever it would demand. He managed to recruit me as a secretary for the planned third Symposium on the Foundations of Quantum Physics in Helsinki, and related to the succeeding many meetings Laurikainen used to tell me extracts about his life, his outstanding teachers like the mathematician Rolf Nevanlinna and the philosopher Eino Kaila, as well as his studies and positions abroad and meetings with international celebrities like Pauli and Bohr. Most of all he however relieved his mind regarding the stressful situation he was encountering at the physics department. How the decisive authorities - mostly his former students - opposed his views and did not let him any more keep even the modest little room in the uppermost corner of the house, the 4 storey Laurikainen building, he had once accomplished for them to use.

I felt sympathy for this once so influential man in physics in Finland. He had started by promoting the level of physics at the University of Turku, deteriorated by the war and then he thoroughly modernized research and education at Helsinki where he established a solid basis for theoretical physics, nuclear physics and elementary particle physics as well as for a computing centre by using his strong willpower [1]. Laurikainen was used to calling for funds and achieving whatever he considered appropriate but now the opposition seemed to exceed his present means. His former colleagues, not surprisingly, were not willing to accept, that consciousness or any psychological aspects should be included in the physical picture of the world. They did not support Laurikainen’s attempts to strengthen the research and teaching of natural philosophy in the university. [2]

The opposition certainly did not encourage Laurikainen. To promote his ideas he frequently appealed to various quarters: the head of the University, the directors of the Academy of Finland, etc. He turned towards the key figures in philosophy, theology and the media. He was tireless in organizing debates and seminars - he certainly struggled, in all possible ways to combat the opposition which he believed was caused by misunderstandings and too narrow a conception of science. Finally, at the age of 81, he even wrote another doctoral dissertation *Science has its Limits, Ontological Implications of Quantum Theory* to force official debate concerning the philosophical implications of quantum mechanics and the role of natural philosophy. Ultimately he probably dreamed about a self-governing institute

for this important discipline which “should be sufficiently independent of both natural sciences and of philosophy although closely collaborating with them”. [3]

In the midst of this fierce struggle, Laurikainen undoubtedly sometimes was heated and disappointed and he used strong words in his writings, but I never heard him directly accuse anyone. He probably knew that in his former years he might also have preserved the limited funds for more concrete and urgent needs. He also knew that his intentions were difficult to understand and sometimes he even asked me how he could formulate the things in a less ambiguous manner. I had to admit that he was not at all as stubborn with his ideas as I had once assumed. He would certainly have loved to find someone willing to discuss thoroughly the deep issues that haunted him.

It was not easy for Laurikainen to get the second dissertation acknowledged and publicly defended. The University of Helsinki refused to examine the manuscript but in Oulu it was finally accepted. Everything was arranged and the date for public defense fixed with the official opponents Charles P. Enz and Kari Enqvist when Laurikainen passed away on the 13th of July 1997. Just a memorial symposium with a panel discussion took place on the 22th of August in Oulu. I was honored to represent the Society for Natural Philosophy on the occasion.

When I for the last time met Laurikainen in the beginning of the summer 1997 he expressed his gratitude that the international examiners Charles P. Enz and Hans Primas had understood the value of his work and had given positive statements. It was also a pleasure for him that the main part of the treatise was soon coming out from Springer under the name *The message of atoms: Essays on Wolfgang Pauli and the Unspeakable*. I had no idea that Laurikainen was having any problems with his health but he also made the somewhat astounding comment that he was satisfied that he had at least “managed to clarify the points of difficulty to make it easier for others to continue”. I do not know whether it was meant to be any legacy for me but at some level it certainly affected me like that. I have never forgotten Kalervo Laurikainen’s honest trial to take the message of quantum physics seriously. He did his best to pay public attention to the fact that psychological factors do contribute to the development of things even in physics. But to drive this kind of insight by crusading against prevailing institutions was certainly an example to be avoided - if one does not like to end up as a martyr.

Yet, I knew I was not prone to meet this kind of fate because of my different temperament, and my adherence to Bohr instead of Pauli. Both

these Copenhageans were rebels but Bohr's flavor is certainly less apt to arouse suspicions. It is also more persisting and substantial. If, armed with that I would end up in a trap, its type would be different.

### Various flavors of Copenhagen

The Copenhagen interpretation of quantum mechanics was developed along with the construction of the theory. The Niels Bohr (1885-1962) Institute in Copenhagen, founded in 1921, was famous for its open, interactive atmosphere that attracted many researchers. By 1930, some 60 physicists from 17 countries had visited the Institute for longer or shorter periods. Especially Bohr managed to collect together young talents like Werner Heisenberg (1901-1976) and Wolfgang Pauli (1900-1958) who were ready to look for new kinds of solutions. The Copenhagen interpretation came to reject the prevailing ontological and epistemological approaches by discarding the principles of determinism and the idea of humans as detached observers, which had for centuries been the cornerstones in natural science. Everyone involved knew they were re-evaluating the whole tradition of natural science, and handling matters of great depth and philosophical significance, but nevertheless the interpretation was never worked up into a systematic presentation. In details their viewpoints and emphases differed quite a lot. According to Heisenberg, he himself was essentially the mathematician, Pauli was the critic and Bohr was above all else the philosopher emphasizing complementarity and the epistemological lesson provided by quantum mechanics. [4]

I liked the epistemological approach emphasized by Bohr. As a philosopher Bohr was to a great extent '*sui generis*', a physicist forced by quantum theory to reconsider the role of humans, knowledge and objectivity. He probably shared Pauli's belief that renewal of the conception of reality was the most important task of the age - a view that was often repeated by Laurikainen, but unlike Pauli, Bohr was not willing to postulate any new ontology. By reconsidering the role of humans and the character of their theories and representations one already achieves a deep change in the attitude towards nature. Ontological pictures are less important. At best they are partial descriptions completing each other - valuable tools, which should not be taken to be final truths. Immaturely done, a new ontological model might even lead the further research astray.

This was something that Laurikainen did not see or at least was not willing to accept. He was fascinated by Pauli's profound ideas and metaphysical intuitions, such as Anima Mundi, cosmic archetypes or quaternities which aimed to catch the transcendent reality behind phenomena. Laurikainen in many cases criticized Bohr who did not reflect on such matters. He believed that Bohr made too many compromises to traditional realism and materialistic philosophy and thus somehow betrayed the most important issues. I rather think that Bohr was more able to stand uncertainty. In the midst of many fascinating possibilities a scientist is supposed to keep all the options open. Bohr did not rush to fill in the gaps by postulating dubious entities. Even if conception of reality necessarily contains metaphysical ingredients, it is just reasonable to wait for appropriate evidence before one makes any far reaching conclusions. I have discussed elsewhere [6] the points I disagree on with Laurikainen. Most notably I dislike his view on irrationalism, and the claim that quantum mechanics only describes our knowledge meaning that the matter waves - i.e. the state function of quantum mechanics - do not refer to 'reality-itself' but are only a symbolic shape in the consciousness. I do not so much dislike the ideas themselves, what Laurikainen to my mind was searching to express, but the misleading connotations and distinctions which are inherent in his wordings. Yet, I do not go into these details here as the differences between our views are not as important as the similarities we share.

The Copenhagen approach promoted quite similar conclusions in us, related to the limits and distortions in the present world view, and consequently in the scientific approach. They will be briefly discussed in the next two chapters.

### **What proved to be wrong in the approach of classical physics**

Laurikainen emphasized that we cannot solve our present crisis if we do not acknowledge that the roots of science are in metaphysics. Physics and metaphysics must learn to live side by side - so also scientific knowledge and belief [7]. In quite a similar manner I have been repeating that quantum phenomena, such as wave-particle dualism, entanglement or statistical predictions cannot be understood within the particle-mechanistic context. The theory challenged the deepest metaphysical assumptions related to reality which were adopted along with classical physics in the beginning of the modern era, thus initiating a deep paradigm change.

Conception of reality - worldview - is the ultimate context within which people in a given time and culture tend to conceptualize everything they encounter. It is a cultural construction, mega paradigm, which does not change often. An individual who grows up and gradually learns to conceive things in a certain manner may take the habitual pattern as so self-evident that its very existence goes almost unnoticed. Since the beginning of the modern era we have been taught that reality consists of matter in motion. It is comparable to clockwork: mechanical, quantitative and without any purpose. The view was based on solid mathematical theory, Newtonian mechanics, and confirmed by accurate empirical observations. It was taken to be true, and also the unwarranted metaphysical presuppositions such as atomism, determinism, reductionism and detached external observer became generally accepted.

The particle-mechanistic framework was good enough to give a reasonable understanding of many phenomena. It was appropriate to solve countless problems and boost huge technological progress. Yet it contained quite serious anomalies and limitations. In particular, the framework does not provide any basis or space for the existence of consciousness, freedom or responsibility. It is not able to explain how humans are related to nature. The flaw resulted in a split between two cultures. The breakdown of proper communication between the sciences and the humanities has been the major hindrance to solving the world's problems as C. P. Snow stated already in 1959. If this kind of fatal split is not bridged it will be impossible to find a basis for good life and sustainable future.

It is by no means easy to display coherent answers to the ultimate questions. Empirical science may, by producing new results, sometimes disprove previous beliefs but it does not have any direct access to metaphysical issues. The new phenomena revealed along with quantum mechanics generated a prolonged interpretation discussion related to fundamental questions. In addition to the Copenhagen interpretation there are adherents to e.g. many-worlds interpretation, Bohm's interpretation, statistical interpretations, decoherence and consistent histories. Each of these interpretations relies on a different set of metaphysical assumptions, and thereby implies differing kinds of changes to the world view.

The discussion has now been going on for almost a century and it is still premature to assume the metaphysical quest to be settled soon. Yet, it is a good start that quantum mechanics revealed the presuppositions adopted with classical physics to be half-truths which are not applicable outside the

macroscopic world. Reality is not deterministic and everything cannot be explained with material bodies moving in space-time. Nobody really knows (1) what is the basic stuff everything ultimately consists of, (2) how do the objects and their properties emerge, (3) how the parts and the whole are related together, and especially (4) what is the role and locus of humans. The bigger the change the longer it probably takes to shape an alternative approach - even if, in addition to quantum phenomena, a new synthesis is needed in order to get a coherent understanding of many results which are emerging from fields such as complex systems, neuroscience, epigenetics, or bioinformatics.

Thomas Kuhn in his book *The Structure of Scientific revolutions* [8] convincingly showed that a great paradigm change always changes the old rules, and raises new questions, categories, and distinctions. Now when we are living amidst a great paradigm change there is a real opportunity to create a framework where the old controversies between science and humanities, or Western and Eastern thought may disappear. All that is missing is a competent and courageous enough philosopher to make the shift. Someone of the worth of Plato and Descartes, able to conceive for us a new truth and reality.

### **Revelations of quantum physics**

Quantum mechanics revealed a lot of interesting facts and phenomena which are valuable when aiming to understand reality better. Compared to Newtonian physics quantum theory is based on revised state description, which implies a new kind of wholeness, inherent interconnectedness between things. In addition to external relations, there are subtle non-local connections between seemingly separated parts. According to different interpretations the new kind of invisible factor, suggestive of Pauli's archetypes, affecting the formation of matter may be called a field, potentiality, or information. Reality can be seen as a complex, partly material entity which is evolving within certain statistical limits, and can be inherently affected also by human beings. It is certainly more reminiscent of the One, many layered existence typically described in perennial philosophy than the clockwork of classical physics.

According to Laurikainen, the properties of independent reality began to acquire features characteristic of a living organism. When talking about this he often drew attention to Pauli who became interested in Jung's

depth psychology and postulated archetypes to be the basic elements of the psychophysical reality, *unus mundus*, in the same sense as ideas are the basic elements in Plato's ontology. When, however, the archetypes are supposed to create new shapes (Gestalt) and themselves undergo changes, they have an essentially dynamic nature. Thus *unus mundus* is an evolutionary world which expresses itself for us as mutually complementary physical phenomena and mental experiences. The controversy between the biological theory of evolution and the idea of creation disappears: evolution can be understood as continuous creation. [9]

I myself find the old ontological and epistemological ideas related to Indian philosophy much more satisfactory than Pauli's quite narrow and tentative view - and probably this was the case with Bohr himself who designed the Taoist yin-yang symbol to his coat of arms when he was knighted in 1949. Nevertheless the basis for our search for a new frame is the same. Quantum physics provides tools to overcome Cartesian dualism. The psychophysical problem can be seen in a wider context. The close relation of observer and object comes to the forefront in the measurement problem. The observer is not just detached when by choosing to measure something she/he affects what kind of observables will be realized, in a statistically predictable manner. Measurements do make a change to the irreversible unfoldment of events. Human choices and history shall not be excluded from the objective reality.

### **Exceeding false beliefs**

Laurikainen was extremely concerned about the limited materialistic view still prevalent in our culture. He often repeated Pauli's saying that the basic direction of Western culture needed correction because "they went a little bit too far in the 17th century" [10]. In his youth Laurikainen used to admire science and he put his hope on it, but after the Second World War he started to hesitate. Scientific method should not be overestimated or misused. Scientific dogmatism may be dangerous to our culture. When a scientist demands that religion should be replaced by science he does not differ from other fundamentalists [11]. Laurikainen was concerned as he clearly understood the essential, even if often implicit, influence that the all-embracing cultural atmosphere and conception of reality has on people's life, and on the direction of research. Laurikainen himself had learned to fix the defects he noticed in his surroundings by appropriate

administrative revisions. He probably believed that the conception of reality and the direction of human activity could be changed by establishing a high level institute concentrating on the study of natural philosophy. Proper knowledge would straighten the distortion and have a revolutionary influence on Western thought. One important implication would be a more positive relation between science and religion which Laurikainen took to be two complementary ways of approaching one and the same reality.

I also think that when humans are immersed into reality, an aspect or dimension which can be called spiritual becomes a natural part of it. Nevertheless, because of Bohr I think I see the situation in a somewhat wider context than Laurikainen and Pauli. They seem to accept quite traditional concepts of science and religion. By being complementary both are limited in the sense that they are not able to enter each other's area. Thus when religion is reclaimed, science is doomed to be limited. And this is what Laurikainen was saying when he stressed that science has its limits. He never entered the task of really extending the limits of science, meaning its method. To my mind there is still too much dualism in this kind of science-religion complementarity which takes the things as they are traditionally conceptualized and thus sticks on the ontological level. Bohr's radical shift from ontology to epistemology is missing. Along with Bohr it is possible to broaden the context, and transcend the dualism of different limited views and approaches. Science and religion need not stay contradictory but are allowed to complete and enrich each other. As humans we need various kinds of approaches, models, constructions and distinctions to understand things better, but we should not take any conceptual model too seriously. Not even the best of them should be taken as a final truth that fundamentally corresponds to reality. Our mental creations are just tools that we need to understand various things, to widen our horizons, but eventually we should rise above them. Skipping over to a more sophisticated conception at the right time is imperative for personal growth and cultural advance. This kind of development may transcend language and all the limited models provided by logical reason, but it does not contradict physical laws or empirical results.

The concept of consciousness entered the vocabulary of physics along with quantum mechanics. It refers to something that has evaded the grip of science in spite of growing interest during the last decades.[12] How to describe and explain the very thing on which the whole activity of knowing is based? The objective third person approach is bound to miss subjective contents and it does not really help when proceeding to understand things

like mental states, selves, agency, or volition. To my mind science should not be limited to its traditional sphere but by proper widening of its method it would be possible to enter the domain of introspection and inner experience - after all we do already have devices that can be used to translate mental contents into the language of brain functioning. We can see how our intentions and deliberately maintained mental states do have an influence on the functioning and architecture of the brain. It is time to admit that psychological factors cannot be excluded from the physical picture of the world, which was the main message Laurikainen undertook to deliver.

## **Conclusion**

Quantum physics taught us to transcend the duality of mind and matter. We are not only observers but actors as well, evolving entities that are immersed in reality with all our mental, emotional and material aspects. When the core of reality is not supposed to be mechanical and material mental states do not need to be identified with brain states. There is plenty of room for the subtle activity of thoughts, emotions, and for their conscious conduct and regulation. Humans are allowed to be more than just automatons - a view which reclaims our dignity and makes us more responsible for the opinions and views that guide our actions.

Reality is certainly much richer and deeper than are the theories we create to understand it. In addition to reason and logic, we have distinctive inner capabilities to sense whether our ideas, values and acts are in tune, in a proper balance, in given situations and surroundings. There is something in human beings which makes us able to evaluate whether we should adjust our behavior, or create better hypotheses to understand what is really going on. This inner core of humans is very much unknown to science. It is probably what Laurikainen was talking about when he with great reverence referred to the Irrational. I would not name it so, but nevertheless I too put my hope on this deep unknown territory which is the source of our conscious mental activity, conceptions and models. It has to be seen as the source of our will, morality and responsibility too - until future science hopefully manages to chart our inner capabilities and dimensions in a more detailed manner.

I just wish there is enough wisdom and strength in us to set us free from the outdated beliefs that suited the building of the modern era. It is now time to move on into a less restricting framework where the old controversies

between science and humanities, and Western and Eastern thought may disappear. K.V. Laurikainen certainly was on his way towards this noble end.

## References

- [1] R. Hämäläinen, in *Vastakohtien todellisuus*, ed. by U. Ketvel, A. Airola et.al. Helsinki University Press (1996) p. 9-13.
- [2] K.V. Laurikainen, *Science has its limits*. University of Oulu report series in physical sciences **8** (1997) p. 54.
- [3] K.V. Laurikainen, *Science has its limits*. University of Oulu report series in physical sciences **8** (1997) p. 76.
- [4] T. Kallio-Tamminen, *Quantum Metaphysics, the role of human beings within the paradigms of classical and quantum physics. Doctoral dissertation*. University of Helsinki. (2004) p. 215-235. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/19411>
- [5] T. Kallio-Tamminen, *Kvanttilainen todellisuus, fysiikka ja filosofia maailmankuvan muovaajina*. Yliopistopaino (2006), Gaudeamus (2008).
- [6] T. Kallio-Tamminen, *K.V. Laurikainen ja Kööpenhaminan tulkinta*, in *Avartuva ajatus*. Luonnonfilosofian seuran julkaisu IV (1999) p. 53-67.
- [7] K.V. Laurikainen, *Science has its limits*. University of Oulu report series in physical sciences **8** (1997) p. 74.
- [8] T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press (1970).
- [9] K.V. Laurikainen, *Science has its limits*. University of Oulu report series in physical sciences **8** (1997) p. 16, 17, 30.
- [10] K.V. Laurikainen, *Science has its limits*. University of Oulu report series in physical sciences **8** (1997) p. 25, 64.
- [11] K.V. Laurikainen, *Fysiikka ja usko*, WSOY (1978) p. 13, 17.

- 
- [12] An. Fingelkurts, Al. Fingelkurts, C. Neves, *Consciousness as a phenomenon in the operational architectonics of brain organization: Criticality and self-organization considerations*. Chaos, Solitons & Fractals **55** (2013) p. 13-31.



# Foundations of Quantum Theory in the Light of Bohmian Non-commutative Dynamic

B. J. Hiley  
Professor  
University of London

*In this paper we discuss the notion of a 'particle' and its 'trajectory' in the Bohm approach to quantum theory in the context of a non-commutative dynamics which has classical mechanics as a commutative sub-algebra. We study the von Neumann-Moyal algebra and show that the key equations used in the Bohm approach are already contained within this structure. They appear as projections from the non-commutative phase space into space-time. This structure leads us to a more radical view of quantum processes involving individual particles.*

## Introduction

It gives me great pleasure to be part of a meeting to celebrate Professor Laurikainen's contribution to the philosophy of physics, particularly in the area of foundations of quantum mechanics. It was in this area that I first interacted with him a number of years ago. I was especially intrigued by his detailed study of the work of Pauli, which helped me understand better the contribution the Pauli made to the development of the early interpretations of quantum mechanics.

Pauli not only contributed some profound papers on general relativity and quantum field theory, but influenced the debates on the interpretation of the quantum formalism, usually in the form of letters, which Laurikainen collected, enabling us to understand Pauli's unique contributions to those early debates.

My own particular interest at the time was in the appearance of quantum non-locality in entangled states. I was intrigued to understand why the absolute notion of locality was not questioned more explicitly when the EPR paradox was first proposed and discussed [14]. Pauli's letters seemed to suggest that he realised locality would have to be given up, but there

was no real discussion of this issue that I have found. Perhaps Einstein's comments about "spooky action at a distance" was enough to stifle such a discussion. Nevertheless I was intrigued to find out if, after Pauli had started his collaborations with Carl Jung, quantum non-locality was behind his embracing Jung's notion of synchronicity. Although I have not found any discussions of giving up locality directly, nevertheless in the background of these discussions there was always the notion of "unus mundus", implying a kind of "wholeness" that Bohr considered to be one of the key new features of quantum phenomena.

Laurikainen was always willing to encourage debates on the meaning of the quantum formalism, but was unhappy with Bohm's 1952 proposals [2]. His main criticisms were two-fold. Firstly the formalism contained terms that were not accessible to measurement, namely the de Broglie-Bohm momentum and energy. Secondly the theory seemed to be a return to classical physics when Bohm adopts the classical canonical relations  $p_B = \nabla S$  and  $E_B = -\partial_t S$  but replaces the classical action,  $S$ , by the phase of the wave function  $\psi = Re^{iS/\hbar}$  without justification. Nevertheless by making this change it has been shown that the notion of a particle trajectory can be consistently maintained if the formalism is used correctly. This directly contradicted Bohr's assertion that it was no longer possible to give classical-like pictures of quantum phenomena because this implies that a system under investigation could be sharply distinguished from the means of observation. For Bohr the impossibility of making such a sharp separation was the key notion that implied the new radical notion of wholeness.

Secondly the criticism raised in some philosophical circles claims that Bohm could only maintain the classical notion of a "particle trajectory" because he had changed the mathematical content of the theory by *adding* a new term. This false conclusion was probably encouraged by Heisenberg's criticism [25] of Bohm's proposal when he writes "... some strange quantum potentials introduced *ad hoc* by Bohm". The extra term that Heisenberg was referring to is not "added" *ad hoc*. It appears when one derives the real part of the Schrödinger equation under polar decomposition of the wave function and has not been added.

These two features reveal a profound misunderstanding of the whole approach. Recently it has been realised that the terms like  $P_B$  and  $E_B$  are weak values and these can now be measured using new experimental techniques [32, 28, 31]. Although concepts of "trajectories" can still be maintained, they arise from the quantum formalism itself, without the need

to add any new terms and without the need to appeal in any way to classical mechanics. Classical mechanics is to be seen as a limiting case of the quantum motion. The key question concerns the nature of this deeper structure, which I will discuss in detail in this paper.

## Return to the Origins of Quantum Theory

### Non-commutative Products

Rather than developing my ideas from some contemporary interpretation, I would like to go back into the history of quantum mechanics and to re-examine the original, somewhat neglected Weyl-von Neumann approach of the 1930s. This approach is radically different from the approach that appears in von Neumann's classic book '*Mathematical Foundations of Quantum mechanics*' [38]. Just before the book appeared, von Neumann wrote a classic paper "Die Eindeutigkeit der Schrödingerschen Operatoren" [37], which suggests a very different approach to quantum phenomena than the one set out in his book. This paper showed, among other things, how the whole operator formalism could be replaced by functions on a non-commutative symplectic space bringing us into the realm of a modern approach to geometry. Formally we write

$$\hat{A} \Leftrightarrow A(\alpha, \beta) \quad (1)$$

Here  $\hat{A}$  is an operator in a Hilbert space and  $A(\alpha, \beta)$  is a function on some symplectic space. The equivalence between the two approaches follows from the relation

$$\hat{A} = \int \int A(\alpha, \beta) \hat{S}(\alpha, \beta) d\alpha d\beta \quad (2)$$

where  $\hat{S}(\alpha, \beta) = e^{i(\alpha\hat{P} + \beta\hat{X})}$ . For simplicity, we will only consider a two dimensional symplectic space as the generalisation to  $2n$ -dimensions is straight forward and adds no new features that are relevant to our discussion, which is necessarily an over-view, emphasising the main points.

The significance of the symplectic space is that it is the space within which classical mechanics can also be formulated, so that both quantum and classical mechanics appear in the same space, the difference being that in classical mechanics the product of the functions is commutative, while in the quantum domain, the functions must satisfy a non-commutative product,

$F(\alpha, \beta) \star G(\alpha, \beta) \neq G(\alpha, \beta) \star F(\alpha, \beta)$ . This product contains the classical structure as a sub-structure as we will show below. This generalised product is now known in the physics community as a Moyal product even though it was first defined in the von Neumann paper eighteen years earlier! To the mathematicians the product is known as a twisted product [22]

Moyal's contribution was twofold. Firstly, he suggested that we write  $\alpha = x$  and  $\beta = p$ , thus attempting to give a physical significance to the abstract formalism of von Neumann, namely that it is some form of "physical phase space", albeit a non-commutative version. Secondly, he suggested that the resulting formalism could be regarded as a generalisation of ordinary statistical theory where we replace a key feature of this theory, the characteristic function, by a *characteristic operator*. In this way a classical statistical phase space becomes a special case of a non-commutative statistical theory. In fact the non-commutative phase space contains a commutative subspace that *is* the classical phase space. This commutative limit appears when we neglect terms of  $O(\hbar^2)$ . This is exactly the type of structure that Primas and Müller-Herold [35] have called for.

Let us immediately dismiss one worry that always arises at this point. Surely we cannot have an  $(x, p)$  phase space in the quantum domain because of the uncertainty principle. The problem here is that in changing from  $\alpha$  to  $x$  and  $\beta$  to  $p$ , one immediately assumes the symbols  $(x, p)$  mean the position and momentum of a *point* particle. But a deeper investigation shows that the  $x$  and  $p$  are coordinates of the centre of an extended region of phase space, a region that de Gosson has called a 'blob' [21]. A similar extended notion of a particle was also proposed by Weyl [44] when he writes'

Hence a particle itself is not even a point in field space, it is nothing spatial (extended) at all. However, it is confined to a spatial neighbourhood, from which its field effects originate.

This idea of an extended region in phase space becomes much more compelling if we evoke the "no squeezing theorem" of Gromov [23]. This deep theorem reveals a new topological invariant that arises even in a commutative symplectic geometry. It can be regarded as the "footprint" of the uncertainty principle that quantum mechanics leaves in the classical domain [19, 20]. It is only in the classical limit that the 'blob' becomes a point particle. Thus to make the whole formalism work, we are forced to regard the 'particle', not as a point, but as a 'blob' with a finite extension

in phase-space. Indeed to accommodate this structure we need a product that is translation and symplectic covariant, associative and *non-local* as was emphasised by Várilly and Gracia-Bondia [42]. As we will see it is this non-local feature that mathematically captures Bohr's notion of wholeness.

### Non-commutative Probability.

Of the two suggestions of Moyal discussed in the previous sub-section, the most important one for our purposes here was his proposal, that in quantum physics, we are dealing with a generalisation of an ordinary statistical theory to a non-commutative one. What Moyal noticed was that the element  $\widehat{S}(\widehat{P}, \widehat{X}) = e^{i(\alpha\widehat{P} + \beta\widehat{X})}$ , used in equation (2), behaves like an *operator* generalisation of the 'characteristic function'. It is this function that plays a central role in ordinary statistical theories. The corresponding characteristic function is defined as an expectation value of this operator  $\widehat{S}(\widehat{P}, \widehat{X})$ , giving

$$F_{\Psi}(\alpha, \beta, t) = \int \Psi^*(x, t) e^{i(\alpha\widehat{P} + \beta\widehat{X})} \Psi(x, t) dx.$$

Then the expectation of any operator  $\widehat{A}$  can be written in the form

$$\langle \widehat{A} \rangle = \int \int a(\alpha, \beta, t) F_{\Psi}(\alpha, \beta, t) d\alpha d\beta. \quad (3)$$

This suggests that  $F_{\Psi}(\alpha, \beta, t)$  can be treated as probability measure in the non-commutative symplectic geometry. Historically the feature was rejected because the probability measure can take on negative values inspite of the implicit support of both Dirac [11] and Bartlett [1] in the '40s. They argued that there was nothing wrong with using negative measures and offered an interpretation of these measures. However one should notice that although the probability measure can take negative values, the probability values of observable quantities always turn out to be positive as was shown by Feynman [16].

### Non-commutative Symplectic Geometry.

The precise form of non-commutative product in the symplectic space follows from

$$F(\alpha, \beta) = G(\alpha, \beta) \star K(\alpha, \beta) = \int \int e^{2i(\gamma\beta - \delta\alpha)} G(\gamma - \alpha, \delta - \beta) K(\alpha, \beta) d\alpha d\beta,$$

a relation first derived by von Neumann. It is not difficult, but tedious to show this product is non-commutative (for details see von Neumann [37]).

Moyal obtained a simpler expression for this product, which he wrote in the form

$$G(p, x, t) \star K(p, x, t) = G(p, x, t) \exp \left[ \frac{i\hbar}{2} \left( \overleftarrow{\frac{\partial}{\partial x}} \overrightarrow{\frac{\partial}{\partial p}} - \overrightarrow{\frac{\partial}{\partial x}} \overleftarrow{\frac{\partial}{\partial p}} \right) \right] K(p, x, t).$$

Here we have already written  $\alpha = x$  and  $\beta = p$ . If we choose  $G(p, x, t) = x$  and  $K(p, x, t) = p$ , this expression immediately gives

$$x \star p - p \star x = i\hbar$$

illustrating how the Heisenberg commutator is reflected in the star product of phase space.

The Moyal form of the star product immediately enables us to see how the classical commutative phase space emerges from this structure. First we define two brackets, the Moyal bracket and the Baker bracket (or Jordan product). These are defined by

$$\{G, K\}_{MB} := \frac{G \star K - K \star G}{i\hbar} \quad \text{and} \quad \{G, K\}_{BB} := \frac{G \star K + K \star G}{2}$$

The important feature of these brackets is that they can be expanded as polynomials in  $\hbar$ . We then find to order  $\hbar^2$ , the Moyal bracket reduces to the Poisson bracket, while the Baker bracket reduces to the commutative product  $G(x, p)K(x, p)$ . Thus the von Neumann-Moyal algebra contains the classical limit. It is this relationship from which deformation quantisation arises [30].

There is no need to look for a correspondence between the quantum commutator and the Poisson bracket, a process that fails as was demonstrated in the Groenwald-van Hove theorem [24]. Furthermore there is no need to introduce the notion of decoherence as a fundamental process to obtain classical physics. Of course, this does not mean that decoherence plays no role in quantum processes. It plays a vital role in real experiments where noise and other thermal processes enter the experiment to destroy quantum coherence.

## Time Development Equations in a Non-commutative Structure.

### Background.

Given that the theory we are developing is a non-commutative statistical theory, we are now faced with the problem of finding the time development equations in a non-commutative algebra. This means that we must have two different types of elements, those acting from the left and those acting from the right, so that left and right translations must be treated separately.

Such a structure was already anticipated by Dirac [10] in a different context. He noticed that in trying to bridge the gap between those problems involving only pure states,  $|\psi\rangle$ , and those involving mixed states, which require a density matrix,  $|\psi\rangle\langle\phi|$ , we are faced with a similar problem, namely the possibility of two-sided differentiation.

To see what this means, suppose we replace  $|\psi\rangle$  by a matrix of  $n$  rows and  $m$  columns,  $n$  being the number of rows and columns in the square energy matrix  $H$ , which we can think of as representing the Hamiltonian. Clearly this must satisfy an equation that has the same form as the Schrödinger equation

$$i\hbar \frac{d|\psi\rangle}{dt} = H|\psi\rangle.$$

Suppose  $\langle\phi|$  is replaced by a matrix with  $m$  rows and  $n$  columns. Here  $H$  must act on this from the right,

$$-i\hbar \frac{d\langle\phi|}{dt} = \langle\phi|H.$$

Now the product  $|\psi\rangle\langle\phi|$  will be replaced by a square matrix with  $n$  rows and  $n$  columns and will satisfy

$$\begin{aligned} i\hbar \frac{d(|\psi\rangle\langle\phi|)}{dt} &= i\hbar \frac{d|\psi\rangle}{dt} \langle\phi| + |\psi\rangle \left( i\hbar \frac{d\langle\phi|}{dt} \right) \\ &= H|\psi\rangle\langle\phi| - |\psi\rangle\langle\phi|H. \end{aligned}$$

which, of course when written in the form

$$i\hbar \frac{d\rho}{dt} = H\rho - \rho H = [H, \rho] \quad (4)$$

is just the quantum Liouville equation. To arrive at this equation we have subtracted the Schrödinger equation from its dual.

The question that has interested me is to ask what happens if we *add* the Schrödinger equation to its dual. We will immediately get

$$i\hbar \left( \frac{d|\psi\rangle}{dt} \langle\phi| - |\psi\rangle \frac{d\langle\phi|}{dt} \right) = H\rho + \rho H. \quad (5)$$

At first sight this equation looks unfamiliar, but it may be helpful to write the LHS in terms of a standard notation used in field theory [36], namely,

$$\left( \frac{d|\psi\rangle}{dt} \langle\phi| - |\psi\rangle \frac{d\langle\phi|}{dt} \right) = |\psi\rangle \overleftrightarrow{\partial}_t \langle\phi|$$

This is recognised as a symbol used in relation to the energy of the Dirac electron. Here the left and right translations have a profound influence on the structure and this form was used by Schwinger [41] in his classic paper that laid the foundations of QED.

This extra equation is not well known but it has appeared explicitly in the chemical literature, as for example in Dahl [8]. If we are relying on the quantum Liouville equation to describe our system, as we do when we are dealing with mixed states, then we need the extra equation (5) to complete the specification of the energy properties of the mixed state.

Although Dirac's aim was to find the relationship between the way we deal with mixed states using matrices and the way we deal with pure state vectors, one should realise that we can also apply equations (4) and (5) to a system in a pure state. For such a state,  $\rho^2 = \rho$  and if the matrix is of rank one, then and only then can it be written as  $|\psi\rangle\langle\phi|$ , where these symbols now take on their usual meaning. Of course it may be argued that it seems perverse to propose more complicated method when the straight forward method of using the Schrödinger equation is standard. However I am interested in the relationship between the different approaches to the *same mathematical structure* and to explore this relation in detail I need this more general formulation.

At this stage it is useful to bring out the relationship between this seemingly abstract structure and the equations used in the Bohm interpretation for if I do not mention Bohm then I will be accused of losing my way!

Equations (4) and (5) are representation free, so let us examine equation (5) in the  $x$ -representation. This leads directly to the quantum Hamilton-

Jacobi equation that forms the basis of the Bohm approach.

$$i\hbar \frac{dS}{dt} + \frac{1}{2m} \left( \frac{dS}{dx} \right)^2 + Q(x) + V(x) = 0 \quad (6)$$

where  $V(x)$  is the classical potential and  $Q(x)$  is an additional term which has been called the quantum potential

$$Q = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 R}{\partial x^2}.$$

where we have again written  $\psi = R \exp[iS/\hbar]$ . If we regard  $Q(x)$  as a qualitatively new form of energy appearing at the quantum level, then this equation, and in consequence equation (6), are expressions of the conservation of energy.

This method of arriving at equation (6) should be contrasted with the original approach of Bohm [2] who simply arrives at the equation by looking at the real part of the Schrödinger equation when the wave function is written in polar form. Here however, equation (6) appears as a special case of a more general approach. Indeed this approach can then also be applied to the Pauli and Dirac equations [26].

### von Neumann-Moyal Algebra

Let us now derive the time development equations in the full von Neumann-Moyal algebraic approach introduced in section . If we again write  $\alpha = x$  and  $\beta = p$ , we find

$$H(x, p) \star F_\psi(x, p, t) = i\hbar \int e^{-i\tau p} \psi^*(x - \hbar\tau/2) \overrightarrow{\partial}_t \psi(x + \hbar\tau/2) d\tau. \quad (7)$$

and

$$F_\psi(x, p, t) \star H(x, p) = -i\hbar \int e^{-i\tau p} \psi^*(x - \hbar\tau/2) \overleftarrow{\partial}_t \psi(x + \hbar\tau/2) d\tau. \quad (8)$$

Subtracting equation (8) from equation (7) gives us a Moyal bracket equation

$$\partial_t F_\psi = (H \star F_\psi - F_\psi \star H) / i\hbar = \{H, F_\psi\}_{MB}. \quad (9)$$

If we expand this equation to  $O(\hbar^2)$ , we arrive at the classical Liouville equation

$$\partial_t F + \{F, H\}_{PB} = 0, \quad (10)$$

where  $\{.\}_{PB}$  is the Poisson bracket. As we have remarked above, the classical limit appears as a sub-algebra and the Moyal bracket equation gives an expression for the conservation of probability.

There is also a second equation, the Baker bracket equation, formed by adding equations (7) and (8). This is

$$2\{H, F_\Psi\}_{BB} = i\hbar \int e^{-i\tau p} [\Psi^*(x - \hbar\tau/2) \overleftrightarrow{\partial}_t \Psi(x + \hbar\tau/2)]. \quad (11)$$

At first sight it is not clear what the RHS of equation (11) means, but it turns out that it is an expression for the conservation of energy. We can get a clearer insight into this by again writing  $\Psi = Re^{iS/\hbar}$ . We find

$$\begin{aligned} \frac{\Psi^* \overleftrightarrow{\partial}_t \Psi}{\Psi^* \Psi} &= \left[ \frac{\partial_t R(x + \hbar\tau/2)}{R(x + \hbar\tau/2)} - \frac{\partial_t R(x - \hbar\tau/2)}{R(x - \hbar\tau/2)} \right] \\ &\quad + i \left[ \frac{\partial_t S(x + \hbar\tau/2)}{S(x + \hbar\tau/2)} - \frac{\partial_t S(x - \hbar\tau/2)}{S(x - \hbar\tau/2)} \right] \end{aligned}$$

which still does not look too helpful. However if we go to the limit  $O(\hbar^2)$  we find

$$H \star F_\Psi + F_\Psi \star H = -2(\partial_t S)F_\Psi + O(\hbar^2)$$

By substituting this expression into equation (11) we find

$$(\partial_t S)F_\Psi + HF_\Psi = 0.$$

By cancelling out the  $F_\Psi$ , we are left with the classical Hamilton-Jacobi equation

$$\frac{\partial S}{\partial t} + H = 0. \quad (12)$$

Once again we see a different aspect of the classical limit emerging.

Note that equations (9) and (11) are equations arising from within the von Neumann quantum algebra and therefore is fully quantum mechanical. In fact these equations contain *more* information than equations (4) and (9) which are written in terms of the usual bra-ket notation. To see why this is so, we begin by simply remarking that equations (9) and (11) are equations operating in a phase space (i.e., a symplectic space), whereas equations (4) and (5) are more suitable for a description in configuration space. Clearly the

space involved in the von Neumann-Moyal approach has twice the number of dimensions so it is already a larger space.

Since the symplectic phase space has double the number of dimensions of the configuration space there must be some way of introducing a projection operator to relate the two spaces. The formal introduction of this projection operator is too technical to present here. However a full discussion of the existence of this projection operator can be found in Varilly and Gracia-Bondia [42]. A simpler account is outlined in Hiley [29].

I should like to end this section by saying a few more words about the relation between the algebraic structure and the traditional approach to quantum mechanics. In his original paper, Schrödinger [40] started from the classical Hamilton-Jacobi equation and made an attempt, as he put it, to find a Hamiltonian "undulatory mechanics" based on a generalisation of the symplectic structure of Hamiltonian ray optics. His pioneering attempt was heuristic, and at a certain step in his 'derivation', he added a footnote stating "I realise that this formulation is not quite unambiguous". So although he arrived at an equation which gave correct answers, it is not clear where the equation actually come from<sup>1</sup>. The equation is generally presented in a heuristic way and justified *a posteriori*. However in a recent paper, de Gosson and I have shown that the mechanics he was looking for can be found in the covering group of the symplectic group, the metaplectic group [20]. It is the covering group that the essential features of quantum phenomena find their home, but the importance of the covering group is another story

## Relation to the Density Matrix

Let us return to consider the expectation value of the characteristic operator,  $F_{\Psi}(\alpha, \beta, t)$ , in more detail. As we have pointed out, although Moyal identified  $\alpha$  with  $x$  and  $\beta$  with  $p$ , he gave no reason to identify these parameters with the position and momentum of a localised particle.

Bohm and Hiley [4] developed an algebraic approach to a generalised phase space from a different point of view. Following the suggestion by Frölich [17] that the density matrix should be regarded as a fundamental description of state of a system, they started from a two-point density matrix,

---

<sup>1</sup>Feynman's answer to the question "Where does the equation come from?" was, "Nowhere. It's not possible to derive it from anything we know. It came out of the mind of Schrödinger..." [15].

$\rho(x_1, x_2, t)$  in *configuration* space and, using the Wigner transformation, obtained an expression for  $F(x, p, t)$  which had the same form as used in equation (3), but where the  $(x, p)$  now correspond to the mean values  $x = (x_2 + x_1)/2$  and  $p = (p_2 + p_1)/2$  of two points in phase space. The detailed calculations show that it is this non-local feature that is ultimately responsible for the non-commutative product. The pair of points are conjugate points and in consequence the parameters  $(x, p)$  defined in this way are not subject to the uncertainty principle because the operator equivalents commute. That this feature gives rise to the non-locality in the Moyal product has been formally proved by Varilly and Gracia-Bondia [42].

Finally let us show that the Moyal algebra contains the two defining equations of the Bohm approach. Since we are assuming  $F_\Psi(x, p, t)$  is a probability distribution, we can construct two conditional expectation values. The first is the Moyal momentum,  $P_M$ , defined by

$$\rho(x)P_M = \int p F_\Psi(x, p) dp = \frac{\hbar}{2i} [\Psi^* \nabla \Psi - (\nabla \Psi^*) \Psi] = \nabla S.$$

This is identical to the Bohm momentum  $P_B = \nabla S$ . Traditionally this has been regarded as a guidance condition, but in this approach there are no guiding waves, simply dynamics. Furthermore Moyal derives an equation for the transport of this momentum, which turns out to be exactly the quantum Hamilton-Jacobi equation (6). Thus we see there exists a very close relationship between the Moyal algebra and the approach of Bohm. In this view, the Bohm momentum  $P_B$  is simply the conditional expectation value of the momentum  $p$ . Thus the Bohm approach itself can be considered as a consequence of the generalised statistics. But even more, it is an aspect of a generalised non-commutative dynamics.

## Interpretations

We must now turn to examine the question of what this all means as far as an interpretation of the formalism is concerned, a question that would have interested Professor Laurikainen. In the algebraic approach the 'wave' no longer plays a dominant role, nor, incidentally, does the point particle. Process becomes the basic descriptive form with the wave function being replaced by a density element,  $F(x, p, t)$ . This function characterises an extended region of phase space containing the energy involved in the process, de Gosson's 'quantum blob' [21, 9]. Remember this is for a single

excitation; with entangled particles, the energy becomes even more non-local.

The time evolution of this region is governed by a non-commutative dynamics described by equations (7) and (8). In the classical limit these equations become the classical Liouville equation and the classical Hamilton-Jacobi equation which, as is well known, are key equations of classical dynamics. In this limit the region of phase space behaves like a 'point' so the classical particle reappears. However in reality all particles have an internal structure and the stability of the particle is maintained by an internal quantum dynamics.

As we have seen, with non-commutativity comes non-locality so that, in the quantum domain, we no longer have point-like particles but regions of quasi-local energy in the case of single particles. How then are we to interpret Bohmian trajectories? The parameter  $x$  gives the mean position of the quantum blob, and we can take  $P_B(x)$  to describe its mean momentum with which it is transported by the quantum Hamilton-Jacobi equation (6). This enables us to retain the notion of a quasi-localised particle, following a trajectory.

Note that what we are calling a 'particle' is an invariant feature arising from the structure of the two real fields and is not added as an afterthought. In other words we must not identify this quasi-localised particle as a separate 'rock-like classical particle'. However it is still a beable in the sense that it identifies a single individual quantum process, but this process is not point-like and must not be identified with a classical particle. In this way we can argue that we have an individual process, the mean value of which, moves along a trajectory. If we do this then we are not lead to any contradictions or inconsistencies in interpreting the results of experiments, but in doing this we must not introduce other classically plausible features that are not consistent with the mathematical formalism.

I could end the story here but there is another possibility within the algebra we can consider.  $F(x, p, t)$  is symmetric in  $x$  and  $p$  so that we can also consider the conditional expectation value for the *position*,  $X_M$ . Now the process can be characterised by a different pair of variables  $(X_B, p)$  so that we are able to construct another phase space based on these particular variables. Again we have the possibility of defining flow lines or trajectories in this space, but these can be very different from the previous flow lines as shown in Brown and Hiley [7]. We seem to be back at the position summarised in the following quotation of Pauli [39]

One can look at the world with a  $p$ -eye or with an  $x$ -eye, but if one wishes to open both eyes at the same time, one goes wrong.

Thus we are faced with a dilemma, which of these two phase spaces is the 'real' phase space? If we assume that space-time is an absolute necessity, say, if only because all our experiments are performed in space-time, then we can follow Dürr and Teufel [12] and argue that all physical processes, quantum and classical, must evolve in space-time: this is our reality. Therefore we must take the phase space constructed on  $(x, P_B)$  to be the correct description of all physical processes.

But why should space-time be primary? It seems the simplest thing to do, but what is the compelling reason for such an assumption? Kant certainly assumed that space was an *a priori* given, but was he right?

Let us try to look at it in a different way. All our knowledge of the properties of space-time are abstracted from the behaviour of physical processes. For example, with the rigid metre rule, we construct Euclidean geometry. With a radar gun and a clock, Page [33] constructs the Minkowski space-time. In general relativity we find a curved space-time conditioned by the presence of matter itself. Space-time is not a given *a priori*, it is abstracted or even constructed from physical processes.

We can see this close tie between physical processes and geometry in a mathematical construction due to Gelfand-Naimark [43]. What this construction shows is that if we are faced with a commutative dynamical algebra, there is a duality between the algebra and the manifold that supports that dynamics. We can either follow the traditional route by starting from an *a priori* given space-time with its topological and metrical structure given and then build on it the dynamics of physical processes. Alternatively we can start from the commutative dynamics defined by the physical processes themselves and then abstract from this structure a unique geometry; its points appearing as maximal ideals, together with well defined topological and metrical properties. Einstein's commutative general relativity shows that space and its properties are co-defined. A discussion of how general relativity fits in to the Gelfand-Naimark scheme can be found in Geroch [18].

When we are faced with a non-commutative dynamics, we have a serious problem. There is no unique underlying manifold, no unique underlying phase space and therefore no unique underlying space-time. Such a situation was already anticipated by Einstein [14] when he wrote

....perhaps the success of the Heisenberg method points to a purely algebraic description of nature, that is, to the elimination of the continuous functions from physics. Then, however, we must give up, in principle, the space-time continuum.

Einstein here attributes the non-commutativity to Heisenberg. The von Neumann-Moyal algebra builds Heisenberg's non-commutativity into a non-commutative symplectic phase space.

When we consider a non-commutative geometry, we do not have a unique underlying manifold, but we can construct *shadow manifolds*. The phase space manifolds  $(x, P_B)$  and  $(X_B, p)$  are just examples of these shadow manifolds. This is essentially the same situation anticipated by Pauli [34] quoted above.

The reason why one thinks this is not going in the right direction is, perhaps, we expect the quantum process to be described in terms of a single unique classical phase space. In other words we are expecting to map everything into a single space. That would be fine if we were standing outside the phenomena, but we are not outsiders, we are part of the whole process. We may be detached observers but our measuring instruments are 'inside' the process; they are part of the total process. This fits the essential message that is contained in Bohr's notion of wholeness as he insisted

The crucial point,..., implies the impossibility of any sharp separation between the behaviour of atomic objects and the interaction with measuring instruments which serve to define the conditions under which the phenomena appear.

He continues

Consequently, evidence obtained under different experimental conditions cannot be comprehended within a single picture but must be regarded as *complimentary* in the sense that only the totality of the phenomena exhausts the possible information about the objects. [Bohr [6]]

The non-commutative algebra gives a mathematical expression to Bohr's words. The two shadow phase spaces are not in competition with each other, but are necessary to give a more complete description of the quantum process, which is what Bohm called 'implicit'. Thus the algebraic approach provides a deeper understanding of quantum phenomena and is *not* to be treated as a rival alternative.

## Conclusion

We have shown in this paper how the non-commutative quantum algebra introduced by von Neumann has contained within it both the Moyal and the Bohm interpretations. They are merely different aspects of the same non-commutative algebra. Furthermore this algebra has within it a commutative sub-algebra which contains classical mechanics. A theory that discusses the possibility of smooth transitions between the quantum and the classical theories is called deformation quantum mechanics [30].

We have also shown how Bohr's principle of complementarity and his notion of wholeness, the inseparability of the object from its means of observation, are contained within the algebra. The time development equations describing the quantum process do not need 'wave' functions for their definition. The 'wave' is just a heuristic device to motivate an interest in the formalism without the need to go into the deeper mathematical background. It should not be given importance by calling it a state function. That leads to the apparently insolvable problems of the interpretation of the formalism in this form.

In the algebraic approach, it is the density matrix  $F(x, p, t)$  that plays the central role. This object is an element in the algebra itself and does not have to be imported from outside of the algebra. This is a more general approach in which the ordinary approach emerges when the density matrix is idempotent and of rank one. It is then that the wave function emerges. Since the wave function is now given a secondary role, there is no measurement problem and measurement is handled in the same way as it is in the Bohm approach [5].

On the philosophical side, this non-commutative algebra is actually a mathematical expression of Bohm's implicate order [3]. The algebra is a mathematical description of what Bohm calls the implicate order. The shadow manifolds are examples of what Bohm calls explicate orders arising from the participation of ourselves or our measuring instruments in the process itself. The implicate order takes process as its basic starting point and from a set of structuring principles, one constructs, not only particles, but space-time itself. We are unable to develop these ideas further here, but an account of this approach and its relation to our discussion here can be found in Hiley [27].

## Acknowledgments

I should like to thank Viljo Martikainen and the Finnish Society for Natural Philosophy for their invitation and support to attend their conference 25 years K.V. Laurikainen Honorary Symposium. I should also like to thank Maurice de Gosson, Paavo Pylkkänen and members of the TPRU for their help in clarifying ideas contained in this paper.

## References

- [1] Bartlett, M. S., Negative Probability, *Math. Proc. Cam. Phil. Soc.* **41**, (1945) 71-3.
- [2] Bohm, D., A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of Hidden Variables, I, *Phys. Rev.*, **85**, (1952) 166-179; and II, **85**, (1952), 180-193.
- [3] Bohm, D., *Wholeness and the Implicate Order*, Routledge, London, 1980.
- [4] Bohm, D., and Hiley, B. J., On a Quantum Algebraic Approach to a Generalised Phase Space, *Found. Phys.*, **11**, (1981), 179-203.
- [5] Bohm, D. and Hiley, B. J., *The Undivided Universe: an Ontological Interpretation of Quantum Theory*, Routledge, London, 1993.
- [6] Bohr, N., *Atomic Physics and Human Knowledge*, p. 39-40, Science Editions, New York, 1961.
- [7] Brown, M. R. and Hiley, B. J., 2000 Schrödinger revisited: an algebraic approach, quant-ph/0005026.
- [8] Dahl, J. P., Dynamical Equations for the Wigner Functions, in *Energy Storage & Redistribution in Molecules*, Ed., Hinze, J. pp. 557-71, Plenum, New York, 1983.
- [9] Dennis, G., de Gosson, M. and Hiley, B. J., Fermi's Curve and Bohm's Quantum Potential, preprint, 2014.
- [10] Dirac, P. A. M., On the Annihilation of Electrons and Protons, *Math. Proc. Camb. Phil. Soc.*, **26** (1930) 361-375.

- 
- [11] Dirac, P. A. M. The Physical Interpretation of Quantum Mechanics, *Proc. Roy. Soc. A*, **180** (1942), 1-40.
  - [12] Dürr, D., and Teufel, S., *Bohmian Mechanics: The Physics and Mathematics of Quantum Theory*, Springer, Dordrecht, 2009.
  - [13] Einstein, A., Podolsky, B. and Rosen, N., Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete, *Phys. Rev.*, **47** (1935) 777-80.
  - [14] Einstein, A., Physics and Reality, *J. Franklin Inst.* **221** (1936) 378.
  - [15] Feynman, R. P., Leighton, R. B. and Sands, M., *The Feynman Lectures on Physics* III, p. 16-12, Addison-Wesley, Reading, Mass, 1965.
  - [16] Feynman, R. P., Negative Probability, in *Quantum Implications: Essays in Honour of David Bohm*, ed Hiley, B. J. and Peat, F. D., pp.235-48, Routledge and Kegan Paul, London, 1987.
  - [17] Fröhlich, H., The Connection between Macro- and Microphysics. *Riv. Nuovo Cim.*, **3**, (1973) 490-534.
  - [18] Geroch, R., Einstein Algebras, *Comm. Math. Phys.* **26** (1972) 271-275.
  - [19] de Gosson, M., *The Principles of Newtonian and Quantum Mechanics: The Need for Planck's Constant*, Imperial College Press, London, 2001.
  - [20] de Gosson, M., and Hiley, B. J., Imprints of the Quantum World in Classical Mechanics, *Found. Phys.* **41**, (2011), 1415-1436.
  - [21] de Gosson, M., Quantum Blobs, *Found. of Phys.* **43** (2012) 1-18.
  - [22] Gracia-Bondia, J. M. and Varilly, J. C, Algebras of distributions suitable for phase-space quantum mechanics, I, *J. Math. Phys.*, **29** (1988) 869-879.
  - [23] Gromov, M., Pseudoholomorphic curves in symplectic manifolds, *Invent. Math.* **82** (1985) 307-347.
  - [24] Guillemin, V. W. and Sternberg, S., *Symplectic Techniques in Physics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

- 
- [25] W. Heisenberg, *Physics and Philosophy: the revolution in modern science*, chapter 8, George Allen and Unwin, London, 1958.
- [26] Hiley, B. J., Callaghan, R. E., Clifford Algebras and the Dirac-Bohm Quantum Hamilton-Jacobi Equation, *Foundations of Physics*, **42** (2012) 192-208.
- [27] Hiley, B. J., Process, Distinction, Groupoids and Clifford Algebras: an Alternative View of the Quantum Formalism, in *New Structures for Physics*, ed Coecke, B., Springer Lecture Notes in Physics, **813** (2011) 705-750.
- [28] Hiley, B. J., Weak Values: Approach through the Clifford and Moyal Algebras, *J. Phys.: Conference Series*, **361** (2012) 012014.
- [29] Hiley, B. J., The Wigner-Moyal Approach to a Relativistic Particle with Spin, Unpublished.
- [30] Hirshfeld, A. C. and Henselder, P., Deformation quantisation in the teaching of quantum mechanics, *Am. J. Phys.*, **70** (2002) 537-547.
- [31] Kocis, S., Braverman, B., Ravets, S., Stevens, M. J., Mirin, R. P., Shalm, L.K., Steinberg, M. A., Supporting Online Material for Observing the Average Trajectories of Single Photons in a Two-Slit Interferometer, *Science*. **332** (2011) 1170-73.
- [32] Leavens, C. R., Weak Measurements from the point of view of Bohmian Mechanics, *Found. Phys.*, **35** (2005) 469-91
- [33] Page, L., A New Relativity. Paper I. Fundamental Principles and Transformations Between Accelerated Systems, *Phys. Rev.* **49**, 254 (1936)
- [34] Pauli, W., *Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg, Band I, 1919-1929*, ed. Hermann, A., Meyenn, K. V. and Weisskopf, V. F., p. 347, Springer, Berlin 1979.
- [35] Primas, H., and U. Möller-Herold. "Quantum-Mechanical System Theory: A Unifying Framework for Observations and Stochastic Processes in Quantum Mechanics." *Advances in Chemical Physics* 38 (2009): 1-107.

- [36] Ramond, P., *Field Theory: a Modern Primer*, Frontiers in Physics, Benjamin, New York, 1981
- [37] von Neumann, J., Die Eindeutigkeit der Schrödingerschen Operatoren, *Math. Ann.*, **104** (1931) 570-87
- [38] von Neumann, J., *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton University Press, Princeton, 1955.
- [39] Pauli, W., , *Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg*, Band I, 1919-1929, ed. Hermann, A., Meyenn, K. V. and Weisskopf, V. F., p. 347, Springer, Berlin, 1979.
- [40] Schrödinger, E., Quantization as an Eigenvalue Problem, *Ann. Physik*, **79**, (1926) 361. English Translation in Schrödinger, E. *Collected papers on wave mechanics*. Chelsea Publishing Company, 1978.
- [41] Schwinger, J. Gauge Invariance and Vacuum Polarisation, *Phys. Rev.*, **82** (1951) 664-679.
- [42] Várilly, J. C. and Gracia-Bondia, J. M., Algebras of distributions suitable for phase space quantum mechanics. II. Topologies of the Moyal algebra, *J. Math. Phys.* **29** (1988) 880-887.
- [43] Várilly, J. C., *An Introduction to Noncommutative Geometry*, European Mathematical Society Series of Lectures in Mathematics, (2006)
- [44] Weyl, H., Was ist Materie? In *Gesammelte Abhandlungen*, Bd. 2 (K. Chandrasekharan, Ed.) (pp.486-510). Berlin: Springer. (1924).

## Do Physicists Search for Truth?

Matts Roos

Prof. emer.

Department of Physics, University of Helsinki

*Relativity is a difficult subject to many non-physicists. Some dismiss the four-dimensional world because that is not how the world appears to them, it should be Newtonian. Others object to the language of physicists because it is not the same as that of philosophers. This is a brief attempt from a cosmologist's view to clarify the situation.*

The last century bears witness of recurrent quarrels between philosophers and physicists about the nature of science and the philosophy of science. In the philosophers' deliberations the physicists can easily find examples of misunderstandings and outdated knowledge of physics. On the other hand, physicists do not really understand the criticisms of the philosophers because philosophy is shrouded in a language foreign to them. A particularly violent quarrel between proponents of science, philosophy, and religion followed the publication of Stephen Hawking's book *The Grand Design*, in which he declared philosophy dead.

Recently a local venomous exchange of opinions, mainly on the Theory of Relativity, has been published in Tieteessä Tapahtuu [1, 2, 3, 4]. Simultaneously a more tolerant discussion is under way in the forum Research Gate [5] on Quantum Mechanics, space and time, relativity, cosmology and other subjects. The participants are mostly professors and students of physics at universities globally.

Physics borrows, no doubt, from the time when it was a branch of Natural Philosophy, and when all the learned professors had a solid background in philosophy: Plato, Copernicus, Galileo, Descartes, Newton, Maxwell, Boltzmann, Einstein, Schrödinger, and Heisenberg, to name a few. Each of them made discoveries which radically changed the true picture of the world, causing paradigm shifts. In general however, physicists do not define their work as a search for truth, because Truth is such an emphatic word. Measurements give values that only approximate the truth, and they are expressed by the central value of a stochastic distribution, usually

assumed to be Gaussian, and by an error estimate which is a property of the distribution.

Therefore, the physicist doing experimental measurements is not concerned with philosophy, and rightly so. His task is to construct apparatus for testing predictions of theory as objectively as possible. The same is true for the physicist developing theory; his task is to explain observations and make predictions. Philosophers however appear to think that theoretical physics has a virtue only if it contributes to the Philosophy of Science and is expressed in philosophical vocabulary.

A distinction between science and philosophy is that in philosophy one can refer to expressed opinions, for instance 'Kuhn has said'. What he has said is not a scientific truth quotable by physicists even if all philosophers may agree with it. Science does not quote opinions like 'Einstein thought' or 'Heisenberg said'; it relies on evidence to validate its theories and models. The predictions implied by theories and models should be in agreement with observation, and the theories should of course be falsifiable. This is a natural and well understood requirement – without any need to mention Karl Popper's argument that it is the central property of science [6]. Observations should be repeatable when possible, but for instance the Big Bang is not repeatable and we have only one Universe to observe.

An example of the work of astronomers and theoretical physicists is the following. At the center of the Milky Way there is a star Sgr A. Astronomers have observed for decades, that a dozen of visible stars are moving on elliptical orbits around an invisible point called Sgr A\*. Curiously all of these orbits have a common focal point, just like the planets in the solar system move on circular orbits around the Sun, and comets move on elliptical orbits with the Sun at a common focal point.

The conclusion is that there is a very heavy object at that focal point, which does not emit light or any other visible radiation, but which is a source of gravitational interaction. From the measured parameters of the ellipses one determines the mass of the invisible object to be  $4.28 \pm 0.07$  million solar masses [7]. If this were a star composed of baryonic matter it would emit electro-magnetic radiation (radio waves, infrared light, visible light, gamma rays) very strongly. It does not. The only object imagined by physicists with such properties is a black hole, an object of General Relativity. This example is an answer to those who claim that

1. philosophy could have shown many other possibilities that might work even better – this claim is false; perhaps theoretical physics could

come up with better explanations;

2. they do not believe in black holes – this is a self-defense by the ignorant;
3. General Relativity (GR) has not been proved in more than three or four cases – this is an incorrect criticism by philosophers [1] who expect all physicists to be working on proofs of fundamental theories, or to stop working on real problems until all fundamental theories have been proved to the philosophers' satisfaction.

Note that the astronomers studying Sgr A\* did not start out with the belief or conviction that black holes exist, only with the parameters of the orbits, from which a gravitating mass could be deduced. Among the candidates available, a giant star, a neutron star, a quark star or a black hole, only the last one qualified.

What can one now predict? Well, in a million years the ellipses will look different if the true mass of the black hole is 4.35 million solar masses or 4.21 million solar masses, both values being equally likely. Thus the word 'true' lacks its philosophical exactitude. Philosophers classify physical theories as true, approximately true or likely true. To this I would add two more categories: likely false and false. Physics is never 100% true, only mathematics can be exactly true. Moreover, the study of likely false theories is often likely useful.

Even Galilei's statement that Earth orbits the Sun may only be temporarily true. In the very long run the orbit could be destabilized by the outer planets so that Earth's orbit becomes elliptical. Or even more elliptical than it already is, or leaves the planetary system for good. This prediction may seem extreme, but there are related examples. Meteors are sometimes captured by Earth's gravitational field and start to orbit Earth as moons. In all known cases, however, the moon-like orbits are unstable and the meteors return to elliptical orbits around the Sun or depart from the Solar system into outer space.

Non-scientists often express their surprise that physicists know some properties of particles which they don't know whether they exist. These are particles predicted by some theory, and therefore their properties are known. It is then the task of experimentalists to construct suitable detectors to find them. For instance the Supersymmetric Theory (SUSY) predicts that every standard elementary particle should have a SUSY correspondence

with properties related to those of the standard model. None has been found. Neutrinos are known to have left-handed spin, so in consequence one knows very well how right-handed neutrinos should behave if they existed. Special relativity forbids Tachyons, particles with superluminal velocities, but if they nevertheless exist they would have measurable consequences. Dark Matter certainly exists because its gravitational effects are observable on all large scales, but what properties it has otherwise is not known (it could be neutral SUSY particles or right-handed neutrinos or many other things). Whatever Dark Energy corresponds to is not yet known.

On cosmological scales there are no indications of Magnetic Monopoles or other cosmological defects, or of Gravitons or of Phantoms, but one knows what to search for. Many non-scientists put black holes in the same category as the Monster in Loch Ness, although the properties of the former are well described by GR, and thousands are known to exist.

We are merely model builders - we seek to understand the physical reality, no more than that. However, we cannot explain this to the philosophers because to them words like 'physical reality' are ill defined and controversial.

## References

- [1] Juha Himanka, *Akateemisen keskustelun ääri-ilmiöitä – suositut luonnontieteilijät filosofeina*, Tieteessä tapahtuu **3**, 27 (2013).
- [2] Kari Enqvist, *Suhteellisuusteoriaa ja ääri-ilmiöitä*, Tieteessä tapahtuu **4**, 55 (2013).
- [3] Syksy Räsänen, *Suhteellisuusteorian liepeillä*, Tieteessä tapahtuu **4**, 60 (2013).
- [4] Juha Rikama, *Onko olemassa tosiolevaista?*, Tieteessä tapahtuu **4**, 64 (2013).
- [5] <https://www.researchgate.net/>
- [6] Karl Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, London & New York: Routledge Classics. ISBN 0-415-27844-9 First published 1959 by Hutchinson & Co (2004 reprint).
- [7] S. Gillessen *et al.*, *Astrophys. J.* **707**, L114 (2009).

## Critical Remarks on K. V. Laurikainen's Natural Philosophy

Ilkka Niiniluoto

Professor

Department of Philosophy, History, Culture and Art Studies

University of Helsinki

*Besides his important achievements in physics, K. V. Laurikainen (1916-97) defined his "third mission" as the promotion of history and philosophy of science in the Faculty of Science. This project revitalized his earlier studies in theoretical philosophy with Eino Kaila. Laurikainen's proposal for combining science and religion, or even supporting the existence of an "irrational factor" or "free will" in nature by the statistical causality of quantum theory, did not impress most of his colleagues in physics. Lutheran theologians in Finland remained indifferent, and philosophers were provoked to present counterarguments. This paper summarizes my debates with Laurikainen in the early 1980s. His "third mission" is now carried forward by the Finnish Society for Natural Philosophy, established 25 years ago in 1988.*

### Laurikainen's three missions

Kalervo Vihtori Laurikainen (1916-97) was an energetic personality with clear aims and strong will. In his book on the *physicist's way* (see [11]), he has described the three great missions of his career.

Laurikainen started in 1934 his studies in mathematics at the University of Helsinki. He wrote in 1939 his Master thesis in topology for professor Rolf Nevanlinna, the famous function theorist. His other subjects included physics, astronomy, and chemistry. Laurikainen also followed in 1938 the lectures on logical empiricism by Eino Kaila, professor of theoretical philosophy, and finished in 1940 the highest grade laudatur in this subject.

During the Winter War 1939-40 and its continuation in 1941-44 Laurikainen served in the ballistic unit of the Finnish artillery. The plan to write a doctoral dissertation in philosophy for Kaila was changed to studies

in theoretical physics. A scholarship arranged by Nevanlinna allowed Laurikainen to spend the summer of 1947 in Zürich, where he could follow lectures of Wolfgang Pauli. In 1950 Laurikainen defended his doctoral thesis on the gravitational energy of electro-magnetic fields.

Laurikainen, who was appointed associate professor of physics at the University of Turku in 1956 and professor of nuclear physics at Helsinki in 1960, defined his first mission as the fight for the academic status of theoretical physics in Finland. His successful campaign in Helsinki, supported by Nevanlinna and Erkki Laurila, led to the establishment of the chair of nuclear physics in 1958 and the Research Institute for Theoretical Physics (TFT) in 1964.

Laurikainen's second mission was to promote experimental particle physics in Finland. The Department of Physics had a small accelerator in Helsinki since 1956, and it was moved to an Accelerator Laboratory in Kumpula in 1982. Co-operation with CERN was started in 1968, and eventually Finland joined CERN in 1991. TFT was reorganized in 1996 as the Helsinki Institute of Physics (HIP), with the function of coordinating the CERN activities.

Laurikainen was not quite happy with the financial situation of particle physics in Helsinki in the late 1970s. After leaving in practice his teaching position 1976, which was soon renamed as professor of particle physics, he retired from the University at the end of 1978. During this time Laurikainen revitalized his earlier interest in philosophy, and started his third mission: the promotion of history and philosophy of science at the Faculty of Science.

Laurikainen had published textbooks in physics, such as *Atomistiikan aatemaailma* (*Ideas of Atomistic*, 1973), but now he started to write essays and books on the relations between science and religion, among them *Fysiikka ja usko* (*Physics and Belief*, 1978), *Todellisuus ja elämä* (*Reality and Life*, 1980), and *Luonto puhuu luojastaan* (*Nature speaks about its Creator*, 1983). These religious themes were related to the problem of interpreting quantum theory (see [10]), especially the issue about quantum indeterminism and statistical causality.

Oiva Ketonen, Kaila's successor as professor of theoretical philosophy, retired in September 1977. I was then associate professor of mathematics (logic and foundations), and chairman of the Philosophical Society of Finland, but I was asked to act after Ketonen as the professor of theoretical philosophy at the Faculty of Arts (until my appointment in this chair in 1981).

I was 30 years younger than Laurikainen. But with my specialization in

logic and philosophy of science, it was natural that he sought contact with me. We had long personal conversations in my office, and I gave lectures in his Thursday seminar at the Department of Physics, but we disagreed on almost all important philosophical issues (see Section 3 below). Sometimes I felt to be able to convince him on some point, but soon he stubbornly returned to his old position.

Laurikainen was disappointed that his fellow physicists were not impressed by his third mission, and I could not support it either. In February 1982 I wrote an assessment of Laurikainen's application to be appointed as "docent of history and philosophy of science (especially physics)" at the Faculty of Science, but did not find that his publications in these fields so far would correspond at least to two doctoral dissertations. I pointed out that some American and British universities had established new departments of "history and philosophy of science", but works in this field should be assessed by as strong scholarly standards as any other academic discipline. The other assessor, professor Anto Leikola, himself an expert in the history of biology, came to the same conclusion about Laurikainen's work in the history of science.

Laurikainen's frustration can be seen in the polemical remarks about academic philosophy of science in his book *Tieteen giljotiini* (*The Guillotine of Science*, 1987). But his energy never failed. In the 1980s he was the main organizer of several international symposia on the foundations of modern physics in Joensuu (see [6, 7]), with many prominent participants, both physicists (like C. F. Weitzäcker, Max Jammer, Alain Aspect, David Bohm) and philosophers (Bas van Fraassen, Jeffrey Bub, Brian Skyrms). In current terms, Laurikainen had an admirable talent in networking. My relations with Laurikainen were polite: in 1986 I contributed an essay on Ernst Mach in the *Festschrift for Laurikainen's 70th birthday* (see [1]), and gave a lecture on scientific realism in the 1987 symposium in Joensuu (see [7]). In 1988 Laurikainen published a monograph on Wolfgang Pauli, *Beyond the Atom: The Physical Thought of Wolfgang Pauli* (see [12]). In the same year, Laurikainen with his friends founded the Finnish Society for Natural Philosophy.

Laurikainen thereafter continued his third mission with the concept of natural philosophy. In 1991 the Faculty of Science appointed a committee, chaired by professor Paul Fogelberg, which concluded that natural philosophy should be supported but not established as a new subject. Laurikainen also wrote letters to the Minister of Education and searched support for

natural philosophy from the Academy of Finland in 1994. In 1994 he wrote *Kantista kvanttiin* (*From Kant to Quantum*), an introduction to philosophical problems of physics for a philosophy course in high schools. In 1997 he wrote a monograph about his views on “the ontological implications of quantum theory” (see [13]), and was prepared to defend it as a doctoral dissertation at the University of Oulu, but he died at the age of 81 just before the defense was supposed to take place.

### **What is natural philosophy?**

Laurikainen’s would-be dissertation in 1997 [13] was dedicated “To my great guides in natural philosophy: Eino Kaila, Rolf Nevanlinna, Wolfgang Pauli”. It is probable that Laurikainen took the somewhat old-fashioned term ‘natural philosophy’ from his teacher Eino Kaila (1890-1958) who used the German word *Naturphilosophie* in his works still in the 1950s.

Philosophy of nature (with thinkers like Thales, Democritus, Heraclitus, and Empedocles) was the original theme of the pre-Socratic philosophy in the ancient Greece. Plato and Aristotle continued these a priori discussions about the ultimate constituents of reality; the latter’s followers entitled this study as ‘metaphysics’. In modern physics the term *philosophia naturalis* was still used in 1687 in the title of Isaac Newton’s *Principia*, but lessons from the methodological reforms of the scientific revolution introduced a sharp contrast between natural philosophy (i.e. speculative approaches to nature) and natural science (i.e. the scientific study which combines quantitative theories with empirical observations and experimental tests). German idealism in the early 19th century (Goethe, Schelling, Hegel) reintroduced metaphysical *Naturphilosophie*. But modern philosophy of science in the early 20th century by the Vienna Circle (Schlick, Carnap) and the Berlin group (Reichenbach) rejected metaphysics as meaningless, and analyzed the language of science and the structure of theories by the tools of formal logic. Their work was developed in close co-operation with great physicists (Mach, Einstein, Bohr, Heisenberg). Today the term ‘natural philosophy’ is not any more in fashion, but it may refer to those branches of the philosophy of science which are concerned with special disciplines of natural science (e.g. philosophy of physics, philosophy of chemistry, philosophy of biology) (see [18]).

Eino Kaila was connected with the Vienna Circle (see [19]). He admired its exact philosophical method, but emphasized the “synthetic” task of

philosophy in constructing a comprehensive world outlook by critically analyzing the contents of the best current theories in science, such as quantum mechanics, relativity theory, evolution theory, and Gestalt psychology.

Laurikainen's studied philosophy of science with Kaila. He was also familiar with the new results on formal logic by Kaila's student Oiva Ketonen. In 1941 Laurikainen published in *Ajatus*, the yearbook of the Philosophical Society of Finland, an essay on the nature of mathematical knowledge, *Matematiikan analyyttisyydestä*, and in 1942 an essay on physical space and time, "Minkowskin neliulotteisesta maailmankuvasta". The latter paper shows influences from Rolf Nevanlinna as well. During the war Kaila suggested to Laurikainen isomorphism as a theme of doctoral dissertation, but then their contacts seem to have been lost. Kaila devoted much of his time after 1943 to the philosophical study of quantum mechanics. His criticism of Bohr is recognized by Jammer (see [2], p. 165). For a recent reappraisal of Kaila's philosophy of nature, see [22]. Even though Laurikainen later mentions Kaila as his teacher, and in particular refers to the notion of invariance in Kaila's work *Inhimillinen tieto* (*Human Knowledge*, 1939; for an English translation published in 2014, see [3]), no discussion of Kaila's critique of the Copenhagen interpretation of quantum mechanics is given.

Laurikainen was firmly convinced of the correctness of the Copenhagen interpretation of quantum mechanics. His great heroes included Niels Bohr, Werner Heisenberg, and Wolfgang Pauli. Indeed, he claimed that "Pauli's competence in philosophical questions concerning the foundations of physics was greater than that of any scientist of the 20th century" ([6], p. 276).

Laurikainen's exposition always started with the double-slit experiment which illuminates complementarity and statistical causality. He argued against the idea of a "detached observer": quantum mechanics cannot study an "independent reality", as measurements disturb atomic objects. The observer has to be included in our picture of the world: "quantum mechanics does not reach the microworld but only describes our knowledge of this world" ([13], p. 3). This leads to an epistemic or psychic interpretation of the state function: "a matter wave can be characterized as a symbolic shape (gestalt) in the consciousness" ([13], p. 37). Both Cartesian dualism and materialistic philosophy have to be replaced by Pauli's "unus mundus" which admits that the complementary reality is both rational and irrational. In his later work, Laurikainen appealed also to Bernard d'Espagnat's notion

of a “veiled reality”, where a veil stands between the rational (empirical) and irrational reality.

In my view, Laurikainen’s arguments for the “crisis of materialism” are not convincing. He does not seriously examine various realist interpretations of quantum mechanics, such as Popper’s propensity view of the psi-function, Kaila’s terminal causality, Bohm’s holism, or Healey’s interactive realism (cf. my discussion in [17]). Quantum theory does not support the antirealist view that the microworld is mind-involving or mind-dependent. In particular, the speculative theses about “the free will” are based on a mistake: to give justice to quantum indeterminism, one needs a more realistic approach to scientific theories than Laurikainen’s narrowly empiricist methodological view allows (see below Section 3).

Laurikainen’s willingness to discuss the interpretation of quantum mechanics can be seen as following Kaila’s project of natural philosophy. But his tendency of mixing religion to the world view is sharply in contrast with Kaila’s skepticism towards religious and metaphysical doctrines. In this respect, Laurikainen is a representative of the old tradition of natural theology. When Hume and Kant in the 18th century rejected the teleological proof of God’s existence, William Paley’s *Natural Theology* (1802) attempted to find a new defense of the argument from design. When Darwin’s theory of evolution in 1859 refuted the design argument, by showing how the functionality and complexity of biological organisms can be explained by variation and natural selection without appealing to supernatural agents, different versions of creationism and intelligent design have been proposed (for criticism, see [21]). Laurikainen rejected in 1980 the U.S. creationist campaign to use the Bible as a textbook of science. But in the next year in a newspaper article he protested against the teaching of the Big Bang in schools. His main line, against what he labeled as “scientistic” materialism, was the compatibility of science and religion which leaves room for God’s providence. The “invisible” and “irrational” factor of reality is revealed only by faith or personal religious experience ([9], p. 183). But in Paley’s spirit Laurikainen also kept repeating that “nature tells about its creator”. Inspired by Pauli’s attraction to Jung’s mysticism, he went further to urge that statistical causality opens the way to irrationality in nature.

It is not news that throughout the history there have been scientists who are at the same time deeply religious. Freedom of thought allows this possibility. But Laurikainen’s steps in finding a positive link from science (quantum theory) to religion did not impress most of his colleagues in

physics. (In [13] Laurikainen gives replies to criticisms by Stig Stenholm, Mats Roos, and Raimo Lehti.) Also the Lutheran theologians in Finland, who typically favor the peaceful independence and co-existence of science and religion, remained indifferent to Laurikainen's programme. Among the philosophers, Oiva Ketonen was perhaps the first to point out already in 1976 against Laurikainen that the appeal to the Creator as the cause of existence is "to explain the unexplained by the unexplained" ([4], p. 75).

### **My debates with Laurikainen**

During the years 1980-84 I published several open letters and critical short articles about Laurikainen's arguments in the Finnish journals *Vartija*, *Kanava*, and *Tiedepolitiikka*. Laurikainen, who of course wrote his replies (cf. [5]), was obviously annoyed by the fact that a young philosopher opposes him. I tried in vain to convince him that philosophers have not neglected the notion of probabilistic causality: a lively discussion about objective probability and indeterminism was going on between philosophers of science, among them Karl Popper and many followers of Hans Reichenbach like Carl G. Hempel, Wesley Salmon and Patrick Suppes. Probability had been the focus of my own studies in mathematics and philosophy.

The summary of these debates from my part was given as a chapter of my collection of essays *Tiede, filosofia ja maailmankatsomus* (1984) with the title "The Laws of Quantum Mechanics do not presuppose God" (see [15]).

My counterargument starts from the common premise of scientific indeterminism: particular events are governed by probabilistic laws without hidden variables, so that they do not have complete determining causes. Laurikainen's jump to the conclusion that particular events involve an additional supernatural cause ("chance", "free will", "irrational factor"), which guides world events as if behind a veil, is therefore based on a kind of metaphysical determinism. As Laurikainen stated, "Only God knows what happens in particular cases, human knowledge is at best probable" ([8], p. 31). So this was my main point: from nothingness (i.e. non-existence of determining causes) one cannot infer a positive existence claim about God's guidance or an irrational factor unknown to science.

Further discussion on this theme was given in my review of the book *Todellisuus ja kuvajainen* (1990) by K. V. Laurikainen and Kullervo Rainio (see [14] and [16]). Rainio – also a student of Kaila – is a pioneer of applying probabilistic or stochastic models in social psychology, so that

for him Laurikainen's "irrational" equals "stochastic". It seemed to me that Laurikainen had misled Rainio to speak about the "free choices" of atomic particles. Their positions about the psychophysical problem remained unclear, and the authors did not tell how quantum indeterminism could prove that we humans have a free will.

As an epilogue, Rainio published in 2010 a good and fair summary of my debates with Laurikainen (see [20]). He accepts my basic counterargument, but points out that Laurikainen could avoid the charge of metaphysical determinism by admitting that the "irrational factor" effects some single events sometimes. But then he undermines this proposal by referring to Laurikainen's statement that "God is present here and now" and "in his hands is everything what happens". Rainio concludes that our scientific world view has to take seriously the ideas of "active information" and "information field". This leads the debate back to Bohm's version of quantum mechanism – which Laurikainen always rejected as inconsistent with the Copenhagen interpretation.

K. V. Laurikainen deserves credit for his Kaila-based insistence that it is important to carry forward conversation about the philosophical implications of the best scientific theories to our world views. This critical multidisciplinary discussion, which belongs to all of us, will not come to closed conclusions as long as science and philosophy are alive. Laurikainen's third mission is now continued by the Finnish Society for Natural Philosophy which I congratulate for its 25th anniversary.

## References

- [1] Hämäläinen, Rauno and Lahti, Pekka (eds.), *Essays in Honour of Kalervo Vihtori Laurikainen on the Occasion of His Seventieth Birthday*, Annales Academiae Scientiarum Fennicae, A VI, Physica, **431**, Helsinki.
- [2] Jammer, Max, *The Philosophy of Quantum Mechanics*, John Wiley, New York, (1974).
- [3] Kaila, Eino, *The Human Knowledge – A Classic Statement of Logical Empiricism*, translated by Anssi Korhonen, edited by Juha Manninen, Ilkka Niiniluoto, and George A. Reisch, Open Court, Chicago, 2014.

- [4] Ketonen, Oiva, *Se pyörii sittenkin: Tieteenfilosofian peruskysymyksiä*, WSOY, Porvoo, (1976).
- [5] Lahti, Pekka and Mansikka, Kauko (eds.), *Tieteen todellisuuskuva*, Department of Physical Sciences, University of Turku, Turku, (1984).
- [6] Lahti, Pekka and Mittelstaedt, Peter (eds.), *Symposium on the Foundations of Modern Physics: 50 Years of the Einstein-Podolsky-Rosen Gedankenexperiment*, World Scientific, Singapore, (1985).
- [7] Lahti, Pekka and Mittelstaedt, Peter (eds.), *Symposium on the Foundations of Modern Physics 1987*, World Scientific, Singapore, (1987).
- [8] Laurikainen, K. V., *Fysiikka ja usko*, WSOY, Porvoo, (1978).
- [9] Laurikainen, K. V., *Todellisuus ja elämä*, WSOY, Porvoo, (1980).
- [10] Laurikainen, K. V., *Quantum Theory and the Openness of the Scientific World View*, Report Series in Physics, University of Helsinki, Helsinki, (1980).
- [11] Laurikainen, K. V., *Fyysikon tie*, Matemaattisten aineiden opettajien liitto, Hyvinkää, (1982).
- [12] Laurikainen, K. V., *Beyond the Atom: The Philosophical Thought of Wolfgang Pauli*, Springer, Berlin, (1988).
- [13] Laurikainen, K. V., *Science has its Limits: Ontological Implications of Quantum Theory*, Report Series in Physical Sciences 8, University of Oulu, Oulu, (1997).
- [14] Laurikainen, K. V. and Rainio, Kullervo, *Todellisuus ja kuvajainen*, WSOY, Porvoo, (1990).
- [15] Niiniluoto, Ilkka, "Kvanttimekaniikan lait eivät edellytä Jumalaa", in *Tiede, filosofia ja maailmankatsomus*, Otava, Helsinki, (1984), 113-131.
- [16] Niiniluoto, Ilkka, "Satunnaista luonnonfilosofiaa", *Psykologia* **5** (1990), 410-412.
- [17] Niiniluoto, Ilkka, *Critical Scientific Realism*, Oxford University Press, Oxford, (1999).

- [18] Niiniluoto, Ilkka, "*Tarvitaanko vielä luonnonfilosofiaa?*", in H. Rydenfelt and H. A. Kovalainen (eds.), *Mitä on filosofia?*, Gaudeamus, Helsinki, (2010), 137-147.
- [19] Niiniluoto, Ilkka and Pihlström, Sami (eds.), *Reappraisals of Eino Kaila's Philosophy*, Acta Philosophica Fennica 89, Philosophical Society of Finland, Helsinki, (2012).
- [20] Rainio, Kullervo, "*Muuan keskustelu Jumalasta ja kvanttifysiikasta*", *Vartija* 2 (2010), 50-55.
- [21] Sarkar, Sahotra, *Doubting Darwin? Creationist Designs on Evolution*, Blackwell, Oxford, (2007).
- [22] Stöltzner, Michael, "*Terminal Causality, Atomic Dynamics and the Tradition of Formal Teleology*", in Niiniluoto and Pihlström (2012), 163-194.

## Muuan keskustelu Jumalasta ja kvanttifysiikasta

Kullervo Rainio

Prof. emer.

*Artikkelissa esitetään oleelliset kohdat keskustelusta, jonka Ilkka Niiniluoto ja K.V. Laurikainen kävivät Vartija-lehdessä v. 1980 Laurikaisen julkaiseman kahden kirjan pohjalta. Kumpikin katsoi, että kvanttimekaniikan antama kuva todellisuudesta on aidosti indeterministinen, mutta varsinainen väitteily käytiin metafysisestä determinismistä, jota Niiniluoto katsoi Laurikaisen edustavan. Tekijä osoittaa, että tällainen lopputulos ei ole välttämätön. Jos omaksutaan kaikkein uusimman kvanttifilosofian lähtökohta, aktiivisen informaation fundamentaalisuus, voimme ymmärtää Jumalan immanenttisesti läsnäolevana ja vaikuttavana tarvitsematta ollenkaan tinkiä tieteellisestä maailmankuvasta.<sup>2</sup>*

### Väittely

On kulunut kolme vuosikymmentä siitä, kun nuori Ilkka Niiniluoto, tuolloin Helsingin yliopiston matematiikan apulaisprofessori ja teoreettisen filosofian dosentti, ja Kalervo Laurikainen, juuri eläkkeelle siirtynyt ydinfysiikan professori, kävivät debatin ”Moderni fysiikka ja Jumalan olemassaolo” Vartija-lehdessä vuonna 1980. K.V. Laurikainen oli julkaissut kirjat *Fysiikka ja usko* (1978) ja *Todellisuus ja elämä* (1980), joissa hän katsoi uuden fysiikan maailmankuvan radikaalin muutoksen avanneen mahdollisuuksia kristinuskon ymmärtämiseen tuoreella tavalla. Kvanttimekaniikkahan osoitti, että oli luovuttava klassisen fysiikan ahtaista deterministisistä käsityksistä ja nähtävä ns. tilastollisen kausaliteetin asettuvan liian kapean syy-seuraus -tarkastelun tilalle.

Niiniluoto muotoili Laurikaisen kirjan esittelynsä tekijälle osoitetuksi kirjeeksi, jonka Vartija-lehti julkaisi tarjoten samalla Laurikaiselle mahdollisuuden vastaukseen. Ilkka Niiniluodon kirjoitus on saanut otsikon ”Kvanttimekaniikan lait eivät edellytä Jumalaa” ja Laurikaisen vastine otsikon ”Jumala ei ole piilomuuttuja”.

<sup>2</sup>Tämä artikkeli on aikaisemmin ilmestynyt Vartija-lehdessä 2/2010.

## Niiniluodon esittämä kritiikki

Niiniluoto lähestyy Laurikaista kohteliaan ymmärtäväisesti: ”lhailen sitä määrätietoisuutta ja rohkeutta, jolla olet käynyt tarkastelemaan moderniin fysiikkaan liittyviä filosofisia ja maailmankatsomuksellisia kysymyksiä.” Sit- ten hän erittelee Laurikaisen väitteet loogisesti vastaansanomattomalta tun- tuvalta tavalla:

”... pyrin esittämään, miksi itse perusteesisi – se, että kvanttimekaniikan lakien tilastollinen luonne osoittaisi todellisuuteen sisältyvän ’jotain ir- rationaalista’ tai ’Jumalan johdatusta’ – on mielestäni virheellinen. Vaikka kysymys kvanttimekaniikan indeterministisyydestä onkin eräissä suhteissa filosofisesti kiistanalainen, voin yhtyä käsitykseesi, että kvanttimekaniikan ti1afunktion todennäköisyystulkinnasta seuraa eräitä todennäköisyyslakeja. Esimerkiksi jokaisella radium-atomilla on tietty todennäköisyys hajota seu- raavan vuoden aikana. Tämä laki koskee yksityistapauksia, mutta sitä voi- daan testata ainoastaan tilastollisesti, ts. tutkimalla hajoamisten lukumäärää riittävän suuressa radium-atomien joukossa. Tässä mielessä voin hyväksyä väitteen

(1) Kvanttimekaniikka sisältää indeterministisiä lakeja. Väite (1) ... tekee myös seuraavan teesin uskottavaksi:

(2) Täydellisin kvanttimekaniikkaa laajentava tosi teoria on indeterministi- nen. Väite (2) sanoo, että paras luonnontieteen keinoin saavutettavissa ole- va teoria on indeterministinen.[...]

Kun hyväksymme teesin (2) keskustelun lähtökohdaksi, pääsemme argu- menttisi ydinkohtaan: Jos tieteen peruslait ovat kaikki tilastollisia, jää jokai- seen yksityistapaukseen vaikuttamaan tämä laskelmaton tekijä, jota tietee- linen kuvailu ei ollenkaan tavoita. *On ikään kuin pakko tunnustaa, että ratio- naalisella todellisuuden kuvailemisella on rajansa, että todellisuuteen kuu- luu sellainen komponentti, joka periaatteessa on järjen keinoin tavoittamat- tomissa...* Todellisuus ei ehkä olekaan sellainen, että sitä voitaisiin kuvata tyhjentävästi tieteellisin keinoin. Siinä on ehkä aina mukana irrationaalinen komponentti [...]’ Päätelmäsi etenee siten oletuksesta

(3) yksityisillä tapahtumilla ei ole luonnontieteellisesti todennettavia deter- ministisiä syitä (vrt. (2)) johtopäätökseen

(4) yksityisillä tapahtumilla on ylliluonnollinen, irrationaaliseen tekijään liittyvä syy. Tämä päätelmä on kuitenkin pätevä vain sellaisille henkilöille, jotka hyväksyvät metafysisen determinismin periaatteen:

(5) kaikilla tapahtumilla on luonnollinen tai ylliluonnollinen syy, jonka vai-

kutuksesta ne tapahtuvat. Teesi (4) ei seuraa oletuksesta (3) ilman lisäpremissiä (5). Niinpä henkilö, joka uskoo maailman olevan indeterministisen ja siten hyväksyy metafyyssisen indeterminismin periaatteen:

(6) on olemassa tapahtumia, joilla ei ole determinististä syytä, ei voi päätyä tulokseen (4) oletuksen (3) nojalla. [. . .]

Argumenttisi, joka etenee parhaiden luonnontieteellisten teorioiden indeterministisyydestä Jumalan olemassaoloon ja johdatukseen, perustuu näin ollen siihen, että et ole itse voinut luopua deterministisestä ajatustottumuksesta. Käsitystäsi voisi kuvailla sanomalla, että sen mukaan kvanttiteoria on upotettavissa metafyyssiseen deterministiseen teoriaan, jossa Jumala toimii piilomuuttujana. Tieteellisenä realistina olen itse taipuvainen ottamaan kvanttimekaniikan indeterminismin vakavasti: teesi (2) antaa mielestäni tukea periaatteelle (6). ”

### Laurikaisen vastaus

Kun tuntee läheisesti Laurikaisen persoonan ja ajattelutavan, arvaa, että Niiniluodon päättelyn lopputuloksen – sen, että hän, Laurikainen, ei ole ”voinut luopua deterministisestä ajatustottumuksesta” – on täytynyt suuresti ärsyttää häntä. Se oli kuin isku pallean, sillä jos mikä niin indeterministi hän katsoi olevansa koko sielultaan. Ihmeen maltillisesti hän kuitenkin vastaa. Aluksi hän toteaa olevansa Niiniluodon kanssa samalla kannalla kolmen ensimmäisen väitteen suhteen ja jatkaa:

”Vain tilastolliset lait ovat mahdollisia, ainakin atomitasolla. Ne eivät koske yksittäistapahtumia vaan ainoastaan samanlaisten tapahtumien muodostamia kokonaisuuksia (ensemble). Jotta tilastollista lakia voitaisiin verrata havaintoihin, täytyy olla käytettävissä riittävän suuri tilasto. Yksittäistapauksen havaitseminen ei tällaista lakia todenna eikä liioin osoita vääräksi, vaikka yksittäistulos olisi lain kanssa räikeästikin ristiriidassa. Sen vuoksi yksittäistapahtumien ’syiden’ tieteellinen erittely ei koskaan voi olla täydellistä. [. . .] Haluan tähdentää sitä, että tieteellinen maailmankuva jää tästä syystä avoimeksi. Me emme voi saada tieteellisen erittelyn avulla vastausta kaikkiin kysymyksiin.”

Laurikainen sanoo sitten asettuvansa – kuten Niiniluotokin – väitteen (6) kannalle, mutta jatkaa:

”Olen pyrkinyt korostamaan tämän uuden tilanteen luonnetta käyttämällä sellaisia ilmaisuja kuin ’irrationaalinen tekijä’ tai ’irrationaalinen aines’ tai ’laskematon tekijä’. Monet – mm. Niiniluoto – ovat käsittäneet tämän niin,

että tarkoitan tällä nimenomaan Jumalaa ja että pyrin todistamaan Jumalan olemassaolon ja kumoamaan ateismin tieteellisin perustein. Pelkkä filosofinen asioiden erittely ei kuitenkaan voi tällaisiin tuloksiin päästä. Olen pyrkinyt kirjoissani torjumaan tämän väärinkäsityksen.”

Jo näissä ilmauksissa kuultaa läpi Laurikaisen ajatus, että yksittäistapauksia sittenkin määräisi jokin ”tekijä”, vaikkakin ”irrationaalinen”, rationaalisella kielellä tavoittamaton, mutta eräänlainen ”syy” kuitenkin. Sitten hän näyttää sotkeutuvan sanoihinsa yhä pahemmin nimetessään tämän tekijän ”tahdoksi”:

”On ikään kuin luonto tekisi kussakin yksityistapahtumassa ratkaisun sen suhteen, mikä mahdollisuus toteutuu, ja tämän ratkaisun luonnetta emme voi tieteellisesti hallita. Tämänluonteisissa tilanteissa olemme tottuneet käyttämään käsitettä tahto. Maailman tapahtumissa on ikään kuin vaikuttamassa tahto, joka ohjaa tapahtumia tekemällä yksityistapahtumissa ratkaisut niiden mahdollisuuksien välillä, joiden suhteen tiede voi ilmoittaa vain todennäköisyyksiä. Minusta materialisti ja positivistit eivät tunnusta tosiasioita. Todellisuuteen sisältyy jotain, jota ei tieteellisin keinoin voida hallita ja jota voidaan – totunnaisia käsitteitä käyttäen – kuvata yksityistapahtumissa ilmenevänä tahtona, joka ei ole sidottu tieteen tuntemiin lainalaisuuksiin, mutta ei myöskään ole niiden kanssa ristiriidassa.”

Niiniluoto näyttää olevan oikeassa: Tämähän on selvästi metafyyssistä realismia. Mutta onko tässä kaikki?

### Metafyyssisen determinismin ja indeterminismin tarkennus

On erittäin tähdellistä tehdä seuraavanlainen erottelu:

Jos tekijä, jota Laurikainen kutsuu ”tahdoksi”, on ajateltava todella *jokaisessa yksittäistapauksessa* vaikuttavaksi syyksi, joka määrää tapauksen sijoittumisen tilastollisen kausaliteetin antamassa tulosjakautumassa, silloin Niiniluoto on oikeassa väittäessään, että Laurikaisen esityksessä toteutuu ”metafyyssinen determinismi”. Mutta ajatteleeko Laurikainen todella niin kuin hän tässä sanoo ajattelevansa? Meidän on ensisijaisesti yritettävä *ymmärtää*, mitä hän todella ajattelee – sen asemasta, mitä hän tulee sanoneeksi! (Olkoonkin tällainen ”hermeneutiikka” tieteellisessä keskustelussa hyvin harvinaista, jopa pois suljettua.)

Ensiksikin: Mitä ”metafyyssinen determinismi” tässä tapauksessa voisi yksityiskohtaisesti tarkoittaa?

Kun ns. stokastisia prosesseja – tilastollisen kausaliteetin mukaisia ta-

pahtumakulkuja – simuloidaan tietokone-ohjelmilla, yksittäistapaukset määrätään arpomalla; tässä käytetään sattumanvaraisia lukuja, jotka määräävät arpomistuloksen. Voidaan siis sanoa, että ”sattuma” – satunnaisluvun muodossa – määrää, mihin kohtaan tulosjakautumassa yksittäistapaus asettuu. Mutta mikä määrää tuon satunnaisluvun? Havainnollista on ajatella sitä menettelyä, jota käytettiin, ennen kuin tietokoneitten satunnaislukugeneraattori-ohjelmia oli kehitetty: Satunnaisluvut otettiin perä perää erityisestä valmiiksi lasketusta satunnaislukujen taulukosta.

Voidaan ajatella – ja kvanttimekaniikan mukaan on pakko ajatella – että ”luonto arpoo” ikään kuin tällaisen satunnaislukujen ”taulukon” mukaisesti yksittäistapaukset. Missä on nyt ero metafyyssisen determinismin ja indeterminismin välillä? Edellinen merkitsisi ilmeisesti sitä, että ”luonto” ikään kuin poimisi satunnaisluvut sellaisesta ”taulukosta”, joka olisi *lukkaan lyöty ja muuttumaton* ”ajasta ikuisuuteen”. Kun itse ”taulukko” olisi – salakirjoituskoodikirjan tavoin – siis sellainen, ettei sitä ihmistajunta millään keinolla voisi saada tietoonsa, maailma *näyttäisi* indeterministiseltä ja tilastollisen kausa-liteetin mukaisesti sattuman määräämältä, vaikka olisikin (tajunnan tavoittamattomassa) todellisuudessa pikku piirteitään myöten deterministinen – ”taulukon” määräämä.

Metafyyssinen indeterminismi toteutuisi jo silloin, kun ”Jokin Tekijä” muuttaisi ”luonnon arpajaisten” kulkua heittämällä *silloin tällöin* arvontaan mukaan sellaisen satunnaisluvun, joka tuottaisi määrätyn yksittäistapauksen, nimittäin sen, jota tämä Jokin Tekijä ”tahtois”. On muistettava, että yksi yksittäistapaus voi poiketa räikeästikin muista tuloksista tulosjakautuman sisällä eikä kuitenkaan pakota itse tilastollisen lain kumoamiseen. Siis tämän poikkeuttavan tekijän vaikutusta ei voida saada tieteen keinoin esiin. Sitä voidaan kutsua ”irrationaaliseksi”.

Näin esittäen Laurikainen olisi voinut kumota Niiniluodon väitteen, että hänen puheensa ”irrationaalisesta tekijästä”, joka voi vaikuttaa *joskus ja joihinkin* yksittäistapauksiin, tekisi hänen ajattelustaan metafyyssisen determinismin mukaista.

## Jumalan johdatuksesta

On helppo huomata rakenneyhtäläisyys edellä esitetyn sellaisen indeterministisen kuvauksen – jossa Jokin Tekijä on mukana – ja sen traditionaalisen uskonnollisen ilmaisun välillä, jossa puhutaan *”Jumalan johdatuksesta”*. Niissä on käytetty eri sanoja, mutta ”todellisuuden” käsitystapa on sama. –

Näin tarkastellen on hyvin ymmärrettävissä, että ”tieteessä ei ole Jumala tullut vastaan”, sen sijaan kyllä siinä tavassa, jolla monet ihmiset ovat hahmottaneet omaa kokemusmaailmaansa. Tosin tuskin saatamme panna paljon painoa yksittäisille ”todistuksille” Jumalan puuttumisesta asioihin: joku on onnekkaasti myöhästynyt lentokoneesta, joka sitten on tuhoutunut; joku on sodassa täpärästi pelastunut pommituksessa; joku on saanut talonsa myynnistä hyvän hinnan ja ”kiittää Jumalaa siitä, että Hän lähetti niin hyvän ostajan” jne. Psykologi näkee tällaisissa kokemuksissa ihmisille niin ominaista toiveajattelua tai primitiivistä egosentrismiä, subjektiivista harhaa – ja syystä kyllä. Mutta on niitäkin, joilla on vahva tunne siitä, että olemassaolo kokonaisuudessaan on hahmotettavissa jollakin syvällisellä tavalla tarkoitukselliseksi ja ohjatuksi, vaikka rationaalinen kieli ei pysty sitä ilmaisemaan, niitä, jotka siksi kokevat, että oma elämä tuntuu tämän uskon vallitessa turvalliselta, ”niin kuin kulkisi kalliolla eikä upottavassa suossa”.

Entä ne monet, joilla ei tällaista tuntemusta ole? Heidän tilanteensa suhteen voidaan huomata mielenkiintoinen looginen toteamus: Se, ettei jollakulla ole kokemuksia Jumalan johdattavuudesta, ei millään tavalla kumoa sitä mahdollisuutta, että Jumala kuitenkin johdattaa häntä.

Jos oikein tulkitsemme, edellä esitetty analyysi on sopusoinnussa sen lopputuleman kanssa, johon Laurikainen päätyy vastineessaan:

”Jos käsitämme lainalaisuuden tilastollisen kausaliiteetin mukaiseksi, voimme ymmärtää Jumalan myös immanenttisesti läsnäolevana ja vaikuttavana, tarvitsematta ollenkaan tinkiä tieteellisestä maailmankuvasta. Jumalaa ei tarvitse ajatella vain maailman ja sen järjestyksen Luojana, jonka luomisteko tapahtui joskus kauan sitten, vaan Jumala on läsnä tässä ja nyt. Hänen kädessään on kaikki, mitä tapahtuu.”

### **Vielä modernimpi fysiikka: ohjaava informaatio**

Ehkä Laurikaisen ja Niiniluodon väliselle debatille annettu otsake ”Moderni fysiikka ja Jumalan olemassaolo” tuntuu liioittelevalta. Kysymyshän oli oikeastaan niistä johtopäätöksistä, joita kvanttifysiikan tuomasta välttämättömästä indeterminismistä oli tehtävä uutta todellisuuskuvaa rakennettaessa. Laurikainen katsoi, että se antoi eräänlaisen älyllisen oikeuden kokea Jumalaa läsnä olevana ja vaikuttavana ”tarvitsematta ollenkaan tinkiä tieteellisestä maailmankuvasta”. Niiniluoto ei nähnyt aihetta mihinkään tällaiseen päätelmään.

Debatti oli historiallisesti merkitsevä: Suomessa oli ryhdytty käymään fi-

losofista keskustelua, joka vasta pari vuosikymmentä myöhemmin pääsi vauhtiin kansainvälisellä tieteellisellä areenalla – johtaen sitten vääristyneenä Yhdysvalloissa nykyiseen poliittisluontoiseen kiivailuun evoluutioteoriasista ja ”älykkään suunnittelun” olettamuksesta.

Millainen mahtaisi olla kvanttifysiikan ja filosofin välinen vastaava keskustelu ”perimmäisistä kysymyksistä” nykyisin?

Kvanttimekaniikan antama kuva tapahtumisen indeterministisyydestä on jo yleisesti hyväksytty lähtökohta. Onko sillä seurauksia uskonnollisessa elämässä, se on edelleen avoin kysymys, vaikkakin on sanottava, että se on järkyttänyt karkean materialismin perustuksia.

Kvanttimekaniikan taholta on tullut kuitenkin aivan viime vuosina sellaista uutta tietoa, joka muuttaa radikaalisti todellisuuskuvamme. Ns. *lomittumisen ilmiö* (entanglement) pakottaa hyväksymään ei-lokaalisen vaikutuksen kvanttisysteemien välillä. Tämä jo Schrödingerin esittämä periaate on kokenut renessanssin. Kuten Anton Zeilinger on kokeillaan (Kanarian saarilla) osoittanut, voidaan vaikuttamalla yhteen kvanttisysteemiin ”tässä ja nyt” saada aikaan ehdottoman samanaikainen (instantaneous) muutos toisessa kvanttisysteemissä monen sadan kilometrin päässä – eikä etäisyydellä ole teoreettisesti rajaa ollenkaan. (Zeilinger valmistelee vastaavaa koetta Maan ja Marsin välille.)

Kun kokeellinen lomittumisen tutkimus on vasta alullaan, on vaikea sanoa, miten läpäisevä tämä ilmiö tulee olemaan tutkimassamme todellisuudessa. (Tekniikassa sillä näyttää jo nyt olevan kerrassaan valtavat sovellusmahdollisuudet ns. kvanttietokoneitten rakentamisessa.) Eräät rohkeasti ajattelun kärjessä kulkevat tutkijat (John A. Wheeler, Henry Stapp – jonka kanssa K. V. Laurikainen oli jatkuvassa kirjeenvaihdossa – Basil Hiley, Paavo Pylkkänen, David Chalmers, Ervin Laszlo y.m.) ovat jo valmiit hylkäämään aineen ja energian todellisuuden peruselementteinä ja ottamaan sen pohjimmaisiksi rakenteeksi *informaation*, nimenomaan *aktiivisen* informaation, joka matemaattisena rakenteena ohjaa sekä fysiikan käsittelemien että tajunnan systeemien tapahtumakulkuja. Lainattakoon tässä John Wheelerin sanoja hänen kirjoituksestaan ”It from bit” vuodelta 1989: “. . . jokaisella fysikaalisen maailman asialla on perustassaan – hyvin syvällä useimmissa tapauksissa – aineeton lähde ja selitys. . . kaikki fysikaaliset esineet ovat alkuperäiseltä luonteeltaan informaatioteoreettisia. . .”.

Yksinkertaistaen voisi siis sanoa, että aine on erikoistapaus tällaisten systeemien joukossa ja että ”varsinainen” ohjaava informaatio esiintyy pikemminkin tajunnan kaltaisiksi luonnehdittavina systeemeinä. Toistaiseksi on lii-

an aikaista keskustella siitä, millaisen hierarkian nämä systeemit mahdollisesti muodostavat ja millainen niiden (lomittumiseen perustuva) vuorovaikutus on luonteeltaan, samoin kuin siitä, onko perusteltavissa jonkin *korkeimman* systeemin olemassaolo, systeemin, joka tällöin olisi *kaikessa ja aina läsnä*.

K. V. Laurikainen kuoli vuonna 1997, ennen kuin uudet ajatukset informaatiosta todellisuutemme perustana olivat saaneet niinkään laajaa kaiku-pohjaa kuin nykyisin (jolloin niitä tosin edelleenkin monet pitävät viltteinä spe-kulaatioina). Jos tämän kirjoituksen alussa kuvattu kvanttifyysikon ja filoso-fin välinen debatti käytäisiin meidän päivinämmme, on hyvinkin luultavaa, että keskustelu kieppuisi "aktiivisen informaation" ja "informaatiokenttien" käsit-teitten ympärillä. Ja ehkäpä tämä "kaikkein modernein fysiikka" antaisi Lau-rikaiselle uusia perusteita tiivistää keskustelu omalta osaltaan viittaamalla Apostolien tekojen jakeeseen 17:28 , jota hänellä oli tapana toistaa useas-sa yhteydessä:

"Hänessä me elämme ja liikumme ja olemme."

## K.V. Laurikainen ja luonnonfilosofia

Jussi Rastas

Prof. emer.

*Luonnonfilosofian seura täyttää marraskuussa 2013 kaksikymmentäviisi vuotta. Seura sai alkunsa professori K.V. Laurikaisen torstai-iltaisin laajemmalle kuulijakunnalle tarkoitetuista seminaareista, joissa selvitettiin yleistajuisella tavalla luonnontieteisiin liittyviä filosofisia kysymyksiä. Torstaiseminaareiksi kutsutut tilaisuudet saivat suuren suosion. Vuonna 1988 perustettiin professori Laurikaisen ehdotuksesta Luonnonfilosofian seura. Torstaiseminaarit pysyivät edelleenkin seuran perustamisen jälkeen keskeisimpänä toimintamuotona, mutta saivat seurakseen kuukausikoukukset, joihin yleensä kutsuttiin esitelmöimään vierailevia lähialueen tutkijoita. Myös erityyppisiä symposioita järjestettiin suhteellisen usein. Laurikaisen kuoltua (13.7.1997) seuran toiminta kapeni torstaiseminaarien osalta, mutta säilyi edelleenkin varsin vilkkaana ja monipuolisena. Tekstin keskeisin osa sisältää neljä professori Laurikaisen artikkelia, joissa käsitellään luonnonfilosofiaa monipuolisella ja syvällisellä tavalla. Tekstiä on täydennetty Wolfgang Paulia koskevalla liitteellä, jossa on esitetty katkelmia eräistä hänen artikkeleistaan ja esitelmiensä keskeisistä kohdista.*

### Aluksi

Tähän Luonnonfilosofian seuran 25-vuotisjuhlajulkaisuun on professori Laurikaisen avustaja ja Seuran pitkäaikainen sihteeri fil.lis. Seppo Laurema laatinut professori K.V. Laurikaisesta elämäkerran, jossa myös hänen laaja yleistajuinen kirjallinen toimintansa saa hyvän ja osittain myös tulkinnallisen esittelyn.

Omassa kirjoitelmassani yritän aluksi tavoitella sitä tunnelmaa, joka vallitsi Laurikaisen torstaiseminaareissa 1980- ja 1990- luvuilla, ja kuvailla tuon runsaan kymmenvuotisen ajanjakson syvällistä antia niin minulle kuin uskoakseni myös pääosalle seminaarien osanottajia. Kirjoitelmani pääasiallinen sisältö on kuitenkin siinä osassa, jossa tarkastelen sitä väsymätöntä uusrastusta, jolla professori Laurikainen esitteli monella forumilla ajatuksiaan ja

suunnitelmiaan luonnonfilosofian aseman edistämiseksi Suomessa. Tällöin puheenvuorot ovat Laurikaisen, jotka esitetään suorina lainauksina, jolloin oma osuuteni on ainoastaan niiden valinnassa ja eräissä kohdissa ehkä vähäisenä kommentointina. Pidän tässä tilanteessa, jossa seura suunnittelee taas tulevaa toimintaansa, tärkeänä, että meillä on selvä ja analysoitu käsitys, siitä, mitä me luonnonfilosofialla ymmärrämme, ja missä on sen voima ja merkitys. Tällöin on hyvä palauttaa mieliin, mitä KVL (kuten me professori Laurikaista kutuimme ja laajemminkin tunnettiin) on asiasta ajatellut ja missä muodossa hän on ajattelunsa tulokset esittänyt. Ne ovat olleet punnittuja ja tarkasti harkittuja mielipiteitä.

## **Laurikaisen seminaareista luonnonfilosofian seuraan**

### **Torstaiseminaarit**

Siirryttyään vuonna 1979 eläkkeelle (ehkä myös jo viimeisten virkavuosien aikana) Laurikainen piti Siltavuorenpenkereen luentosalissa torstaisin klo 18 – 20 yleistajuisia seminaareja laajemmalle kuulijakunnalle. Niissä käsiteltiin ensisijaisesti kvanttimekaniikkaa ja siihen liittyviä tulkinnallisia kysymyksiä.

Muutimme perheeni kanssa vuoden 1982 alussa Porista, jossa työskentelin 16 vuotta Outokummun metallurgisessa tutkimuslaitoksessa, takaisin Helsingin alueelle. Työn antajana oli nyt Suomen Akatemia ja työpaikkana entinen työpaikkani Teknillisen korkeakoulun Fysikaalisen kemian laboratorio, jonne perustin tutkimusryhmän.

Henkilökohtaisesti en tuntenut professori Laurikaista, mutta olin vuosikymmenien aikana lukenut hänen artikkeleitaan ja tutustunut kiinnostuksella hänen kirjoihinsa. Kun kuulin hänen seminaareistaan, menin sinne – muistini mukaan – keväällä 1983, ja niistä tulikin sitten minulle pitkäksi aikaa torstai-illan vakio ohjelma.

Luonnehdin omaa taustaani, koska se voi antaa jonkinlaisen analogiasimerkin monen muun seminaarin kuulijan vastaavasta. Opinahjoni oli Teknillinen korkeakoulu ja siellä Kemian osaston fysikaalisen kemian opintosuunta. Fysikaalisessa kemiassa erikoisalueenani oli termodynamiikka ja irreversibelien prosessien termodynamiikka (ei-tasapainotila termodynamiikka), josta aikanaan väittelin. Kolmannella vuosikurssilla kirjoittauduin myös Helsingin Yliopistoon opiskelemaan matematiikka. Matematiikan pääaineen laudaturin suoritin sitten vasta dipl.ins. tutkinnon jälkeen opiskellen niin sanotulla mustalla opintokirjalla. Olin myös kiinnostunut teoreettisesta filoso-

fiasta ja liityin ensimmäisenä opiskeluvuotenani Filosofiseen Yhdistykseen, jonka jälkeen Yhdistyksen vuosikirja *Ajatus* kuului luontaisetiihin. Eino Kailan *Inhimillinen tieto* oli minulle ensimmäisestä opiskeluvuodesta lähtien tärkeä kirja ja myöhemmin myös G:H. von Wrightin *Looginen empirismi* samoin kuin Eino Kailan *Persoonallisuus* sekä vuosittaiset *Ajatukset*. Eräässä vaiheessa tarkoituksenani oli opiskella Yliopistossa myös teoreettista fysiikkaa ja teoreettista filosofiaa, mutta sitten se jäi. Edellistä olen harrastanut jatkuvasti, mutta katson olevani molemmilla aloilla puhdas harrastelija. Tämä oli minun luonnontieteellinen ja filosofistyyppinen taustani mennessäni Laurikaisen seminaareihin.

Seminaarien vakinaisen kuulijakunnan koulutuksellinen ja ammatillinen rakenne oli monipuolinen. Usealla oli matemaattisluonnontieteellinen tausta, oli useita lääkäreitä ja varsinkin myöhemmin (tässä olen ensisijaisesti ajatellut tilannetta ennen Luonnonfilosofian seuran perustamista eli vuosia 1983 – 1987) insinöörejä (joista useat olivat juuri siirtyneet eläkkeelle), mutta myös edustajia monelta muulta ammattialalta. Yleensä me olimme jo melko varttunutta joukkoa, vaikka kyllä nuoriakin oli joukossa. Seppo Laurema on kuvannut artikkelissaan tätäkin tilannetta yksityiskohtaisemmin luetellen myös henkilöitä. Kvanttimekaniikan alalla olimme lähes poikkeuksetta kaikki suhteellisen kokemattomia, mutta meillä oli kiinnostus aiheeseen ja ehkä yleispiirteenä voi myös sanoa, että meillä oli eräänlainen kiinnostus filosofistyyppiseen asioiden pohdiskeluun.

Professori Laurikaisen harkitsema opetusmetodi sopi hyvin tälle joukolle. Wolfgang Pauli ja hänen ajattelunsa oli keskeisellä sijalla. Myös Laurikainen esitteli kirjeenvaihtoaan – kirjeittensä ja saamiensa vastauksien keskeisiä sisältöjä sekä usein myös käännöksiään tärkeiksi katsomistaan artikkeleista. Kaksoisrakokoe palasi taululle säännöllisesti ja sillä oli tarkoitus konkretisoida kvanttimekaniikan keskeistä periaatetta – tilastollista todennäköisyyttä – ja iskostaa se ajatusmaailmaamme. Minulle tämä metodi sopi erittäin hyvin. Käytin – niin kuin aikaisemminkin – paljon aikaa alan kirjallisuuden lukemiseen. Erikoisen hyödyllisenä pidin mm. Max Bornin, Wolfgang Paulin, Werner Heisenbergin, Niels Bohrin sekä Albert Einsteinin artikkelien läpikäyntiä. Kvanttimekaniikasta ilmestyi ja oli ilmestynyt useita sitä ja sen keskeisiä henkilöitä kuvaavia ja käsitteleviä kirjoja, jotka syvensivät alan tietoja.

Seminaarien yleistunnelma oli miellyttävä. Niiden osanottajien joukossa oli monia syvällisiä persoonallisuuksia, joiden ajatuksia ja taitavaa sanakäyttöä oli opettavaista ja myös ilo kuunnella. Esimerkkinä mainitsen professori Kullervo Rainion terävät havainnot ja usein hienosti muotoillut puheenvuo-

ronsa, joissa myös sopiva leikkimieli pilkahti. Kokonaisuudessaan sanoisin, että seminaarit olivat vuosien saatossa – kun niihin yhdistää oman kotona tapahtuneen uurastuksen – yksi elämäni opettavaisimmista ajanjaksoista, johon on laskettava myös erityisistä tutustumisen ja ystävystymisen muiden seminaaritoimien kanssa.

### **Luonnonfilosofian seuran perustaminen**

Vuosina 1985 ja 1987 järjestettiin Joensuussa professori Laurikaisen johdolla Modernin fysiikan perusteita käsitelleet kansainväliset symposiot. Vuoden 1987 symposion jälkeen pidettiin Laurikaisen aloitteesta Uudessa Valamossa uskon ja tiedon dialogia käsittelevä seminaari ”Kaksi tietä todellisuuteen”. (Lainaukset ovat Seppo Laureman aikaisemmin mainitusta artikkelista.)

Tammikuussa 1988 Helsingissä järjestettiin symposio ”Kvanttifysiikka ja filosofia” Joensuun edellisen vuoden kansainvälisen symposion pohjalta.

Torstaisseminaareissa Laurikainen otti vuosien 1987 ja 1988 aikana jo useampia kertoja esille mahdollisuuden perustaa Luonnonfilosofian seura. Syksyllä 1988 käytiin seminaarissa perusteellisempi keskustelu Luonnonfilosofian seuran perustamisesta. Kun palaute oli pääosalta myönteinen, kutsuttiin torstaiksi 17.11.1988 klo 18.30 Helsingin Säätytalon saliin No 23 koolle Luonnonfilosofia seuran perustava kokous. Kokouksen tuloksena seura päätettiin perustaa ja sen jäseniksi liittyi kokouksessa 28 henkilöä. Perustamispäätös vahvistettiin toisessa Säädytalon 15.12. pidetyssä kokouksessa. Perustajajäseniksi ilmoittautui kaikkiaan 63 henkilöä. Kun seuran toiminta käynnistyi vuoden 1989 alussa, jäsenmäärä kohosi yli sadan. Seuran ensimmäiseksi puheenjohtajaksi valittiin professori Kullervo Rainio. Laurikainen kuului seuran hallitukseen kuolemaansa (13.7.1997) asti, mutta ei koskaan puheenjohtajana. Seuran kokouksia oli aluksi kesäkuukausia lukuun ottamatta kerran kuukaudessa, minkä lisäksi olivat Laurikaisen torstaisseminaarit, joita myöhemmin nimitettiin Yliopiston ohjelmissa luonnonfilosofian seminaareiksi.

Laurikaisen lähetekirje Luonnonfilosofian seuran perustamiskokouksen osanottajille:

Suomalaisten filosofien mielenkiinto on Eino Kailan jälkeen suuntautunut muodollis-loogisiin tai toisaalta humanistis-yhteiskunnallisiin kysymyksiin, kun sen sijaan luonnontieteisiin liittyvät kysymykset ovat vähäisemmässä määrin kiinnostaneet meikäläisiä filosofeja. Niinpä on syntynyt ajatus perustaa seura nimenomaan **luonnonfilosofiaa** var-

ten. Se voisi toimia foorumina, joka suuntaisi mielenkiintoa luonnon-tieteiden filosofisiin ongelmiin ja niiden merkitykseen, ja myös tehdä aloitteita tämän alan harrastuksen voimistamiseksi. Yhdessä oppihis-toriallisen seuran kanssa **luonnonfilosofian seura** voisi edistää luon-nontieteisiin liittyvän tieteen historian ja filosofian harrastusta maas-samme.

Muutama vuosi sitten tehtiin aloite luonnontieteisiin liittyvän tieteen historian ja filosofian tukemiseksi Suomen Akatemian toimenpitein. Vaikka aloitteen tekijöiden joukossa oli useita eri luonnontieteitä edus-tavia varsin arvovaltaisia tutkijoita, aloite ei johtanut mihinkään toimen-piteisiin. Luonnonfilosofiaa edustava seura voisi tällaisissa tapauksis-sa toimia asiallista informaatiota jakavana elimenä ja muutenkin tukea toimenpiteitä, joita nyt tarvitaan sekä Suomen Akatemian tuen voimis-tamiseksi että luonnonfilosofian aseman selventämiseksi yliopistoissa ja korkeakouluissa.

Toivon, että tällaisen seuran perustamista koskeva aloite nyt toteu-tuu ja saa kannatusta mahdollisimman laajoissa piireissä. Tällaisen ”vapausasteen” avaamisella filosofiaan ja sen voimistamisella on vai-kutusta moneen suuntaan. Luonnontieteilijöiden ja filosofien lisäksi on tärkeätä, että seura saa kontaktin erilaisiin luonnontieteitä soveltaviin aloihin (tekniikan lisäksi on erityisesti mainittava lääketiede) ja esimer-kiksi psykologiaan ja teologiaan, joita atomifysiikan filosofiset ongelmat varsin olennaisesti koskettavat. Nyt voimakkaasti kehittyvän biologian soveltamiseen liittyvillä kysymyksillä on vahvasti myös eettisiä ulottu-vuuksia – samoin kuin monilla muillakin luonnontieteen sovellutuksilla.

Henkilökohtaisesti koen uuden filosofisen kanavan tarpeen hyvin polttavana sen johdosta, mitä olen kokenut pyrkiessäni kiinnittämään huomiota uusiin näköaloihin, joita atomiteoria avaa todellisuuskäsitys-tä koskevalle keskustelulle. On näet osoittautunut, että suomalainen akateeminen maailma torjuu jyrkästi sellaiset näkemykset, jotka ovat minulle olleet ratkaisevia. Loogis-analyyttinen traditio, joka Suomessa vaikuttaa dominoivasti filosofiaan, ja toisaalta filosofisen mielenkiinnon puuttuminen luonnontieteissä tekevät ilmeisesti miltei mahdottomaksi sellaisen filosofian omaksumisen, joka käsittääkseni on tie ulos siitä kulttuurin kriisistä, johon nyt ollaan joutumassa. Tutustuminen Wolf-gang Paulin ajatuksiin on antanut minulle uskoa siihen, että sittenkin olen oikealla tiellä. Se että olen saanut varsin paljon positiivista palau-tetta kirjojeni ja artikkelieni lukijoilta ja erilaisissa keskustelutilaisuuks-

sisä, on myös vahvistanut käsitystäni siitä, että atomiteorian avaamat filosofiset näköalat kiinnostavat ihmisiä. Akateemisten asiantuntijoiden ja suuren yleisön välillä näyttää olevan tässä asiassa silmiinpistävä ero. Olen sen vuoksi päättänyt ajatukseen, että tarvitaan uusi kanava, jossa filosofinen keskustelu ei olisi nykyisten ilmeisen lukkiintuneiden asenteiden sitoma.

Yhteiskunnan antama koulutus tapahtuu nykyisin siinä määrin materialistisen ajattelun hengessä, että todellisuuden henkisen komponentin olemassaolo jää hämäräksi tai se käsitetään jonkinlaiseksi ”toisen maailman asiaksi”, jota ei sovi sekoittaa ainakaan luonnontieteelliseen ajatteluun. Näiden tavattoman voimakkaiden ennakoasenteiden voittamiseksi tarvitaan paljon työtä. Nähdäkseni olemme hyvin monitahoisien maailmankatsomuksellisen murroksen edessä. Siihen liittyvien ihmillisen tiedon luonnetta ja todellisuuskäsitystä koskevien kysymysten asianmukainen selvittäminen edellyttää myös luonnontieteiden perusteiden hyvää hallintaa, jota ilman filosofinen tutkimus jää tärkeissä kysymyksissä kovin pinnalliseksi ja muodolliseksi. Tässä suhteessa luonnonfilosofian seuran toiminta voisi osaltaan täyttää sitä aukkoa, joka näissä kysymyksissä maassamme tällä hetkellä on.

Klaukkalassa, 3 p:nä marraskuuta 1988

Kalervo Laurikainen

## **Luonnonfilosofian seuran tarkoituksesta**

Luonnonfilosofian seuran esitteessä on kuvattu seuran tarkoitusta seuraavasti:

Seuran tarkoituksena on edistää luonnontieteiden ja niiden sovellusten herättämien filosofisten kysymysten harrastusta ja tutkimusta. Luonnonfilosofian seura pyrkii kokoamaan tiedeyhteisön eri haarojen edustajat keskusteluyhteyteen, jossa maailmankuvaa, olemassaoloa ja tietoa siitä voidaan tarkastella ja täsmentää kunkin erikoisalan saavutusten valossa.

## **Mitä on luonnonfilosofia?**

Laurikaisen laatima selvitys siitä, mitä on luonnonfilosofia:

Matemaattis-luonnontieteellisen osaston asettama toimikunta, jonka tehtäväksi annettiin perehtyä aloitteisiin luonnonfilosofian aseman parantamiseksi yliopistossa, kuvailee luonnonfilosofian luonnetta seuraavasti:

Luonnonfilosofia on vanhastaan käsitetty luontoa koskevasta tietämyksestä tehtyjen filosofisten johtopäätösten kokonaisuudeksi. Arvi Grotenfeltin *Tietosanakirjassa* 1913 esittämää määritelmää voitaneen edelleen pitää pätevänä: ”Luonnonfilosofia on se filosofian osa, joka lähinnä liittyen luonnontieteisiin ja nojautuen niiden yleisimpiin tuloksiin koettaa niistä johtaa vielä yleisempiä, ”filosofisia” johtopäätöksiä – s.o. johtopäätöksiä, jotka selittävät luonnonesineiden olemusta tahi luonnontieteiden käyttämien perusolettamuksien viimeisiä edellytyksiä sekä siten koettavat muodostaa tieteellisellä pohjalla yhtenäisen maailmanselityksen.” Tämä määritelmä ei olennaisesti poikkea siitä, jonka prof. K.V. Laurikainen on esittänyt alustaessaan 10.5.1989 Suomen Akatemiassa luonnonfilosofian ajankohtaisista ongelmista: ”Luonnonfilosofialla tarkoitetaan luonnontieteiden synnyttämien filosofisten kysymysten pohdintaa. Käsitän termin hyvin yleisessä mielessä, jolloin luonnonfilosofia on samalla olennainen osa yleistä filosofiaa. Siihen kuuluu erityisesti inhimillisen tiedon luonnetta koskevia eli epistemologisia kysymyksiä ja toisaalta todellisuuden luonnetta eli ontologiaa koskevia pohdintoja.”

Luonnonfilosofiaa voidaan pitää osana filosofiaa, joka saumattomasti liittyy luonnontieteisiin ja niiden tuloksiin. Sen jyrkkä erottaminen tieteenfilosofiasta ei ole mahdollista; myös tieteenfilosofia pyrkii selittämään ”luonnontieteiden käyttämien perusolettamuksien viimeisiä edellytyksiä”. Tämä on varsin hyvä luonnonfilosofian luonnehdinta. Koko antiikin filosofiaa voidaan itse asiassa nimittää luonnonfilosofiaksi. Kokeellisen luonnontutkimuksen kehittyessä uudella ajalla luonnonfilosofiasta irtaantui vähitellen itsenäisiä luonnontieteitä, mutta nimitys ”luonnonfilosofia” käsitettiin usein samaksi kuin luonnontiede yleensä. Varsinkin fysiikan tutkimusta on kauan nimitetty luonnonfilosofiaksi.

Luonnonfilosofian tarpeellisuus nykyisin aiheutuu siitä, että spesialisoituessaan tieteet ovat yhä enemmän erikoistuneet, jolloin kokonaisnäkemykseen tähtäävät tarkastelut ovat jääneet aivan liiaksi sivuun. Erikoistumisen vastapainona tarvitaan filosofista perusteiden selventämistä. Tässä suhteessa tilanne on hyvin toisenlainen kuin vuosisadan alussa, jolloin luonnontieteilijät olivat paljon suuremmassa määrin kuin

nykyisin perehtyneet myös filosofiaan. Suomessa oli 1930-luvulla aivan tavallista, että eksaktien luonnontieteiden opiskelijat suorittivat arvokkaan (usein laudaturin) myös filosofiassa. Nyt sen sijaan luonnontieteissä vallitsee melkein päi filosofian kammo, ja esimerkiksi fysiikan perusteiden tutkimuksessa näkyy selvästi se, että fyysikot hallitsevat varsin rajoitetussa määrin filosofiaa – eikä suinkaan vain Suomessa.

Varsinkin kvanttiteorian perustutkimuksessa on kohdattu niin syvällisiä epistemologisia ja ontologisia ongelmia, että niiden itsenäinen pohdinta ilman filosofian ja aatehistorian hyvää tuntemusta johtaa helposti pintapuolisuuteen. Osoituksena näihin kysymyksiin kohdistuvasta mielenkiinnosta on esimerkiksi se, että tieteenfilosofian ("science" tarkoittaa juuri luonnontieteitä) kansainvälisen unionin suurissa konferensseissa on aina laaja osasto omistettu juuri kvanttiteorian peruskysymyksille. Yllättävää on, että ontologisia kysymyksiä on tässä yhteydessä käsitelty kovin vähän, ja näyttää siltä, että puhtaan filosofian asetamat muodolliset ehdot vaikeuttavat näiden kysymysten käsittelyä.

Se, että fysiikassa ei ole yli 50 vuoteen tapahtunut edistystä perusteorioiden alalla, on ehkä yhteydessä sen kanssa, että fyysikot eivät riittävästi hallitse tieteensä filosofisia ongelmia. Ne jätetään mielellään filosofeille, mutta todella syvälliset muutokset fysiikassa ovat mahdollisia vain, jos fyysikot itse hallitsevat myös tarvitsemansa filosofian.

Myös luonnontieteiden synnyttämät eettiset kysymykset, jotka muodostuvat yhä polttavammiksi, edellyttävät filosofisten näkökohtien perusteellista hallintaa. Luonnontieteiden asema yhteiskunnassa vaatii muutenkin yhä enemmän huomiota, ja voidaan kohtuudella edellyttää, että luonnontieteilijät itse pystyvät käsittelemään tällaisia kysymyksiä riittävän laaja-alaisesti.

Tällaisista syistä luonnonfilosofiaan olisi fysiikassa ja varmaan myös muissa luonnontieteissä kiinnitettävä enemmän huomiota.

K.V. Laurikainen

## **Vetoomuksia luonnonfilosofian opetuksen ja tutkimuksen puolesta**

### **Luonnonfilosofian opetuksen ja tutkimuksen rahoituksen vaarantuminen**

Uuden Fysiikan tutkimuslaitoksen suunnittelun yhteydessä alkoi vuosina 1995 ja 1996 näyttää siltä, että se suhteellisen vaatimaton rahoitus, joka oli SEFTin kautta suuntautunut yli kymmenen vuoden ajan Luonnonfilosofian opetukseen ja tutkimukseen, saattaisi vuoden 1997 alusta lähtien päättyä. Professori Laurikainen reagoi tilanteeseen useilla kirjeillä Helsingin yliopiston hallinnolle ja tutkimuslaitoksen suunnittelijoille ja lisäksi eräillä artikkeleilla lehdistössä. Myös Luonnonfilosofian seuran hallitus ilmaisi kirjelmässään huolestuneisuutensa tilanteen johdosta.

### **Luonnonfilosofian seuran hallituksen kirje 28.3.1996**

Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan herra Dekaanille ja Fysiikan tutkimuslaitoksen väliaikaiselle johtokunnalle:

Luonnonfilosofian seura – Samfundet för naturfilosofi ry – haluaa kiinnittää Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan ja fysiikan uuden tutkimuslaitoksen johdon huomion siihen merkittävään puutteeseen, mikä nykyisin vallitsee luonnontieteisiin ja niiden perusteisiin liittyvän filosofian tutkimuksessa ja opetuksessa korkeakouluissamme.

Helsingin yliopistossa matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta on nykyisin opiskelijamäärältään toiseksi suurin tiedekunta ja suoritettujen tohtorin tutkintojen perusteella selvästi suurin. Kuitenkaan tällä tiedekunnalla ei ole nykyisin mitään vakituisesti järjestettyä oman alansa filosofista opetusta. Sen sijaan opiskelijamäärältään pienemmissä valtiotieteellisessä ja teologisessa tiedekunnassa opiskelijat ovat voineet saada tällaista opetusta omissa tiedekunnissaan.

Filosofian laitos kuuluu yliopistossa humanistiseen tiedekuntaan. Nykyinen tilanne ei käytännössä anna matemaattis-luonnontieteellisten alojen tutkijoille ja opiskelijoille mahdollisuuksia perehtyä oman alansa filosofisiin perusteisiin ja liittää tämä tietous luontevasti osaksi koulutustaan ja käytännön tutkimustaan.

Yleistä filosofiaan liittyvää opetusta on luonnontieteilijöille tarjonnut prof. Leikolan ja dos. Markkasen pitämä ”Tieteen historian ja filosofian”

kurssi. Toisaalta fysiikkaan ja erityisesti kvanttimekaniikkaan suuntautunutta luonnonfilosofiaa ovat edustaneet emer.prof. K.V. Laurikaisen johdolla yli kymmenen vuoden ajan yhtäjaksoisesti jatkuneet Studia Generalia-tyyppiset luennot ja seminaarit. Kummassakin tapauksessa rahoitus on ollut tilapäistä.

Kun nyt on muodostumassa yliopiston ja TKK:n yhteinen fysiikan tutkimuslaitos ja sen toimintaa parhaillaan järjestellään, haluamme esittää matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan ja kyseisen tutkimuslaitoksen harkittavaksi, että niin uuden tutkimuslaitoksen kuin tiedekunnankin tehtäväkenttään sisällytettäisiin luonnontieteiden perusteiden ja sovellutusten filosofian tutkimus ja opetus. Se voisi tapahtua soveltuvien osien yhteistyössä filosofian laitoksen kanssa.

Filosofian opetuksen ja tutkimuksen lisäämistä tiedekunnassa puoltaa myös se, että niin opiskelijoiden kuin muukin yleinen mielenkiinto filosofisia kysymyksiä kohtaan on kasvanut. Ellei tällaista opetusta ja tutkimusta voida järjestää matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan puitteissa, pitäisi selvittää onko yliopistolla siihen muita mahdollisuuksia.

Luonnonfilosofian seuran hallituksen puolesta

Helsingissä 28.3.1996

Prof. Rauno Hämäläinen (puheenjohtaja), FL.Seppo Laurema (sihteeri)

## **Laurikaisen kirje 2.5.1996**

Fysiikan tutkimuslaitoksen väliaikaiselle johtokunnalle:

Pyydän, että tutkimuslaitoksen tulevaa toimintaa hahmoteltaessa otetaan huomioon seuraavat näkökohdat, jotka koskevat luonnonfilosofian asemaa tutkimuslaitoksessa. Luonnonfilosofian tutkimus ja opetus ovat tähän asti olleet sen – aineellisen ja hallinnollisen – tuen varassa, jota olen saanut niistä yliopiston laitoksista, jotka nyt yhdistetään uudeksi tutkimuslaitokseksi. Koska uudelleen järjestelyjen yhteydessä voisi käydä niinkin, että luonnonfilosofia, jonka asema on hyvin poikkeuksellinen ja arkaluontoinen, jää kokonaan pois tutkimuslaitoksen suunnitelmista, ellei asiaan kiinnitetä huomiota, pyydän saada esittää seuraavat tilannetta valaisevat näkökohdat:

**Yleistä:** Olen varsinkin kahdenkymmenen viime vuoden aikana keskittynyt niihin filosofisiin seurauksiin, joita kvanttimekaniikalla on fysi-

kan tutkimuksen ja yleisen kulttuurikehityksen kannalta. Olen erityisesti koettanut syventyä asiaan Wolfgang Paulin julkaisujen ja kirjeiden pohjalta, jolloin olen yhä selvemmin oppinut näkemään, miten tavattoman syvällistä todellisuuskäsityksen muutosta kvanttimekaniikka edellyttää. Materialismi, joka jatkuvasti vallitsee luonnontieteellistä ajattelua, osoittautuu mikrofysiikan valossa kestäättömäksi todellisuuskäsitykseksi. Tämä on asia, jota ei vielä haluta myöntää, ja Suomessa tietyt historialliset seikat tekevät asian erityisen vaikeaksi.

Tutkimuslaitoksen suunnitteluun osallistuvista henkilöistä Byckling ja Stenholm ovat olleet kiinnostuneita myös filosofiasta, mutta kumpikin heistä korostaa siinä määrin rationalistisia näkökohtia, että Paulin 'kvaternäärinen todellisuuskäsitys' on heidän ajattelulleen vieras – erityisesti todellisuuden irrationaalisuuden ajatus; he ovat tosiasiallisesti eräissä kannanotoissaan esittäneet tällaista kritiikkiä. Kysymys on näin ollen siitä, voidaanko uudessa tutkimuslaitoksessa edelleen jatkaa työtä sellaisen filosofian alalla, joka on ristiriidassa sen tiedekäsityksen kanssa, joka laitoksessa muuten vallitsee. Jos Paulin filosofia torjuttaisiin, se merkitsisi, ettei tutkimuslaitos salli tutkimustyönsä filosofisen perustan kritiikkiä. Olisi onnetonta, jos tutkimuslaitoksen toiminta alkaisi tällaisen puhdasoppisuuden merkeissä.

Nähdäkseni työ, jota olen nyt parikymmentä vuotta tehnyt Paulin filosofian alalla, on osaltaan vaikuttanut siihen, että mielenkiinto Paulin ajatuksia kohtaan on lisääntymässä. Toivoisin, että tätä työtä alettaisiin Suomessakin arvostella asianmukaisesti. Tähän saakkahan se on ollut ikään kuin virallisten tieteellisten kanavien ulkopuolella, ja tukea on saatu – vaikka olenkin jo kauan ollut eläkkeellä – sen perusteella, että olen ollut luomassa niitä laitoksia, joiden yhdistämisestä nyt on kysymys. *Toivon, että tämän työn tuloksia nyt vihdoinkin asiallisesti arvioitaisiin ja että mitään muutoksia nykytilanteeseen ei tehdä, ennen kuin Paulin filosofiaa tuntevia ulkomaisia asiantuntijoita – ennen kaikkea CERNin Pauli-komiteaa – on kuultu.*

**Pauli-projekti:** Wolfgang Paulin tieteellinen jäämistö luovutettiin Paulin kuoltua CERNille, joka on pieteetillä huolehtinut näin muodostuneen Pauli-kokoelman järjestämisestä ja hoidosta. Työskentelin vuosina 1976 - 86 useaan otteeseen tässä kokoelmassa, ja myöhemmin suorittamani työ on perustunut tällöin kokoamaani aineistoon. Myöhemmin vaimoni terveys ei ole sallinut matkoja Geneveen, ja olen joutunut jatkamaan työtä kotiin hankkimani kirjaston pohjalta. Onnek-

si CERNin Pauli-komitean julkaisupolitiikka on vähitellen muodostunut vapaamielisemmäksi, ja tarvittavaa aineistoa on yhä enemmän ilmentynyt painetussa muodossa.

SEFT on myöntänyt vuosittain jonkin verran varoja tätä Paulin filosofiaan liittyvää työtä varten *Luonnonfilosofia-projektin*, myöhemmin *Pauli-projektin* nimellä. Olen äskettäin laatinut perustelun Pauli-projektin jatkamista varten. Nähdäkseni varsin vähäisellä taloudellisella tuella on saatu aikaan melkoinen julkaisujen määrä ja innokas seminaaritoiminta. Helsinkiin on muodostunut sellainen Paulin filosofian tuntemus, jota tuskin muualla nyt on. Voidaan nähdäkseni kohtuudella odottaa, että tämä varsin tuloksellinen työ sellaisen filosofian alalla, jota toistaiseksi vastustetaan kovin pintapuolisin perustein, todetaan tukemisen arvoiseksi. Niin kuin professori Wolf Beiglböck (Springer) äskettäin kirjoitti minulle, on kysymyksessä kvanttimekaniikan tulkinnasta, jonka tutkiminen on joka tapauksessa välttämätöntä. Näen Paulin filosofian merkityksen vieläkin suurempana kuin yhtenä kvanttimekaniikan tulkintana, sillä nähdäkseni Pauli on selvemmin kuin kukaan muu nähnyt kvanttimekaniikan filosofisten seurausten vallankumouksellisen luonteen; sen että psyyken vaikutus todellisuuden hahmottuksessa on otettava huomioon myös fysiikassa (ja luonnontieteissä yleensä). Tämä tulee muuttamaan tieteen peruskäsitteistöä ja ajattelutapaa yhtä syvällisesti kuin deterministinen ajattelutapa 1600-luvulta alkaen.

Paulin ajatusten luonne on sellainen, että fyysikko voi yleensä vasta eläkkeellä ollessaan paneutua niihin vakavasti, koska muuten on vaarana ristiriita koko luonnontieteellisen tiedemaailman kanssa – eräänlainen tieteellinen itsemurha. Eräät varsin tunnetut tutkijat ovat minulle korostaneet tätä, kun olen kysynyt heiltä, miksi he eivät selkeämmin ota kantaa Paulin ajatusten puolesta!

Pauli-projekti on eräs muoto yhteistoimintaa CERNin kanssa, ja sen merkityksestä olisi pyydettävä CERNin Pauli-komitean lausunto, jos sen merkitys muihin yhteistoimintamuotoihin verrattuna asetetaan kyseenalaiseksi. Tämän projektin toimintaa voidaan huomattavasti tehostaa, jos esimerkiksi myönnetään varoja jonkun tutkijan työskentelyyn Pauli-kokoelmassa ja kutsutaan Helsinkiin projektin työn kannalta sopivia vierailijoita, joista esimerkkeinä voidaan mainita professorit Harald Atmansbacher (Garching), Charles P. Enz (Geneve), Hans Primas (Zürich) ja Anton Zeilinger (Innsbruck) sekä tohtori Suzanne Gie-

ser (Tukholma).

Henkilökohtaisesti toiminta Pauli-projektin vastuuhenkilönä helpottaa huomattavasti (varsinkin kansainvälisten) yhteyksieni hoitamista. Tärkeätä on myös, että käytössäni on jatkuvasti huone laitoksella henkilökohtaisia tapaamisia, materiaalin säilytystä ja käsittelyä yms. varten – varsinkin kun asun 30 km:n päässä laitokselta.

**Symposiosarjan jatkaminen:** Pohjois-Karjalassa pantiin Suurenergiafysiikan laitoksen ja Joensuun korkeakoulun / yliopiston yhteistoiminnalle kansainvälisten kongressien sarja *Symposium on the Foundations of Modern Physics*, joka alkoi 1977 Loma-Kolilla ja jatkui vuodesta 1985 alkaen parin kolmen vuoden välein Joensuussa, myöhemmin Helsingissä SEFTin ja TFT:n tukemana. Tämä sarja tunnetaan jo varsin hyvin, ja mm. Paulin ajatusten tunnetuksi tekemisessä sillä on ollut huomattava merkitys.

Sarjaa pyritään jatkamaan, ja vuodeksi 1997 on suunniteltu Helsingissä järjestettävää symposiota, jonka nimen täsmentäväksi osaksi on valittu: *Quantum Mechanics 70 Years after the Copenhagen Interpretation*. Pauli-projektin kannalta on tärkeätä, että symposiossa pyritään mm. vertaamaan kööpenhaminalaisen tulkinnan nykyistä asemaa muihin kvanttimekaniikan lähestymistapoihin. Pysin nyt tuomaan entistä selvemmin esiin sen, mitä psyyken osuus kokeiden tulkinnassa Paulin mukaan merkitsee. Ns. 'realistisissa' lähestymistavoissa on näet aina mukana kätkeytyjä edellytyksiä, jotka ovat peräisin materialistisesta todellisuuskäsityksestä, ja sen vuoksi koetilanteesta tehdään perusteettomia johtopäätöksiä. Kööpenhaminalaiseen tulkintaan kohdistetaan tästä syystä aiheetonta kritiikkiä. Pidän näiden asioiden selvittämistä varsin tärkeänä, ja nähdäkseni se tulee vaikuttamaan kvanttimekaniikkaa ja sen tulkintaa koskevaan keskusteluun, joka on taas vilkastumassa.

Toivottavaa on, että uusi tutkimuslaitos on yhtenä (ehkä pääasiallisena) symposion järjestäjänä. Paljolti talkootyöllä on tässä nähdäkseni luotu arvokas traditio, jonka jatkumisesta juuri tutkimuslaitos voisi hyötyä. FL Tarja Kallio-Tamminen on luvannut toimia ensi symposion sihteerinä, mikä sopii erinomaisesti, koska hän valmistelee väitöskirjaa kvanttimekaniikkaan liittyvistä ontologisista kysymyksistä. Koko toiminnan kannalta ensiarvoinen kysymys on, miten hänen väitöskirjatyönsä tehdään taloudellisesti mahdolliseksi. Tässä suhteessa toivotaan tukea uudelta tutkimuslaitokselta tai Suomen Akatemialta.

Juuri kvanttimekaniikan edellyttämä ontologia on edelleenkin selvitystä vaativa asia. Filosofit näyttävät olevan liiaksi sidottuja omiin ajattelukuvioihinsa, mikä vaikeuttaa ennakkoluulotonta suhtautumista komplementäärisyyksifilosofiaan, varsinkin juuri ontologisessa suhteessa. Fyysikot taas leikkaavat yleensä havaintoihin liittyvät psyykkiset ongelmat 'ei-fysikaalisina' pois tarkasteluistaan, mikä merkitsee sitoutumista materialistiseen ontologiaan. Tietynlainen ammattiylpeys näyttää tässä vielä vaikuttavan asiaan. Nähdäkseni Paulin ajatuksia on juuri tällaisista syistä torjuttu, ja tässä suhteessa sillä asiantuntemuksella, jota Helsingissä on pitkäaikaisen Paulin filosofiaan paneutumisen tuloksena syntynyt, voi olla tärkeitä sanottavaa tulevassa symposiumissa. Näyttää valitettavasti siltä, että tieteellisiin reviiereihin liittyvät ennakkoluulot ja ammattiylpeys johtavat helposti siihen, että tämä tieteidenväliseen keskusteluun perustuva syventyminen katsotaan 'epätieteelliseksi' puuhasteluksi.

**Luonnonfilosofian seminaari:** Jo vakiintuneeksi tavaksi on tullut, että joukko luonnonfilosofian ajankohtaisista kysymyksistä kiinnostuneita eri alojen edustajia on torstaisin kokoontunut pohtimaan enemmän tai vähemmän Paulin filosofiaan liittyviä kysymyksiä. Silmiinpistävää on, että tämän joukon keski-ikä on verraten korkea, mikä – nykyisen nuoruutta korostavan ajattelutavan mukaisesti – näyttää herättävän ylimielistä suhtautumista sekä fyysikkojen että filosofien taholla.

Asialla on vakava puolensa, sillä Paulin ajatukset poikkeavat fyysikassa ja luonnontieteissä yleensäkin todettavasta perusasenteesta sikäli, että ne edellyttävät pyrkimystä tieteidenväliseen kokonaisnäkemykseen ja myös sen syvän kuilun ylittämistä, joka erottaa luonnontieteet hengentieteistä. Virassa olevien tieteenharjoittajien on jopa vaarallista pyrkiä tutkimustyössään tällaiseen kokonaisnäkemykseen, koska se herättää eri tahoilla hyvin voimakasta kritiikkiä. Tämä on nähdäkseni hyvin olennainen este Paulin ajattelutapaan syventymiselle. Oma kokemukseni on, että tarvitaan vuosikausia kestävää työtä, ennen kuin todella voi omaksua sen uuden ajattelutavan, jota Pauli edustaa ja joka poikkeaa monissa suhteissa syvään juurtuneista ajatustottumuksista.

Tämä on sen sitkeän harrastuksen tausta, jota torstaisin SEFT:n tiiloissa kokoontuva Luonnonfilosofian seminaari edustaa. Omalta osaltani voin sanoa, että ilman tämän seminaarin esitelmiä ja keskusteluja en olisi jaksanut riittävästi syventyä Paulin ajattelutapaan. Nähdäkseni tämä seminaari edustaa sellaista tieteellisen työn muotoa, jota ilman

totunnaisesta ajattelusta suuresti poikkeavan filosofian omaksuminen on melko mahdotonta.

Seminaarilaisuudet ovat olleet avoimia asianharrastajille, ja ne ovatkin saavuttaneet melko suuren suosion. Esitelmiin liittyvät monisteet on voitu myös tenttiä, jolloin olen merkinnyt opintokirjaan kahden opintoviikon suorituksen; tämä suoritus on hyväksytty fysiikassa ja nyt myös ainakin systemaattisessa teologiassa valinnaisena erikoiskurssina.

Fysiikan nykyinen johtoryhmä on ilmoittanut, ettei näitä suorituksia hyväksytä enää fysiikassa eikä luonnonfilosofian opetuksesta ilmoiteta fysiikan opetuksen yhteydessä. Tämä on mielestäni kovin arveluttava kannanotto. Sellainen perusasenteen kritiikki, jota luonnonfilosofian kursseilla harjoitetaan, tulisi sisällyttää yleisemminkin fyysikkojen koulutukseen. Mikäli tieteelle on ominaista itsensä korjaavuus, niin kuin tieteenfilosofiassa on tapana väittää, pitäisi juuri tällaista ajatustottumusten järkyttämistä suosia. Toivottavasti johtoryhmän kannanotto muuttuu, varsinkin kun luonnonfilosofian kurssi hyväksytään nytkin valinnaisina kursseina ainakin fysiikan opettajien koulutuksessa ja näitä fysiikan pohjalle rakentuvia kursseja on hyväksytty myös eräissä muissa aineissa.

Luonnonfilosofian seminaarit on viime aikoina muodollisesti järjestänyt SEFT. Kun tämä laitos nyt nähtävästi lakkaa olemasta, toivon, että uusi tutkimuslaitos ottaa luonnonfilosofian seminaarit ohjelmaansa. Kun kysymyksessä on tieteenkritiikki, joka edustaa uutta ajattelutapaa ja jota ei toistaiseksi hoideta fysiikan laitoksen toimesta, luonnonfilosofian seminaari soveltuu nähdäkseni tutkimuslaitoksen antamaan opetukseen. On lisäksi todettava, että Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan dekaani on ilmoittanut, että tiedekunta ei voi ottaa järjestettäväkseen muita kursseja kuin sellaisia, joita jokin ainelaitos hyväksyy. Olisi omituista, jos yliopiston hallintosysteemi johtaisi tämän yhä kasvavaa mielenkiintoa herättävän toiminnan sulkemiseen pois yliopistosta.

**Yhteenveto:** Luonnonfilosofian asema Helsingin yliopistossa jää lähitulevaisuudessa riippumaan uuden fysiikan tutkimuslaitoksen toiminnasta, varsinkin kun fysiikan laitoksen asenne on ainakin toistaiseksi kovin penseä. Kysymys on tiedekuntien välisestä opetuksesta ja tutkimuksesta, jota varten ei ole olemassa mitään järjestelmää ja joka sen vuoksi jää kovin helposti kokonaan ilman tukea. Koska Paulin filoso-

fian osalta on samalla kysymys kovin syvällisestä tieteellisen perusasenteen muutoksesta, joka toistaiseksi herättää voimakasta vastustusta monella taholla – voidaan puhua kulttuurin perussuunnan muuttumisesta –, on tutkimuslaitos sopiva paikka tällaista työtä varten. Taloudellisesti asia ei ole suuri, mutta sillä on periaatteellista merkitystä, varsinkin kun samalla on kysymys siitä, että vapaus tutkimuksen perusasenteen kritiikkiin yliopistossa säilyy. Jos Pauli-projektin ja luonnonfilosofian opetuksen suhteen halutan muuttaa tämänhetkistä tilannetta, on syytä pyytää lausuntoja Paulin filosofiaan perehtyneiltä asiantuntijoilta; luonnollisin lausunnon antaja on CERNin Pauli-komitea, jonka tehtävänä on valvoa Paulin tieteellisen jäämistön julkistamista. Toimitan tarvittaessa käytettäväksi eripainokset englannin- ja saksankielisistä luonnonfilosofiaa koskevista julkaisuistani.

Kuluvan vuoden toiminta voidaan, jos Suomen Akatemialta saadaan jonkin verran tukea, hoitaa Pauli-projektia varten jo varattujen määrärahojen puitteissa. Ensi vuoden määrärahoihin toivotaan jonkin verran lisäystä CERNin Pauli-komiteassa työskentelyä ja kutsuttavia vieraita varten. Otaksun, että kyseisiä vieraita kohtaan on mielenkiintoa yleisemminkin eikä vain luonnonfilosofian puitteissa. Suunniteltu symposium edellyttää myös jonkin verran tukea ja erityisesti sitä, että FL Tarja Kallio-Tammisen väitöskirjatyötä varten saadaan tarvittava määräraha joko uudelta tutkimuslaitokselta tai Suomen Akatemialta.

Klaukkalassa, 2.5.1996

K.V. Laurikainen

### **Kysymyksiä Fysiikan tutkimuslaitoksen suunnittelijoille 10.9.1996**

Koska uuden Fysiikan tutkimuslaitoksen suunnittelussa luonnonfilosofia näyttää jäävän hallinnollisten ratkaisujen jalkoihin, haluan kiinnittää huomiota siihen, että samalla ehkä ratkaistaan, onko Helsingin yliopistossa tilaa sen pitkäaikaisen työn jatkamiselle, jota olen kvanttifysiikan perusfilosofian selventämiseksi tehnyt ensin SEFLin ja nyt viime vuosina SEFTin puitteissa. Nähdäkseni työni on herättänyt kasvavaa mielenkiintoa ulkomailla ja toivon uuden (juuri valokuvausvalmistukseen painokuntoon valmistuvan) teokseni vaikuttavan samaan suuntaan. Kvanttimekaniikka merkitsee todellista vallankumousta tieteellisessä ajattelussa, mutta fyysikot ovat pragmatisminsa vuoksi menettäneet tuntuman siihen syvälliseen filosofiaan, jonka pohjalta kvant-

timekaniikka syntyi. On kysymys siitä, onko tälle kulttuurin perustan muutosta edellyttävälle työlle enää sijaa Helsingin yliopistossa. Koe-tan seuraavilla huomautuksilla selvittää asian luonnetta.

Fysiikassa pyritään jatkuvasti kuvailemaan mikrofysikaalisia tapah-tumia realismin pohjalta, vaikka kvanttimekaniikka luojat selvästi näki-vät, että realismi – siinä muodossa jossa siitä fysiikassa puhutaan – ei ole yhteensopiva kvanttimekaniikan perusfilosofian kanssa. Tämän pyrkimyksen vuoksi on syntynyt laaja tutkimustoiminta, joka perustuu kestäättömälle todellisuuskäsitykselle. Kun olen huomauttanut tästä monissa kirjoituksissani, minulle on vastattu, että viime vuosikymme-ninä on tapahtunut tavattoman paljon kehitystä, jota kvanttimekaniikan luojat eivät osanneet ollenkaan aavistaa ja että tilanne on sen vuok-si nyt kokonaan toinen kuin joskus 1950-luvulla. Huomautuksiani on sen vuoksi pidetty osoituksina siitä, etten ole seurannut tapahtunutta kehitystä.

Nähdäkseni mitään ei ole muuttunut mikrofysiikan perusfilosofian kannalta, vaan ns. kehitys on tapahtunut suuntaan, joka ei ole realis-min todellisten vaatimusten mukaista, vaikka koko ajan on korostettu realismin huomioonottamista mikrofysiikassa. Kysymys on sekaannuk-sesta, joka on synnyttänyt valtavan kirjallisuuden. Filosofinen perusta on jäänyt hämäräksi, ja tämä on johtanut tutkimusta harhaan.

Koska pidän asiaa erittäin tärkeänä, koetan esittää huomautukse-ni täsmällisten kysymysten muodossa, ja pyydän niihin uuden tutki-muslaitoksen suunnittelijoita, lähinnä professoreita Byckling ja Sten-holm, antamaan vastauksen. Hehän ovat tietävästi olleet sitä mieltä, että edustamani luonnonfilosofia ei sovi uuteen tutkimuslaitokseen juu-ri tämän perusnäkemysten vuoksi; sekin vaatimaton tuki, jota Paulin filosofian selvitystyöhön on tähän asti saatu Suurenergiafysiikan tutki-muslaitoksesta, näyttää tämän johdosta lakkaavan ensi vuoden alussa – juuri kun minulta ilmestyy Paulin ajattelua valaiseva kirja (*The Mes-sage of the Atoms*, Springer-Verlag, 1996).

Kysymykseni ovat seuraavat:

Bohr korosti kvanttiteorian lähtökohtana *kvanttipostulaattia*, jonka mukaan kvantti-ilmiö muodostaa aina jakamattoman kokonaisuuden; sen yksityiskohtia on periaatteessa mahdotonta kuvailla kvanttiteorian avulla, koska *todellisuutta, johon teoriaa tulisi verrata, ei voida määri-*

*tellä.* Havainnossa, joka koskee kvantti-ilmiötä, me itse teorianme perusteella määrittelimme sen objektin, jota havainnon katsotaan koskevan, jolloin samalla vedämme tietyn rajan makrofysikaalisen havaintolaitteiston ja teorian kuvaaman 'objektin' välille. Miten tässä tilanteessa voidaan toteuttaa realismi, jossa edellytetään, että empiirisiin menetelmiin voidaan periaatteessa kuvailla 'todellisuutta', joka on havainnosta riippumaton, mutta jota teorian tulee kuvailla oikein, mikäli se on tosi?

Kvanttipostulaatin kuvaaman tilanteen vuoksi Bohr (kuten Heisenberg, Pauli jne.) piti mikromaailman kvanttimekaanista kuvailua symbolisena ja realismia (sen traditionaalisessa merkityksessä) mahdottomana.

Fyysikot hyväksyvät yleisesti sen, että kvanttimekaniikka on *luonteeltaan aidosti tilastollista*, mikä edellyttää luopumista determinismin ajatuksesta. Kuitenkin nykyisin pyritään kehittämään kvanttimekaanisista menetelmiä *yksittäisen systeemin kuvailemiseksi*. Tämä on suorastaan eräs keskeisimmistä tutkimusaiheista tällä hetkellä. Eikö tämä ole realistisen perusnäkemys synnyttämää hämärää ajattelua, koska aidosti tilastollinen teoria merkitsee, että kyseisille ilmiöille voi antaa vain tilastollisia ennusteita, ei siis kuvailla todellisia yksittäisiä tapahtumia?

On hyvä, että kehittynyttä tekniikkaa käytetään yksittäisten ilmiöiden mahdollisimman tarkkaan tutkimiseen, mutta tällöin voi olla kysymys vain itse kvanttimekaniikan tai sen tilastollisen luonteen testauksesta, ei yksittäistä systeemiä koskevan kvanttimekaanisen teorian kehittämisestä.

Wolfgang Pauli, joka yksityiskohtaisimmin analysoi fysikaalisia havaintoja, tuli siihen tulokseen, että psyykkisiä tekijöitä ei voi jättää huomiotta, jos halutaan muodostaa realistinen kuva todellisuudesta. Kuva systeemistä ja sen ilmiöistä on *psyyken hahmotustoiminnan luoma*. Tästä syystä teorian antamaan kuvaan sisältyy aina 'irrationaalinen', luova aines, jota ei voi kuvata kausaalisesti. Fyysikot ovat kuitenkin toistaiseksi leikanneet psyykkiset tarkastelut kokonaan pois kvanttimekaniikan perustutkimuksesta. Nähdäkseni edellä kuvailussa tyypillisessä havainnossa ihmispsyyken hahmotustoiminta vaikuttaa ratkaisevasti siihen, miten koetuloksia tulkitaan. Sen vuoksi tiede kuvailee todellisuutta vain symbolisesti, ei koskaan itse todellisuutta. Tätä eroa ei nykyisessä perustutkimuksessa suostuta tekemään, ja esimerkiksi d'Espagnat'n käyttämää käsitettä 'hunnun peittämä todellisuus' (réel

voilé) pidetään hämäränä. Tällöin havaintoja koskeva problematiikka – joka itse asiassa koskee kaikkea empiiristä tutkimusta – kätketään näkymättömiin. Tuloksena on, että tutkimus kohdistuu **kuviteltuun** (täysin rationaaliseen) todellisuuteen liittyviin näennäisongelmiin.

Nähdäkseni kvanttimekaniikan perusteissa viime vuosikymmeninä tapahtunut 'kehitys' on merkinnyt sitä, että fysiikan tutkimus on kohdistunut rationalistisen uskon perusteella luotuun kuviteltuun todellisuuteen. Itse asiassa sen teorioita ei voi todentaa eikä osoittaa vääriksi. Mielestäni tämä ei ole kehitystä vaan sellaisten kuvitelmiin rakentelua, joissa jätetään mielivaltaisesti huomioonottamatta psyykkisen aineksen osuus havainnossa. Tätäkö uudessa tutkimuslaitoksessa pidetään tieteellisenä ja sen filosofista kritiikkiä laitokseen sopimattomana?

K.V. Laurikainen

## Laurikainen Wolfgang Paulin filosofisten näkemysten tulkitsijana

### Mitä Wolfgang Pauli tarkoitti todellisuuden irrationaalisuudella?

Wolfgang Pauli kirjoittaa usein artikkeleissaan ja kirjeissään todellisuuden irrationaalisuudesta, joka on seurauksena aidosti tilastollisista laeista. Tämä on Paulin mukaan kvanttimekaniikan edellyttämän ontologian tunnusomaisin piirre. On yllättävää, kuinka vaikea tämä ajatus näyttää olevan sekä fyysikoille että filosofeille. Pauli puhui irrationaalisuuden torjunnasta länsimaissa kulttuurissa. Tämä näyttää olevan olennaisena esteenä Paulin filosofisen asenteen oikealle ymmärtämiselle, ja tässä koetetaan selvittää ilmeisimpiä väärinkäsityksiä.

### Todellisuuden irrationaalisuuden perustelu

Kvanttimekaniikassa tarvitaan yleistettyä kausaliteetin käsitettä. Mikromaailman aidosti tilastolliset lait ovat seurauksena äärellisen vaikutuskvantin käyttäntöön ottamisesta. Atomimaailma ei ole deterministinen niin kuin klassisen fysiikan maailma, ja Pauli käytti termiä *tilastollinen korrespondenssi* kuvaamaan yleistettyä kausaliteettikäsitettä, jota tarvitaan atomi-ilmiöiden kuvailussa. Paulin mieleen termi 'korrespondenssi' toi keskiaikaisen termin 'correspondentia'. Koska tämä käsite on nykyisille fyysikoille tuntematon,

olen käyttänyt **kvanttimekaanisesta kausaliteettikäsitteestä** nimeä *tilastollinen kausaliteetti*, joka paremmin vastaa nykyistä terminologiaa.

Pauli kuvailee kvanttimekaniikan kausaalikäsitettä kirjeessään Fierzille 26. marraskuuta 1949 (PLC 0092.063) seuraavasti (*Beyond the Atom*, s. 32, käännös englanniksi s. 195) [1]:

Bohrin ilmaus ”korrespondenssi” tuli minulle avuksi, kun minä sitten koetin antaa nimen positiiviselle periaatteelle, joka on kvanttimekaniikan perustana. . . . . Tuo monien samanlaisten systeemien tilastollinen käyttäytyminen, kun niillä ei ole yhtään mitään yhteyttä toisiinsa (”ikkunaton monadi”) ilman että ne toisaalta ovat kausaalisesti määrättyjä, on tietysti kvanttimekaniikassa tulkittu viimeiseksi lainomaiseksi tosiasiaksi, jota ei voi palauttaa mihinkään (suunnilleen niin kuin Galilein tapauksessa oli asian laita tassaaisesti kiihtyen putoavien kappaleiden suhteen). Luennossani komplementäärisyydestä, joka on alkuaan julkaistu aikakauslehdessä ”Experientia” ja joka on saatavissa eripainoksena, olen sen vuoksi koettanut käyttää ilmaisuja ”korrespondenssi” yleisemmässä mielessä kuin Bohr, tavalla joka nimenomaan luonnehtisi kvanttimekaanisen luonnonkuvailun positiivista puolta. Toimiihan juuri tämä tilastollinen korrespondenssi välittäjänä jatkumon (aaltokuva) ja epäjatkuvuuden (hiukkaskuva) välillä. (Tämä vähän yleisemmin kuin välittäminen ’kvanttiteorian’ ja ’klassisen teorian’ välillä Bohrin tapauksessa.) En siellä nimenomaisesti maininnut, että minusta termissä ”korrespondenssi” näyttää häämöttävän selvästi henkinen polveutuminen keskiajan termistä ’correspondentia’. Molemmissa tapauksissahan on kysymys tavanomaisen kausaliteetin ylittävästä lainalaisen luonnonkuvailun muodosta, joka perustuu jonkinlaiselle analogialle. (Näin on myös Leibnitzin ennalta asetetun harmonian laita.) Kvanttimekaniikan yksittäiset systeemit ovat ”ikkunattomia monaadeja” ja kuitenkin löytyy aina oikea murto-osa, joka reagoi laskujen mukaisesti (jättäen luonnollisesti huomioonottamatta ennakoitavissa oleva tilastollinen huojunta).

Tilastollinen kausaliteetti kuvailee vain tutkittavien systeemien keskimääräistä käyttäytymistä. Yksittäisissä tapauksissa todetaan huojuntaa odotusarvon ympärillä, ja tämä huojunta on todennäköisyyslaeille ominainen uusi piirre. Pauli korostaa sitä todellisuuden olennaisesti uutena elementtinä, jonka olemassaolo meidän on tunnustettava, jos maailma ei ole deterministinen vaan noudattaa vain tilastollisia lakeja. Pauli nimittää tätä todellisuuden uutta elementtiä *todellisuuden irrationaalisuudeksi*.

Tämä merkitsee uutta ontologista käsitettä. Sen sijaan että koetettaisiin ”selittää” huojunta keskimääräisen arvon ympärillä ottamalla käytäntöön joi-

takin uusia parametreja – niin kuin esim. piilomuuttujateorioissa –, Pauli hyväksyy tämän tilastolliselle kausaliteetille tunnusomaisen piirteen ”viimeisenä lainomaisena tosiasiana” ja ilmauksena todellisuuden olennaisesta ominaisuudesta. Tässä suhteessa Paulin asenne poikkeaa Bohrin asenteesta, koska Bohr vältti keskustelua kvanttimekaniikan ontologisista seurauksista. Pauli sen sijaan korosti erityisesti sitä, että on tärkeätä etsiä uutta todellisuuskäsitystä, joka soveltuisi myös atomaarisiin systeemeihin ja ilmiöihin. Todellisuuden irrationaalisuus oli hänestä luonteenomaista uudelle ontologialle.

Tavallinen huomautus todellisuuden irrationaalisuutta vastaan on se, että **yksittäistapauksia koskevat kysymykset eivät ole asiaankuuluvia kvanttimekaniikassa**, koska tämä teoria on nimenomaan tilastollinen eikä koske yksittäistapahtumia. Äskettäin kaksi arvovaltaista fyysikkoa kutsui *Physics Today*-lehdessä niitä ”hassuiksi kysymyksiksi”, joihin voidaan saada vain hassuja vastauksia [2].

Tällainen kritiikki on ilmaus fyysikkojen keskuudessa vallitsevasta instrumentaalisesta asenteesta: kieltäydytään keskustelemasta ontologisista kysymyksistä. Tämän yleisen asenteen vuoksi kvanttitodellisuuden (ts. kvanttitheorian edellyttämän todellisuuden) yleiset piirteet ovat yhä 65 vuotta kvanttimekaniikan käyttöön ottamisen jälkeen aivan epäselviä.

*Bohrin ja Einsteinin kuuluisa erimielisyys* koski nimenomaan kvanttitodellisuuden peruspiirteitä. Einstein ei voinut hyväksyä kvanttimekaniikkaa todellisuuden täydelliseksi kuvailuksi, **koska se ei pystynyt kuvailemaan yksittäistapahtumia yksikäsitteisesti. Bohrin asennetta on pidetty positivistisena, sen vuoksi, että hän vältti keskustelua ontologisista kysymyksistä.** Toiselta puolen *EPR-kokeet* ovat selvästi tukeneet Bohrin asennetta, kun sen sijaan Einsteinin todellisuuskäsitys ei näytä olevan sopusoinnussa mikromaailman kanssa.

Paulin idea ”todellisuuden irrationaalisuudesta” lausuu Bohrin asenteen ontologiset seuraukset. On esitetty monia yleensä melko epämääräisiä yrityksiä kuvailla todellisuutta atomitasolla. Paulin näkemys on näistä yksinkertaisin. Sitä ei pitäisi luokitella ”hassuksi” ennen kuin huolellisesti ajatellaan, mitä se oikeastaan merkitsee.

### **Irrationaalisuuden ongelma**

Pauli tajusi hyvin, millainen kritiikki oli odotettavissa, kun hän otti käytäntöön todellisuuden irrationaalisuuden käsitteen. Tämä idea merkitsee, että

rationaalisen tiedon avulla ei voida tavoittaa itse todellisuutta. On luovuttava rationaalisesta uskosta, joka on niin tunnusomainen monille länsimaisille ajattelijoille: Platonille, Descartes'ille, Leibnizille jne. Tämä on seurausta empiiristen menetelmien käyttöönottamisesta, ja näin Pauli ymmärsi sen "tieto-opillisen opetuksen", jonka luonto oli – Bohrin mukaan – atomitutkimuksessa antanut.

Pauli tiesi varmasti myös sen, että eri ihmiset liittivät sanaan "irrationaalinen" eri merkityksiä. Tämä on vaikeana esteenä Paulin ontologisen näkemys oikein ymmärtämisessä. Luulen, että Pauli halusi korostaa tämän uuden piirteen merkitystä käyttämällä harkitusti tätä sanaa, joka herättää vastaväitteitä.

Jos haluamme ymmärtää, mitä Pauli tässä yhteydessä tarkoitti "irrationaalisuudella", voimme korvata tämän sanan termillä "ei-rationaalinen". Ajatuksena on se, että todellisuudessa on aines, jota ei voida tavoittaa "rationaalisten" teorioiden avulla. Tämä on seurauksena kausaliteetin käsitteessä tapahtuneesta muutoksesta deterministisen kausaliteetin yleistämisestä tilastolliseksi kausaliteetiksi. Kun teoriaa verrataan havaintoihin, törmäämme aina johonkin, jota ei voi "selittää" meidän teorian avulla: yksittäistapahtumien huojuun teorian ennustaman odotusarvon ympärillä. Yksittäistapahtumien ennustamattomuus osoittaa, että on jotain "irrationaalista" (eli ei-rationaalista), joka "vaikuttaa" ilmiöihin.

Deterministinen kausaliteetti edellyttää, että ilmiömaailma on suljettu; jokaisella ilmiöllä on ilmiömaailmassa "luonnolliset syyt". Tilastollisen kausaliteetin mukaan ilmiömaailma jää avoimeksi "vaikutuksille", jotka tulevat tämän maailman ulkopuolelta; voimme kutsua sitä "yliluonnollisiksi vaikutuksiksi".

Tämä ilmiö ei koske vain atomi-ilmiöitä. Kun Pauli puhui todellisuuskäsityksestä, hän varmasti ajatteli kokeellista tietoa ylimalkaan. Sen vuoksi hän korosti niin voimakkaasti, että on tärkeätä etsiä uutta todellisuuskäsitystä, mitä hän sanoi meidän aikamme tärkeimmäksi äärimmäisen vaikeaksi tehtäväksi. Uusi kausaliteettikäsitys oli hänelle tämän etsittävän todellisuuskäsityksen selvin ilmaus.

Luulen, että tämä on syy, jonka vuoksi Pauli halusi käyttää arkaluontoista sanaa "irrationaalinen". Kirjeissään Markus Fierzille [1] hän analysoi sukulaisuutta käsiteparin "rationaalinen–irrationaalinen" ja parin "hyvä–paha" välillä aatehistoriassa. Varmaa on, että hän ei torjunut sanan "irrationaalinen" rumia ja pelottavia merkityksiä. Se merkitsi hänelle kaikkea, mitä eivät mitkään lait tai säännönmukaisuudet sido; se tarkoitti myös järjenvastaista

käyttäytymistä. "Irrationaalisen" primäärinen ja täsmällisin merkitys on kuitenkin peräisin siitä ajatuksesta, että luonnonlait ovat aidosti tilastollisia.

Pauli totesi läheisen sukulaisuuden todellisuuden irrationaalisuuden ja *C.G.Jungin synkronisiteetti*-käsitteen välillä. Jungin mukaan tieteen olisi etsittävä uutta peruskäsitettä kuvaamaan maailman säännönmukaisuuksia kausaliteetin rinnalle, tähän on tähän saakka ollut ainoa tieteessä hyväksytty selityspeeriaate. Esimerkeissä, joita Jung antaa "synkronistisista" ilmiöistä, on merkitys näitä yhdistävänä asiana. Tyypillisiä ovat esimerkit, joissa "ulkoisen maailman" ilmiö tapahtuu samanaikaisesti vahvasti tunneperäisen psyykkisen tilan kanssa, ja näillä molemmilla on sama "arkkityyppinen" rakenne, joka ilmaisee tiettyä "merkitystä". Sellaiset kokemukset on usein tulkittu yliluonnollisiksi "merkeiksi" jostakin hyvin tärkeästä ja merkityksellisestä asiasta sen henkilön kannalta, joka kokee tämän "synkronisiteetin". Traditionaalisen tieteen kannalta sellaiset tapahtumat kuuluvat "satunnaisilmiöihin", joilla ei ole mielenkiintoa, jos niille ei löydetä kausaalista selitystä.

Jungin "synkronisiteetti"-idealla oli varmasti syvä vaikutus Paulin ajatteluun. Paulin tärkein epistemologinen artikkeli (*arkkityyppisistä ideoista Keplerin ajattelussa*) on julkaistu yhdessä Jungin kanssa 1952 kirjassa *Naturerklärung und Psyche* [3], jossa Jung esitti synkronisiteetti-ideansa. Pauli löysi läheisen sukulaisuuden "synkronisiteetti" idean ja "tilastollisen korrespondenssi" idean välillä (niin kuin hän nimitti "tilastollista kausaliteettia"). Hän katsoi niiden molempien olevan keskiaikaisen *correspondentia*-käsitteen "henkisiä polveutumia" samoin kuin Leibnizin *harmonia praestabilit*akin.

Pauli oli ilmeisesti epäroivä sen suhteen, voidaanko löytää uusi periaate "synkronisiteetti", joka olisi verrattavissa nykytieteen kausaliteettiin. Sitä uutta näkökulmaa, jonka Jung halusi avata, hän piti kuitenkin erittäin tärkeänä. Hän oli varma nykyisen tieteen rajoituksista ja välttämättömyydestä laajentaa todellisuuskäsitystä

Tämä merkitsi *de facto* "henkisen" aineksen tuomista mukaan todellisuuskäsitykseen komplementäärisenä sen "aineelliselle" elementille, jota voidaan tutkia nykyisen kokeellisen tieteen menetelmiä käyttäen. Pauli piti fysiikkaa ja psykologiaa komplementäärisinä tieteinä, jotka vain yhdessä voivat muodostaa todellisuudesta luotettavan kuvan.

Mitä Pauli loppujen lopuksi ajatteli Jungin synkronisiteetti-periaatteesta, sitä en tiedä. Olen taipuvainen tulkitsemaan sen, että hän niin korosti **todellisuuden irrationaalisuutta**, luopumiseksi "**synkronististen**" ilmiöiden **kaikesta** rationaalisesta selittämisestä: ne ovat "reaalisia" ilmiöitä, joilla ei ole mitään rationaalista selitystä. Yhteisenä nimittäjänä teoksen *Naturerklä-*

*runge und Psyche* kahdessa artikkelissa on sen tunnustaminen, että on olemassa ilmiöitä, jotka ovat ”todellisia”, mutta joilla ei ole mitään kausaalista selitystä. Tämä merkitsee, että traditionaalisella empiirisellä tieteellä on rajoja, jotka vaativat monien tieteellisten teorioiden syvällistä uudelleenarviointia.

### Mitä on ”rationaalinen”

Koska ”irrationaalinen” tässä merkitsee samaa kuin ”ei-rationaalinen”, sen merkitys riippuu siitä, mitä tarkoitetaan ”rationaalisella”. Tämä on arkaluontoinen kysymys ja on aiheuttanut vaikeuksia, kun halutaan ymmärtää Paulin käsite ”todellisuuden irrationaalisuus”. Platon erotti kolme tiedon kategorian. Alinta niistä kutsuttiin nimellä *doxa* (δόξα), ja se merkitsi suunnilleen samaa kuin mitä me nyt nimitämme ”naiiviksi realismiksi” ja jokapäiväisen kielen käyttämiseksi. Platon luonnehti sitä ”luuloiksi”. Tieteellistä tietoa kutsuttiin nimellä *dianoia* (διανοία); paras esimerkki siitä on geometria ikuisine totuuksineen. Tiedon korkein laji oli kuitenkin *episteme* (ἐπιστήμη), joka koski korkeimpia ja yleisimpiä totuuksia. Tämän päivän terminologian mukaisesti siihen kuuluivat tieto-oppi eli epistemologia ja metafysiset kysymykset.

Se mitä ”rationaaliset ilmaisut” nykyisin merkitsevät, vastaa parhaiten Platonin käsitettä ”dianoia”. Varsinkin eksaktisissa tieteissä – joita Pauli edustaa – päämääränä on matemaattinen teoria, ja rationaalisena pidetään vain sellaisia ilmaisuja, jotka täyttävät hyvin ankarat loogisen selvyyden vaatimukset. Kun Pauli puhuu ”rationaalisista ilmaisuista”, hän tarkoittaa tätä hyvin eksaktista tiedon kategorian. ”Irrationaalinen” on se, jota ei voida esittää sellaisten loogisten johdonmukaisten teorioiden puitteissa. Syy, jonka vuoksi Pauli korostaa tätä käsitettä, on se, että yksittäistapahtumat eivät ole esitettävissä millään yksikäsitteisellä tavalla käyttäen teoriaa, joka perustuu aidolle todennäköisyyslaeille (determinististen lakien asemesta). Äärellisen vaikutuskvantin käytäntöön ottamisen johdosta fysiikka on kohdannut rajan sille, mitä tässä mielessä voidaan ”ilmaista rationaalisesti”.

Mitä sitten on sanottava Platonin mainitsemasta tiedon korkeimmasta muodosta *episteme*? Se ei täytä loogisen ankaruuden vaatimuksia, ei ainakaan siinä hyvin muodollisessa mielessä, jota teoreettiset fyysikot ovat tottuneet käyttämään tieteellisessä työssään. Sen vuoksi metafysiikkaa ei ole tällä vuosisadalla pidetty ankarasti tieteellisenä. *Tämä ei ollut Paulin näkemys*. Hän piti metafysiikkaa kehittyvän tieteen ehdottoman välttämättömänä

edellytyksenä. Mitä sanotaan metafysiikaksi ja mitä sanotaan joksikin muuksi, on paremminkin makuasia, hän sanoi. Hän siis piti suuressa arvossa sitä tiedon lajia, josta Platon käytti nimeä "episteme".

Metafyysinen tieto koskee kuitenkin asioita, jotka Paulin sanaston mukaan ovat "irrationaalisia". Niitä koskeva tieto ei täytä "rationaalisen" tieteellisen tiedon ankaria vaatimuksia siinä mielessä, jossa Pauli käytti tätä termiä – ainakin sikäli kuin ymmärrän hänet oikein. vaikka hän piti metafysiikkaa arvossa, kaikki metafysiset näkemykset kuuluvat "irrationaalisen" alueelle. Ne muodostavat sen maaperän, josta uudet tieteelliset näkemykset ja teorit kasvavat, mutta niin kauan kuin niitä ei ole pantu ankarasti tieteellisen teorian muotoon, niitä on pidettävä "irrationaalisina".

Mitä voidaan pitää "rationaalisenä" ja mikä on "irrationaalista", riippuu sen vuoksi yleisestä kulttuuritaustasta, joka meillä on. Tämä erottelu on kuitenkin hyvin tärkeä sen vuoksi, mitä olemme oppineet kvanttiteoriasta. On kysymyksiä, jotka on katsottava "reaalisiksi", ts. ne koskevat "todellisuutta", mutta joilla ei kuitenkaan ole mitään kausaalista selitystä. Fysiikkojen keskuudessa vallitsevan yleisen käsityksen mukaan luonnonlait tulevat tästä lähtien olemaan vain todennäköisyyslakeja; fysiikka ei koskaan palaa deterministiseen utopiaan. Sen vuoksi yksittäistapahtumia koskevat kysymykset tulevat aina jäämään "irrationaalisen" alueelle. Fysiikassa äärellinen vaikutuskvantti määrittelee "rationaalisen tieteen" rajan, jota tuskin koskaan voidaan siirtää kauemmas "irrationaaliselle alueelle". Se on mahdollista yksittäisten detallojen suhteen, mutta vain sen kustannuksella, että jotkin toiset asiat tulevat epämääräisemmiksi.

## Eräitä yleisiä väärinkäsityksiä

Tavallisin kritiikki irrationaalisuutta vastaan on, että korostetaan sitä, että kvanttimekaniikka samoin kuin todennäköisyyslaskukin ovat täysin rationaalisia teorioita. Tämä onkin totta, mutta *irrationaalisuus ei ole teorian vaan todellisuuden ominaisuus*. Se on piirre, joka koskee kvanttimekaniikan tulkintaa. On kokeellinen tosiasia, että kvanttimekaniikka on tulkittava tilastollisesti.

Eksaktien tieteiden kaikkien teorioiden edellytetään olevan loogisesti kunnossa, ts. rationaalisia. Vasta kun verrataan formalismia kokeellisiin tuloksiin, todetaan tiettyä hajontaa yksittäisten mittausten välillä, ja tätä ei voi selittää teorian avulla muuten kuin ottamalla käytäntöön tilastollisia käsitteitä. On pakko myöntää, että yksittäisiä tuloksia ei voida kuvailla yksikäsitteisesti.

"Irrationaalisuutta" on sen vuoksi pidettävä *todellisuuden*, ei teorian ominaisuutena. Todellisuus näyttää sisältävän "jotain", jota kvanttimekaniikka ei voi kuvailla.

Filosofit ovat yleensä kriittisiä tuon "jonkin" suhteen. Jos se on irrationaalista, sitä ei voida kuvailla käyttäen täsmällistä tieteellistä kieltä, ja silloin siitä ei ole lupa puhua. Tämän asenteen mukaan "irrationaalinen" on sellaista, "josta ei voi puhua", eli "epätieteellistä". Tämä on asenne, joka on taipuvainen torjumaan metafysiikan jonakin tieteeseen sopimattomana.

Pauli ei tällaista asennetta hyväksynyt. Niin kuin hän usein huomautti, metafysiikka on tieteen kehittymisen kannalta välttämätöntä. Sen vuoksi on välttämätöntä koettaa löytää ilmaisuja "irrationaaliselle". Tämä ei ole mahdollista ilman, että käytetään analogioita ja intuitiivisia ilmauksia visioille, joita ei voi esittää ankarasti loogisen käsitejärjestelmän muodossa.

Metafysiikka on uusien tieteellisten ideoiden alkulähde, ja sieltä voi syntyä teorioita, joita on kutsuttava "rationaalisiksi". mutta lisäksi kvanttimekaniikka antaa sellaisen käsityksen, että todellisuuden irrationaaliset syvyydet ovat äärettömiä, ja sen vuoksi on väärin ajatella, että tieteellinen maailmankuva lähestyisi todellisuutta jonkinlaisena rajatapauksena. Todellisuuden olennaisia osia jää aina kätköön tieteelliseltä maailmankuvalta. Todellisuuden rationaalinen kuvailu ei voi tavoittaa sen irrationaalisia syvyyksiä.

Filosofia, varsinkin muodossa, jota kutsutaan analyttiseksi filosofiaksi, korostaa tavallisesti loogista ankaruutta siinä määrin, että Paulin asenne on pakko ehdottomasti torjua. Käsitykseni mukaan juuri tämä tekee Paulin filosofian monille hyvin vaikeaksi. Toiselta puolen tämä on Paulin filosofisen ajattelun ydinkohta: todellisuuden käsitettä ei voida rajoittaa vain sellaisiin asioihin, joita voidaan kuvailla ankarasti rationaalisten sääntöjen mukaisesti. On hyväksyttävä *todellisuuden irrationaalisuus*.

Olennaista on se, että – tilastollisille laeille perustuvan – yleistetyn kausaliteettikäsitteen täytyy koskea kokeellista tiedettä ylimalkaan. Vähemmän eksakteissa tieteissä kuin fysiikassa pitäisi olla jopa luonnollisempaa hyväksyä se tosiasia, että inhimillinen tieto voi tavoittaa vain todennäköisyyksiä, minkä vuoksi yksittäistapahtumia ei koskaan voida kuvailla yksikäsitteisesti.

Kovin yleisesti esitetty huomautus, että atomifysiikan tilastollisilla laeilla ei voi olla mitään seurauksia ihmisen käyttäytymisen suhteen, ei siis ole pätevä. *Tilastollisen kausaliteetin idea* avaa päinvastoin hyvin mielenkiintoisia näköaloja humanistisille tieteille, esimerkiksi psykologialle. Erityisesti vapaan tahdon ongelma saa luonnollisen ratkaisun, mitä koetan valaista toisessa esityksessäni (elokuussa Joensuussa).

Tämä ei (välttämättä) merkitse sitä, että epätarkkuusrelaatioiden karakterisoimat kvantti-ilmiot jollakin tavalla ”vaikuttaisivat” psyykkisiin ilmiöihin. Kun ajatellaan aivoissa tapahtuvia perusprosesseja, voidaan kyllä hyvin ajatella tällaisia ”kvanttivaikutuksia”. Pääasia kuitenkin on, että *yleistetyllä kausali-teettikäsitteellä* on seurauksia kaikkien kokeellisten tieteiden ja myös psyykkisten ilmiöiden suhteen.

### Aineen ja hengen komplementäärisyys

Niin kuin on yllä mainittu, Pauli kuvailee fysiikkaa ja psykologiaa komplementäärisinä tieteinä. Tämä on Paulin filosofian vallankumouksellisin piirre, koska se nimenomaan edellyttää, että todellisuuteen kuuluu henkinen aines, jota ei voi palauttaa aineelliseen.

Alkuperäisessä kööpenhaminalaisessa tulkinnassa tilafunktio (”aineaal-to”) tulkittiin *meidän tiedoksemme* tutkittavana olevasta systeemistä siinä tilanteessa, jonka kokeelliset järjestelyt määrittelevät. Tämä edellyttää, että maailmassa on jotakin sen ”aineen maailman” lisäksi, jota kuvaillaan fysiikan avulla. ”meidän tietoamme”, ts. *meidän tietoisuutemme*. Kun nuoremmat tutkijat alkoivat työskennellä kvanttimekaniikan perusteiden parissa, varsinkin Bohrin ja Paulin kuoltua, tietoisuuden käsite suljettiin ehdottomasti pois keskustelusta. Yleisenä vaatimuksena on ollut, että tulkinnassa saa käyttää vain käsitteitä, jotka on määritelty ankarasti tieteellisessä mielessä.

Ontologiselta näkökannalta tämä on perusteellinen muutos. Tämä vaatimus sitoo fysiikan materialistiseen maailmankäsitykseen. Psyykkiset ainekset suljetaan pois, ellei näitä voida palauttaa fysiikan käsitteisiin.

Boht oli tässä suhteessa epäselvä. Hän ei halunnut pohtia ontologisia kysymyksiä, koska – niin kuin hän sanoi – hän ei voinut ymmärtää mitä todellisuus tarkoitti. Useimmat fyysikot ovat hyväksyneet tämän asenteen, jota voidaan nimittää ”positivistiseksi” tai ”instrumentalistiseksi”. Analyyttinen filosofia ja vielä enemmän materialistinen filosofia ovat vahvasti tukeneet tällaista asennetta, *joka de facto sitoo fysiikan materialistiseen todellisuuskäsitykseen*.

Bohrin asenne on hämmästyttävä, koska hänellä oli tapana korostaa hyvin voimakkaasti, että ”me emme ole vain tarkkailijoita vaan samalla vaikuttajia”, kun tutkimme fysiikkaa. Tämä edellyttää, että maailmassa on jotain, joka aktiivisesti osallistuu kokeelliseen tutkimukseen suunnittelemalla laitteet ja miten niitä käytetään ja tulkitsemalla tulokset.

Filosofien kritiikki ja erityisesti tietyt vaikeudet, joita kööpenhaminalaisen

tulkinnan kannattajat olivat kokeneet Neuvostoliitossa vuoden 1950 tienoil-la, näyttävät vaikuttaneen Bohrin asenteeseen. Hän koetti välttää kvantti-teorian ontologisten seurausten käsittelemistä. Henry J. Folse sanoi Joen-suun symposiossa 1987, että Bohr oli kehittänyt ”fobian” sanaa ”todellisuus” kohtaan.

Pauli ei tässä suhteessa ymmärtänyt Bohrin asennetta, niin kuin olen toi- sessa esitelmässäni kertonut [4]. Hän totesi *tietoisuuden* välttämättömäk- si kvanttimekaniikan tulkinnassa. Lisäksi Paulin läheinen suhde C.G. Jun- giin sai hänet kiinnostumaan psyyken *tiedostamattomasta* toiminnasta. Kun Pauli ajatteli psyykkisiä prosesseja, joita tapahtuu havainnoissa ja kehitet- täessä uusia käsitteitä ja teorioita, hän totesi, että on mahdotonta erottaa fysiikkaa psykologiasta. Hänen näkemyksensä mukaan ontologiaa ei voida perustaa vain niille käsitteille, joita tarvitaan ”aineellisten systeemien” kuvai- lemisessa. Implisiittisesti edellytetään aina psyykkisiä aineksia, ja sen vuok- si Pauli kuvaili fysiikkaa ja psykologiaa komplementäärisinä tieteinä, jotka molemmat ovat välttämättömiä, kun puhutaan *todellisuudesta*.

Sen sijaan, että olisi välttänyt ontologisia kysymyksiä, Pauli piti niitä tällä hetkellä erittäin tärkeinä ja kauaskantoisina. Tässä Bohrin ja Paulin välillä oli selvä ero.

On erityisesti korostettava sitä, että *jos me hyväksymme alkuperäisen kööpenhaminalaisen tulkinnan, niin kvanttiteoriassa ei ole mitään ”paradok- seja”*. Havainnossa tapahtuva pahamaineinen ”aaltofunktion reduktio” eli ”romahtaminen” on luonnollinen seuraus siitä tosiasiasta, että havainnossa ”saadaan lisäinformaatiota” ja sen vuoksi aaltofunktio, joka kuvaa ”meidän tietoaamme” systeemistä, muuttuu. Itse havaintotapahtumaa ei voi kuvailla minkään *kausaalisen* vuorovaikutuksen avulla, koska se on ”vuorovaikutus” kyseisen systeemin ja *meidän tietoisuutemme* välillä. Havainnossa me ”tu- lemme tietoiseksi” jostakin, jota emme ennen tienneet, ja fysiikan kannalta tämä on ”irrationaalinen prosessi”: sitä ei voi kuvailla minkään kausaalis- ten lakien avulla, ts. ”aineen maailmaa” koskevien rationaalisten teorioiden avulla.

Jos me hyväksymme tietoisuuden todellisuuden elementiksi, joka ei ole palautettavissa aineen teoriassa käytettyihin käsitteisiin, niin kvanttimekani- kassa ei siis ole mitään ”paradokseja”. Tällaiset tosiasiat olivat Paulille ”tien- viittoja” uuteen, *komplementääriseen todellisuuskäsitykseen*, jonka perus- elementteinä ovat aine ja henki. Tämä ei ole dualistinen todellisuuskäsitys eikä myöskään monistinen tavanomaisessa mielessä. Näiden traditionaa- listen todellisuuskäsitysten asemesta meidän on puhuttava komplementää-

risestä todellisuuskäsityksestä. Samanlaisessa mielessä kuin hiukkaset ja aallot kuvaavat kvanttimekaniikassa komplementäärisiä aineksia todellisuudessa, jota ei voi kuvailla käyttäen mitään havainnollisia käsitteitä, on myös "aine" ja "henki" (psyyyke) käsitettävä komplementäärisiksi tavoiksi koettaa kuvailla todellisuutta, jota itseään ei voi kuvailla millään havainnollisella tavalla.

Todennäköisesti Pauli ajatteli, että kvanttimekaniikan formalismi, joka kuvailee matemaattisesti sekä "hiukkasia" että "aaltoja", voisi olla mallina kehitettäessä "neutraalia kieltä", joka samalla kertaa kuvailisi sekä fysikaalisia että psyykkisiä ilmiöitä. Kirjeessään Fierzille 13. lokakuuta 1951 Pauli kuitenkin kirjoitti, että hänen on jätettävä tämän neutraalin kielen kehittäminen "onnellisemmalle jälkipolvelle".

C.G. Jungin ajattelulle tunnusomainen *unus mundus* (yhden maailman) idea oli myös Paulille hyvin läheinen. Hänen vaikutuksensa Jungin ajatteluun tässä suhteessa ansaitsisi tulla lähemmin valaistuksi. Pauli kirjoitti usein "järjestävästä ja säätelevästä", joka on riippumaton "aineen" ja "hengen" erosta. Se mikä todellisuudessa on olennaista, on tämän eron "toisella puolen". Itse asiassa monet Paulin huomautukset voidaan tulkita ilmauksiksi *panpsykismistä*: Kaikissa ilmiöissä on mukana psyykkinen elementti, joka ilmenee varsinkin vapaina valintoina tilastollisten lakien sallimien eri mahdollisuuksien välillä. Tässä muodossa vanha käsite *anima mundi*, maailman-sielu, näyttää olevan tulossa takaisin tieteelliseen maailmankuvaan.

Tämä on idea, joka ehkä parhaiten kuvailee *todellisuuden irrationaalisuuden* luonnetta, *Tilastollisen kausaliteetin* käsite jättää tilaa *vapaille valinnoille* eri mahdollisuuksien välillä. Näitä valintoja ei voi kuvailla **millään rationaalisilla teorioilla, ne ovat todella periaatteellisesti vapaita**. Determinismin idea sulkee pois tämän mahdollisuuden nähdä ilmiössä vapautta. Tällainen vapaus merkitsee ikään kuin tahdon aktia, joka luo jotain uutta. Tilastollisen kausaliteetti edellyttää sitä. Tällöin voidaan jopa palauttaa tieteelliseen maailmankuvaan *teleologian* ajatus. Se on myös ratkaisu vapaan tahdon ongelmalle. Nämä kysymykset kuuluvat kuitenkin toisen esitelmän [5] alaan enkä käsittele niitä tässä yksityiskohtaisemmin. Paulin artikkeleista ja kirjeistä voidaan löytää vain lyhyitä ja ylimalkaisia viittauksia näihin asioihin, mutta varmasti ne muodostivat sen taustan, joka tekee ymmärrettäväksi sen, että Pauli niin voimakkaasti korosti "todellisuuden irrationaalisuutta". Eräässä julkaisemattomassa kirjeessään Pauli kirjoitti, että hän kuului sukupolveen, joka näki todella syviä ongelmia, mutta ei pystynyt ratkaisemaan niitä. Nuoremmat polvet eivät ole edes nähneet näitä ongelmia, koska tutkijoiden

ajattelu on niin ehdottomasti sidottu materialistiseen maailmankäsitykseen ja varsinkin muodollisiin vaatimuksiin, joita filosofeilla on tapana esittää, tehden näin keskustelun metafyyssistä kysymyksistä mahdottomaksi. Uuden todellisuuskäsityksen hahmottamiseksi tarvitaan nyt nimenomaan metafyyssistä keskustelua.

## Valikoituja kohtia Wolfgang Paulin teksteistä

Liitän vielä tähän loppuun erillisenä liitteenä joitakin tietoja Wolfgang Paulista ja eräitä katkelmia hänen teksteistään toiveella, että ne täydentäisivät ja ehkä selventäisivät sopivalla tavalla edellä esitettyä. Tämä myös siksi, että oletan seuraan myöhemmin liittyneiden jäsenten tuntevan Paulia, hänen toimintaansa ja tekstejään suhteellisen vähän (vanhat seminaarilaiset tuntevat ne kyllä hyvin).

Wolfgang Pauli syventyi elämänsä viimeisellä vuosikymmenyksellä vakavasti kvanttimekaniikan filosofisiin perusteisiin. Osa tämän syventymisen tuloksista on löydettävissä niistä artikkeleista ja esitelmistä, jotka on koottu teokseen *Physik und Erkenntnistheorie* ja julkaistu uuspainoksena Fredr. Vieweg & Sohn'in kustantamana vuonna 1984 (aikaisempi painos ilmestyi vuonna 1961 nimellä *Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie*). Teos sisältää kaksikymmentä Paulin artikkelia ja esitelmää, joista suurin osa on ilmestynyt 1950-luvulla. Vastaava teos on ilmestynyt vuonna 1994 englanninkielisenä: *Wolfgang Pauli - Writings on Physics and Philosophy*, eds. Charles Enz & Karl von Meyenn, Springer-Verlag, Berlin, 1994. Teos sisältää edellä mainittujen kahdenkymmenen artikkelin ohella myös Paulin tunnetun Kepler -tutkimuksen vuodelta 1952 (*Der Einfluss archetypischer Vorstellungen auf die Bildung naturwissenschaftlicher Theorien bei Kepler*). Aloitan lainaukset lyhyellä katkelmalla Paulin artikkelista *Die Materie* (1955):

”Ottakaamme esimerkiksi mekaniikan peruslait, joita nykyisin nimitämme klassisiksi, mutta jotka noin 300 vuotta sitten olivat vielä täysin tuntemattomia. Hitauslaki sanoo meille, että kappaleet liikkuvat sekä suunnaltaan että määrältään vakinaisella nopeudella, jos niihin ei kohdistu mitään ulkoista vaikutusta. Tämän väitteen vallankumouksellisuus, kun se oli uusi, oli tieto, että tasainen liike on perustotasialia ilman mitään syytä. Tämä oli vieras aikaisempien aikojen näkemyksille, jolloin otaksuttiin, että jokaisen liikkeen aiheuttavan syyn puuttuessa

lepotila vallitsee ja että jokainen liike aiheutuu syystä.”

Tässä on nähtävissä analogiaa nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Deterministisen maailmankuvan sisäistänyt nykyihminen on joutunut kokeellisten tosiasioiden eteen, jolloin hänen on hyväksyttävä atomaaristen yksittäistapausten todennäköisyysluonne *perustosiasiana* ilman syytä. Klassisen fysiikan ja makroskooppisen kokemusmaailman deterministiseen käsitykseen vankasti kouliman järjen on vaikea hyväksyä atomaarisen kokemusmaailman antamaa oppia. Kokemus osoittaa, että meillä ei ole mitään keinoa ennustaa täsmällisesti atomaarisen yksittäistapahtuman tulosta; on hyväksyttävä tulevan tapahtuman ennustamisen primäärinen todennäköisyysluonne.

Wolfgang Pauli on käyttänyt artikkeleissaan **syrjässä olevan havaitsijan** käsitettä. Artikkelissaan ”Die Materie” (1955) Pauli esittää siitä seuraavaa:

”Tämän kehityksen merkitys on siinä, että se antaa meille näkemyksen uuden ja luonteeltaan yleisemmän ajattelun loogisesta mahdollisuudesta. Tämä ajattelu ottaa tarkasteluun mukaan myös havaitsijan, mukaan lukien hänen käyttämänsä mittalaitteen, siis aivan eri tavalla kuin klassisessa fysiikassa tapahtui, niin Newtonin mekaniikassa kuin myös Maxwell – Einsteinin kenttäteorioissa. Tässä uudessa tavassa ajatella emme enää oleta *syrjässä olevaa havaitsijaa*, joka esiintyy tämän klassisen teoriatyypin idealisoinneissa, vaan havaitsijan, joka luo määräämättömällä vaikutuksellaan uuden tilanteen, joka on teoreettisesti kuvattavissa tarkasteltavan systeemin uutena tilana. Tällä tavalla jokainen havainto on erään reaalisien yksittäistapahtuman erottuminen – tässä ja nyt – teoreettisista mahdollisuuksista, jolloin samanaikaisesti tulee ilmi fysikaalisten ilmiöiden epäjatkuva puoli.”

Pauli kuitenkin korostaa sitä, että uudessa teorian lajissakin edellytetään *objektiivista todellisuutta* sikäli, että kokeen tulos on riippumaton havaitsijan subjektiivisista ominaisuuksista eikä havaitsija voi vaikuttaa kokeen tulokseen sen jälkeen kuin hän on valinnut koemenetelmän. Tapa, jolla atomaarisia objekteja ja tapahtumia kuvataan, on objektiivinen sikäli, että kuka hyvänsä, joka omaksuu tarvittavan teoreettisen ja kokeellisen tekniikan, voi vakuuttua kuvailun pätevydestä. Ei kuitenkaan voida edellyttää, että objektin tila olisi riippumaton siitä, miten objektia koskevan informaation mahdolliset lähteet havainnossa peruuttamattomasti muuttuvat.

”Sellaisten muutosten olemassaolo paljastaa meille erään uuden luonnossa vallitsevan kokonaisuuden lajin, joka oli klassiselle fysiikalle tuntematon, sikäli kuin yritys jakaa kokonaisen havainnossa käytetyn koejärjestelyn määrittelemä ilmiö osiin, luo aivan uuden ilmiön.”

Tässä Pauli viittaa Bohrin esittämään ’ilmiön’ määritelmään, jonka mukaan ’ilmiön’ määrittelevät koeolosuhteet. Jos koejärjestelyä tavalla tai toisella muutetaan syntyy heti uusi ’ilmiö’. Tämän mukaan ’ilmiön’ yksityiskohtaista kulkua on periaatteessa mahdoton tutkia, koska se edellyttäisi lisää koejärjestelyjä, jolloin ei enää ole kysymys samasta ’ilmiöstä’. Tämä on atomi-ilmiöiden komplementäärisestä luonteesta (äärellisen vaikutuskvantin olemassaolosta) seuraava uusi tilanne, jota ei myöhemmissä kvanttimekaniikan lähestymistavoissa ole aina otettu huomioon. Sen johdosta juuri joudutaan luopumaan determinismistä.

Artikkelissaan ”Phänomen und physikalische Realität“ (1954) Pauli kuvaa eräässä kohdassa Einsteinin asennetta kvanttimekaniikkaan.

”Haluan vain lyhyesti mainita, että klassinen kenttäfysiikka samoin kuin klassinen mekaniikka kuuluvat deterministisiin teorioihin. Mielenkiintoista on, että Einstein pitää tätä klassisten teorioiden determinististä piirrettä vähemmän olennaisena kuin toista, yleisempää piirrettä, jota voidaan sanoa ’realistiseksi’ sanan suppeammassa mielessä. Hän luonnehtii sitä näin: ”On olemassa jotain sellaista kuin fysikaalisen systeemin todellinen tila, joka on olemassa objektiivisesti riippumatta mistään havainnosta tai mittauksesta ja jota voidaan kuvailla periaatteessa fysiikan ilmaisukeinojen avulla. Tämä vaatimus ilmaisee kuitenkin vain erityisen ideaalin, joka on toteutettu sekä klassisessa pistemekaniikassa ja elektrodynamiikassa että myös suhteellisuusteoriassa, mutta ei kvanttimekaniikan luonnonkuvailussa, joka sekin on objektiivinen.”

Tästä syystä Einstein piti kvanttimekaniikan kuvailua epätäydellisenä, koska hän katsoi, että tämä tekee mahdottomaksi erottaa kuvitelmat kaikille pätevästä todellisuudesta. Oman näkemyksensä Pauli lausuu seuraavasti:

”Toiset tutkijat, ennen kaikkea Bohr, Heisenberg ja Born, joihin myös minä olen täysin liittynyt, eivät yhdy näihin epäilyksiin ja pitävät suorastaan lopullisena sitä askelta, joka ottaa olennaisemmin mukaan havaitsijan ja koeolosuhteet fysikaalisessa luonnonkuvailussa, mikä on tapahtunut kvanttimekaniikassa. Minä itse vieläpä otaksun, että havait-sija on nykyisessä fysiikassa vielä liian vahvasti syrjässä oleva ja että fysiikka tulee loitonemaan vielä kauemmas tuosta klassisesta esikuvasta”.

Artikkelissaan *Die philosophische Bedeutung der Idee der Komplementarität* (1950) Pauli kuvaa samaa, atomifysiikalle ominaista tilannetta seuraavasti:

”Vaikutuskvantin äärellisyys, joka sulkee pois yksittäisten kvanttiprosessien jakamisen osiin, asettaa fyysikon seuraavan tilanteen eteen: on mahdotonta ottaa laskuissa huomioon määriteltävissä olevilla korjauksilla mittauslaitteen koko vaikutusta mitattavaan objektiin. Jokainen lisä atomaarisen objektin havainnossa saaduissa tiedoissa täytyy maksaa peruuttamattomasti toisten tietojen menetyksellä. ...

... Jokaisessa mittauksessa havaitsijan ja havaittavan systeemin välinen kontrolloimaton vuorovaikutus aiheuttaa sen, että klassisessa fysiikassa edellytetty ilmiöiden deterministinen tarkastelutapa ei ole toteutettavissa. Myös hyvin määriteltujen fysikaalisten ehtojen vallitessa voidaan tulevien havaintojen tuloksista tehdä yleisesti vain tilastollisia ennustuksia, jolloin yksittäishavainnon tulos ei ole lailla määrätty. Tässä mielessä voidaan sanoa, että moderni fyysikko kohtaa irrationaalisen valikoivana havaintona. Ennalta määrättyjen sääntöjen mukaan tapahtuva peli keskeytyy näissä ja aiheuttaa muutoksen, jonka tulos ei ole ennustettavissa ja joka niin ollen käsitetään oleellisesti ei-automaattiseksi tapahtumaksi.”

Edellä olevat lainaukset kuvaavat Paulin asennetta havaitsijan rooliin kvanttifysiikassa. Kun hän puhuu klassisen fysiikan ’syrjässä olevasta havaitsijasta’ on kyse idealisoinnista, jolloin oletetaan, että havaitsijan vaikutus voidaan tarkasti arvioida.

Professori Laurikainen on useassa yhteydessä kiinnittänyt huomiota Bohrin ja Paulin filosofisissa asenteissa 1950-luvulla paljastuneeseen eroon, joka oli – kuten hän toteaa – syvällisempi kuin mitä on huomattu. Tämä ero koski havaitsijan roolia kvanttimekaniikassa. Tämä Bohrin (voidaan kai sanoa muuttunut) asenne hämmästyttää, koska olettaisi, että Bohrin ja Paulin pohjimmaisissa ajattelutavoissa tässä kysymyksessä tuskin on ollut paljon eroa.

*Rationaalinen - irrationaalinen:* Wolfgang Pauli otti fysiikan tietoteoreettisissa artikkeleissaan käyttöön irrationaalinen-termin. Professori Laurikainen on jatkanut termin käyttöä Paulin hengessä. Irrationaalisuus-sanan ilmaantuminen fysiikan tietoteoreettisiin teksteihin synnytti eri tahoilla voimakasta kritiikkiä. Kritiikki lähti termin yleisen merkityksen pohjalta, jolloin sitä, missä mielessä sanaa on mainituissa yhteyksissä käytetty, ei yleensä ole kovin hyvin tunnettu. Irrationaalisuudella on Paulin ja Laurikaisen teksteissä täsmällinen merkitys.

Lainaan seuraavassa otteita Paulin artikkelista *Wahrscheinlichkeit und Physik* (1954), jotta nähtäisiin, missä mielessä Pauli käyttää irrationaalisuus-terminiä. Hän huomauttaa klassisessa fysiikassa käytetystä todennäköisyyskäsitteestä, että se on loogisesti yhdistettävissä luonnonlakien deterministiseen muotoon. On myös huomautettu, että todennäköisyyslakien käyttämiselle voidaan löytää tukea siitä, että luonnontieteiden induktiopäätelmät ovat aina todennäköisyyspäätelmiä, mutta:

”On kuitenkin painotettava, että tällaiset yleiset harkinnat yksinään eivät ole riittäviä, kun halutaan ratkaista kysymys luonnonlakien determinististen kehysten olemassaolosta tai ei- olemassaolosta. Vasta aalto- tai kvanttimekaniikka voi väittää *primääristen todennäköisyyksien* olemassaolon luonnonlaeissa, jotka niin ollen eivät ole palautettavissa determinististen luonnonlakien apuotaksumiin kuten esimerkiksi klassisen fysiikan termodynaamiset todennäköisyydet. Tätä kumouksellista johtopäätöstä pitää ylivoimainen enemmistö moderneista teoreettisista fyysikoista – ennen kaikkea M. Born, W. Heisenberg ja N. Bohr, joihin myös minä liityn – peruuttamattomana.”

Korostettuaan sitä, että havaitsija voi vapaasti valita komplementääristen koejärjestelyjen välillä, Pauli jatkaa:

"Näin havainto saa *irrationaalisen, ainutkertaisen aktuaalisuuden* luonteen, jolloin tulosta ei voi ennustaa. Lisäksi edellyttää mahdottomuus jakaa koejärjestely osiin, ilmiötä oleellisesti muuttamatta, fysikaalisessa tapahtumassa uutta kokonaisuuden piirrettä. Aktuaalisuuden perusteella määräytyvien konkreettisten ilmiöiden *irrationaalista* aspektia vastassa on matemaattisen todennäköisyyden ja  $\Psi$ -funktion avulla määräytyvien *mahdollisuuksien* abstraktin järjestyksen *rationaalinen aspekti*."

Näin syntyvää luonnonkuvailua Pauli kuvaa lopuksi seuraavasti:

"Luonnontapahtumien *mahdollisuuksien* matemaattinen tajuaminen osoittautui kvanttimekaniikassa riittävän laajaksi kehykseksi, ottaakseen myös mukaansa ainutkertaisen irrationaalisen aktuaalisuuden. Olennaisesti paradoksaalisen todellisuuden rationaalisen ja irrationaalisen yhdistelmänä sitä voidaan kuvata tulevan teoriana. Se, että matemaattinen todennäköisyyskäsite on tässä uudessa 'komplementäarisyydeksi' kutsutussa tilanteessa puolustanut paikkaansa, näyttää minusta hyvin merkittävältä. Se näyttää vastaavan syvästi todellisuutta luonnossa, koska se on jatkumon (aalto) ja epäjatkumon (hiukkanen) välisen luonnonlain tyyppiä varten tuottanut kantavan loogisen perustan, jolloin tämä luonnonlaki yleistää klassis-deterministisen luonnonselityksen ja jolle olen ehdottanut nimeä 'tilastollinen korrespondenssi'."

Nämä lainaukset sisältävät tiiviissä muodossa kvanttimekaniikan tietoteoreettisen ytimen. Siinä tulee esiin primäärisen todennäköisyyden käsite, se antaa selkeän kuvan siitä, miten Pauli käyttää näissä yhteyksissä rationaalisuus- ja irrationaalisuus-ilmaisuja, ja mitä hän niillä tarkoittaa. Lainaus päättyy Paulin käyttämään kvanttimekaniikassa vallitsevaa lainalaisuutta kuvaavaan ilmaisuun "tilastollinen korrespondenssi", josta professori Laurikainen käyttää samaa tarkoittavaa ilmaisua "tilastollinen kausaliteetti". Kun Pauli puhuu edellä olevassa lainauksessa irrationaalisuudesta, hän tarkoittaa yksittäistapahtumaan liittyvää ennustamattomuutta erotuksena siitä täsmällisestä ennustamisesta, joka on luonteenomaista deterministiselle kausaliteetille, ja jonka yhteydessä Pauli käyttää rationaalisuus ilmaisua.

Paulin tapa käyttää rationaalisuus- ja irrationaalisuus-ilmaisuja tuo minulle mieleen sen tavan, jolla matematiikassa käytetään rationaalisuutta ja irrationaalisuutta rationaali- ja irrationaalilukujen yhteydessä.

Professori Laurikainen on useissa yhteyksissä kuvannut yksityiskohtaisesti Paulin tapaa käyttää irrationaalisuus-termiä ja mikä täsmällinen sisältö sillä tällöin on.

*Psyyke, tietoisuus ja tiedostamaton:* Lopuksi tarkastelen vielä muutamien viitteenomaisin lainauksin, missä yhteyksissä yllä esitetyt käsitteet esiintyvät Paulin fysiikan tietoteoriaan liittyvissä artikkeleissa ja mikä yhteys niillä on Paulin mukaan fysiikan teorianmuodostuksessa ja havaintojen teossa. Aluksi lainaan Paulin artikkelista *Phänomen und physikalische Realität* (1954):

"Se minkä me kohtaamme, joka ei ole meidän vallassamme, ja joka meidän täytyy ottaa huomioon, on sitä, mitä nimitetään todelliseksi. Eurooppalaisissa kielissä on tätä varten olemassa kaksi eri tavoin johdettua sanaa, toinen on latinalainen: realiteetti sanasta res = asia, toinen saksalainen: Wirklichkeit, sanasta Wirken [vaikutus]. Englannin kielessä molempia edustavat sanat reality ja actuality. Abstraktimpi vaikuttamisesta johdettu käsite on lähempänä sitä, mitä tieteessä käytetään."

Pauli toteaa myös, että luonnontieteilijä on tekemisissä erikoisten ilmiöiden ja erikoisen todellisuuden kanssa, jolloin hänen on rajoituttava siihen, *mikä on toistettavissa*. Hän huomauttaa, ettei hän väitä, että toistettavissa oleva sinänsä olisi tärkeämpää kuin ainutkertainen, mutta, että olennaisesti ainutkertaista ei voi käsitellä luonnontieteellisillä menetelmillä. Hänen mukaansa menetelmien tarkoitus ja päämäärä on löytää ja kokeilla luonnonlakeja, johon tutkijan huomio on yksinomaan kohdistunut ja mihin sen myös täytyy jäädä kohdistuneeksi.

Ajatussysteemeistä, jotka muodostavat fysikaalisen teorian Pauli esittää:

"Yhtenäistä formulointia ajatussysteemille, jotka muodostuvat matemaattisista yhtälöistä ja säännöistä, miten nämä on liitettävä kokemustosisekkoihin, nimitämme fysikaaliseksi teoriaksi, jota sitten voidaan sen käyttöalueen rajoitusten sisällä pitää 'todellisuuden mallina'. Niin kuin olen toisessa yhteydessä esittänyt, pidän turhana pohtia sitä, mikä oli ensin, idea vai koe. Toivon, ettei kukaan enää ole sitä mieltä, että teorialat johdetaan sitovien loogisten päätelmien kautta protokolla-

kirjoista, mielipide, joka oli vielä kovin muodissa minun ylioppilasaikani. Teoriat syntyvät kokeellisen aineiston inspiroimasta *ymmärtämisestä*, jota Platoniin liittyen voidaan parhaiten tulkita sisäisten kuvien yhteensopimiseksi ulkoisten objektien ja niiden käyttäytymisen kanssa. Ymmärtämisen mahdollisuus osoittaa uudelleen, että on olemassa järjestäviä tyypillisiä säännönmukaisuuksia, joiden alainen ihmisen sekä sisäinen että ulkoinen maailma on.”

Paulin lyhyt artikkeli ”*Theorie und Experiment* (1952) kuvaa nimensä mukaisesti teorian ja kokeen välisiä suhteita. Se antaa tiiviissä muodossa kuvan Paulin ajattelusta ja siitä millä tavalla ja miten tämän osan otsakkeen käsitteet (psykye, tietoisuus ja tiedostamaton) liittyvät hänen mukaansa fyysisen teorianmuodostukseen ja havaintotoimintaan eli lyhyemmin teoriaan ja kokeeseen.

*Tietoa* koskeva tilannetta tarkasteltaessa Paulin mukaan on kyse tietävän suhteesta tiedettyyn. Hän painottaa myös sitä, että puhtaasti empiirisen kannan mukaan, jolloin halutaan palauttaa jokainen ’selitys’ yleiseen ja käsitteelliseen ’kuvailemiseen’, jää huomioonottamatta se, että käsitteen tai käsitesysteemin muodostaminen (ja sitten myös luonnonlain esittäminen) on aina ratkaisevan tärkeä *psykykinen tosiasia*. Tästä Pauli jatkaa:

”Sen vuoksi haluaisin Platonin filosofiaan liittyen ehdottaa, että luonnon ymmärtämisen tapahtuma samoin kuin onnellisuuden tunne, jonka ihminen kokee ymmärtäessään, so. tullessaan tietoiseksi uudesta tiedosta, tulkitaan niin, että ihmisen psyykessä ennalta olevat sisäiset kuvat vastaavat, so. sopivat yhteen ulkoisten objektien ja niiden käyttäytymisen kanssa. Silta toisaalta aistihavaintojen ja toisaalta käsitteiden välillä, mitä puhdas logiikka ei voi rakentaa, perustuu tämän käsityksen mukaan meidän vallastamme riippumattomaan kosmiseen järjestykseen, joka on erotettava havaintomaailmasta ja joka käsittää sekä psyyken että fyysisen, sekä subjektin että objektin.”

Pauli kiinnittää huomiota siihen, että moderni psykologia on tietoa koskevan tilanteen suhteen osoittanut, että jokainen ymmärtäminen on pitkälinen prosessi, joka saa alkunsa tiedostamattomassa tapahtuvissa prosesseissa jo kauan ennen tietoisuuden sisällön rationaalista prosessia. Aistihavaintojen ja käsitteiden välisistä yhteyksistä Pauli esittää:

”Etsittynä siltana aistihavaintojen ja ideoiden tai käsitteiden välillä, näyttää olevan järjestäviä operaattoreita tai tekijöitä (mutta joita en haluaisi, päinvastoin kuin Bernays, sanoa ’rationaalisiksi’), jotka vallitsevat myös tätä käsitteellisyyttä edeltävää symbolisten kuvien kerrosta. On mielenkiintoista, että C.G. Jung käyttää nykyisin sana ’arkkityyppi’, jota esimerkiksi Kepler käyttää (platonisista) ennalta olevista kuvista, myös epähavainnollisista järjestävistä tekijöistä, joiden tulee ilmetä sekä psyykkisinä että myös fyysisinä.”

Tämän otsakkeen käsitteisiin liittyviä kysymyksiä Pauli on käsitellyt myös artikkelissaan *Die Wissenschaft und das abendländische Denken* (1956) ja erityisesti artikkelissa *Naturwissenschaftliche und erkenntnistheoretische Aspekte der Ideen vom Unbewussten* (1954). En kuitenkaan ryhdy tässä tarkastelemaan näiden artikkelien sisältöjä lähemmin, vaan tyydyn näihin muutamiin lainauksiin ja viittauksiin. Niiden tarkoituksena on ollut antaa näytteenomaista tietoa Paulin fysiikan tietoteoriaan liittyvästä ajattelusta. Yksityiskohtaisemman kuvan siitä saa tämän luvun alkuosassa mainituista teoksista ja professori Laurikaisen artikkeleista ja niissä mainituista lähdeeteoksista.

## Lopuksi

Luonnonfilosofian seura on toiminut pian kaksikymmentäviisi vuotta. Ennen seuran perustamista jo useita vuosia jatkuneet Laurikaisen torstaiseminaarit olivat tulleet tunnetuiksi, ja olivat keränneet vankan niitä arvostavan kuulijakunnan. Torstaiseminaarit pysyivät edelleenkin seuran perustamisen jälkeen keskeisimpänä toimintamuotona, mutta saivat pian seurakseen kuukausikokoukset, joihin yleensä kutsuttiin esitelmöimään vierailevia lähialueiden tutkijoita. Myös erityyppisiä symposioita järjestettiin suhteellisen usein. Professori Laurikainen jatkoi kirjallista toimintaansa entiseen tapaan; luonnonfilosofiaan läheisesti liittyviä artikkeleita ja kirjoja ilmestyi tasaiseen tahtiin. Hyvän kuvan Laurikaisen ja seuran toiminnasta saa tutustumalla jo aikaisemmin mainittuun Seppo Laureman artikkeliin.

Laurikaisen kuoltua (13.7.1997) seuran toiminta kapeni, mutta pysyi edelleenkin varsin vilkkaana osaavien ja energisten puheenjohtajien ja vireän jäsenistön ansiosta.

Ystäviäni lehtori Agnes Airolaa ja professori Kullervo Rainiota kiitän minua hyödyntäneestä arvokkaasta palautteesta tämän tekstin suhteen ja poikaani

DI Kari Rastasta tekstinkäsittelyssä saamastani asiantuntevasta avusta.

### Viitteet

[1] Laurikainen, K.V.: *Beyond the Atom: The Philosophical Thought of Wolfgang Pauli*. Springer-Verlag, Heidelberg, 1988. Teoksen tärkeimpänä lähteenä ovat olleet Paulin kirjeet Markus Fierzille ja muut CERNin Pauli-kokoelmassa (PLC = Pauli Letter Collection) säilytettävät dokumentit.

[2] Feshbach, H. and Weisskopf, V.F.: *Ask a Foolish Question . . .* Physics Today, October 1988. Tämän artikkelin johdosta julkaistiin useita vastineita nimellä "Should Quantum Physics Go Unquestioned?", Physics Today, April 1989.

[3] Jung, C.G. and Pauli, W.: *Naturerklärung und Psyche*. Rascher Verlag, Zürich, 1952.

[4] Laurikainen, K.V.: *Wolfgang Pauli and the Copenhagen Philosophy*, Symposium on the Foundations of Modern Physics, Joensuu, Finland, 16-20 June 1985 (eds. Lahti, P. and Mittelstaedt, P.), World Scientific, Singapore, 1985.

[5] Laurikainen, K.V.: *Quantum Theory and the Problem of Free Will*, Symposium on the Foundations of Modern Physics, 1990, World Scientific (to be published).



## 25 vuotta luonnonfilosofiaa

Viljo Martikainen

D.Sc. (Tech.)

Emer. Chairman of The Finnish Society for Natural Philosophy

Professori K.V. Laurikaisen 1988 perustama Luonnonfilosofian seura on jo nuoremiehen iässä. Siihen sitä ovat saatelleet kuuden puheenjohtajan 25 hallitusta, jotka on esitelty tämän kirjan lopussa. Seuran verkkosivuilta löytyvää kokous-, konferenssi ja seminaariohjelmien sisältöä analysoiden voi tehdä arvailua missä määrin on toteutunut perustajan tavoite: Tilan saaminen filosofiseen keskusteluun, jossa pääasiana olisivat luonnontieteet ja niissä tehtävä tieteellinen tutkimus omine filosofisine ongelmineen. Tämän julkaisun kirjoittajat ovat kertoneet taustoistaan ja keskusteluistaan K.V. Laurikaisen kanssa. Lienee minunkin syytä muutamain sanoin selvittää miten oma tutkimustyöni on liittynyt luonnonfilosofiaan ja Seuran toimintaan.

Sattuma loi ensimmäisen tilaisuuden tutustua K. V. Laurikaiseen hänen torstaiseminaareissaan jo vuodesta 1983 alkaen. Olin lukion psykologian ja Eino Kailan filosofian kautta orientoitunut filosofian harrastukseen. Suoritin silloin Helsingin Yliopistossa filosofian kursseja. Erään luennon lopussa vierustoverini kertoi menevänsä kuuntelemaan professori Laurikaisen mielenkiintoisista seminaaria ja arveli sen kiinnostavan minuakin. Niinpä pääsin suoraan kaksoisrakokokeen esittelyyn ja analyysiin. Koska en ollut fyysikko enkä opiskellut kvanttimekaniikkaa, olin lähinnä kuunteluoppilas.

Muistan lukuisat myöhemmät keskustelut. Tilastollinen todennäköisyys ja irrationaalisuus olivat termejä, jotka liitettiin siihen, ettei yksittäisen fotonin tai elektronin sijaintia raon takaisella varjostimella voitu koskaan ennustaa etukäteen, mutta suuren hiukkas- tai fotonijoukon jakautuma varjostimella voitiin. Insinöörinä ja professori Lokin tilastomatematiikan perusteella ajatelin ja myös esitin, että kaikissa luonnon vuorovaikutuksissa esiintyy hajontaa, joka usein on normaalijakautuman mukaista. Raonkin atomit ja molekyylit ovat myös aina lämpöliikkeessä.

Luonnonfilosofian harrastukseni oli saanut alkunsa. Tämä johti seuran jäsenyyteen ja varsin ahkeraan osallistumiseen seuran tilaisuuksiin. Jossakin kokouksessa keskusteltiin myös Platonin ideoista. Rohkenin heittää keskusteluun väitteen: "Jos Platon olisi tiennyt, mitä käsitteet ovat, hän olisi ehkä

sanonut, että ne eivät ole ikuisia, sillä ne ovat vain muistirakenteissani, josta ne saan tietoisuuteeni aina tilanteen niin vaatiessa”. Tämä keskustelu tapahtui varmaankin 1990-luvulla. Olin lyhyesti kertonut Laurikaiselle väitöstyösuunnitelmistani, joissa ajattelin käsitellä ihmistä mentaalisesti ohjautuvana biologisena, sosiaalisena ja rationaalisena toimijana. Hän oli ystävällisesti kiinnostunut ja ehdotti jopa hallitukseen osallistumista. Olin kuitenkin vielä kiinni työelämässä, joten asia siirtyi myöhemmäksi.

En keskustellut Laurikaisen kanssa koskaan uskonnosta. Tutkimuskohteeni eli ihmisen mentaalisen rakenne ja dynamiikka näyttivät kiinnostavan häntä. Eräs pieni episodi on jäänyt mieleeni. Erään konferenssin lounaalta satuimme kävelemään rinnakkain ruokalasta takaisin luentosalille. Asfaltilla taapersi muurahainen, jonka Laurikainen huomioi ja astui varovasti sen yli haluten välttää sen tallaamisen. Sanoin, että minutkin on lapsena opetettu välttämään muurahaisten tallaamista. Episodi osoitti mielestäni, että voimakastahtoisen tutkijan persoonallisuuteen sisältyi myös syvälinen luonnon ja elämän kunnioitus.

Väitöstyöni loppuvaiheissa keskustelin väitöksestäni myös professori Kulervo Rainion kanssa. Häinkin piti aihetta kiintoisana ja tärkeänä. Väitöstyöni [1] valmistui tammikuussa 2004, jolloin tulin myös valituksi seuran hallituksen jäseneksi. Vuoden 2006 alusta aloitin yhdeksänvuotiseksi venyneen puheenjohtajuuskauden, joka päättyi juhluvuoden lopussa 2013. Perusfaktoina työssäni oli ollut aivotutkijain Ungerleiderin ja Mishkinin 1982 löytämät niin sanottu dorsaali ja ventraalikanavat ihmisen käsitellessä visuaalista informaatiota. Nämä toimijoiden aivorakenteet ovat evoluution varhaisia muodostelmia, jotka ovat mahdollistaneet muistitiedon hyödyntämisen vuorovaikutuksissa ympäristön kanssa.

Nämä rakenteet mahdollistavat myös filosofian ikuisten ongelmien tarkastelun uudesta ja myös luonnollisesta näkökulmasta, jota myös olen tehnyt väitöstyössäni ja esityksissäni.

Väitöstyöni tutkimukset loivat myös kontaktit Aalto-yliopiston ja Helsingin yliopiston tutkijoihin. Heitä saatiin paitsi esitelmöimään myös osallistumaan Seuran hallituksen toimintaan.

Oli aivan luonnollista, että Seuran kokousten ohjelmissa on sisältö vähitellen laajentunut hiukkasfysiikasta ja kvanttimekaniikasta Universumimme kokonaisuutta tarkastelemaan kosmologiaan ja teorioihin, joilla sen ihmisiä selitetään. Niissähän ollaan varmaankin oltu Laurikaisen ajattelemilla luonnontieteiden alueella ja luonnonfilosofian piirissä. Viimeisen kymmenen vuoden kuluessa termin luonto referenttiä on seuran piirissä alettu tulkita

väljemmin. Ohjelmiin on tullut yhä useammin ihmistieteen teemoja. Aivotutkimus, neuropsykologia, mielen ja kielen kytkeytymät ovat olleet jo kahteen kertaan toteutuneen konferenssin: ”Aivot ja mieli, käsitteet ja kieli” sisältönä. Nämä keskustelut ovat avanneet Universumimme monimutkaisimman entiteetin eli aivojen saloja ja moninaisia kytkentöjä ajattelumme ja toimintaamme.

Aivojen satamiljardia neuronina ja niiden tuhannet kytkeytymät luovat materiaaliset puitteet ihmisen muistin dynamiikalle. Minuus ja psyyke rakentuu muistin joustavalle ja nopealle toiminnalle. Olemme mitä muistamme. Tästä tähän Alzheimerin tauti on vakuuttavan todisteena. Ihmisyksilön psyyke on hänen fylo- ja ontogeneettisen historiansa eli geenien ja ympäristön tuotosta.

Laurikainen arvosti Wolfgang Paulin filosofiaa, johon liittyi ajatus, että psyykettä ei saa unohtaa. Olisiko seuran nykytoiminta sittenkin tullut avuksi myös Laurikaisen tarkoittaman tieteen kokonaiskuvan selkeyttämisessä ja rakentamisessa.

Emeritus kansleri Ilkka Niiniluoto on kirjoittanut tähänkin julkaisuun ja on aktiivisesti osallistunut konferenssitoimintaamme. Hän on todennut [2], että luonnonfilosofiaa tarvitaan ja että Luonnonfilosofian seurasta on muotoutunut tärkeä tieteenfilosofian foorumi.

Lienemme siis ihan oikeilla jäljillä. Näin ainakin arveli juhla-konferenssin päätöspaneeli. Siinä todettiin, että Seuran toiminta kiinnostaa jäsenkuntaa ja vieraitakin. Kuitenkin Seuran tulee jatkuvasti pohtia sitä millaisia attribuutteja voimme perustellen liittää käyttämiimme termeihin, kuten: *luonto, tiede, filosofia, tieto, tietoisuus, totuus* ja niin edelleen.

## Viitteet

- [1] Viljo K. Martikainen, *Concepts and Mind as Dynamic Memory – Systems Structuring the Human Mental. New Interpretations of Human Knowledge, Values, Motivation, and Culture, which Steer the Rationality in Man's Reasonings and Actions*, Academic Dissertation, Helsinki University of Technology (2004).
- [2] Henrik Rydenfelt, Heikki A. Kovalainen, (toim.), *Mitä on filosofia?*, Gaudemus (2010).



## Miten, missä ja miksi syntyi Luonnonfilosofian seura?

Agnes Airola  
M.Sc.

"Luonnonfilosofian seuran (LFS) synty ja toiminnan alkuvaiheet liittyvät niin läheisesti 13.7.1997 edesmenneeseen Helsingin yliopiston ydinfysiikan professori Kalervo Vihtori Laurikaiseen (KVL), että ilman hänen henkilökohtaista taustaansa asiasta on mahdoton puhua." (Seppo Laurema: LFS:n julkaisu, Avartuva ajatus, 1990)

Lähtökohtani professori Laurikaisen ajatusten seuraamiseen ajoittuu kahteen Laurikaisen vuonna 1979 pitämään luento: 24. tammikuuta Porthaniassa ja 31. tammikuuta yleisöluento. Jälkimmäinen oli hänen jäähyväisluentonsa, *Kvanttimekaniikka ja materialismi*.

Fysiikan opettajaa sävähdytti sitaatti kirjasta *Fyysikon tie* (1982, sivu 80): "Ei siis ole yhdentekevää, millainen on suomalaisten vallitseva maailmankuva. Koululla ja erityisesti keskiasteen koulutuksella on sen muodostumisessa suuri merkitys. On painokkaasti tähdennettävä, että siitä maailmankuvasta, jonka Suomen koululaitos, joukkotiedotusvälineet ja kustantajat meille antavat, puuttuu jotakin hyvin olennaista: luonnontieteiden osuus suomalaisten yleissivistyksessä on luvattoman heikko."

Miten, missä ja miksi syntyi Luonnonfilosofian seura? Psykologi Tony Dunderfeltin kirjasta *Intuitio - sisäinen viisaus* pari lausetta johdannoksi noiden kysymysten pohdintaan: "Intuitiota kannattaa hyödyntää. ... Arjen tilanteet ratkeavat parhaiten kun r a t i o n a a l i n e n ajattelu ja i n t u i t i i v i n e n oivaltaminen kulkevat käsikädessä." Siis KVL, intuitio ja LFS – siinä lähtökohta, tie ja päämäärä.

Erkki Laurikainen (nyk. Laurinharju) kertoo elämäkertatietoja isästään (juhlakirja professori K.V. Laurikaisen 75-vuotispäivänä): "K.V. Laurikainen syntyi 6.1.1916 Pielisjärvellä. Isä Viktor Gregorius oli sähköttäjä ja hänen isänsä Ruoveden kihlakunnan kruununvouti Anders Laurikainen. Tämä oli syntyisin Mäkihoivin kartanosta Ruskealasta, mutta kuoli Viktorin ollessa alaikäinen. Äiti Hilja oli postivirkailija. Hän oli uskonnolliseen herätykseen tulleen suutarimestari Pietari Karhusen esikoistytär. Hän oli ollut aktiivinen yhdisnainen, mutta jäi naimisiin mentyään kotiäidiksi."

Kun Suomi itsenäistyi, Kalervo täytti seuraavana loppiaisenä kaksi vuotta. Puoli vuotta myöhemmin, syksyllä 1918 Laurikaisen perhe muutti Pielisen Karjalasta Laatokan Karjalaan. Varhaislapsuuden kotipaikka, Salmi, oli tuolloin Laatokan itärannan suurin pitäjä: suomalaisen kulttuurin ja länsimaisuuden äärimmäinen rajalinnake. Kirkollisesti kreikkalais-katolinen (nyk. ortodoksinen) seurakunta oli jäsenmäärältään yli viisinkertainen luterilaiseen verrattuna.

Vuonna 1927 viisihenkinen Laurikaisen perhe muutti Pielisen rannalle, Nurmekseen. Ilmeisen monilahjainen Kalervo tuli Nurmeksen yhteiskoulun toiselle luokalle: ”Hän oli innokas urheilija ja edusti kouluaan juoksijana. Äiti koki uskonnollisen herätyksen, liittyi pieneen vapaaseen seurakuntaan ja koko perhe siirtyi siviilirekisteriin. Kalervo alkoi ehkä noihin aikoihin ottaa etäisyyttä uskontoon.”

Lukiovuosina – luultavasti Kalervon johdolla – kokoontui paikallisen kirja-kaupan takahuoneessa keskustelupiiri: aiheet liikkuivat luonnontieteistä filosofiaan ja kirjallisuuteen. (Kirjoittajan intuitio: Olisiko LFS:n siemen kylvetty?) Lisäksi Kalervo keräsi rahaa opintojaan varten antamalla yksityistunteja. ”Kaikkiin toimiinsa hän paneutui perusteellisesti ja osoitti jo tuolloin taipumusta ajaa määrätietoisesti yhtä asiaa kerrallaan.”

Syksyllä 1934 ylioppilas Kalervo Laurikainen siirtyi selkeämmin länsimaisen kulttuurin alueelle, Helsingin yliopistoon. Mukaan Karjalasta tulivat perimä, varhaislapsuus, lapsuuden maisemat ja koulu opettajineen.

### 1930- luku ja vaikuttajat

KVL aloitti opinnot pääaineena matematiikka, jonka ”varjoon” jäivät fysiikka, kemia, tähtitiede, geologia ja mineralogia. Opintojen intensiivisyyttä kuvaa sitaatti hänen kirjastaan *Fyysikon tie*: ”Siihen, että tunsin todella pääseväni ’juoneen kiinni’, vaikutti osittain se, että aloitin neljäntenä vuonna myös filosofian opinnot. Eino Kaila pani luennoillaan tieteen järjestelmät todella huojuamaan, fysiikassakin, jota sentään luulin jo hyvin hallitsevani. Muistan myös miten kesällä 1938 koin ensimmäisen kerran todella voimakkaan i n t u i t i i v i s e n (harvennus kirjoittajan) näkemyksen ihmeen: Matematiikan kuviot alkoivat elää ja liittyä toisiinsa uudella tavalla. Kirjeestä, jonka silloin kirjoitin Rolf Nevanlinnalle näkemyksistäni, alkoi läheisempi suhde tähän minun suuresti kunnioittamaani opettajaan.”

Opiskeluajan ensi vuosista lähtien KVL aloitti ajatustensa julkistamisen myös kirjallisesti. Se jatkui aktiivisena elämän loppuun asti. Joulukuussa

1939, 23-vuotias luonnontieteiden ja filosofian opiskelija, julkaisi artikkelin, mistä luen luonnonfilosofiaa: "Tieteellinen maailmankatsomus ei saa jäädä vain harvojen filosofien ja filosofisesti orientoituneiden luonnontutkijain yksityisomaisuudeksi. Tieteen tulisi olla jokaiselle ajattelevalle hengelle tien näyttäjänä kohti syvimpiä totuuksia."

### Viisi sodan vuotta

Lokakuussa 1939 KVL ilmoittautui toisten tapaan vapaaehtoisena kenraali Nenoselle, joka kokosi etevimpiä matemaatikkoja tykistön koeasemalle Niinisaloon. Viisi sodan vuotta oli kova kokemus optimisti-Laurikaiselle. Eri-laisia väitöskirja-aiheita liikkui mielessä. Rauhan tultua KVL toteaa: "Sota, monien välivaiheiden jälkeen teki matemaatikosta teoreettisen fyysikon . . . kovin kuitenkin pitkä ja kivinen oli se tie, joka oli kuljettava, ennen kuin tällä alalla pystyin kirjoittamaan väitöskirjan."

Nevanlinna järjesti Laurikaiselle v. 1947 stipendin Sveitsiin, mikä merkitsi kansainvälisen vuorovaikutuksen alkamista ja vuoden 1945 nobelistin, Wolfgang Paulin, kohtaamista. Suomen taloudelliset olosuhteet olivat ankeat. KVL:n oli luovuttava mahdollisuudesta jatkaa väitöskirjatyötä Paulin ohjaamana.

### 1950 - 1979

"Niinpä olinkin todella väsynyt mies, kun vihdoinkin keuhkokuumeella 1950 väittelin sähkömagneettisen kentän gravitaatioenergiasta. . . . Tohtoriksi siis lopulta-kin tulin, mutta en itse ollut ollenkaan tyytyväinen väitöskirjaani. Työvoitto se oli ei muuta." (Fyysikon tie, s.19)

Otsikossa mainitut kolme vuosikymmentä ovat kirjoittajan tietoisuuteen tulleet pääasiassa KVL:n pojan, Petri Laurikaisen, sanoittamana: Lyhyt kertomus fysiikankuvamme uudelleenmäärittelystä (Juhlakirja K.V. Laurikaisen 75-vuotispäivänä). Kirjoituksen alaotsikot (*Teoreettisen fysiikan asema, Suurenergiafysiikan asema, Laskennallisen fysiikan asema, Tieteen popularisointi ja Tieteen filosofian asema* ja niihin liittyvät tekstit kuvaavat "määrätietoisien asioihin paneutuneen" tiedemiehen kolmea vuosikymmentä.

KVL:n mainitsema "pitkä ja kivinen tie" alkoi 50-luvun alkupuolella Suomen Turussa. Siellä fysiikan apulaisprofessorina alkoi ". . . itsenäisempi vaikutusmahdollisuuteni teoreettisen fysiikan kehittämiseksi Suomessa."

1930-luvun lukiolaisen ”taipumusta ajaa määrätietoisesti yhtä asiaa kerrallaan” luonnehtii 50-luvun opiskelija Rauno Hämäläinen: ”Kun palautan mieleen niitä vuosia, joina elelin nuoren miehen huolettomaan tapaan opettajakseni hiukan sattumoisin (kuten tavallista) joutuneen K.V.Laurikaisen, jos nyt ei aivan siipien suojassa, niin ainakin häntä kiinnostuneesti tarkkailleen, muistan mielteen, joka ei ole vieläkään kaikonnut. Tuossa on mies, jolla on tavoitteita. Tämä on mielestäni hänen leimallisin piirteensä. Tavoite ja voimakas pyrkimys sen toteuttamiseen.” (Juhlakirja K.V.Laurikaisen 80-vuotispäivänä) Taistelija-Laurikaisen ”toisen etapin” vuodet jatkuvat 1960-luvun alusta ”Suomen ensimmäisen teoreettisen fysiikan varsinaisen professorin virassa” Helsingin yliopistossa.

Mutta vuosien 1970 / 71 vaiheilla tapahtui ”jotain”, minkä koen heijastuvan KVL:n julkaisemien kirjojen nimissä: *Atomistiikan aatemaailma* (1973), *Fysiikka ja usko* (1978), *Todellisuus ja elämä* (1980), *Luomisusko tänään (uskon ja tiedon ongelmia 1980-luvulla; toinen osa 1982)*, *Fyysikon tie* (1982), *Luonto puhuu Luojastaan* (1983).

### Mitä tapahtui?

Kirjassaan *Fyysikon tie* (s. 36) KVL kirjoittaa: ”70-luvulla on luonnontieteiden ja kristinuskon suhteisiin liittyvä problematiikka alkanut yhä enemmän kiinnostaa minua. Eräät *henkilökohtaiset* kokemukset toivat kristinuskon minua entistä lähemmäksi, ja kun samalla mietiskelin kvanttiteorian perusfilosofiaan liittyviä asioita, huomasin tässä läheisiä liittymäkohtia kristinuskon ajatusmaailmaan.”

KVL:n syksyllä 1971 Helsingin yliopistossa pitämän *studia generalia* -luento-sarjan viimeinen osa, *Atomistiikka ja aikamme ideologiat*, ilmestyi erillisenä Yleisradion julkaisemana kesällä 1972. Samaan aikaan hän koki ”kuin ihmeen kautta ohimenneen infarktin”. Sairasloman aikana luennoista koottu kirja ilmestyi 1973.

Toinen *henkilökohtainen* kokemus tapahtui myös marraskuussa 1971. KVL kuvaa sen noin kymmen vuotta myöhemmin kirjassaan *Luonto puhuu Luojastaan*, jonka esipuheen lopussa on vetoamus: ”Ennen kaikkea toivon, että tämä kirja olisi avuksi niille, joille uskon ja tiedon alueiden kohtaaminen tuo mukanaan vaikeita ongelmia. Käsitykseni on, että elämme kriisikautta, jossa monet asiat on punnittava uudestaan.” Lisäksi lainaus epilogista: ”Nykyisessä henkien taistelussa meidän suomalaisten on etsittävä omaa suuntaamme. ... meidän on rakennettava omien perinteittemme pohjalle.

Niihin kuuluu erottomattomasti uskonto.”

Kirjan ensimmäisessä luvussa (ss.10 –15), *Kuolema – entä sitten ... ?*, Laurikainen puhuu Käsittämättömästä vaikuttavalla tavalla. On marraskuu, Malmin sairaalan potilashuoneessa äidin vuoteen vieressä istuu hänen vanhin poikansa, Kalervo, hiukkASFysiikan professori.

”On tullut toimenpiteiden aika. Luovutan äidin hoitajien varmoihin käsiin ja lähden laitokselle.” Suurenergiafysiikan laitos, Siltavuorenpenkereellä: ”Parinkymmenen minuutin ajo marraskuisessa pikku pakkasessa karistaa ajatuksista siellä äidin vieressä kohtaamani oudon maailman. ... leviää tieto, että olen tullut laitokselle. Puhelin soi, kaksikin puhelinta. Asiat ovat vähän ruuhkautuneet minun sairaslomani aikana. ... Tämä on todellista elämää. Kilpajuoksua ajan kanssa – vaikka sellainen on oikeastaan minulta sydämen vuoksi kielletty.”

”Virka-aika loppuu vallan kesken, ja paperisota jatkuu ... Mutta äiti! Kyllä asiat saavat nyt odottaa. Eihän tiedä, milloin hänen hetkensä lyö. Tahtoisin olla silloin hänen lähellään ... marraskuisessa sateessa astelen kohti sairaalan ovea.”

”Jään taas kahden äidin kanssa. Vai onko äiti vielä siinä? Hiljainen hengitys jatkuu ... Kyllä hän elää. Vai elääkö? Onko siinä vain robotti, jonka ruumiin toimintoja ylläpidetään nykyaikaisen lääketieteen tehokeinoin? Onko äiti vielä tuossa? ... Minusta alkaa kuitenkin tuntua, että hän on vielä tuossa. ... Hän on jo melkein rajan toisella puolen. Kunpa hän voisi kertoa, mitä hän nyt kokee. Onko siellä jotain ? Vai päättyykö kaikki tähän?”

Tätä – saattohoitoa – jatkuu vielä. Potilaan hengitys on edelleen heikentynyt. Kalervo on päättänyt viettää yön huoneeseen tuodussa lisävuoteessa. Herääminen hoitajattaren puuhailuun ja hiljaiseen toteamukseen: ”Hän on juuri lähtenyt.” Lyhyt tuokio yön hiljaisuudessa ja kyyneleisin silmin toteamus: ”Siinä äiti on – eikä ole enää.”

Marraskuisen yönajatuksia: ”Ajan kotiin ja tunnen, että äiti on koko ajan minun kanssani. Hän ei ole enää sidottu paikkaan ja aikaan. Se ruumis, joka jäi sairaalaan, oli vain hänen savimajansa, jonka hän äsken jätti. Hän oli jotain muuta – ja on yhä. Sanottakoon, että se on inhimillistä toiveajattelua, mutta tällä hetkellä tunnen sen hyvin voimakkaasti todeksi. Jotain, joka ei ole aistein havaittavissa. Todellisuuden, joka juuri nyt on minua lähellä. Niin kai on sanottava, kun on pakko käyttää inhimillisen kielen ilmaisuja. Mutta ”lähellä” ja ”kaukana” eivät tässä merkitse sitä, mitä näillä sanoilla tarkoitamme. Ne tarkoittavat samaa kuin Raamatun sanat: ”Taivasten valtakunta on tullut lähelle”.”

### ”Suunta muuttuu”

Elämä ja työntäyteiset 70-luvun loppuvuodet jatkuvat. KVL kertoo niistä kirjassaan *Fysiikka ja usko* (1978): ”Useimmat luvut olen kirjoittanut nauttiesani varttuneiden tieteenharjoittajien stipendiä vuonna 1976 jolloin vierailin useissa laboratorioissa: NORDITAssa Kööpenhaminassa, ... CERNissä Genevessä, ...”

Luultavasti Cernin yhteydestä alkoi Wolfgang Paulin ajatusten ”uusi kohtaaminen”. Lainaus kirjasta *Atomien tuolla puolen* (1985): ”Wolfgang Paulin ja Markus Fierzin kirjeenvaihto on harvinainen dokumentti, joka ohjaa meidät näiden fyysikkojen ajattelun syvimille lähteille. Modernin fysiikan perusfilosofia saa näin aivan uutta valaistusta. Fysiikka liittyy tässä meidän aikamme yleisiin aatevirtauksiin. Paulin kirjeillä on sanottavaa filosofeille, aatehistorioitsijoille, teologeille, biologeille, psykologeille – ja *tavallisille tämän ajan ihmisille* (lihavointi kirjoittajan), jotka etsivät vastausta olemassaolon peruskysymyksiin.”

*Fyysikon tie* -kirjan kansikuvassa sekä sivun 40 viimeisissä virkkeissä näen – jälkiviisaana – kirjainyhdistelmän LFS. KVL sanoittaa: ”Kolmas etappi ei kuitenkaan tule minun osaltani merkitsemään varsinaista taistelua. Siihen minulla ei enää ole edellytyksiä. Jos en saa tukea nuoremmalta polvelta, kolmas etappi jää minulta kesken. Ehkäpä työlläni joka tapauksessa on merkitystä maaperän muokkauksessa tulevalle kehitykselle.”

On aika palata otsikon kysymyksiin:

Kysymykseen ”Miten” tarjoan vastaukseksi edellä kirjoittamani sitaattit K.V. Laurikaisen ajatuksista sekä muistijäljet henkilökohtaisesta vuorovai-  
kutuksesta vuosina 1979-97.

Kysymykseen ”Missä” vastaan – intuitiivisesti – Nurmeksen kirjakaupan takahuoneessa 1930-luvun alkuvuosina ”kylvettiin siemen”. Heinäveden Valamon seminaarissa 9. – 11. elokuuta 1987 ajatus ”nimettömästä seurasta” tuli julki. Nimi L(uonnon)F(ilosofian) S(eura) sai ilmaisun 3.11.1988 päivätyssä kutsukirjeessä seuran perustavaan kokoukseen.

”Miksi”-kysymykset ovat tunnetusti hankalia. Rohkenen kuitenkin sanoittaa vastausta näin: K. V. Laurikainen oli, LFS perustettiin (Säätytalon salissa 23, 15. joulukuuta 1988), koska ... ”Tiede ei riitä arvojen perustaksi. Se ei tavoita niitä *absoluuttisia arvoja*, jotka ovat kätkeytyinä siinä transsendenttisuudessa todellisuudessa, joka on syvemmällä kuin tieteen tavoittama todellisuus. Moraalin perusta ei ole tiedossa vaan uskossa” (*Atomien viesti*, 1994, s.184 ja *The Message of the Atoms*, 1998, p.166).

## Liite - Seuran toimihenkilöt 1989-2013

### Hallituksen jäsenet

**Vuoden 1989** ensimmäisessä kokouksessa 19.1. seuran puheenjohtajaksi vuosille 1989-1991 valittiin professori Kullervo Rainio ja hallituksen jäseniksi vuodelle 1989 apulaisprof. Simo Liukkonen (vpj), dos. Jussi Rastas (siht.), lehtori Agnes Airola, LL Erkki Huhmar, dos. Gunnar af Hällström, johtaja Urho Ketvel, prof. Kalervo Laurikainen ja dos. Harri Lonka. Kokouksessaan 14.2. hallitus valitsi seuran taloudenhoitajaksi teologian opiskelija Kirsi Airo-lan Järvenpäästä. Seuran kokouksessa 6.4. tilintarkastajiksi vuodelle 1989 valittiin lehtori Anja Haavisto ja FL Seppo Laurema, varatilintarkastajiksi FL Kalevi Pusa ja DI Matti Ollila. Syyskokouksessa 9.11. valittiin toimihenkilöt vuodelle 1990. Professori Rainio lähetti 16.10.1990 seuralle kirjeen, jossa hän pyysi vapautusta puheenjohtajan tehtävästä 15.11.1990 alkaen. Uudeksi puheenjohtajaksi valittiin apulaisprofessori Simo Liukkonen.

**1990:** Prof.emer. Kullervo Rainio 15.11 asti (pj), apul.prof. Simo Liukkonen (vpj, 15.11. alkaen pj), dos. Jussi Rastas (siht.), lehtori Agnes Airo-la, ylilääkäri Erkki Huhmar, dos. Gunnar af Hällström, kirjailija Urho Ketvel, prof.emer. Kalervo Laurikainen, LL Jyrki Tyrkkö.

**1991:** Apulaisprof. Simo Liukkonen (pj), kirjailija Urho Ketvel (vpj), lehtori Agnes Airola (siht.), prof. Gunnar Graeffe, ylilääkäri Erkki Huhmar, dos. Gunnar af Hällström, prof.emer. Kalervo Laurikainen, prof.emer. Kullervo Rainio, LL Jyrki Tyrkkö.

**1992:** Apulaisprof. Simo Liukkonen (pj), kirjailija Urho Ketvel (vpj), FM Tapio Hyvönen (siht.), lehtori Agnes Airola, ylilääkäri Erkki Huhmar, prof.emer. Kalervo Laurikainen, prof.emer. Kullervo Rainio, fil.yo. Karri Sunnarborg, LL Jyrki Tyrkkö.

**1993:** Apulaisprof. Simo Liukkonen (pj), kirjailija Urho Ketvel (vpj), FK Tapio Hyvönen (siht.), ylilääkäri Erkki Huhmar, FL Seppo Laurema, prof.emer. K.V. Laurikainen, prof.emer. Kullervo Rainio, Pentti Simola, fil.yo. Karri Sunnarborg.

**1994:** Prof./emer. Rauno Hämäläinen (pj), dos. Jussi Rastas (vpj), fil.yo. Karri Sunnarborg (siht.), ylilääk.emer. Erkki Huhmar, FK Tapio Hyvönen, FL Seppo Laurema, prof.emer. K.V. Laurikainen, apul.prof. Simo Liukkonen, Pentti Simola.

**1995:** Prof.emer. Rauno Hämäläinen (pj), dos. Jussi Rastas (vpj), FL Sep-

po Laurema (siht.), FM Tapio Hyvönen, dos. S. Albert Kivinen, prof.emer. Kalervo Laurikainen, apul.prof. Simo Liukkonen, Pentti Simola, fil.yo. Karri Sunnarborg.

**1996:** Prof.emer. Rauno Hämäläinen (pj), dos. Jussi Rastas (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), FT Tapio Hyvönen, prof.emer. K.V. Laurikainen, apul.prof. Simo Liukkonen, Pentti Simola, fil.yo. Karri Sunnarborg, LL Veikko Vainio.

**1997:** Apul.prof. Simo Liukkonen (pj), prof. Jussi Rastas (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), prof.emer. Rauno Hämäläinen, FL Tarja Kallio-Tamminen, prof.emer. Kalervo Laurikainen († 13.7.1997), tutkimusprof. Ari Lehto, Pentti Simola, LL Veikko Vainio.

**1998:** Prof. Simo Liukkonen (pj), tutkimusprof. Ari Lehto (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), prof.emer. Rauno Hämäläinen, FL Tarja Kallio-Tamminen, prof. Jussi Rastas, Pentti Simola, LL Jyrki Tyrkkö, LL Veikko Vainio.

**1999:** Apul.prof. Simo Liukkonen (pj), tutkimusprof. Ari Lehto (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), FL Tarja Kallio-Tamminen, DI Jouko Seppänen, Pentti Simola, DI Paul Talvio, LL Jyrki Tyrkkö, LL Veikko Vainio.

**2000:** DI Paul Talvio (pj), dos. Ari Lehto (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), FL Tarja Kallio-Tamminen, prof. Simo Liukkonen, DI Jouko Seppänen, Pentti Simola, LL Jyrki Tyrkkö, opiskelija Esa Vilenius.

**2001:** DI Paul Talvio (pj), dos. Ari Lehto (vpj), FL Seppo Laurema (siht), FL Tarja Kallio-Tamminen, prof. Simo Liukkonen, DI Heikki Mäntylä, DI Jouko Seppänen, Pentti Simola, LL Jyrki Tyrkkö.

**2002:** kuten 2001

**2003:** DI Paul Talvio (pj), FL Tarja Kallio-Tamminen (vpj), FL Seppo Laurema (siht), Prof. Eero Byckling, Dos. Harri Lonka, DI Heikki Mäntylä, DI Jouko Seppänen, Pentti Simola († 23.5.2003), LL Jyrki Tyrkkö.

**2004:** DI Paul Talvio (pj), FL/FT Tarja Kallio-Tamminen (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), prof. Eero Byckling (15.2. asti), TkT Viljo Martikainen, DI Heikki Mäntylä, DI Jouko Seppänen, TkT Heikki Sipilä, LL Jyrki Tyrkkö.

**2005:** DI Paul Talvio (pj), FT Tarja Kallio-Tamminen (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), prof. Simo Liukkonen, TkT Viljo Martikainen, DI Heikki Mäntylä, DI Jouko Seppänen, TkT Heikki Sipilä, LL Jyrki Tyrkkö.

**2006:** TkT Viljo Martikainen (pj), TkT Heikki Sipilä (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), FT Tarja Kallio-Tamminen, prof. Simo Liukkonen, DI Heikki Mäntylä, DI Jouko Seppänen, DI Paul Talvio, LL Jyrki Tyrkkö.

**2007:** TkT Viljo Martikainen (pj), TkT Heikki Sipilä (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), prof. Kai Hakkarainen, FT Tarja Kallio-Tamminen, DI Heikki

Mäntylä, TkT Tuomo Suntola, DI Paul Talvio, LL Jyrki Tyrkkö.

**2008:** TkT Viljo Martikainen (pj), TkT Heikki Sipilä (vpj), FL Seppo Laurema (siht.), FL Ahti Lampinen, DI Heikki Mäntylä, TkT Tuomo Suntola, DI Paul Talvio, TkT Pekka Tarjanne, LL Jyrki Tyrkkö.

**2009:** TkT Viljo Martikainen (pj), TkT Heikki Sipilä (vpj), FL Ahti Lampinen (siht.), prof. Arto Annila, DI Heikki Mäntylä, Prof. Risto Nieminen, TkT Tuomo Suntola, DI Paul Talvio, TkT Pekka Tarjanne. Varajäsenet: prof. Mikko Paalanen ja prof. Jari Yli-Kauhaluoma.

**2010:** TkT Viljo Martikainen (pj), prof. Arto Annila (vpj), FT Ahti Lampinen (siht.), prof. Risto Ilmoniemi, DI Heikki Mäntylä, prof. Risto Nieminen, TkT Heikki Sipilä, TkT Tuomo Suntola, TkT Pekka Tarjanne († 24.2.2010). Varajäsenet: prof. Mikko Paalanen ja prof. Jari Yli-Kauhaluoma.

**2011:** TkT Viljo Martikainen (pj), prof. Arto Annila (vpj), FL Avril Styrman (siht.), prof. Risto Ilmoniemi, kulttuuritoim. Jukka Määttänen, arkkitehti Tarkko Oksala, FT Juha Samela, TkT Heikki Sipilä, FT Tapio Tamminen. Varajäsenet: TkT Tuomo Suntola.

**2012:** TkT Viljo Martikainen (pj), dos. TkT Tarkko Oksala (vpj), FL Avril Styrman (siht.), prof. Arto Annila (taloud.hoitaja), prof. Risto Ilmoniemi, DI Tapio Kulmala, kulttuuritoim. Jukka Määttänen, FT Juha Samela, FT Tapio Tamminen.

**2013:** TkT Viljo Martikainen (pj), dos. TkT Tarkko Oksala (vpj), FL Avril Styrman (siht.), prof. Tapio Ala-Nissilä, DI ekonomi Kari Kosonen, DI Tapio Kulmala, kulttuuritoim. Jukka Määttänen, FT Juha Samela, FM tohtoriopiskelija Tuukka Tanninen.

## **Puheenjohtajat, sihteerit, taloudenhoitajat ja tilintarkastajat**

**Puheenjohtajat:** 1989-1990 (15.11.asti) prof. Kullervo Rainio, 1990 15.11.alkaen ja 1991-1993 apul.prof. Simo Liukkonen, 1994-1996 prof.(emer) Rauno Hämäläinen, 1997-1999 apul.prof./prof. Simo Liukkonen, 2000-2005 DI Paul Talvio, 2006- TkT Viljo Martikainen

**Varapuheenjohtajat:** 1989-1990 apul.prof. Simo Liukkonen, 1991-1993 kirjailija Urho Ketvel, 1994-1997 dos./prof. Jussi Rastas, 1998-2002 tutk.prof./dos. Ari Lehto, 2003-2005 FL/FT Tarja Kallio-Tamminen, 2006-2009 TkT Heikki Sipilä, 2010-2011 prof. Arto Annila, 2012- arkkitehti, dos.

Tarkko Oksala

**Sihteerit:** 1989-1990 dos. Jussi Rastas, 1991 FM Agnes Airola, 1992-1993 FK Tapio Hyvönen, 1994 fil.yo. Karri Sunnarborg, 1995-2008 FL Seppo Laurema, 2009-2010 FL/FT Ahti Lampinen, 2011- FL Avril Styrman

**Taloudenhoitajat/kirjanpitäjät:** 1989-1992 teol.yo./kand. Kirsi Airola, 1993-2000 23.3. asti FM Agnes Airola, 2000 24.3. alkaen ja 2001 kouluneuvos Esko Ranta, 2002-2006 teknikko Erkki Vasama, 2007-2011 TkT Tuomo Suntola, 2012 prof. Arto Annila, 2013- DI, ekonomi Kari Kosonen

**Tilintarkastajat:** 1989-1992 FM Anja Haavisto ja FL Seppo Laurema, 1993-1996 FM Anja Haavisto ja toim.joht. Rauno Bister, 1997- 2010 FM Anja Haavisto ja VTM Kauko Kaiju, 2011 DI Tapio Kulmala ja teknikko Erkki Vasama, 2012 DI Heikki Mäntylä ja teknikko Erkki Vasama, 2013 prof. Arto Annila (Vuodesta 2011 lähtien tilintarkastajista on käytetty nimitystä toiminnantarkastaja)

**Varatilintarkastajat:** 1989-2007 FL Kalevi Pusa ja DI Matti Ollila, 2008-2010 FL Kalevi Pusa ja FK Esko Juusola, 2013 DI Heikki Mäntylä

Luonnonfilosofian seura juhlisti toimintansa 25-vuotista taivalta perustajansa professori K.V. Laurikaisen elämäntyölle omistelulla Juhlasymposiumilla Helsingissä Tieteiden talolla 11.–12.11.2013. Tämä kirja on koottu symposiumissa pidetyistä, K.V. Laurikaisen työhön liittyvistä esitelmistä.

Luonnonfilosofian seuran tarkoituksena on herättää ja ylläpitää luonnontieteiden ja niiden sovellusten synnyttämien filosofisten kysymysten harrastusta ja tutkimusta, toimia eri tieteidenalojen edustajien yhdyssiteenä näiden kysymysten valaisemisessa ja edistää yhteistointaa heidän välillään, sekä edistää luonnonfilosofisia kysymyksiä koskevan tiedon ja ajattelun leviämistä yleiseen tietoisuuteen.

Laurikaisen perintö Luonnonfilosofian seuralle kulminoituu avoimuuteen ja laajakatseisuuteen; ratkaisemattomat ongelmat eivät ratkea ongelmia kieltämällä tai oikeassa olemisen todistelulla.

[www.lfs.fi](http://www.lfs.fi)

Kansi: Sari Hiltunen