



Uffe Haagerup

Uffe Haagerup

19. DECEMBER 1949 – 5. JULI 2015

AF MIKAEL RØRDAM¹

Med Uffe Haagerups alt for tidlige død mistede Danmark – og hele verden – en unik matematisk begavelse, et varmt og hyggeligt menneske og en afholdt familiefar.

Uffe Haagerup blev født 19. december, 1949 i Kolding og voksede op i Faaborg som den yngste af to brødre – broderen Jens var en stor inspiration i Uffes opvækst. Som tiårig startede Uffe med at hjælpe den lokale landinspektør, hvor han løste betydelige landopmålingsopgaver. Dette affødte en livslang interesse for kort og atlas, og også Danmarks-berømmelse, da han fik lejlighed til at lave en udstykningsplan for et større sommerhusområde. Et københavnsk ingeniørfirma havde først fået opgaven, men havde ikke været grundige nok, så landinspektøren fik overdraget opgaven, hvor 14-årige Uffe lavede et løsningsforslag, som i stedet blev vedtaget af Horne Kommune. Historien om, hvordan en 14-årig dreng udkonkurrerede et etableret københavnsk firma, kom først i den lokale avis og senere i landsdækkende blade.

Uffe blev student fra Svendborg Gymnasium i 1968. Samme år blev han indskrevet på Københavns Universitet i fagene matematik og fysik. I 1970 møder han sin kommende kone, Pia, som ligeledes læser matematik og fysik. Pia og Uffe får sammen to børn, Peter (1987) og Søren (1989).

Uffes fascination af det 20. århundredes fysiske teorier, Einsteins relativitetsteori

og kvantemekanikken, ledte ham ind på kandidatuddannelsen i fysik. Han tog sideløbende et valgfrit kursus i matematik, som handlede om en matematisk behandling af elementarpartikelfysik. Her blev han præsenteret for faget operatoralgebra, en matematisk disciplin, der blev udviklet i 1930'erne af John von Neumann og Francis Murray med det formål at skabe en matematisk eksakt formulering af kvantemekanikken. Samtidig læste Uffe sammen med en medstuderende et skrift, "Lecture notes on Tomita theory", af den unge japanske matematiker Masamichi Takasaki. Skriftet er baseret på et vanskeligt forståeligt og ufuldstændigt, men ikke desto mindre skelsættende værk af hans ældre landsmand Minoru Tomita. Tomita-Takesaki-teorien blev toneangivende for forskningen i operatoralgebra de kommende mange år og var også bestemmende for Uffes forskning.

I 1972 valgte Uffe at skrive speciale i matematik hos professor Gert Kjærgaard Pedersen (medlem af Videnskabernes Selskab siden 1977, død 2004) om Tomita-Takesaki-teorien. Hans oprindelige hensigt var at give et simple bevis for denne teoris hovedresultater (et usædvanligt ambitiøst sigte for en ung specialestuderende), men hans interesse drejede sig i en anden retning, og midtvejs i specialet fandt han i stedet en anvendelse af Tomita-Takesaki-teorien, som gav anledning til hans første artikel "The standard form of von Neumann algebras". Inden han færdiggjorde sit speciale, skrev han endnu en artikel, hvor han løste et problem om "normal weights on von Neumann algebras", som hans vejleder i en anden artikel måtte efterlade ubesvaret. Denne artikel blev en af Uffes mest citerede!

Med disse artikler fik Uffe, allerede inden han havde afleveret sit speciale, sit internationale gennembrud, og han var fra det tidspunkt et kendt navn i den internationale matematiske verden, om end den aldrig rigtigt lærte at udtale hans efternavn!

Som nyudklækket kandidat fra Københavns Universitet med et imponerende speciale i bagagen blev Uffe i 1974 ansat direkte som adjunkt ved det nyligt oprettede Institut for Matematik ved Odense Universitet, i dag IMADA (Institut for Matematik og Datalogi) ved Syddansk Universitet. I 1981 blev han professor samme sted som blot 31-årig og blev dermed Danmarks yngste professor. Selvom han havde stående tilbud om prestigefyldte stillinger ved flere førende amerikanske universiteter, valgte han at blive i Danmark, dog med flere længerevarende ophold ved bl.a. Mittag-Leffler Institutet i Stockholm, hvor han var arrangør af et program i 1988/89, ved UCLA, Berkeley, og University of Toronto samt ved University of Münster, hvor han havde et Humboldt fellowship.

Hans to første artikler som specialestuderende blev fulgt op af en perlerække af artikler og matematiske teoremer, der typisk førte til løsningen af problemer, som

ingen anden kunne få bugt med. Et af højdepunkterne i hans karriere var hans løsning i 1985 af det såkaldte "Champagneproblem" fremført af Alain Connes. Dette problem udgjorde den sidste brik i den storstilede klassifikation af de såkaldt hyperendelige von Neumann-algebraer, et projekt, der blev påbegyndt allerede i 1930'erne af Murray og von Neumann med deres fundamentale arbejder om von Neumann-algebraer (de kaldte dem selv "Rings of operators"). Alain Connes, som var et par år ældre end Uffe, løste klassifikationsproblemet i et banebrydende arbejde i midten af 1970'erne – på nær ét tilfælde: den hyperendelige faktor af type III₁. Connes viste, at entydigheden af denne faktor kunne omformuleres til et andet problem; "the bicentralizer problem", og han udlovede en flaske champagne til den person, der kunne løse dette problem! Connes blev tildelt Fields-medaljen (matematikens nobelpris) i 1982 bl.a. begrundet dette arbejde.

Uffe besøgte i 1978 Alain Connes på hans landsted i Normandiet, hvor de diskuterede det åbne "bicentralizer"-problem. Herom fortæller Connes:

Uffe is the best analyst I ever had a chance to collaborate with. I remember vividly his first appearance in the field of operator algebras and the striking elegance, clarity and strength of his contributions.

From my own perspective an analyst is characterized by the ability of having "direct access to the infinite" and Uffe possesses that quality to perfection. Our roads did cross several times, the most notable being the fight with the hyperfinite III₁ on which we had long and intense discussions in my country house, ending up when both of us got a terrible migraine.

Et andet arbejde, der er typisk for Uffes virke, er hans artikel i *Inventiones Mathematicae* fra 1979, hvor han viser, at C*-algebraen, hørende til den fri gruppe, har en eksotisk egenskab opfattet som et Banachrum: Den har den metriske approximationsegenskab, men ikke den fuldstændigt positive approximationsegenskab (fordi C*-algebraen ikke er nukleær). Dette løste et vigtigt problem inden for teorien for Banachrum, men endnu vigtigere var måden, han løste det på: Undervejs i sin artikel viser han, at den fri gruppe har to på det tidspunkt upåagtede egenskaber (navngivet senere af andre matematikere):

The Haagerup Property. En approximationsegenskab analog til, men svagere end amenabilitet.

Rapid decay. En teknisk egenskab, som gør det muligt at vurdere operatornormen af et element i C*-algebraen hørende til den fri gruppe ved hjælp af dets Hilbertrums norm.

Begge ovennævnte egenskaber er i dag fast inventar i geometrisk og analytisk gruppeteori, og de kom til at spille en stor rolle bl.a. i løsningen af Baum-Connes-formodningen i K-teori. Litteraturen om Haagerup-egenskaben er i dag omfattende og inkluderer monografien *Groups with the Haagerup property. Gromov's a-T-menability* af Cherix, Cowling, Jolissaint, Julg og Valette.

Endnu et af Uffes arbejder, som også fortjener omtale her, er hans løsning af Bill Thurstons formodning om det maksimale volumen af simplexer i hyperbolsk n -rum, som han nåede frem til sammen med sin kollega Hans Jørgen Munkholm fra Syddansk Universitet. Dette problem hører hjemme i en helt anden matematisk disciplin, topologi, end den, som var Uffes (den matematiske analyse). Løsningen, som var karakteristisk for Uffe, bestod i en virtuos anvendelse af calculus.

I midten af 1990'erne viste Uffe, at det mystiske tal $(5 + \sqrt{13})/2$ er det mindste index > 4 for en irreducibel delfaktor. Den entydigt bestemte delfaktor med dette index kaldes "the Haagerup", og den ville utvivlsomt være forblevet uopdaget uden Uffes uforlignelige kombinatoriske mellemkomst. Haagerup-delfaktoren er fortsat af stor betydning i flere områder af matematikken. Især er det vigtigt at afgøre, om der findes et kvantesystem med Haagerup-delfaktorens symmetri. Et andet af Uffes nøglebidrag ligger inden for Voiculescus fri sandsynlighedsteori, hvor Uffe i samarbejde med sin tidligere ph.d.-studerende Steen Thorbjørnsen gav et afgørende norm-estimat for stokastiske Gaussiske matricer, et resultat, der har anvendelser indenfor Ext-teori og dermed K-teori. Ved brug af metoder fra stokastiske matricer påviste Uffe endvidere eksistensen af invariante underrum for alle operatorer med ikke-trivielt Brownmål i enhver II_1 faktor (med Connes' approximationsegenskab).

Andre vigtige resultater, som Uffe opnåede, er hans karakterisering af nukleære C^* -algebraer (*Inventiones Mathematicae*, 1983), hans bevis for, at kvasispor på eksakte C^* -algebraer er spor (håndskrevne noter fra 1991, som blev skrevet op og publiceret 22 år senere!), hans arbejde om similaritetsproblemet for C^* -algebraer, bestemmelsen af den bedste konstant i Khinchines ulighed og beviset for Grothendiecks ulighed for bilineære former (sammen med Magdalena Musat), for blot at nævne nogle få. Uffes og Magdalena Musats arbejde med *factorizable completely positive maps* på von Neumann-algebraer, som førte til afvisningen af formodningen inden for kvante-informationsteori om, at der i den asymptotiske grænse gælder en ikke-kommutativ version af det klassiske Birkhoff-teorem, viser, hvor langt Uffes indflydelse rakte.

Uffe elskede sit fag og var glad for at undervise. Han interesserede sig dog ikke for de opgaver, som man i dag vil kalde forskningsledelse. Tilbage i 1980'erne var hans største frygt at blive valgt til institutbestyrer (en opgave, der dengang gik på

omgang). Hans kolleger forstod dog, at det ville være misbrug af hans unikke talent at pålægge ham tunge administrative opgaver. En person af Uffes kaliber kunne dog ikke helt undslå sig for at sidde i vigtige udvalg og komiteer. Han var således bl.a. chefredaktør på toptidsskriftet *Acta Mathematica* (2000-2006), medlem af Oberwolfach-komiteen (et tysk forskningsinstitut) og medlem af et ERC-panel.

Uffe var ridder af Dannebrog, medlem af det Kongelige Norske Videnskabernes Selskab. Han blev indvalgt i Videnskabernes Selskab i 1986. Han blev tildelt Samuel Friedman-prisen ved UCLA, den tyske Humboldt-pris og den danske Ole Rømer-pris. The European Science Foundation tildelte ham Latsis-prisen i 2012, og året efter indskrev han sig i en eksklusiv klub af personer, der kan kalde sig æresdoktor ved et kinesisk universitet. Uffe, som aldrig fik (eller havde brug for) en ph.d.-grad, kunne således fra det tidspunkt besmykke sig med en højere akademisk titel end cand.scient.

Uffe var inviteret foredragsholder utallige steder i verden, blandt andet som plenartaler ved den internationale matematikkongres, ICM, i Beijing i 2002. I 2010 fik han et Advanced Grant fra the European Research Council, og han tilbragte projektperioden ved Københavns Universitet. Tiden i København var præget af et stort antal ph.d.-studerende, mange postdocs og en stor videnskabelig produktion i samarbejde med de mange unge mennesker, han vejlede.

I 2015 vendte han tilbage til sit professorat ved Institut for Matematik og Datalogi ved Syddansk Universitet i Odense.

Den 5. juli 2015 omkom Uffe i en tragisk drukneulykke ved sit sommerhus i Faaborg.

Uffe var en afholdt underviser og vejleder for sine mange speciale- og ph.d.-studerende. Han vil blive savnet af sine to voksne børn, Søren og Peter, sin familie, sine venner og ikke mindst af sine utallige kolleger i Danmark og i udlandet. Han vil blive husket for sit umådeligt venlige væsen og sit magiske matematiske talent og iverigdom, som han delte gavmildt ud af.

Ære være hans minde.

1 Der henvises i øvrigt til følgende kilder: Interview med Uffe Haagerup i Dansk Matematisk Forenings medlemsblad *Matilde* af Jacob Hjelmberg (*Matilde* 12, marts 2002). Nekrolog over Uffe Haagerup bragt på hjemmesiden for Institut for Matematiske Fag: http://www.math.ku.dk/english/about/news/haagerup_obituary/ af Magdalena Musat og Mikael Rørdam. Connes, Alain; Jones, Vaughan; Musat, Magdalena; Rørdam, Mikael Uffe Haagerup—in memoriam. *Notices Amer. Math. Soc.* 63 (2016), no. 1, 48–49.