



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## **Fundamental Methods to Measure the Orbital Angular Momentum of Light**

Berkhout, G.C.G.

### **Citation**

Berkhout, G. C. G. (2011, September 20). *Fundamental Methods to Measure the Orbital Angular Momentum of Light*. *Casimir PhD Series*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/17842>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/17842>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

---

## Curriculum Vitae

Gregorius Cornelis Gerardus (Joris) Berkhout was born on 14 January 1983 in Beverwijk, The Netherlands. He attended the Augustinus College in Beverwijk from 1995 to 2001, after which he enrolled in the physics programme at Leiden University. Within this programme, he performed a research project in the Molecular Nano-Optics and Spins (MoNOS) group at Leiden University on the dynamics of single fluorescent molecules in glycerol at low temperatures, supervised by dr. Rob Zondervan and prof. dr. Michel Orrit. He further did an internship at cosine BV under supervision of dr. Stefan Kraft and prof. dr. Marco Beijersbergen, working on the development of a test bench for the adaptive optics facility of the European Southern Observatory's Very Large Telescope. In 2007 he received his master's degree in physics. During the course of his study, he was an active member of the society for physics, astronomy, mathematics and computer science students, De Leidsche Flesch, and served as the student member of the board of the Faculty of Science at Leiden University, in which capacity he was responsible for all student affairs at the faculty.

In 2007, Joris started working as a PhD student with prof. dr. Marco Beijersbergen, spending part of his time in the Quantum Optics group at Leiden University and part of his time at cosine BV. His research focussed on finding methods to measure the orbital angular momentum of light, the results of which are presented in this thesis. Part of this research was performed during a five month visit to the Optics group of prof. dr. Miles Padgett at the University of Glasgow. At cosine BV, he further worked on the design and testing of liquid crystal based programmable optical elements. Within this project he was responsible for part of the technical work as well as for the project management. During the course of his PhD, he was a member of the Casimir PhD platform and helped organize the biannual Casimir spring school. He supervised a master student, was teaching assistant for the bachelor course on electromagnetism, and organized a workshop on the design of instruments for space applications. He presented his work at several international conferences. With his contribution to the Frontiers in Optics conference in 2010 in Rochester, NY, he won the Emil Wolf outstanding student paper competition.

---

---

## List of publications

- R. Zondervan, F. Kulzer, G. C. G. Berkhout, and M. Orrit,  
*Local viscosity of supercooled glycerol near  $T_g$  probed by rotational diffusion of ensembles and single dye molecules*,  
[Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America](#) **104**, 12628 (2007).
- G. C. G. Berkhout and M. W. Beijersbergen,  
*Method for probing the orbital angular momentum of optical vortices in electromagnetic waves from astronomical objects*,  
[Physical Review Letters](#) **101**, 100801 (2008).  
(Chapter 2 of this thesis)
- G. C. G. Berkhout and M. W. Beijersbergen,  
*Using a multipoint interferometer to measure the orbital angular momentum of light in astrophysics*,  
[Journal of Optics A: Pure and Applied Optics](#) **11**, 094021 (2009).  
(Chapter 3 of this thesis)
- G. C. G. Berkhout and M. W. Beijersbergen,  
*Measuring optical vortices in a speckle pattern using a multi-pinhole interferometer*,  
[Optics Express](#) **18**, 13836 (2010).  
(Chapter 4 of this thesis)
- G. C. G. Berkhout, M. P. J. Lavery, J. Courtial, M. W. Beijersbergen, and M. J. Padgett,  
*Efficient sorting of orbital angular momentum states of light*,  
[Physical Review Letters](#) **105**, 153601 (2010).  
(Chapter 6 of this thesis)

- M. P. J. Lavery, G. C. G. Berkhout, J. Courtial, and M. J. Padgett, *Measurement of misaligned light beams carrying orbital angular momentum*, *Journal of Optics* **13**, 064006 (2011).
- G. C. G. Berkhout, M. P. J. Lavery, M. J. Padgett, and M. W. Beijersbergen, *Measuring orbital angular momentum superpositions of light by mode transformation*, *Optics Letters* **36**, 1863 (2011).  
(Chapter 7 of this thesis)
- E. J. Buis, G. C. G. Berkhout, M. J. Collon, S. Hannemann, A. K. Kirby, G. D. Love, and J. M. Taylor, *Proton irradiation of liquid crystal based adaptive optical devices*, under review for Nuclear Instruments and Methods B.
- G. C. G. Berkhout, Y. O. van Boheemen, M. P. van Exter, and M. W. Beijersbergen *Quantitative mapping of the optical vortices in a speckle pattern*, in preparation for publication.  
(Chapter 5 of this thesis)

---

## Nawoord

Met dit proefschrift sluit ik de interessante periode af die de afgelopen vier jaar voor me is geweest; een periode waarin ik niet alleen veel heb geleerd over het meten van het baanimpulsmoment van licht, maar ook een waarin ik de kans heb gekregen om mezelf op vele vlakken verder te ontwikkelen. Velen hebben bijgedragen aan deze ontwikkeling en een aantal van hen wil ik op deze plek in het bijzonder bedanken.

Allereerst wil ik mijn promotor, Marco Beijersbergen, bedanken voor de kans om te werken op het raakvlak van wetenschap en industrie en voor het mij bijbrengen van de projectmatige aanpak die zo goed bij dit type werk past.

I am very grateful to Miles Padgett for the opportunity to visit his group at the University of Glasgow and his help in finding a solution to our shared problem of measuring the orbital angular momentum of light. I would like to thank Martin Lavery for our fruitful collaboration and for making my time in Glasgow such a great one.

Ik wil Eric Eliel bedanken voor het stimuleren van de samenwerking met de Quantumoptica groep, Martin van Exter voor zijn gewaardeerde kritische blik op mijn werk en Yorick van Boheemen, zonder wiens inspanningen hoofdstuk 5 niet zo mooi zou zijn geworden als het nu is. Mijn tijd in de Quantumoptica groep zou niet zo aangenaam geweest zijn zonder alle collega's en in het bijzonder medepromovendi Eduard Driessen, Wouter Peeters, Bart-Jan Pors, Ljubisa Babic, Henrique di Lorenzo Pires, Philip Chimento en Frerik van Beijnum. Ik ben Arno van Amersfoort dankbaar voor de ondersteuning op technisch gebied en Henriëtte van Leeuwen voor de administratieve hulp.

Ik ben alle collega's en oud-collega's bij cosine buitengewoon dankbaar voor de mogelijkheid om te leren van de diversiteit in hun achtergronden en de projecten waar ze aan werken. In het bijzonder wil ik Max Collon bedanken voor zijn vertrouwen in mijn kwaliteiten als projectmanager en de mogelijkheid deze onder zijn hoede verder te ontwikkelen. Giuseppe Vacanti wil ik bedanken voor zijn nimmer aflatende enthousiasme over mijn werk en Ernst-Jan Buis voor de samenwerking op wetenschappelijk gebied, maar vooral voor zijn zo gewaardeerde andere kijk op zaken.

Bas, Marten, Pascal, Dave en Wouter, bedankt voor de afleiding op donderdagavond, die soms hard nodig, maar altijd welkom was. Martijn en Michiel ben ik dankbaar voor de vele gesprekken over werk, over privé en natuurlijk over ideeën om een eigen bedrijf

te beginnen, hetgeen we in de toekomst hopelijk nog eens een gaan doen.

Mijn paranimfen, Maaïke en Richard, wil ik bedanken voor de steun die ze, ieder op hun eigen manier, de afgelopen vier jaar voor me zijn geweest, tot en met de verdediging van dit proefschrift aan toe.

En tot slot wil ik mijn ouders bedanken, die me hebben geleerd hoe belangrijk het is om jezelf te ontwikkelen, hetgeen, onder andere, heeft geresulteerd in de totstandkoming van dit proefschrift.