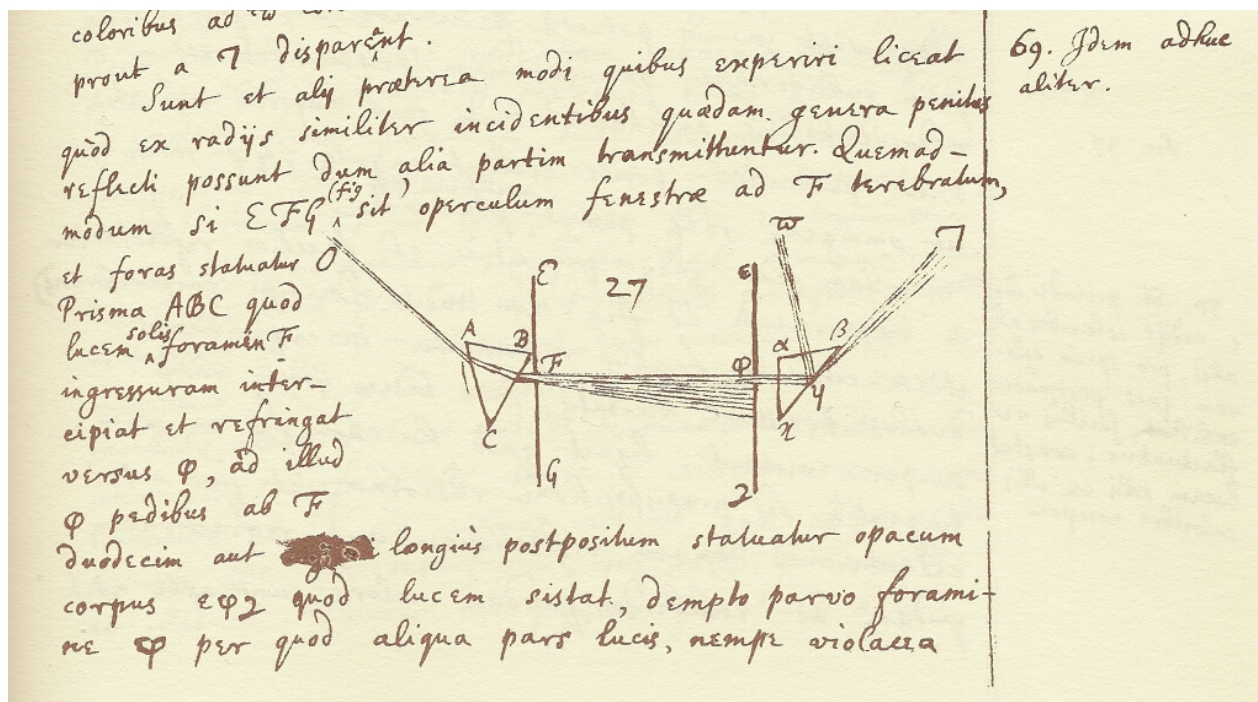


Eine Auseinandersetzung mit dem Briefwechsel zwischen Isaac Newton und Anthony Lucas



Verfasserin: Hannah Riniker

Taurogener Strasse 42

10589 Berlin

Tel: 030 285 023 84

hannahriniker@hotmail.com

Matrikelnummer: 527323

Studiengang: Master

Abgabetermin: 17.4.2009

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Einführender Überblick	4
2.1 Die Korrespondenz zwischen Newton und Lucas 1677-1678	4
2.2 Die Einschätzung Lucas in der Literatur	6
3. Analyse der Korrespondenz	7
3.1 Das Grundexperiment und das Experimentum Crucis	7
3.2 Lucas Syllogismus	11
3.3 Reicht ein Gegenbeispiel um Newtons Theorie zu widerlegen?	16
3.4 Lucas Experimente	18
3.4.1 Die Experimente im Einzelnen	18
3.4.2 Newtons Erwiderung	21
3.5 Eine weitere Bemerkung zu Lucas	23
4. Abschließende Einschätzung	24
4.1 Lucas philosophischen Überlegungen	24
4.2 Lucas als Experimentator	25
4.3 Fazit	26
5. Anhang	29
5.1 Primärliteratur	29
5.2 Sekundärliteratur	29
5.3 Abbildungsverzeichnis	30

1. Einleitung

In der folgenden Arbeit setzte ich mich mit dem Disput zwischen Isaac Newton (1643-1727) und Anthony Lucas (1633-1693) über Newtons neue Theorie der verschiedenen Brechbarkeit von Lichtstrahlen auseinander. Dazu sehe ich mir den Briefwechsel zwischen den beiden an. Besonders interessiert mich die Frage, wie man Lucas Überlegungen bewerten kann, denn in der Literatur wird Lucas meistens mit den anderen Jesuiten aus Liège in einen Topf geworfen und seine Überlegungen gelten als unwissenschaftlich.

Dass sich Newtons Theorie in der Naturwissenschaft durchgesetzt hat, ist unbestritten. Insofern kann man sagen, dass Newton zumindest im Nachhinein Recht bekommen hat. Doch scheint diese Bewertung, aus der heutigen Zeit heraus, zu einfach zu sein. Ich möchte wissen, ob seine Argumente denjenigen von Lucas tatsächlich haushoch überlegen waren sowie ob und wenn ja inwieweit Lucas Kritik gerechtfertigt war.

Ich werde die Arbeit folgendermaßen strukturieren. In einem ersten kurzen Überblickskapitel sage ich zur Einführung ein paar Dinge zu dem Briefwechsel im Allgemeinen. Ich werde ihn zuerst in seinen historischen Kontext einbetten und verschiedene Auffälligkeiten der Korrespondenz aufzeigen. Diese führen zu den einzelnen Fragestellungen, die ich im Hauptteil meiner Arbeit untersuche.

Des Weiteren gebe ich einen kurzen Überblick über die verfügbare Literatur bezüglich des Newton-Lucas-Briefwechsels und skizziere, wie Lucas in der Forschung bisher eingeschätzt worden ist.

Im Hauptteil meiner Arbeit untersuche ich diejenigen Aspekte genauer, die mir für die Klärung meiner Grundfrage besonders fruchtbar erscheinen. Gerade die Uneinigkeiten und Missverständnisse zwischen Newton und Lucas scheinen sich hier besonders anzubieten. So will ich bei diesen Punkten herausfinden, wie weit man Lucas Argumentation folgen kann, ohne sich in Widersprüche zu verwickeln. Ich werde mir auch die Experimente ansehen, die Lucas durchgeführt hat. Dabei stelle ich mir die Frage, wie gut sie konzipiert sind und ob Newton für alle eine befriedigende Erwiderung liefern konnte.

Nach dieser Untersuchung werde ich meine Ergebnisse in einer abschließenden Einschätzung zusammenfassen und ein Fazit ziehen.

2. Einführender Überblick

2.1 Die Korrespondenz zwischen Newton und Lucas 1677-1678

1672 veröffentlichte Newton einen Brief¹ an die Royal Society, in welchem er seine neue Theorie des Lichts vorstellte. Statt einer der gängigen Modifikationstheorien des Lichts vertrat er die Ansicht, dass sich weißes Licht aus verschiedenen Lichtstrahlen zusammensetzt, welche eine unterschiedliche Refrangibilität aufweisen. Dafür lieferte er einen seiner Meinung nach eindeutigen Beweis: das Experimentum Crucis. Von diesem Experiment ausgehend machte er noch weitere Annahmen über die Natur des Lichts, unter anderem diejenige, dass die verschieden brechbaren Lichtstrahlen auch unterschiedlich farbig seien. Also dass sich weißes Licht aus farbigen Lichtstrahlen zusammensetzt.

Newton erhielt auf diesen Brief vielfältige Reaktionen. Unter den Kritikern befand sich auch Franciscus Linus ein Jesuitenpater aus Liège. Er war der Meinung, dass noch nicht einmal das Grundexperiment² – das zum Experimentum Crucis hinführt – die Resultate zeige, welche Newton berichtet.³ Er unterstellte Newton somit, dass sein Experiment überhaupt nicht reproduzierbar sei. Als Linus 1675 starb, wurde der Briefwechsel zuerst von dessen Schüler John Gascoines und schließlich von Anthony Lucas weitergeführt.

Der Briefwechsel zwischen Lucas und Newton⁴ zog sich über einen Zeitraum von fast zwei Jahren (Mai 1676 – März 1678) und verlief – bis zu dessen Tod 1677 – über Henry Oldenburg, den Sekretär der Royal Society. Er umfasst vier Briefe von Lucas an Newton, wobei aber nur der erste veröffentlicht wurde. Der zweite und der vierte sind inhaltlich sehr ähnlich, denn Newtons Exemplar des zweiten Briefs verbrannte 1677, so dass Lucas ihn etwa ein Jahr später neu verfassen musste. Möglich ist, dass Newton plante, den Briefwechsel mit anderen Briefen

¹ I. Newton: A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; Containing His New Theory about Light and Colors, Febr. 19. 1671/72, in: Philosophical Transactions 1671, 6, S. 3075-3087.

² In einen verdunkelten Raum fällt ein dünner Lichtstrahl, welcher durch ein Prisma geschickt und auf einem Auffangschirm abgebildet wird. Das sichtbare farbige Bild (Spektrum) ist dabei etwa fünfmal so lang wie breit.

³ Vgl. Linus to Oldenburg, 26.09.1674, in: H.W. Turnbull (Hg.): The Correspondence of Isaac Newton, Bd. 1, Cambridge 1959, S. 317-319 und Linus to Oldenburg, 15.02.1675, ebd. S. 334-336.

⁴ Die gesamte Korrespondenz ist zu finden in: H. W. Turnbull (Hg.): The Correspondence of Isaac Newton, Bd. 2, Cambridge 1960. Alle Angaben zum Briefwechsel beziehen sich auf diese Ausgabe.

über dieses Thema zu veröffentlichen.⁵ Des Weiteren existiert eine kurze Mitteilung an Newton, wo Lucas Newton sagt, wie er an Kopien der Briefe kommt und zwei Fragen Newtons beantwortet. Von Newton stammen drei Briefe, eine Notiz an Oldenburg, mit der Bitte, ihm einen Bericht von einem Experiment der Royal Society zu senden, sowie ein persönlicher Brief an Lucas.

Den letzten Brief, den Lucas an Newton geschrieben hat, wollte dieser nicht mehr empfangen und somit war der Briefwechsel abrupt beendet. Vom Inhalt desselben ist heute leider nichts mehr bekannt.⁶

Zum Inhalt des Briefwechsels lässt sich grundsätzlich Folgendes sagen: Lucas Anliegen ist es primär, dem Experimentum Crucis seinen Status als ein eben solches abzusprechen und ihm die Rolle eines Experiments unter anderen Experimenten zuzuweisen. Er bestreitet also nicht eigentlich den Ausgang, sondern Newtons Folgerungen aus dem Experiment. Gegen Newtons Theorie wendet er sich aber nicht primär über die theoretische Kritik am Experimentum Crucis, sondern durch zahlreiche eigene Experimente, welche zeigen sollen, dass Newtons Theorie viele Farbphänomene nicht erklären kann und somit nicht stimmt. Newton hingegen sieht zunächst keinen Grund sich mit Lucas Experimenten auseinanderzusetzen, da er der Meinung ist, dass die Theorie ausschließlich dadurch anzugreifen ist, indem man Fehler des Experimentum Crucis aufzeigt. Viel wichtiger ist ihm, mit Lucas in Ausführung und Ausgang des Experiments völlig übereinzustimmen.

Eine besondere Auffälligkeit ist der Tonfall, in welchem die Briefe verfasst sind. Während die ersten Briefe, noch in einer höflichen oder zumindest korrekten Art und Weise geschrieben worden sind, verschärft sich der Ton zunehmend. Doch schon in seinem ersten Brief, lässt sich Newtons Mahnung, dass Lucas exakt messen soll,⁷ insofern als voreingenommene Aussage deuten, als dass er deutlich macht, wie wenig er den Experimentierfähigkeiten der Jesuiten aus Liège zutraut. Lucas reagiert darauf in seinem nächsten Brief nicht, aber er ignoriert auch Newtons Bitte, ihm seine genauen Angaben zu den Experimenten zu schicken. Auf Aussagen, wie jene aus Newtons zweitem Brief, dass Lucas nicht „von

⁵ Vgl. dazu R. S. Westfall: Newton Defends His First Publication. The Newton-Lucas Correspondence, in: Isis 1966, 57, 3, S. 299-314, hier: S. 311.

⁶ Vgl. S. A. Gruner: Defending Father Lucas. A Consideration of the Newton-Lucas Dispute on the Nature of the Spectrum, in: Centaurus 1973, 17, 4, S.315-329, hier: S. 323.

⁷ Newton to Oldenburg, 18.08.1676, S. 76-81, hier: S. 80.

einem Thema zum nächsten springen soll⁸, reagiert dieser gekränkt. In seinem darauf folgenden Brief an Oldenburg schreibt er ironisch:

And what I most admire, Mr Newton to justify his delay in returning an answer to my experiments against his Theory, is pleased to quarrell his *Experimentum Crucis* [...] representing it a *jostling out of the point in dispute by a new attempted digression*.⁹

Newtons letzter Brief ist durchaus von einer gewissen Respektlosigkeit geprägt. In einen kalten Tonfall macht er alle Experimente von Lucas nieder. Und in einem privaten Brief an Lucas schreibt er:

But how know you yt I did not think them [gemeint sind Lucas Experimente] too weak to require an answer & only to gratify your importunity [complied] to answer one or two of ye best?¹⁰

Westfall spricht in Bezug auf Newtons letzten Brief an Lucas von einem „kompletten Verlust der Kontrolle“ und einem „Zusammenbruch“¹¹. Darüber, ob Newton zu dieser Zeit tatsächlich einen Zusammenbruch hatte, möchte ich hier aber nicht weiter spekulieren.

2.2 Die Einschätzung Lucas in der Literatur

Anthony Lucas wird in der verfügbaren Literatur sehr unterschiedlich beurteilt. Die eine Extremposition wird sehr deutlich von Westfall vertreten. In seinem Artikel von 1966 schreibt er, dass es Lucas wohl nicht eigentlich um eine wissenschaftliche Auseinandersetzung ging. Weiter kommt er zu dem Schluss: „Nevertheless, a close scrutiny of Lucas' letters simply cannot sustain a high regard for his scientific ability.“¹² Zu einem ähnlichen Ergebnis war 1927 bereits Rosenfeld¹³ gekommen. Als Reaktion auf Westfalls Artikel veröffentlichte Gruner sieben Jahre später einen Text in welchem er Lucas völlig anders einschätzt. Er diskutiert Lucas Experimente und Newtons Antworten darauf ernsthaft und

⁸ Vgl. Newton to Oldenburg, 28.11.1676, S. 183-186, hier: S. 183.

⁹ Lucas to Oldenburg, 23.01.1677, S. 189-192, hier: S. 189.

¹⁰ Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 262f, hier: S. 263.

¹¹ Westfall: Newton Defends, S. 314.

¹² Ebd. S. 306.

¹³ „On peut voir que Lucas, malgré sa bonne volonté, n'était pas un véritable expérimentateur.“ L. Rosenfeld : La Théorie des Couleurs de Newton et ses Adversaires, in : Isis 1927, 9, 1, S. 44-65, hier : S. 49.

schließt, dass Lucas „was badly treated in his day. He has been badly treated since.“¹⁴

Auffällig ist, dass diejenigen, welche Lucas verteidigen wollen, ihn als Einzelperson und nicht als Teil der Lièger Gruppe betrachten,¹⁵ während diejenigen, welche seine wissenschaftlichen Fähigkeiten als gering einschätzen, ihn meist im Zusammenhang mit Linus und Gascoines erwähnen.¹⁶ Schaffer bildet hier insofern eine Ausnahme, als das er nicht nur Lucas, sondern auch Linus ein wissenschaftliches Vorgehen nicht grundsätzlich abspricht.¹⁷ Auf diese Weise kann er seine konstruktivistische These stützen, dass Newtons Experimente erst reproduzierbar waren, als sich das von ihm verwendete Prismenglas und seine Methode, diese Prismen zu gebrauchen, durchgesetzt hatten.¹⁸

3. Analyse der Korrespondenz

3.1 Das Grundexperiment und das Experimentum Crucis

Newtons Grundexperiment nimmt im Briefwechsel eine wichtige Rolle ein. Lucas beginnt den ersten Brief gleich mit der Bestätigung, dass man in Liège das Experiment erfolgreich habe wiederholen können. Er beschreibt seine genaue Versuchsanordnung und bestätigt Newton, dass auch bei ihm die Länge immer länger als die Breite gewesen sei. Er versucht zwar die experimentelle Ehre von Linus zu retten, indem er sagt, dass dieser seine Experimente immer nur durchgeführt habe, wenn der Himmel bewölkt gewesen sei und er deshalb immer die falschen Resultate erhalten habe, aber alles in allem teilt er Newtons Erfahrungen. Ich denke, Lucas will mit dieser Beschreibug des Experiments eine gemeinsame Grundlage schaffen. Nach dem langen Streit mit Linus und Gascoines, der durch die Wiederholung des Experiments vor der Royal Society entschieden ist¹⁹, will er sich wohl auch selber als ernst zu nehmenden Experi-

¹⁴ Ebd. S. 328.

¹⁵ Vgl. ebd. S. 315; J. Wickert: Isaac Newton. Ansichten eines universalen Geistes, München 1983, S. 70.

¹⁶ Vgl. Westfall: Newton Defends, S. 299; Rosenfeld: La Théorie, S. 47; A. E. Shapiro: The Gradual Acceptance of Newton's Theory of Light and Colour, 1672-1727, in: Perspectives on Science 1996, 4, 1, S. 59-140, hier: S. 77f;

¹⁷ S. Schaffer: Glass Works. Newton's Prisms and the Uses of Experiment, in: David Gooding/Trevor Pinch/Simon Schaffer (Hg.): The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences, Cambridge 1989, S. 67-104, hier: S. 85.

¹⁸ Ebd. S. 69.

¹⁹ Vgl. Lucas to Oldenburg, 17.05.1676, S. 8-12, hier: S. 12.

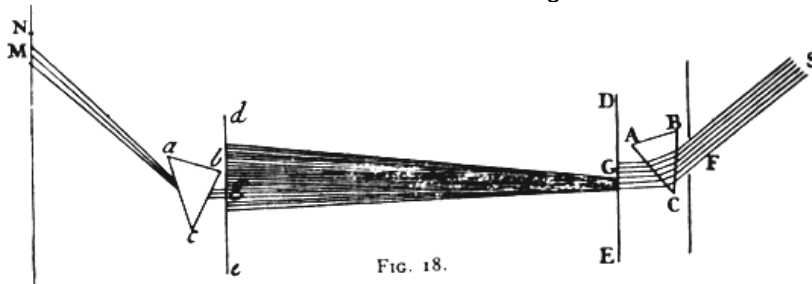
mentator ausweisen. Seine Intention ist es also nicht, das Experiment und seinen Ausgang anzugreifen, sondern primär die Folgerungen, welche Newton daraus und vor allem aus dem Experimentum Crucis²⁰ zieht.

Trotzdem erwähnt Lucas eine Differenz zu den newtonschen Ergebnissen: Bei ihm ist die Länge des Spektrums nur drei bis dreieinhalb mal so lang wie die Breite, bei Newton ist sie fünf mal so lang.

Diese Differenz ist für Newton unheimlich wichtig. In seinem ersten Brief geht er auf Lucas' Experimente gar nicht ein und verweist ihn auf das Experimentum Crucis. Bei Weitem der größte Teil des Briefes ist der Frage gewidmet, weshalb Lucas Spektrum nur dreimal so lang wie breit ist. Als mögliche Gründe gibt Newton an, dass die Prismen konkav oder der Prismenwinkel zu klein seien – und dies, obwohl Lucas explizit geschrieben hat, dass sein Prismenwinkel 60 Grad betragen habe. Newton scheint den experimentellen Fähigkeiten der Lièger Jesuiten also offensichtlich überhaupt nicht mehr zu trauen.

Es stellt sich die Frage, weshalb Newton so viel Aufwand betreibt, dieselben Messergebnisse wie Lucas zu erhalten. Zum einen ist es natürlich eine plausible Vorgehensweise, dass man sich zuerst über das Experiment einig ist und danach darüber diskutiert, was nun genau daraus geschlossen werden kann. Zum anderen sieht Newton aber wohl auch seinen Ruf als exakten Experimentator

²⁰ Das Experimentum Crucis ist folgendermaßen aufgebaut: In einen verdunkelten Raum fällt durch ein Loch in einem Fensterladen ein Lichtstrahl. Dieser wird durch ein Prisma geschickt, hinter welchem direkt ein Holzbrett mit einem Loch aufgebaut ist. Nach 12 Fuß (\triangleq 3,9m) Entfernung trifft der Strahl auf ein zweites Holzbrett mit einem Loch, hinter welchem sich ein zweites Prisma befindet. Weiter hinten im Raum befindet sich ein Auffangschirm. Newton kann so zeigen, dass ein Lichtstrahl, welcher durch das erste Prisma in einem gewissen Winkel abgelenkt wurde, durch das zweite Prisma wieder im demselben Winkel abgelenkt wird. Dieses Phänomen lässt sich also völlig ohne Farben beschreiben, auch wenn der Lichtstrahl, der durch das zweite Holzbrett fällt, aus demselben Teil des farbigen Spektrums stammt, der sich dann auch – in Form eines farbigen Punktes – auf dem Auffangschirm zeigt.



Diese Abbildung aus dem 1704 erschienenen Werk „Opticks“ illustriert das Experimentum Crucis, auch wenn Newton es dort nicht mehr so nennt. Der Sonnenstrahl kommt von rechts und der Auffangschirm befindet sich ganz links. Abbildung aus: Isaac Newton: Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light, based on the 4. ed. London 1730, New York 1952, S. 47.

gefährdet, wenn jemand einen Brief veröffentlicht, in dem dieser andere Resultate, als die von ihm genannten, beschreibt.

On this my theory depends, & which is of more consequence, ye credit of my being wary, accurate and faithfull in the reports I have made or shall make of experiments in any subject, seeing yt a trip in any one will bring all ye rest into question.²¹

Wenn man davon ausgeht, dass Newton den Briefwechsel tatsächlich veröffentlichen wollte, ist es nachvollziehbar, dass er eine solche Differenz nicht einfach abtun kann.

Für Lucas hingegen spielt der Unterschied kaum eine Rolle. Für ihn ist nur wichtig, dass die Länge deutlich länger als die Breite ist. Seine Argumentation, welche zum Ziel hat, die Folgerungen, welche Newton aus dem Experimentum Crucis zieht, als voreilig abzutun, ist davon in keiner Weise berührt. Ebenso wenig verlieren seine eigenen Experimente an Gewicht. Er selber drückt sich folgendermaßen aus:

I hold it improper, not to say preposterous, to spend time on precise length of the spectrum by severall prismes, before the fundamental point be agreed on, namely the different refrangibility of rayes differently coloured.²²

Dies scheint selbst eine groteske Aussage zu sein, dass man sich zuerst auf die Theorie festlegen soll, bevor man sich auf die gleichen experimentellen Ergebnisse einigt, aber ich denke, dass man diese Aussage in dem oben beschriebenen Sinn lesen sollte. Nämlich dass die Frage, ob die Länge des Spektrums drei oder fünf mal so lang wie die Breite ist, für Lucas Argumentation keine Rolle spielt. Und in diesem Punkt, gebe ich ihm durchaus Recht.

Es lässt sich also feststellen, dass Lucas und Newton in gewisser Weise aneinander vorbeigeredet haben. Abgesehen von dem Absatz in Newtons erstem Brief bezüglich des Experimentum Crucis, geht er erst im letzten Brief auf Lucas' Argumente ein. Lucas hingegen ignorierte weitgehend Newtons Bedürfnis, über den genauen Ausgang seiner Wiederholung der Experimente Newtons zu reden. In seinem dritten Brief findet sich ein Abschnitt²³, wo er mögliche Ursachen dafür aufzählt, weshalb er andere Ergebnisse als Newton erhalten hat. Diese Erklä-

²¹ Newton to Oldenburg, 28.22.1676, S. 183-185, hier: S. 184.

²² Lucas to Oldenburg, 13.10.1676, S. 104-108, hier: S.108.

²³ Lucas to Oldenburg, 23.01.1677, S. 189-192, hier: S. 191.

rungen tut Newton in seinem letzten Brief als unsinnig ab. Abgesehen davon existiert noch eine kleine Notiz vom März 1678, wo er Newton noch einmal versichert, mit einem Prisma zu arbeiten, dass einen Winkel zwischen 59 und 60 Grad aufweist.²⁴

Die Art und Weise wie Lucas in seinen Briefen mit der Frage umgeht, wie lang das von ihm gemessene Spektrum ist, hat wohl viele Autoren dazu bewogen, ihn als unwissenschaftlich abzustempeln. Kann bei der Ausdrucksweise von Lucas doch leicht der Eindruck entstehen, als könnte er die Größenordnung der Abweichung und ihre Tragweite nicht richtig erfassen. Dass er dies durchaus tut, zeigt sich, wenn er andeutet, dass durch die Kenntnis des exakten Verhältnisses, Teleskope durchaus verbessert werden könnten, wenn Newtons Theorie stimmt.²⁵

Da Lucas selber aber davon ausgeht, dass sich im Experimentum Crucis ausschließlich ein Sonderphänomen zeigt, welches nicht die eigentliche Natur des Lichts aufdeckt, glaubt er auch nicht, dass das genaue Wissen über das Verhältnis irgendeinen weitergehenden Nutzen mit sich bringt.

Weiter muss man berücksichtigen, dass es nicht in seinem Interesse liegt, zu etablieren, dass das gemessene Spektrum nur dreimal so lang ist. Sein wissenschaftliches Interesse liegt schlicht und ergreifend an anderer Stelle.

Aus heutiger Sicht kann man sagen, dass es gut möglich ist, dass Lucas mit einem Prisma gearbeitet hat, das einen Winkel von 60 Grad aufwies und trotzdem nur die dreifache Länge wie Breite erhalten hat, denn die Brechungsstärke kann von Glas zu Glas variieren. Westfall schreibt dazu:

It is, of course, possible that the men in Liège used a glass with a lower dispersive power. There is absolutely no solid evidence to demonstrate that they did, however. Newton had any reason to suspect their precision.²⁶

Um beurteilen zu können, ob Lucas richtig (also Newtons Angaben entsprechend) und exakt gearbeitet und gemessen hat und schlichtweg ein Prisma mit geringerer Brechungsstärke verwendete, muss man seine experimentellen Fähigkeiten einschätzen. Ich werde dieser Frage im Kapitel über die von Lucas kreierten eigenen Experimente noch genauer nachgehen.

²⁴ Lucas to Newton, 04.03.1678, S. 251-252, hier: S. 252.

²⁵ Vgl. Lucas to Oldenburg, 23.01.1677, S. 189-192, hier: S. 190.

²⁶ Westfall: Newton Defends, S. 309.

Fest steht allerdings, dass Newton diesen nicht sonderlich vertraut hat. Einige Wissenschaftler gehen – anders als Westfall – davon aus, dass er, wenn er nicht grundsätzlich an Lucas Experimentierfähigkeiten gezweifelt hätte, möglicherweise entdeckt hätte, wie man Farbabweichungen bei einem Teleskop korrigieren kann.²⁷

In seinem zweiten Brief beschreibt Lucas, wie er das Experimentum Crucis wiederholt hat.²⁸ Seine Ergebnisse zeigen, dass die Strahlen, die durch das erste Prisma am weitesten abgelenkt wurden auch nach dem zweiten Prisma die stärkste Ablenkung erfuhren. Insofern kann man mit Newton sagen, dass er das Experimentum Crucis erfolgreich durchgeführt hat. Jedoch zieht Lucas nicht dieselben Schlüsse daraus wie Newton, da sich auch in den am weitesten abgelenkten Strahlen nach der zweiten Brechung noch rote Anteile finden lassen. Ich werde auf dieses Problem noch einmal zu sprechen kommen, wenn ich in Kapitel 3.4 über Lucas' Experimente reden werde. Sein Syllogismus und seine Erklärungen dazu machen aber auf jeden Fall deutlich, dass er das Experiment und seinen Ausgang durchaus als Gegebenheit betrachtet: „Wherefore, as to Mr Newtons accuratenesse in measuring the mentioned lengths, I do not at all question it.“²⁹

3.2 Lucas Syllogismus

Um zu zeigen, dass Newtons Experimentum Crucis alleine für sich stehend kein deduktiver Beweis für dessen Theorie ist, führt Lucas in zwei Briefen einen Syllogismus an, der dies verdeutlichen soll.³⁰ Er versucht also, Newtons Schluss auf folgenden Syllogismus zu reduzieren:

- P1: *Lichtstrahlen verschiedener Farben (S) werden bei gleichem Einfallswinkel unterschiedlich gebrochen (M). (→ Experimentum Crucis)*
- P2: Diese *ungleiche Brechung (M)* impliziert notwendig, dass Lichtstrahlen verschiedener Farben eine *unterschiedliche Refrangibilität (P)* aufweisen.
- K: *Lichtstrahlen verschiedener Farben (S) haben eine unterschiedliche Refrangibilität (P).*

²⁷ Wickert: Isaac Newton, S. 70.

²⁸ Lucas to Oldenburg, 18.11.1676, S. 104-108, hier: S. 105f.

²⁹ Lucas to Oldenburg, 23.01.1677, S. 189-192, hier: S. 191.

³⁰ Lucas to Oldenburg, 13.10.1676, S. 104-108, hier: S. 104 und Lucas to Hooke, ?.02.1678, S. 246-251, hier: S. 247.

Durch das Vertauschen von P1 und P2 erhält man einen klassischen Barbara-Syllogismus.³¹ P1 wurde durch das Experimentum Crucis gezeigt und bezieht sich somit auf einen Einzelfall. Da Lucas den Ausgang des Experiments nicht anzweifelt, zweifelt er auch nicht an P1. Es ist nun also seine Aufgabe P2 anzugreifen, was er auf zwei Wegen versucht:

Zum einen sagt er, dass P2 nicht aus sich selbst heraus notwendig ist. Dies ist einleuchtend, da naturwissenschaftliche Tatsachen keine logische Notwendigkeit besitzen, da sie auch anders sein könnten. So wären immer mögliche Welten vorstellbar, in denen das Gegenteil der Fall ist und deshalb können Erfahrungstatsachen keine logische Notwendigkeit besitzen. Zum anderen sagt Lucas aber weiter, dass P2 auch nicht aus dem Experimentum Crucis hervorgeht. So impliziert eine ungleichmäßige Brechung eines Lichtstrahls in einem Fall nicht notwendig, dass Licht grundsätzlich aus Strahlen unterschiedlicher Refrangibilität besteht. Um dies zu verdeutlichen, führt Lucas eine Unterscheidung zwischen intrinsischer Refrangibilität und extrinsischer Refrangibilität ein. Erstere wäre dabei das, was Newton unter Refrangibilität versteht, nämlich, dass verschiedenfarbige Lichtstrahlen auch eine verschiedenartige Natur aufweisen, da sie unterschiedlich gebrochen werden. Mit extrinsischer Refrangibilität bezeichnet Lucas zufällige, äußere Gründe, welche für die unterschiedliche Brechung am Prisma im Falle des Experimentum Crucis verantwortlich sind. Dies könnte z.B. die Natur des Glases oder die Form des Prismas sein.

Dieser Gedanken scheint theoretisch durchaus einleuchtend, denn so ist es wohl unmöglich, alle Alternativursachen (also Lucas' extrinsische Gründe, die ich oben beschrieben habe) mit Sicherheit ausschalten zu können. Ebenso verhält es sich mit hemmenden Faktoren, welche einen eigentlichen Ausgang eines Experiments verhindern oder verändern können. So könnte irgendein Faktor in der Versuchsanordnung dafür verantwortlich sein, dass das Licht sich nicht seiner Natur entsprechend verhalten hat. Solche Überlegungen zeigen die Probleme auf, welche das Beweisverfahren eines Experimentum Crucis mit sich bringt.

³¹ Alle M sind P. Hierbei steht M für Mittelbegriff, P für Prädikatbegriff und S für
Alle S sind M. Subjektbegriff.

Alle S sind P.

Für Lucas hat es sich wohl aufgedrängt, diesen Syllogismus zu konstruieren, da Newton ja davon ausgeht, mit seinem Experimentum Crucis einen demonstrativen Beweis für die verschiedene Refrangibilität unterschiedlicher Lichtstrahlen zu haben. So hat er Lucas ja schon in seinem ersten Brief geschrieben: „For if any of those [Newtons Experimente] be demonstrative, they will need no assistants nor leave room for further disputing about what they demonstrate.“³² Für Lucas ist es also schon nur aus dem Grund wichtig, zu zeigen, dass das Experimentum Crucis kein demonstrativer Beweis ist, damit sich Newton mit seinen Experimenten auseinandersetzt.

Wenn man das ehrgeizige Projekt verfolgt, ein Experiment und die Folgerungen daraus in einen Syllogismus zu verpacken, stellt sich natürlich sofort die Frage, ob die Rekonstruktion gelungen ist. In diesem Fall ist schon nur die Wahl des Barbara-Syllogismus nicht unproblematisch. Natürlich muss er unter den Syllogismen diesen wählen, damit er eine All-Aussage in der Konklusion erhält, dies zwingt ihn aber auch in den Prämissen nur All-Aussagen zu verwenden. Gerade bei Experimenten scheint es intuitiv richtiger zu sein, mit Existenzaussagen zu operieren. Es ist insofern unfair, Lucas diesen Vorwurf zu machen, als das es damals die Quantorenlogik noch nicht gab und Lucas wahrscheinlich nur die aristotelischen Syllogismen bekannt waren. Will er auf logischem Weg gegen Newton argumentieren, bleibt ihm wohl nur diese Möglichkeit. Es stellt sich aber die Frage, ob Lucas seinen Syllogismus als adäquate Rekonstruktion von Newtons Überlegungen betrachtet oder ob ihm die Probleme bewusst sind. Auf jeden Fall schreibt er über den Syllogismus: „This Syllogisme (the onely demonstrative proof Mr Newton can pretend to, from the *experimentum crucis*)“³³ ist. Newton sind die Probleme wohl bewusst, auch wenn es vielleicht eher das intuitive Gefühl ist, dass das naturwissenschaftliche Denken eines Experimentators nicht gut mit den logischen Mitteln eines Philosophen adäquat auszudrücken sei. In einem Brief an Oldenburg klagt er: „I see I have made my self a slave to Philosophy“³⁴ Doch nicht nur formal kann man Lucas Konstruktion bemängeln. Inhaltlich ist der Syllogismus durchaus auch unzulänglich. Dies hat Newton festgestellt und in seinem letzten Brief begründet. Er greift Lucas Syllogismus von zwei Seiten her

³² Newton to Oldenburg, 18.08.1676, S. 76-81, hier: S. 79

³³ Lucas to Oldenburg, 13.10.1676, S. 104-108, hier: S. 104.

³⁴ Newton to Oldenburg, 18.11.1676, S. 182f, hier: S. 182f.

an: Zum einen sagt er, dass die gesamte Rekonstruktion missglückt ist und inhaltlich nicht das einfängt, was Newton mit dem Experimentum Crucis bewiesen hat. Zum anderen meint er, dass selbst wenn man den Syllogismus als Ganzes akzeptieren würde, Lucas' Widerlegung von P2 ebenfalls äußerst problematisch wäre. Dabei ist ein wichtiger Punkt, dass er sich mit Lucas' Unterscheidung von extrinsischer und intrinsischer Refrangibilität nicht abfinden kann. Sie macht für ihn keinen Sinn, da es in jedem Fall von Brechung ein Medium gibt, an dem der Lichtstrahl gebrochen wird (also etwas extrinsisches), und die Natur des Lichtstrahls, welche die Brechung impliziert (etwas intrinsisches).³⁵ Das, was Lucas extrinsische Refrangibilität nennt, beschreibt Newton als „Differenz der extrinsischen Gründe“³⁶. Und hier muss Newton natürlich wieder heftig protestieren, da er erneut seine Ehre als Experimentator angegriffen sieht. Gerade wenn man sich seinen öffentlichen Brief aus dem Jahr 1672 ansieht, wo er das Experimentum Crucis eingeführt hat, wird klar, wie viel Mühe er darauf verwendet hat, solche Differenzen der äußeren Faktoren im Grundexperiment auszuschalten. So hat er z.B. verschieden dickes Glas ausprobiert, die Lochgröße im Fensterladen variiert, auf Prismenunebenheiten geachtet und ausgeschlossen, dass die Lichtstrahlen gekrümmt verlaufen.³⁷

Er ist also durchaus der Meinung, dass er die Homogenitätsbedingungen erfüllt hat und alle relevanten Faktoren so weit definiert sind, dass das Experiment reproduzierbar ist. Dies sind aber natürlich nur Vorsichtsmassnahmen und von einem theoretischen Standpunkt aus, wie ihn Lucas vertritt, kann man natürlich immer argumentieren, dass man nie wissen kann, ob man alle Faktoren im Griff hat.

Das Experimentum Crucis betreffend schreibt Newton:

All things remained ye same in both cases but ye rays, & therefore there was nothing but ye difference of their Nature to caus ye difference of their refraction. For this difference of their refraction must proceed from a difference in something on wch ye refraction depends & consequently on a difference in ye internal cause, ye experimt being so contrived yt there should be none in the external. To attribute this variation of refraction to ye specific nature of Glass, ye Prismal figure

³⁵ Vgl. Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 254-260, hier: S. 256.

³⁶ Ebd.

³⁷ Newton: New Theory, S. 3076 und S. 3078.

or ye like external causes, is to tell me yt *an effect may be varied by unvaried causes*: than wch nothing can be more absurd.³⁸

Dieses Argument Newtons ist durchaus einleuchtend. Denn auch wenn man nie sicher sein kann, dass man alle Faktoren kennt und im Griff hat, kann man doch davon ausgehen, dass in einem Durchgang eines Experimentes (sei es das Grundexperiment oder das Experimentum Crucis) alle Lichtstrahlen aus einem Lichtbündel auf dieselben äußeren Bedingungen treffen. Und sind alle extrinsischen Bedingungen dieselben, muss es tatsächlich mit der Natur des Lichtes zusammenhängen, wenn sich verschiedene Strahlen unterschiedlich verhalten. Doch nun zu Newtons genereller Kritik an Lucas Syllogismus. Es ist wohl der größte Fehler, den Lucas bei seiner Rekonstruktion begangen hat, dass er von Farben spricht. So ist es ja gerade der Clou am Experimentum Crucis, dass es sich völlig ohne Farben und somit ausschließlich geometrisch beschreiben lässt. So kann Newton auf die immer subjektive Beschreibung von Farbwahrnehmungen völlig verzichten. Und auch seine Folgerung aus dem Experiment beschränkt sich auf die Aussage, dass Licht aus Strahlen besteht, die unterschiedlich brechbar sind. Er schreibt an Lucas:

[The Question of different refrangibility which I bring] ye *Experimentum Crucis* to decide, is not, as I sayd whither rays differently coloured are differently refrangible, but only whether some rays be more refrangible yn others. What ye colours of ye rays differently refrangible are, or whither they have any appropriate ones belongs to an after enquiry.³⁹

Hierzu kann man sagen, dass Lucas wohl nicht der einzige war, der Newton hier etwas falsch verstanden hat, denn dieser ist in seinem Brief von 1672 sehr ungeschickt vorgegangen. So verzichtet er in seiner Beschreibung des Experimentum Crucis zwar tatsächlich auf die Beschreibung der Farben, aber danach führt er seine Theorie bezüglich der Farben aus, ohne weitere Experimente anzugeben. Er schreibt, dass er „zuerst die Doktrin“⁴⁰ angeben will. Diese Ungeschicklichkeit hat wohl dazu geführt, dass Lucas davon ausgegangen ist, dass Newton auch seine Farbenlehre mit dem Experimentum Crucis beweisen wollte. Newton macht in dem oben angegebenen Zitat am Ende aber deutlich, dass auch er der Meinung ist, dass man den farbigen Anteil seiner Theorie mit weiteren Experi-

³⁸ Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 254-260, hier: S. 256.

³⁹ Ebd. S. 257f.

⁴⁰ Newton: New Theory, S. 3081.

menten beweisen muss. Insofern ist er mit Lucas einer Meinung, dass man weitere Experimente benötigt, um seine ganze Doktrin als wahr anzuerkennen. Der methodische Unterschied zwischen den Beiden liegt darin, dass Newton nicht über Feinheiten seiner Theorie streiten will, so lange Lucas die Grundlagen nicht akzeptiert hat. Er möchte also nicht über Farben reden, so lange Lucas nicht die unterschiedliche Refrangibilität verschiedener Lichtstrahlen anerkannt hat. Lucas hingegen will zeigen, dass die zu erwartenden Folgen, welche man mit Newtons Doktrin prognostizieren müsste, nicht mit den Naturphänomenen übereinstimmen.

3.3 Reicht ein Gegenbeispiel um Newtons Theorie zu widerlegen?

Newton und Lucas sind sich von Anfang an völlig uneinig, wie ein sinnvoller wissenschaftlicher Disput aussehen muss. Da Newton davon ausgeht, mit seinem Experimentum Crucis einen demonstrativen Beweis für seine Theorie geliefert zu haben, scheint ihm die Diskussion über andere Experimente nicht sinnvoll. Nur indem man zeigt, inwiefern der Beweis nicht stichhaltig ist, kann man – so Newton – die Theorie ins Wanken bringen. Aus diesem Grund weigert er sich zunächst, auf Lucas Experimente näher einzugehen und bittet ihn, in den nächsten Briefen ausschließlich über das Experimentum Crucis zu schreiben. Diese Haltung kann man im Rahmen eines äußerst mathematischen Naturwissenschaftsverständnisses verstehen.⁴¹

Lucas hingegen versucht Newtons Theorie zu widerlegen, indem er mindestens ein Beispiel aufzeigt, das nicht die Ergebnisse liefert, die man eigentlich prognostizieren müsste, wenn man von Newtons Annahmen ausgeht. Empört darüber, dass sich Newton nur zu ein bis zwei seiner Experimente äussern will, schreibt er:

I cannot but except against as illegall, unlesse the defect of these two experiments, considered by him, be shown to run through the rest

⁴¹ Shapiro beschreibt die gängigen Positionen zu Newtons Zeit folgendermaßen: „In the seventeenth century the dual Aristotelian concepts of demonstrative knowledge of nature and belief in the possibility of attaining knowledge of the essence of things were gradually abandoned. Two not altogether alternatives emerged to fill this epistemological void. One mathematical and the other probabilistic. Some saw a mathematical description of nature as a new source of demonstrative knowledge that could approach the absolute certainty of pure mathematics. [...] Newton, whose outlook derived primarily from the mathematical tradition with its ideal of demonstrative knowledge, was reacting against such probabilistic interpretations.“ Alan Shapiro: *Fits, Passions, and Paroxysms*, Cambridge 1993, S. 12f.

also, for otherwise the remainder of the experiments will stand still in their full force in opposition to his *Experimentum crucis*, and, for ought I know, of as full weight too.⁴²

Dieser Satz lässt sich meiner Meinung nach in die Richtung einer falsifikationistischen Wissenschaftstheorie deuten. Lucas schreibt zwar nicht eindeutig, ob so ein falsifikationistischer Ansatz grundsätzlich in der Wissenschaft eine Rolle spielt, aber zumindest in diesem Fall scheint er davon auszugehen, dass Newton jedes seiner Experimente prüfen muss. Und dass ein einziges Experiment, welches das Gegenteil von Newtons Theorie zeigt, reicht, um diese zu entkräften. Auf der anderen Seite scheint Lucas auch noch einen anderen Ansatz attraktiv zu finden. Er schreibt, dass Newton, um seine Theorie zu unterstützen mehr Experimente brauche. „The experimentum Crucis then in my opinion, requiring further assistance I conceivd, the most effectuall means to strengthen it [...] would be to make a *Number* of experiments in severall refractive matters.“⁴³ Hier bezieht sich Lucas auf den probabilistischen Wissenschaftsansatz, der zu Newtons Zeit bei vielen renommierten Wissenschaftlern große Popularität genoss.⁴⁴ Explizit beruft sich Lucas auf Robert Boyle, erwähnt aber auch, dass diese Haltung von diversen Mitgliedern der Royal Society vertreten wird. Und so waren Newtons wichtigste Kritiker wie Paradies, Huygens und Hooke (an den Lucas oben zitierter Brief ja gerichtet ist) allesamt Anhänger dieses Ansatzes.⁴⁵

Hier stellt sich die Frage, weshalb Lucas eine so große Anzahl an eigenen Experimenten aufführt. Wenn man seine erste Aussage dazu ernst nimmt, muss man zu dem Schluss kommen, dass er Newton ein Gegenbeispiel nach dem anderen an den Kopf wirft und von jedem verlangt, dass Newton es widerlegt. Ich nehme an, dass Newton selber es so oder ähnlich gedeutet hat und auch deshalb genervt auf all die Experimente reagiert hat. Dann kann man auch sagen, dass Newtons Bitte legitim erscheint, dass sich Lucas sein bestes Experiment aussuchen soll und Newton nur auf dieses zu antworten braucht. Denn man muss bedenken, wie viel Arbeit es für Newton gewesen war, die Gruppe aus Liège so zu instruieren, dass sie das Grundexperiment resp. später das Experimentum Crucis korrekt ausführen konnte. Wenn man diese Vorgeschichte und die

⁴² Lucas to Oldenburg, 23.01.1677, S. 189-192, hier: S. 191.

⁴³ Lucas to Hooke, ?.02.1678, S. 246-251, hier: S. 247.

⁴⁴ Vgl. hierzu das Zitat in Fußnote 41.

⁴⁵ Vgl. Shapiro: Fits, S. 21.

Schwierigkeiten, welche eine Kommunikation nur durch Briefe mit sich bringt, im Hinterkopf behält, scheint es verständlich, dass Newton nicht gleichzeitig über eine Mehrzahl von Experimenten reden wollte. Sich in der Diskussion nur auf das Experimentum Crucis zu beschränken, nennt er den „kürzesten und klarsten, um nicht zu sagen, den einzigen angemessenen Weg“⁴⁶.

Wenn es aber so ist, dass Lucas einen probabilistischen Ansatz vertreten hat, ist seine große Anzahl an Experimenten nicht nur völlig gerechtfertigt, sondern sogar absolut notwendig. Denn wenn er sich vorgestellt hat, dass eine Theorie mit einer Vielzahl von Experimenten, die sie bestätigen, mit größerer Wahrscheinlichkeit wahr ist, muss er ja eine Vielzahl an Experimenten aufführen. Aus einer solchen Perspektive scheint man Newtons einzelner Experiment (auch und gerade wenn es sehr gut und die Folgerungen äußerst plausibel sind) am Besten durch eine Vielzahl von Experimenten zu begegnen, deren Ausgang gegen Newtons Theorie sprechen. Dieser Ansatz scheint mir wahrscheinlicher, denn so schreibt Lucas an Hooke:

Now, almost all my former experiments, as alsoe the ensueing ones, positively and directly proving that this inequality of refraction, at an equal incidence seldome accompanys different colours (even uncompounded ones) and consequently that this pretended difference of refrangibility in rays differently coloured, is groundlesse [...] And consequently I cannot but remain dissatisfied with Mr Newtons remitting me to the *experimentum Crucis*, as a counterballance outweighing all my experimentall exceptions.⁴⁷

3.4 Lucas Experimente

3.4.1 Die Experimente im Einzelnen

Wie bereits erwähnt, ist es Lucas Anliegen, Farbphänomene zu betrachten und zu prüfen, ob Newtons Theorie sie erklären kann. Tut sie es nicht, betrachtet er Newtons Projekt als gescheitert.

In seinem ersten Brief beschreibt er neun Experimente, wobei die Experimente 3 und 4 eine Erweiterung des zweiten Experiments sind und Experiment 6 als Vorstufe zu Experiment 7 betrachtet werden kann. In seinem zweiten (resp. vierten) Brief beschreibt er zwei weitere eigene Experimente, sowie seine Ergebnisse des Experimentum Crucis: Wie bereits in Kapitel 3.1 erwähnt, hat Lucas auch

⁴⁶ Newton to Oldenburg, 18.08.1676, S. 76-81, hier: S. 80.

⁴⁷ Lucas to Hooke, ?.02.1678, S. 246-251, hier: S. 248.

nachdem er den violetten Teil eines Spektrums ausgesondert und durch ein zweites Prisma geschickt hat, noch rote Anteile auf dem Auffangschirm gefunden. Dies scheint für ihn stark darauf hinzudeuten, dass das erste Prisma nicht alle roten Strahlen gleich stark abgelenkt hat und somit die Ablenkung durch das Prisma nichts mit der Farbe des Lichtstrahls zu tun hat.⁴⁸ Abgesehen von der Erklärung, welche Newton für dieses Phänomen hat und auf die ich im nächsten Unterkapitel zu sprechen komme, findet sich hier das Problem, dass Lucas das Experimentum Crucis mit Farben beschreibt und somit zwar einen Teil Newtons allgemeiner Theorie angreift, jedoch nicht die Folgerung aus dem Experimentum Crucis, dass Licht aus Strahlen verschiedener Refrangibilität besteht.

Seine eigenen Experimente lassen sich grob in vier Gruppen aufteilen:

Die ersten vier Experimente⁴⁹ sollen zeigen, dass sich die Lichtstrahlen unterschiedlicher Farbe nicht unterschiedlich brechen. Damit bekämpft er also offensiv Prämisse 2 aus seinem Syllogismus. Z.B. untersucht er dazu verschiedenfarbige Seidenfäden unter dem Mikroskop, welche nicht gleichzeitig scharf zu sehen sein sollten, wenn Newtons Theorie richtig wäre. Sie sind es aber. Oder er befestigt verschiedenfarbige Seidenfäden auf einem geraden Stab in einer Linie. Diese setzt er in ein Wassergefäß und beobachtete sie zusätzlich noch durch ein Prisma. Durch die Brechung des Wassers und zusätzlich des Prismas, erwartete er, sie nicht mehr auf einer Linie zu sehen, was er aber tut.

Ein einzelnes Experiment (Nummer 5⁵⁰) richtet sich grundlegend gegen das Experimentum Crucis. Auf einer Linie richtet Lucas parallel zum Horizont ein rotes und ein violettes Bild aus, welche er beide aus einem prismatischen Spektrum ausgesondert hat (damit es Newtons primäre Farben sind). Er beobachtet beide durch ein Prisma und stellt fest, dass sie sich immer noch auf einer Linie befinden, obwohl zu erwarten gewesen wäre, dass sie sich verschieben.

Die nächste Gruppe richtet sich explizit gegen einzelne Punkte aus Newtons Doktrin, wie er sie 1672 veröffentlicht hat. Es sind die zwei letzten Experimente aus dem ersten Brief.⁵¹ Ich werde sie in dieser Arbeit nicht weiter behandeln.

⁴⁸ Lucas to Oldenburg, 13.10.1676, S. 104-108, hier: S. 105f sowie Lucas an Hooke, ?02.1678, S. 146-251, hier: S. 248f.

⁴⁹ Lucas to Oldenburg, 17.05.1676, S. 8-12, hier: S. 9.

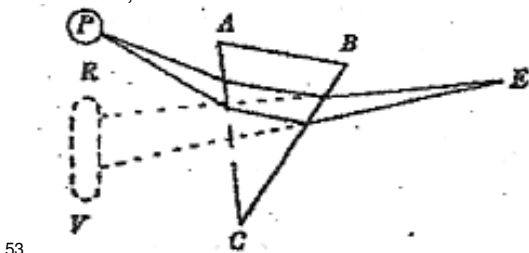
⁵⁰ Ebd. S. 10.

⁵¹ Ebd. S. 11f.

Die letzte Klasse definiere ich dadurch, dass sich alle Experimente um Lucas Annahme drehen, dass nicht nur Eigenschaften des Sonnenlichts, sondern auch Eigenschaften der Umgebung, das Spektrum beeinflussen. In allen Experimenten benutzt Lucas weiße und zum Teil schwarze Papierkreise, die er auf unterschiedlichen Hintergründen befestigt und durch ein Prisma betrachtet.⁵² In Experiment 6 beginnt er damit, Newtons Grundexperiment zu variieren. Dazu klebt er einen weißen Papierkreis auf den Fensterladen und betrachtet ihn durch ein Prisma. Er sieht ein farbiges Spektrum, bei dem sich der rote Anteil genau an der Stelle befindet, wo im Spektrum des Grundexperiments das Violett war.⁵³ Danach beginnt er den Hintergrund zu verändern, indem er die Fensterläden öffnet und feststellt, dass sich so die Reihenfolge der Farben im Spektrum wieder umdreht. In den letzten beiden Experimenten operiert er dann mit den zwei Kreisen und versucht zu zeigen, dass bei gleichem Refraktionsgrad unterschiedlich farbige Lichtstrahlen gleich gebrochen werden und dass es auch Fälle gibt, wo ein lang gezogenes Bild entsteht, das aber nicht farbig ist. Daraus schließt Lucas, dass es nicht eine unterschiedliche Refrangibilität unterschiedlich farbiger Lichtstrahlen sein kann, welche das lang gezogene Bild verursacht.

Lucas Experimenten ist oft vorgeworfen worden, dass es sich nicht um objektive Versuche handelt. Rosenfeld bemängelt etwa: „On observera notamment que LUCAS se sert toujours de la rétine comme écran, alors que NEWTON ne manque jamais d'employer un écran.“⁵⁴ Lucas selber ist sich dieses Problems wohl bewusst, denn er schreibt: „For further assurance in this experiment [...] might possibly prejudice the judgement of the eye.“⁵⁵ Er versichert aber gleich darauf, dass mehrere unabhängige Personen, welche nicht wussten, worum sich der

⁵² Experimente 6 und 7: Ebd. S. 10f; Experimente 10 und 11: Lucas to Oldenburg, 13.11.1676, S. 104-108, hier: S. 106ff.



⁵³ Die Abbildung zeigt den Versuch 6, wobei P der Papierkreis ist und E das Auge des Betrachters. Abbildung aus: Turnbull (Hg.): Correspondence, S. 14.

⁵⁴ Rosenfeld: La Théorie, S. 50.

⁵⁵ Lucas to Oldenburg, 17.05.167, S. 8-12, hier: S. 10.

Versuch handelt, dasselbe gesehen hätten. Dass Lucas subjektive Versuche macht und diese wohl einen anderen Stellenwert haben, als beispielsweise das Experimentum Crucis, ist offensichtlich. Ob die Versuche deshalb aber als unwissenschaftlich und ungerechtfertigt beurteilt werden müssen, scheint mir fraglich.

3.4.2 Newtons Erwiderung

Grundsätzlich bemängelt Newton, dass sich die Experimente (abgesehen von Nummer 5) nicht auf das Experimentum Crucis beziehen, da in diesem ja keine Farben vorkommen. Diesen Interpretationsfehler von Lucas hält er auch für den ersten von Lucas zwei „Generalfehlern“.⁵⁶

Die erste Klasse von Experimenten schmettert Newton gnadenlos ab. Neben diversen methodischen Kritikpunkten, kann er immer sagen, dass sich in der Natur selten oder nie primäre Farben finden. Aus diesem Grund macht es keinen Sinn, von farbigen Gegenständen ausgehende Lichtstrahlen, auf ihre unterschiedliche Brechbarkeit hin zu untersuchen. Hier lässt sich natürlich einwenden, dass man Newtons Theorie ja bereits akzeptiert haben muss, damit man sich mit dieser Entgegnung zufrieden geben kann, aber man darf nicht vergessen, was Lucas Anspruch war. Er wollte in der Natur Phänomene finden, welche sich nicht mit Newtons Theorie vereinbaren lassen und dies kann man hier beim besten Willen nicht behaupten.

Zu Experiment 5 sagt Newton, dass auch die Farben, welche durch ein Prisma erzeugt wurden, noch keine Primärfarben sind. Hier findet sich auch der Grund, weshalb Newton von Lucas Entdeckung bei seiner Durchführung des Experimentum Crucis in keiner Weise beeindruckt zeigt: Er bestreitet Lucas Konklusion, dass beim ersten Prisma auch rote Strahlen so stark wie die Violetten gebrochen wurden. Dadurch, dass auch an den Rändern des Lochs, wo das Licht einfällt, rote Lichtstrahlen einfallen, ist die Distanz nicht groß genug, damit sie es sozusagen aus dem violetten Bereich herausschaffen. An dieser Antwort Newtons hat Gruner Kritik geäußert, da es ihm unfair erscheint, dass Newton zwar von primären Farben spricht, aber nicht davon, wie sie herzustellen sind. Dadurch ergibt sich für Newton, bei allen Experimenten Lucas' die Möglichkeit zu sagen, dass er

⁵⁶ Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 254-260, hier: S. 257.

eben keine Primärfarben verwendet hat, während er ihm aber auch die Möglichkeit abspricht, ebensolche herzustellen. Außerdem wirft Gruner Newton Inkonsequenz vor, da er selber des Öfteren prismatische Farben als Primärfarben betrachtet oder zumindest so behandelt.⁵⁷ Dieser Einwand hat meiner Meinung nach durchaus seine Berechtigung. Zu Experiment 5 schreibt Newton abschließend noch den lapidaren Nachsatz: „Secondly you committed some other oversight in ye tryal for ye experiment succeeds otherwise yn you have reported it.“⁵⁸

Die beiden Experimente, welche sich gegen Einzelpunkte der Doktrin richten, kann Newton wieder mit dem Argument entkräften, dass Lucas keine Primärfarben verwendet hat, resp. im Zweiten unzulängliche Materialien. Beide Experimente sind aber nicht besonders stark.

Zu den Experimenten 6 und 7 schreibt Newton folgendes:

Your 4th Objection arises from your not considering yt when unequal lights [...] are conterminat, ye colours arise from the greater light, ye less light being in respect of ye greater but as a shadow.⁵⁹

Er spricht also davon, dass die Anordnung der Farben im Spektrum von der Situation des stärkeren Lichts abhängt. Insofern kann man sagen, dass Lucas ihn hier zu einer Erklärung gedrängt hat, welche nicht mehr nur die konforme Prismenbrechung unterstellt, sondern noch zusätzliche Annahmen nötig machen.

Gruner schreibt zu Newtons Aussage:

Strange that Newton never mentioned this previously. It is strange too that our attention has not been drawn on the fact that the prism deals with an image white on less white (the sun in the sky) and that if you could get an image less white on more white you would reverse the order of colours. There is not one word of this in the *Opticks*.⁶⁰

Zu den Experimenten mit den schwarzen Kreisen sagt Newton, dass die schwarzen Kreise alles Licht absorbieren und somit nur das Licht der Umgebung für die Farbphänomene verantwortlich ist.⁶¹ Abgesehen davon lassen sich natürlich auch diese beiden Experimente nicht als Erwiderung auf das Experimentum Crucis auffassen, da sie Farbphänomene beschreiben.

⁵⁷ Gruner: Defending, S. 327.

⁵⁸ Ebd. S. 255.

⁵⁹ Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 254-260, hier: S. 255.

⁶⁰ Gruner: Defending, S. 325.

⁶¹ Ebd. S. 257.

Abschließend schreibt Newton dann aber überraschenderweise: „But perhaps it will more surprise you to heare yt all ye Experiments you have objected against different refrangibility are against your self.“⁶² Somit kann man sagen, dass er zumindest anerkennt, dass die Experimente den einen Anspruch, den Lucas an sie hatte, erfüllen: Sie sind so konzipiert, dass sie Newtons Theorie stärken oder schwächen.

3.5 Eine weitere Bemerkung zu Lucas

Newton wirft Lucas in seinem letzten Brief vor, dass er unehrlich sei. Dies wohl zum einen aus dem Grund, dass er davon überzeugt ist, dass Lucas Prisma nur einen Winkel von 40 Grad aufweist, auch wenn dieser konsequent versichert, dass es 60 Grad sind.⁶³ Beleidigt schreibt Newton in seinem letzten Brief: „But if you are still unwilling to graunt it, I shall press you no further.“⁶⁴

Ein anderer Grund sind aber wohl auch Lucas Bemerkungen bezüglich Linus. Er versucht ja seit seinem ersten Brief einen Ausgleich zwischen Linus und Newton herzustellen. So schreibt er, dass Linus seine Versuche bei bewölktem Himmel unternommen hat, weshalb er beim Grundexperiment andere Ergebnisse erhalten habe als Newton.⁶⁵ Dies muss auf Newton absurd wirken, da Linus ja gerade ihm vorgeworfen hat, die Experimente nicht bei strahlender Sonne gemacht zu haben, und dass nur die Bewölkung das Phänomen des länglichen Spektrums verursacht habe.⁶⁶ Und zu Recht korrigiert Newton Lucas, wenn dieser schreibt, dass es auch Linus primäres Anliegen gewesen sei, Newtons Folgerungen aus den Experimenten zu widerlegen.⁶⁷ Zumindest aus den Briefen lässt sich der Schluss ziehen, den auch Newton gezogen hat:

Mr Line believed yt my Theory fell wth my Experiment & so needed no further confutation. [...] He opposed my Experiment as inconsistent wth common Optiques. [You maintain common Optiques] as consistent wth ye experiment.⁶⁸

⁶² Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 254-260, hier: S. 258f.

⁶³ Vgl. Kapitel 3.1.

⁶⁴ Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 254-260, hier: S. 255.

⁶⁵ Vgl. Lucas to Oldenburg, 17.05.1676, S. 8-12, hier: S. 8.

⁶⁶ Vgl. Linus to Oldenburg, 26.09.1674, S. 317-319, hier: S. 318.

⁶⁷ Lucas to Oldenburg, 23.01.1677, S. 189-192, hier: S. 190.

⁶⁸ Newton to Lucas, 05.03.1778, S. 262f, hier: S. 262.

Da Lucas hier – sei es aus Freundschaft oder aus Pietät dem toten Linus gegenüber – durchaus inkonsequente Aussagen macht, lässt sich Newtons Ärger darüber durchaus verstehen. Wahrscheinlich wollten tatsächlich beide primär die bis dahin uneingeschränkt geltenden Brechungsgesetze retten. Lucas Behauptung, dass sie dies beide durch eine ähnliche Argumentation versucht hätten, scheint aber eher ein Versuch zu sein, Linus vor einer Blamage in der wissenschaftlichen Gemeinschaft zu retten.

4. Abschließende Einschätzung

4.1 Lucas philosophischen Überlegungen

Wenn man annimmt, dass Lucas tatsächlich einen probabilistischen Wissenschaftsansatz vertreten hat, scheint es durchaus gerechtfertigt, dass er Newton mit einer so immensen Anzahl an Experimenten konfrontiert hat. Da Newton aber eine ganz andere Ansicht vertreten hat, konnte er diese Methode wohl überhaupt nicht nachvollziehen, weshalb er sie wohl auch als „improper“ abgelehnt hat. Dieser grundsätzliche Unterschied hat wohl dazu geführt, dass die beiden so aneinander vorbei geredet haben.

Der Syllogismus verdient auf jeden Fall einiges an Kritik. Ich kann aber durchaus nachvollziehen, weshalb Lucas dieses Mittel gewählt hat. Nachdem Newton ihn so vehement auf das Experimentum Crucis als demonstrativen Beweis für seine Theorie verwiesen hat, blieb Lucas keine andere Möglichkeit, als sich auf theoretischer Basis mit diesem zu beschäftigen. Nur wenn er Newton theoretisch davon überzeugen konnte, dass das Experimentum Crucis kein demonstrativer Beweis, sondern ein (sehr gutes) Experiment unter anderen ist, machen seine Überlegungen überhaupt Sinn. Die Logik bietet sich für ein solches Verfahren natürlich als erstes an, denn ein demonstrativer Beweis, kann zuallererst durch einen logischen Fehler entkräftet werden. Die Mittel, welche ein Syllogismus dafür bietet sind aber eindeutig ungenügend, auch wenn es die einzigen waren, welche Lucas zur Verfügung standen. Wie ich zeigen konnte, gibt es auch inhaltlich viel am Syllogismus zu kritisieren. Am Schlimmsten scheint mir der Fehler zu sein, dass Lucas das Experimentum Crucis mit Farben rekonstruierte. Hier kann man ihn vielleicht dadurch entschuldigen, dass Newton in seiner Schrift von 1672 den Punkt mit der rein geometrischen Beschreibung des Experimentum Crucis nicht

deutlich genug gemacht hat. Des Weiteren sind es ja auch gerade die Farben, welche bei der Durchführung des Experimentum Crucis am auffälligsten und einprägsamsten sind. Trotzdem ist dieser Fehler in Lucas Newtoninterpretation besonders schlimm, da er sich auch so stark auf seine Experimente ausgewirkt hat.

4.2 Lucas als Experimentator

Dass Lucas nicht darüber reden möchte, ob das Spektrum des Grundexperiments nun fünf mal so lang oder nur drei mal so lang wie seine Breite ist, scheint mir auf jeden Fall kein ausreichendes Argument dafür zu sein, dass er kein guter Experimentator war. Wie ich in meiner Analyse gezeigt habe, hatte er dafür den plausiblen Grund, dass diese Frage nichts mit seiner Argumentation zu tun hat. Außerdem hat er ja in seinem ersten Brief seine genaue Versuchsanordnung und seine Messresultate bereits geliefert.

Nicht weiter erstaunlich ist die Tatsache, dass er kein Experiment finden konnte, dass auf evidente (um nicht zu sagen demonstrative) Art und Weise zeigt, dass Newtons Theorie nicht stimmt, denn sonst wäre wohl die Geschichte der Optik völlig anders verlaufen. So kann Newton durchaus bei den meisten Experimenten zeigen, dass sie mit seiner Theorie zumindest vereinbar sind, wenn nicht sogar dafür sprechen. Wenn die Experimente aber so ausgehen, dass sie mit beiden Theorien vereinbar sind, konnte Lucas noch nicht einmal seinen ersten Anspruch erfüllen. In diesem Fall fand er ja keine Experimente, welche optische Phänomene hervorbringen, die entweder Newtons Theorie bestätigen oder im anderen Fall sie zumindest unplausibler machen. Aber die Aussage Newtons, dass die Experimente – bei nur leicht variiertem Ausführung – seine Theorie bestätigen würden, legt zumindest nahe, dass Lucas diesen ersten Anspruch doch erfüllen konnte. Dass Newton die Experimente von Lucas zumindest zum Teil wiederholte⁶⁹ spricht weiter dafür, dass er sie nicht für völlig uninteressant hielt. Hier ist mir auch ein problematischer Zug an Newtons Argumentation aufgefallen: So erklärt er zuerst, weshalb ein Experiment nicht so funktioniert hat, wie es eigentlich sollte (z.B. weil Lucas farbige Gegenstände, welche also zusammengesetzten Farben reflektieren, mit Primärfarben verwechselt), um dann zu sagen,

⁶⁹ Newton to Lucas, 05.03.1678, S. 254-260, hier: S. 259.

dass das von ihm nur leicht modifizierte Experiment (dass sich aber immer noch derselben farbigen Gegenstände bedient) doch funktioniert, also mit seiner Theorie kompatibel ist und sie deshalb eher stützt.

Die von Newton als „Generalfehler“ ausgemachte Schwierigkeit, dass sich Lucas Experimente gegen eine farbige Version des Experimentum Crucis wenden, ist natürlich nicht von der Hand zu weisen. Es wäre höchst interessant, wie Lucas argumentiert hätte, wenn er sich dessen bewusst gewesen wäre. Ob er wohl dieselben Experimente konzipiert hätte? Da sein letzter Brief nicht erhalten ist, werden wir es leider nie wissen.

Wenn man sich diesen Fehler, der den meisten Experimenten unangenehm anhaftet, einmal wegdenkt, kann man aber schon sagen, dass seine Experimente gut konzipiert sind. Besonders die Experimente der vierten Gruppe sind sehr kreativ und ungewöhnlich. Der Gedanke, dass auch die Umgebung einen Einfluss auf die Farben des Spektrums haben könnte, ist sehr interessant und das Experiment dazu doch recht überraschend.

Zu der Kritik, dass Lucas nur subjektive Versuche konzipiert hat, möchte ich nur sagen, dass er sich dessen bewusst war. Ich halte es für voreilig zu behaupten, dass seine Experimente deswegen grundsätzlich unwissenschaftlich waren. Es ist zwar so, dass sie gegenüber der Objektivität des Experimentum Crucis nicht den Anspruch erheben können, Ergebnisse zu generieren, die gleich gut abgesichert sind, aber ich sehe keinen evidenten Grund, sie deswegen im Vorneherein aus der Wissenschaft auszuschließen.

4.3 Fazit

Grundsätzlich kann ich weder Westfall noch Gruner völlig zustimmen. Beide scheinen mir zu einseitig zu argumentieren und beide unterschlagen wichtige Aspekte des Briefwechsels, welche nicht zu ihrer jeweiligen Einschätzung passen. So übergeht Westfall Lucas Experimente bis auf eines, welches er meiner Meinung nach völlig fehlinterpretiert⁷⁰ und er wertet zu einseitig. Viele Aspekte, welche ich in meiner Arbeit als Lucas-kritisch eingestuft habe, kommen dafür bei Gruner überhaupt nicht vor. Allerdings ist sein Text ja auch nicht grundsätzlich als eine ausgewogene Analyse von Lucas Briefen konzipiert, sondern primär als

⁷⁰ Vgl. Westfall: Newton Defends, S. 307.

Gegengewicht zu Westfalls Artikel. Ich halte es für wahrscheinlich, dass er in seiner kurzen Schrift nur hervorheben wollte, dass Lucas auch viele wertvolle Überlegungen angestellt hat und man diese nicht einfach übersehen darf. Und auch wenn ich mit Gruner nicht immer einer Meinung bin⁷¹, finde ich die Einseitigkeit in seinem Text aus dem genannten Grund nachvollziehbarer als bei Westfall.

Ich denke, dass man Lucas nicht mit dem Rest der Gruppe aus Liège in einen Topf werfen sollte, so hat er doch weitaus größeres Verständnis für die eigentlichen Probleme gezeigt, welche sich durch Newtons neue Theorie ergeben haben. Sein Vorgehen ist durchaus wissenschaftlich und seine Argumente besser durchdacht. Trotzdem muss man seine Voreingenommenheit erwähnen, welche er bezüglich Linus an den Tag legte. Die inkonsequenten und unlogischen Aussagen scheinen mir zu sehr auf persönliche Interessen hinzudeuteten, welche fairerweise in einer wissenschaftlichen Debatte nichts zu suchen haben sollten. Newtons Ärger diesbezüglich ist durchaus verständlich.

Einen großen Teil der Kritik, welche Lucas an Newton geäußert hat, finde ich sehr interessant. Ein Konzept wie das Experimentum Crucis scheint so provokativ zu sein – gerade wenn man wie Lucas einen probabilistischen Ansatz vertritt – dass man darüber sehr fruchtbare Diskussionen führen könnte. Bei Newton und Lucas ist es leider nicht dazu gekommen, da sie aneinander vorbei geredet haben. Lucas Versuch, über den Syllogismus seinen theoretischen Standpunkt in Bezug auf das Experimentum Crucis klarzumachen, ist relativ problematisch und war schon nur deshalb wohl nicht geeignet, Newton in einen fruchtbaren Diskurs zu verwickeln.

Dass Lucas das Experimentum Crucis immer in seiner farbigen Version behandelt ist vielleicht nur zum Teil Lucas anzulasten, aber doch ein relativ grober Fehler, welcher ihm nicht hätte unterlaufen sollen.

Ich hoffe, ich konnte mit diesem vermittelnden Fazit verdeutlichen, dass eine ausgewogene Einschätzung Lucas schwierig und auf Grund der spärlichen Quellenlage wohl auch nicht abschließend möglich ist. Der Briefwechsel zeigt auf jeden Fall einen Mann mit sehr vielen interessanten Gedanken. Beim Versuch

⁷¹ So halte ich z.B. seinen Vorwurf an Newton, dass dieser nur einen Teil seiner Theorie retten will, indem er das Experimentum Crucis farblos beschreibt, für ungerechtfertigt. Vgl. Gruner: Defending, S. 326.

diese nachzuvollziehen, kam ich zwar nicht immer zu dem Ergebnis, Lucas zuzustimmen – ganz im Gegenteil – ich finde aber schon, dass man ihn als Wissenschaftler ernst nehmen sollte.

5. Anhang

5.1 Primärliteratur

Newton, I.: A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; Containing His New Theory about Light and Colours, Febr. 19. 1671/72, in: Philosophical Transactions (1665-1678), Vol. 6 (1671), pp. 3075-3087.

ders.: Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light, based on the 4. ed. London 1730, New York 1952.

Turnball, H.W. (Hg.): The Correspondence of Isaac Newton, 7. Bd., Cambridge 1959-1977.

5.2 Sekundärliteratur

Gjertsen, D.: The Newton Handbook, London/New York 1986.

Gruner, S.A.: Defending Father Lucas. A Consideration of the Newton-Lucas Dispute on the Nature of the Spectrum, in: Centaurus 1973, 17, 4, S.315-329.

Rosenfeld L.: La Théorie des Couleurs de Newton et ses Adversaires, in : Isis 1927, 9, 1, S. 44-65.

Schaffer, S.: Glass Works. Newton's Prisms and the Uses of Experiment, in: David Gooding/Trevor Pinch/Simon Schaffer (Hg.): The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences, Cambridge 1989, S. 67–104.

Shapiro, A. E.: Fits, Passions, and Paroxysms. Physics, method, and chemistry and Newton's theories of coloured bodies and fits of easy reflection, Cambridge/New York/Victoria 1993.

ders.: The Gradual Acceptance of Newton's Theory of Light and Colour, 1672-1727, in: Perspectives on Science 1996, 4, 1, S. 59-140.

Westfall, R. S.: Newton Defends His First Publication. The Newton-Lucas Correspondence, in: Isis 1966, 57, 3, S. 299-314.

Wickert, J.: Isaac Newton. Ansichten eines universalen Geistes, München 1983.

5.3 Abbildungsverzeichnis

- Titelseite: Newton, I.: The Unpublished First Version of Isaac Newton's Cambridge Lectures on Optics 1670-1672. A Facsimile of the Autograph, now Cambridge University Library MS. Add. 4002, Cambridge 1973, S. 51.
- Seite 8: ders.: Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light, based on the 4. ed. London 1730, New York 1952, S. 47.
- Seite 20: Turnball, H.W. (Hg.): The Correspondence of Isaac Newton, Bd. 2, Cambridge 1960, S. 14.