

# Transsubstantiation

## *Zur Naturphilosophie der eucharistischen Wandlung*

Von Rudolf Hilfer, Stuttgart

Seiner Heiligkeit Papst Benedikt XVI. gewidmet

### *Zusammenfassung*

Brot und Wein sind materielle Dinge. Normale Materie besteht aus Atomkernen, Elektronen und Photonen. Volumetrisch überwiegen die Photonen. Photonen sind quantisiertes Licht. Die Formulierung der physikalischen Gesetze, denen quantisiertes Licht gehorcht, erfordert Vektorräume mit unendlich vielen Richtungen. Die Formulierung der physikalischen Wirklichkeit von Brot und Wein ist insofern recht abstrakt. Diese Abstraktheit der physikalischen Wirklichkeit normaler Materie gestattet es jedem Christgläubigen mit dem Verstand und ohne Widerspruch zur Physik anzunehmen, daß in der eucharistischen Wandlung ein übernatürlicher Übergang von unsichtbarem natürlichem Licht zu ebenso unsichtbarem übernatürlichem (göttlichem) Licht stattfindet.

### *1 Problemstellung*

Alle Leugner der eucharistischen Wandlung sind gewiss, daß sich durch die Worte, die der Priester stellvertretend für Christus spricht, weder an der Hostie noch am Wein irgendetwas verändert. Doch woher nehmen christgläubige Leugner ihre Gewissheit?

Moderne Theologen verlegen das immaterielle Geschehen manchmal von der übernatürlichen Ebene der Wesenswandlung auf die natürliche Ebene der Bedeutungswandlung, wenn sie von »*Transsignifikation*« sprechen und meinen, daß sich in der Wandlung nur die Bedeutung der eucharistischen Gestalten verändert. Aber auch Vertreter der Rechtgläubigkeit [7] tun sich bisweilen schwer mit der Wirklichkeit der Transsubstantiation, wenn sie Wirklichkeit personal deuten [7, 11] und in ihr ein »*in sich geeintes Selbstverhältnis, das im Personsein zum Ausdruck kommt*,« [7, S. 641] sehen, also eine Wirklichkeit »*von wesentlicher anderer Art*« [9, S.347]. In einem kürzlich publizierten Aufsatz [12] wird vorgeschlagen, Transsubstantiation durch den Begriff »*Substantiation*« zu ersetzen. Obwohl Spaemann an der Übernatürlichkeit der Wandlung festhält sieht er im Begriff Transsubstantiation eine irri- ge philosophische Voraussetzung oder Annahme. Recht betrachtet sei das Brot gar keine Substanz, meint er, zumindest keine primäre wie beispielsweise ein Lebewesen. »*Es gibt keine Brotsbstanz, die in die Substanz des Leibes Christi gewandelt werden könnte, und keinen Vorgang, den wir Transsubstantiation nennen könnten*« schreibt

Spaemann. Mischungen, wie etwa Brot, seien philosophisch gesehen nur Artefakte und haben deshalb, so Spaemann, kein eigenständiges Sein, keinen »Selbststand«, bzw. kein »Selbstsein«, das über ihre »Bedeutsamkeit für die Menschenwelt« hinausgeht.

Das Bestreiten der Brotsubstanz [12] ebenso wie die Personalisierung der Wirklichkeit [7, 11] widersprechen den dogmatischen Formulierungen in [10, Cap.IV und Can.II]. Es erhebt sich daher wieder einmal die Frage ob das, was die katholische Kirche seit dem 11. Oktober 1551 allen Christgläubigen zu glauben und zu lehren vorlegt, auch angesichts der modernen Physik noch vernünftig, glaubwürdig und lehrwürdig ist. Immerhin sind Wein und Hostie als materielle Substanzen hierarchisch aus Licht (Photonen) und Massepunkten (Elektronen, Protonen, etc.) zu Atomen, Molekülen und Stoffen zusammengesetzte Dinge, (*»substantiae compositae«*), die den von Gott gegebenen Gesetzen der Physik gehorchen.

Gedanklich fällt bei der Lektüre von [12] vor allem auf, daß Spaemann zwar eine Brotsubstanz ablehnt, aber chemische Verbindungen ausdrücklich als Substanzen anerkennt, denn er schreibt in [12, S.200] *»Im Unterschied zu chemischen Verbindungen, durch die neue Substanzen entstehen, ist Brot nur eine Mischung von Ingredienzien, die nicht danach verlangen, gemischt zu werden«*. Leider werden die primären Akzidentien von Brot bzw. Wein (Krume, Melanoidine etc. bzw. Bouquet, Alkohol etc.), durch die wir sie als Brot und Wein identifizieren, nicht durch mechanische Mischungen sondern durch chemische Verbindungen hervorgebracht. Obwohl die Brotherstellung mit der mechanischen Vermischung von Mehl, Wasser, Salz, Hefepilzen und Milchsäurebakterien beginnt, ergibt deren mechanische Mischung noch kein Brot, ebensowenig wie das mechanische Auspressen von Weintrauben Wein ergibt, sondern Maische. Richtiger wäre es Brot und Wein als das Ergebnis komplexer, nur teilweise bekannter lebensmittelchemischer Reaktionen anzusehen. Im Fall von Brot führt bereits das Anmischen von Weizenmehl und Wasser zur Bildung von Glutennetzwerken vermittelt chemischer Reaktionen (z.B. Disulphidbrückenbindung zwischen den Schwefelatomen zweier Cysteine), deren makroskopische Auswirkung sich im Übergang von Pulver und Flüssigkeit zu Teig zeigt. Auch beim Gehenlassen und Backen des Teiges finden zahlreiche chemische Reaktionen statt, die z.B. Gase freisetzen, Kohlenhydrate hydrolysieren und pyrolysieren, oder Aroma- und Geschmacksstoffe bilden (Maillard-Reaktion). Mehl, Teig, Maische, Brot und Wein sind als chemische Edukte und Produkte ebenso sehr Artefakte oder natürliche Substanzen wie das für Mineralien oder Plexiglas zutrifft.

Dieser Aufsatz entstand aus einem Gespräch mit Robert Spaemann und die Problemstellung ergibt sich aus seinem Vorschlag das präpositionale Präfix Trans zu streichen [12] obwohl das Konzil von Trient auf dem vollständigen Wort Transsubstantiation insistiert [10, Sessio XIII. Celebrata die 11. Mensis Octobr. 1551, Decretum de Sanctissime Eucharistiae Sacramento, Cap.IV und Can. II]:

*... idque nunc denuo sancta haec Synodus declarat, per consecrationem panis & vini, conversionem fieri totius substantiae panis in substantiam corporis Christi Domini nostri, & totius substantiae vini in substantiae sanguinis eius: quae conversio convenienter, & proprie a Sancta Catholica Ecclesia Transsubstantiatio est appellata.*

Es stellt sich also die Frage was das Konzil von Trient mit Substanz gemeint hat. Damit einher geht die Frage nach der Wirklichkeit von Brot und Wein vor ihrer »*conversio*«, und ob diese Wirklichkeit weniger ein »*An-Sich-Sein*« als vielmehr ein »*Für-Uns-Sein*« ist, wie es heute verbreitet gelehrt wird. Damit ist auch die Wirklichkeit (bzw. Realität) der Realpräsenz in Raum und Zeit als Problem gestellt (vgl. [9, S. 347]). Es geht also um drei Fragen:

- (i) Was ist mit der Substanz von Brot und Wein gemeint?
- (ii) Was ist die Wirklichkeit von Wein und Brot ?
- (iii) Wann und wo beginnt und endet die Realpräsenz ?

Die Antworten (in Abschnitt 5) zeigen inwiefern die Wahrheit der Physik die Zustimmung des Verstandes zur Glaubenswahrheit von Realpräsenz und Transsubstantiation nicht erschwert, sondern erleichtert.

## 2 Substanz

Wenn Brot keine Substanz ist, was genau ist dann mit Substanz gemeint ? Der Substanzbegriff des Konzils von Trient wurde »*in die Diskussion gebracht, um einen Realismus zu formulieren, der nicht naturalistisch war, und um die absurde Position der antiberengarischen »Orthodoxie« zu beenden. Denn Substanz war ein metaphysischer Begriff, von dem »per definitionem« feststand, daß er nicht auf der Ebene des Quantitativen liege. Die Frage, die hier also aufstand und aufsteht, lautet: Was ist das eigentlich: »Wirklichkeit, Realität?« Wie immer man auf diese Letztfrage antworten mag, die klassische Eucharistielehre war davon überzeugt, daß »Realität« und »Quantität« nicht ineinanderfallen und daß die eucharistische Realität nicht auf der quantitativen (also auch nicht auf der chemischen, anatomischen und so weiter) Ebene liegt, sondern Realität von wesentlich anderer Art, aber eben doch »Realität« ist.*« [9, S. 347]. Oberflächliche Polemik wäre damit erledigt, hätte sich der Substanzbegriff nicht vom metaphysisch-philosophischen Begriff zum physikalisch-naturphilosophischen Begriff entwickelt<sup>1</sup>.

### 2.1 Physik

Der physikalisch-naturphilosophische Substanzbegriff ist im internationalen Einheitensystem sogar gesetzlich verankert. Die Maßeinheit Mol quantifiziert die »*quantità di sostanza*« oder »*amount of substance*«, jedenfalls im Englischen und im Italienischen. Im Französischen spricht man von »*quantité de matière*«, also von Materie statt Substanz, im Deutschen von »*Stoffmenge*«, also von ύλη statt Substanz.

**Definition 1** (Substanz in Physik und Chemie):

*Substanz bezeichnet in der Naturwissenschaft reine oder gemischte Stoffe aus denen materielle Dinge zusammengesetzt sind.*

<sup>1</sup> Ein quantitativer Substanzbegriff ist auch in die Wirtschaftswissenschaft eingedrungen. Man definiert dort etwa die Substanz eines Unternehmens.

Reine Substanzen (Reinstoffe) erhält man aus Naturstoffen durch Trennungs- und Reinigungsverfahren, wie Filtration, Sedimentation, Flotation, Destillation, Adsorption, Chromatographie, Zentrifugieren, Ausfällen, Umkristallisation, Abscheiden und viele andere. Gemischte Substanzen (Mischungen) unterscheiden sich von reinen Substanzen (Reinstoffen) dadurch, daß das Gewichtsverhältnis ihrer stofflichen Bestandteile beliebig sein kann. Bei Reinstoffen steht das Gewichtsverhältnis ihrer Bestandteile stöchiometrisch fest<sup>2</sup>.

Reines Wasser besteht stöchiometrisch stets aus zwei Teilen Wasserstoff und einem Teil Sauerstoff. Reiner Wein hingegen ist eine Mischung aus hunderten von Komponenten, deren Anteile schwanken können. Dazu gehören Wasser, Äthylalkohol, Glycerin, Säuren, wie Wein-, Milch-, Apfel-, Zitronen- oder Kohlensäure, Spurenelemente, wie Kalzium, Kalium, Natrium, oder Magnesium, Farbstoffe, Aromastoffe, Mineralstoffe, Gerbstoffe und andere Reinstoffe.

Chemisch reine Substanzen (Reinstoffe) entsprechen chemischen Verbindungen. Sie lassen sich oft durch chemische Analyse in andere Reinstoffe weiter zerlegen. Schließlich erhält man chemische Grundsubstanzen oder Grundstoffe. Sie heißen chemische Elemente und sind im Periodensystem der Elemente geordnet zusammengefasst.

Akzidentien chemischer Substanzen werden oft durch Dichtefelder beschrieben. Beispiele sind Massendichten, Energiedichten, Ladungsdichten oder Konzentrationen, d.h. Stoffmengendichten. Die Dichtefelder gehorchen den mathematisch formulierten Gesetzen der Physik und Chemie. Mathematisch gesehen sind Dichtefelder definiert als reellwertige Funktionen auf Teilgebieten von Raum und Zeit. Das Teilgebiet auf dem eine Dichte nicht verschwindet heißt in der Mathematik Träger. Die semantische Konsistenz der Physik erlaubt es die Dichtefelder chemischer Substanzen mit Dichtefeldern in der der Molekül- und Atomphysik zu verknüpfen. Diese wiederum mit denen der Kernphysik, die Dichten der Kernphysik dann mit denen der Elementarteilchenphysik, und so fort. Dabei werden die Trägergebiete der Massen- und Ladungsdichten fortschreitend kleiner und sind im Vergleich zum Träger chemischer Dichten in winzigen punktförmigen Teilgebieten lokalisiert.

Auf diese Weise verflüchtigt sich der Träger normaler massiver Materie ins immer Kleinere. Zurück bleiben elektromagnetische Felder, welche den Raum erfüllen. Elektromagnetische Felder mit Wellenlängen im Bereich von 400 bis 800 Nanometern sind sichtbares Licht. Chemische Substanzen bestehen also im wesentlichen, d.h. abgesehen von winzigen Massepunkten, aus demselben «Stoff» wie Licht<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Stöchiometrie ist die Lehre von der Messung der  $\sigma\tau\omicron\chi\epsilon\iota\alpha$ , d.h. der Urbestandteile, Grundstoffe oder Elemente.

<sup>3</sup> Die ontologische Bedeutung physikalischer Felder kann dabei offen bleiben. Tropenontologisch wären Elektronen Eigenschaftsbündel, im ontischen Strukturrealismus wären es Darstellungen von Symmetriegruppen. Das ontologische Problem entspricht dem Welle-Teilchen-Dualismus. Physiker betrachten elektromagnetische Felder auch als photonischen «Stoff» (Photonengas) und untersuchen exotische «Stoffe» aus ontologisch höchst fragwürdigen Quasiteilchen wie Phononen, Magnonen, Polaronen oder Exzitonen.

## 2.2 Metaphysik

Metaphysisch-philosophisch werden oft nicht Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff oder Licht sondern Lebewesen (wie z.B. Menschen, Mücken, Muscheln, Mais oder Mikroben) als Paradigma für den Substanzbegriff betrachtet. Bei höheren Lebewesen gibt es Individuen ein und derselben Art, die sich durch ihre Erscheinung und ihre Tätigkeit (Lebensäußerung) als Individuen bekunden. Dadurch lässt sich bei höheren Lebewesen die Substanz des Individuums als das Seiende bestimmen, was diese beobachtbaren Eigenschaften (observablen Akzidentien) hervor- bzw. ins Sein bringt<sup>4</sup>.

Metaphysisch-philosophisch ist Substanz also etwas, das an sich und unmittelbar *per se* Sein hat, und das observable Akzidentien trägt. Spaemann definiert etwas einschränkender:

**Definition 2** (Substanz bei Spaemann) :

*Die Substanz eines Dinges ist der selbstseiende Wesenskern eines Dinges, der eine eigene dynamische Verfasstheit impliziert, eine eigene teleologische Struktur, aufgrund derer es natürlichen Dingen um etwas geht, und zwar zuerst und vor allem um ihre eigene Selbstbehauptung [12, S.200].*

Die Begriffe »Wesenskern« (im Unterschied zu Wesen), »dynamische Verfasstheit«, »teleologische Struktur« oder »Selbst« werden in [12] nicht weiter erörtert. Stattdessen wird dort gesagt: »Einem Pferd geht es um etwas. Es ist irgendwie ein Pferd zu sein. Es ist nicht irgendwie ein Auto zu sein. Einem Auto geht es um nichts.« Mit anderen Worten: Nur lebende Dinge haben eine Substanz.

Bei winzigen Lebewesen (Mikroben) fällt die Unterscheidung von Individuen ein und derselben Art oft schon deshalb schwerer, weil man dazu ein Mikroskop benötigt. Bei äußerlich gleichen Gegenständen identischer Form (wie maschinell gefertigten Autos oder Kristallen) scheint es ohne Mikroskop unmöglich Individuen zu unterscheiden. Andererseits lassen sich zwei identische Autos selbst bei identischen Nutzungsbedingungen z.B. durch ihre Nutzungsdauer (auch »Lebensdauer« genannt) unterscheiden. Das liegt an Fertigungstoleranzen und mikroskopischen Details (z.B. der Körnung, Maserung, Struktur usw.) der Bauteile. Auch die individuelle Verschiedenheit zweier Brote oder Oblaten bekundet sich in ihrer Porenstruktur. Unbelebte Dinge und Artefakte zeigen auch eine »dynamische Verfasstheit« insofern ihre Atome bei Temperaturen ungleich Null beständig thermisch fluktuieren. Sie haben eine »teleologische Struktur« insofern diese dynamischen Fluktuationen ins lokale Gleichgewicht streben. Ob sie ein »Selbst« haben hängt davon ab wie man das Selbst definiert.

Gemäß aristotelischer Tradition haben Artefakte aber nur eine (uneigentliche) Substanz, die durch ihren Zweck bzw. ihre Bedeutung bestimmt ist. Artefakte sind dann, abgesehen von ihrer Zweckbestimmung, nichts jenseits ihrer Eigenschaften. Das ist es was Spaemann sagt: »Brot ist definiert durch eine Reihe von Eigenschaften. Es ist nichts jenseits dieser Eigenschaften.« [12, S.200]. »Mit anderen Worten: Brot ist keine Sub-

<sup>4</sup> Individuen niederer Lebewesen (Mikroben) sind oft wesentlicher Bestandteil höherer Lebewesen. Man schätzt, daß ein Mensch mehr Mikroben (Darmbakterien etc.) als Körperzellen hat (doi:10.1371/journal.pbio.1002533).

stanz. Wohl gibt es ein ›Wesen‹ des Brotes, aber dieses Wesen existiert nur innerhalb der menschlichen Welt, der Welt von ›Bedeutung‹. Was es innerhalb dieser Welt bedeutet, das ist es. Es hat kein Sein außerhalb derselben.... Wenn allerdings die Menschheit von diesem Planeten verschwunden wäre, dann wäre auch die Menschenwelt, die Welt der Bedeutungen, verschwunden. Dann wäre Brot nicht mehr Brot.« [12, S.201].

Ganz ähnlich behauptet Oster in [7, S.591] Brot und Wein hätten ihre »*lebenserhaltende Bedeutung nicht zuerst aus ihrem An-sich-Sein vor Gott, sondern aus ihrem von Menschen in einem geschichtlichen kulturellen Kontext erwirkten ›Für-uns-Sein‹*«. »*Das heißt, die Objektivität ihrer Bedeutung ist nicht verbürgt durch einen göttlichen Schöpfungsakt als vielmehr durch einen gemeinsamen gesellschaftlichen Akt der Konstruktion oder ... durch Übereinkunft einer Sprechergemeinschaft durch und für den Menschen dieser Gemeinschaft.*« ([7, S.592])

Die Auffassung von Wirklichkeit, die sich in solchen Sätzen ausdrückt, widerspricht dem alltäglichen Verständnis. Sie widerspricht auch einer Philosophie der »*doppelten Substantialität des geschöpflichen Seins*«, die den Artefakten trotz ihres »*Sein-von-woanders-her doch Sein-in-Selbständigkeit*« zubilligt [8, S.151]. Wer einmal Tauben mit Brot gefüttert oder sein Brot beim Zelten vor Grizzlybären geruchsgesichert hat, ist irgendwie überzeugt, daß Brot auch ohne Menschheit Brot bleibt. Analoges gilt für andere Artefakte. Brücken oder Tretminen bedeuten auch für Elefanten etwas. Selbst ein ganz und gar künstlich von programmierten toten Maschinen automatisch hergestellter Ofen wärmt im Winter nicht nur Mensch und Tier, sondern auch Pflanzen oder tote Steine. Archäologische Artefakte bleiben was sie immer waren: Trinkgefäße, Schmuck, Steuerlisten, oder Tempel. Und zwar unabhängig davon, ob es noch einen Menschen gibt, der lesen kann oder ihre Bedeutung kennt.

Andrerseits ist die Wirklichkeit tatsächlich abstrakt, weil sie Wort Gottes ist. Der abstrakte λόγος der Schöpfungswirklichkeit wird nicht nur im Evangelium Joh 1,1 und Joh 1,3 [4] behauptet, wo es heißt: Ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ λόγος, καὶ ὁ λόγος ἦν πρὸς τὸν Θεόν, καὶ Θεὸς ἦν ὁ λόγος, und πάντα διὰ αὐτοῦ ἐγένετο, καὶ χωρὶς αὐτοῦ ἐγένετο οὐδὲ ἓν. Auch in der modernen Physik ist die Wirklichkeit durch eine eigentümliche mathematisch-logische Abstraktheit charakterisiert. Doch diese Abstraktheit der Wirklichkeit ist kein soziologischer »*Akt der Konstruktion*« oder die »*Übereinkunft einer Sprechergemeinschaft durch und für den Menschen dieser Gemeinschaft*«. Vielmehr gleicht die seltsam abstrakte Wirklichkeit der Quantenelektrodynamik normaler Materie jener Seinsverknüpfung von λόγος und φῶς ἀληθινόν, die Gott in Joh 8,12 herstellt, wenn er sagt: ἐγὼ εἰμι τὸ φῶς τοῦ κόσμου oder in Joh 1,9: Ἦν τὸ φῶς τὸ ἀληθινόν, ὃ φωτίζει πάντα ἄνθρωπον und ἐν τῷ κόσμῳ ἦν, καὶ ὁ κόσμος δι' αὐτοῦ ἐγένετο (Joh 1,10).

Bevor die eigentümliche Abstraktheit der Wirklichkeit als Nichtvertauschbarkeit identifiziert und näher beleuchtet wird, muß der Substanzbegriff des hl. Thomas von Aquin als der scholastische Bezugspunkt dargestellt werden, welcher der dogmatischen Formulierung zugrunde liegt.

In *De ente et essentia* unterscheidet der hl. Thomas vorab real Seiendes (Wirkliches) vom abstrakten logisch-mathematisch Seienden [1]. Real seiend sind Dinge worauf die aristotelischen Kategorien (κατηγορεῖν heißt vorbringen, anklagen, aussagen) der Substanz (οὐσία, Wesen), Quantität (ποσὸν wieviel), Qualität (ποιὸν wie beschaffen), Relation (πρὸς τι in Bezug auf), Ort (ποῦ wo), Zeit (ποτὲ wann), Lage (κεῖσθαι liegen), Haben (ἔχειν), Tun (ποιεῖν), und Leiden (πάσχειν) anwendbar sind. Thomas stellt die erste Kategorie (οὐσία), die substantia, den anderen neun, die er als *accidentales* (hinzufallend) bezeichnet, fundamental gegenüber und definiert insofern Substanz als diese erste Kategorie alles Wirklichen.

**Definition 3** (Substanz bei Thomas von Aquin):

*Substanz bezeichnet das, was von selbst ist* (»ens per se«), *das aus sich selbst heraus Bestand hat, ohne Träger existiert und subsistiert* (»ens in se subsistens«). »Ratio substantiae est per se existere« [2, a.3, arg. 4].

**Definition 4** (Akzidens bei Thomas von Aquin) :

*Akzidens bezeichnet eine unselbständige Seinsweise an einem anderen Sein (Träger). Akzidens ist ein* »esse in alio ut in subiecto« *also ein* »ens entis«.

»*Substantia prima*« ist das konkrete individuelle Wesen, das von Akzidentien näher bestimmt wird und von keinem anderen ausgesagt werden kann. »*Substantia secunda*« ist das allgemeine, durch Abstraktion vom Individuellen gewonnene Wesen, was im Allgemeinbegriff ausgesagt ist. Über den Zusammenhang von Wesen und Substanz sagt Thomas »*Essentia proprie et vere est in substantiis, sed in accidentibus est quomodo et secundum quid.*« und »*Substantiarum vero quaedam sunt simplices et quaedam sunt composite, et in utriusque est essentia; sed in simplicibus veriori et nobiliori modo.*«

Das Wesen eines Dinges liegt demnach bei Thomas sowohl «in» seiner Substanz als auch in seinen Akzidentien. Ein Bestreiten der Substanz von Brot oder anderen Artefakten ist bei Thomas von Aquin nicht erkennbar. Es scheint als ob Thomas die Worte Wesen, Substanz und Natur weitgehend synonym gebraucht, denn er sagt »*Essentia etiam alio nomine natura dicitur*« [1, Cap. I]. Lassen wir deshalb den philosophischen Substanzbegriff beiseite, und befassen wir uns direkt mit der physikalischen Wirklichkeit von Wein und Brot, und mit ihrer fortschreitenden Verflüchtigung in eine eigentümliche mathematische Abstraktheit.

### 3 Wirklichkeit

Wirklich ist was wirkt. Wirkung und Gegenwirkung, also das wechselseitige Einwirken von Dingen aufeinander, nennt man Wechselwirkung. Erfahrung der Wirklichkeit entsteht durch Wechselwirkung von Dingen dann, wenn eines der wechselwirkenden Dinge die Auswirkungen der Einwirkung speichert. Das speichernde Ding kann sowohl ein Lebewesen als auch ein toter Messapparat sein. Ein Messapparat in diesem Sinne ist also ein Ding, das Aus-Wirkungen dauerhaft registriert oder dokumentiert. Die Wechselwirkung erzeugt so eine Beobachtung, ein Dokument, eine Messung. Beobachtungen bilden die Grundlage von Erfahrung. Erfahrung bedeutet hier: aus der Vergangenheit für die Zukunft lernen.

### 3.1 Feinkörnige Struktur der Materie

Was ist nun die Wirklichkeit von Wein und Brot ? Wirklichkeit und Wesen der Dinge erschliessen sich nach dem Gesagten aus der Beobachtung der observablen Akzidentien durch Einwirkung oder Wechselwirkung mit anderen Dingen. Die tatsächlich beobachteten Akzidentien von Wein und Brot hängen von der Art und Weise der Einwirkung ab, also davon ob man sie ertastet, riecht, schmeckt, oder nur unter Lichteinwirkung ansieht. Mit zunehmender Verfeinerung der fünf Sinne durch Pinzetten, Reagenzgläser, Lupen oder Elektronenmikroskope wurden auch die Akzidentien der Bestandteile von Brot und Wein immer genauer beobachtet und, wie bereits angedeutet, eine sehr feinkörnige Struktur der Wirklichkeit von Brot und Wein entdeckt<sup>5</sup>.

Alle chemischen Beobachtungen an Brot oder Wein lassen sich mit Hilfe der Atomhypothese erfolgreich ordnen und deuten, wonach winzige unteilbarer Stoffpunkte (Atome) im leeren Raum miteinander wechselwirken. Mit Hilfe technischer Pumpen wurde die Wirklichkeit des jahrhundertlang bestrittenen Vakuums als luftleerer atomfreier Raum immer deutlicher unter Beweis gestellt. Man könnte deshalb die Atome als das eigentlich Seiende, als die unveränderlichen Bausteine der Wirklichkeit ansehen. Die beobachtbaren Akzidentien der Dinge entstehen in dieser Auffassung der Wirklichkeit erst nachträglich durch die Bewegung der Atome und ihre Wechselwirkungen miteinander.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde mit zunehmender Verfeinerung der Messgeräte der radioaktive Zerfall von Atomen entdeckt. Dadurch verloren die Atome ihre fundamentale Bedeutung als letzte, unteilbare, und unveränderliche Bausteine der Materie. Sie erwiesen sich als veränderlich und zusammengesetzt. Man fand drei Bestandteile: Protonen, Neutronen und Elektronen, wobei Neutronen nur im Atomkern stabil sind. Die substantielle körnige Wirklichkeit der Atome wurde zur akzidentiellen Wirklichkeit von noch wesentlich stärker lokalisierten Atomkernen und Elementarteilchen.

### 3.2 Licht und Wirklichkeit

In etwa zeitgleich mit der Entdeckung der Radioaktivität ergab die verfeinerte Beobachtung elektrischer und magnetischer Wechselwirkungen, daß nicht die winzigen Elementarkörner, sondern elektrische und magnetische Kraftfelder, die den leeren Raum zwischen ihnen erfüllen, das eigentlich Wirkliche und Wirksame in und zwischen den Atomen sind. Die Kräfte zwischen den Atomen entstehen aus den Fluktuationen dieser Felder. Allerdings ist die Nah- und Wechselwirkung von Kraftfeldern ohne eine vermittelnde Substanz als Träger dieser Kräfte weit weniger anschaulich als die Vorstellung kleinster Teilchen, die von fernwirkenden Kräften bewegt werden.

Man hat lange Zeit versucht diese abstrakte Unanschaulichkeit zu vermeiden (*horror vacui*) und einen materiellen Äther (das 5. Element des Aristoteles) postuliert, der

<sup>5</sup> Vielleicht sollte man besser »wiederentdeckt« sagen, denn die feinkörnige Struktur aller Materie ist als עֶפֶר ('aphar) schon im Alten Testament (Gen 2,7, Gen 3,19 etc.) bekannt.

das Vakuum erfüllt. Der Äther sollte die Kraftfelder tragen, genauso wie ein elastischer Körper Spannungsfelder trägt, wenn man ihn verformt. Trotz intensiver Suche nach der Wirklichkeit des Äthers als Trägermedium der elektrischen und magnetischen Felder wurde bis dato keinerlei Wirksamkeit, Ein- oder Auswirkung des Äthers auf andere Dinge beobachtet. Die Ätherhypothese gilt deshalb physikalisch als widerlegt.

Statt des Äthers wurde das elektromagnetische Feld im Vakuum als die eigentliche Wirklichkeit, das eigentlich Seiende, bestätigt. Diese Wirklichkeit der Felder äußert sich in ihren beobachtbaren Akzidentien als Wellen, Schwingungen und Schwankungen. Diese Wellen und Schwingungen sind zwar mit Hilfe von Testladungen direkt nachweisbar und messbar, haben aber keinen materiellen Träger, d.h. es handelt sich dabei nicht um Schwingungen »an etwas anderem«. Bei Schallwellen schwingt die Luft, bei Oberflächenwellen das Wasser des Teiches. Bei elektromagnetischen Wellen wie z.B. Licht schwingt nichts. Auch bei Materiewellen wie z.B. Elektronen schwingt nichts. Solche Wellen existieren im Vakuum, im leeren Raum. Ihre Wellenlängen (i.e. die Abstände zwischen Maxima oder Minima) können jeden beliebigen Wert zwischen Null und unendlich annehmen. Elektromagnetische Schwingungen und Wellen im leeren Raum mit Wellenlängen zwischen vierhundert und achthundert Nanometern<sup>6</sup> sind für das menschliche Auge sichtbares Licht. Lichtwellen entspricht im Unterschied zu Materiewellen keine Ruhemasse. Man könnte deshalb paraphrasierend sagen, daß die klassisch-physikalische Wirklichkeit von Wein und Brot überwiegend unsichtbares natürliches Licht ist, das zwar observable Akzidentien, aber keinerlei materiellen Träger hat.

Es ist hierbei wichtig darauf hinzuweisen, daß das physikalische Vakuum nicht einfach »Nichts« im Sinne von Nicht-Seiend ist. Vakuum ist definiert als der Grundzustand eines Raumgebiets ohne Atome oder andere Teilchen. Grundzustand meint den Zustand kleinster Energie. Es ist zur Zeit nicht klar, ob diese Definition physikalisch vernünftig und mathematisch widerspruchsfrei ist.

Die abstrakte Unanschaulichkeit von Wellen, Schwingungen und Schwankungen des rein akzidentiellen elektromagnetischen Feldes ohne einen materiellen Träger wird etwas abgemildert wenn man bedenkt, daß dieses Feld seine Ursache in eben den Elementarteilchen hat, deren Bewegungen es bewirkt und bestimmt. Elektronen und Protonen sind die Quellen (מַעוּרֵי, mayan) des elektromagnetischen Feldes (Flußes). Insofern wären dann doch wieder die Elementarteilchen das eigentlich wirklich Seiende in Brot und Wein und der leere Raum zwischen ihnen besäße nur als Bühne für Kraftfelder und Geometrie einen gewissen Grad von Wirklichkeit. Doch auch diese Hoffnung eine anschauliche Auffassung der Wirklichkeit zu retten, wird durch die Fakten auf unerwartete Weise zerstört.

### 3.3 Vertauschbarkeit

Beobachtet man Brot und Wein unter starker Vergrößerung, dann passiert etwas sehr merkwürdiges: Manche Kombinationen von observablen Akzidentien lassen

<sup>6</sup> Ein Nanometer ist der millionste Teil eines Millimeters.

sich nicht mehr gleichzeitig feststellen oder messen. Das Seiende der Akzidentien entzieht sich der Beobachtung. Eine einleuchtende Erklärung für diese Tatsache ist nicht bekannt.

Die allgemeinste und klarste Formulierung der Beobachtungen ist das Fehlen der Vertauschbarkeit. Was das bedeutet, soll am Beispiel der Akzidentien von Ort  $x$  (locus,  $\rho\omicron\upsilon$ ) und Zeit  $t$  (tempus,  $\rho\acute{o}\tau\epsilon$ ) illustriert werden. Dazu betrachte man einen kleinen Tropfen Wein mit einer Masse  $m = 1\text{g}$  von einem Gramm. Es bezeichne  $x(t)$  den Ort (des Massenmittelpunktes) des Weintropfens zum Zeitpunkt  $t$  und es sei  $v$  die Geschwindigkeit (des Massenmittelpunktes). Die Geschwindigkeit ist definiert als Ortsänderung  $x(t_2) - x(t_1)$  im Zeitintervall zwischen zwei Zeitpunkten  $t_1 < t_2$  dividiert durch die Zeitdauer  $t_2 - t_1$  und zwar im Grenzwert verschwindend kleiner Zeitdauern, also wenn  $t_2$  gegen  $t_1$  strebt. Eines der wichtigsten allgemeingültigen Naturgesetze besagt nun, daß das Produkt  $xv$  in Wirklichkeit nicht dasselbe wie das Produkt  $vx$  ist, auch wenn dieses Gesetz in langen Jahrhunderten niemandem aufgefallen ist. Ort und Geschwindigkeit des Weintropfens sind streng genommen nicht vertauschbar.

Ein Maß für den Vertauschbarkeitsgrad ist der Betrag  $|xv - vx|$  der Vertauschungsdifferenz (auch Kommutator genannt)<sup>7</sup>. Wenn dieser Betrag verschwindet, d.h. wenn  $|xv - vx| = 0$  ist, dann gilt  $xv = vx$  und es liegt Vertauschbarkeit vor, andernfalls nicht. Der Grad der Vertauschbarkeit oder Nichtvertauschbarkeit von Ort und Geschwindigkeit hängt von der Masse des Dinges, hier des Weintropfens, ab. Für den Betrag der Vertauschungsdifferenz von  $xv$  und  $vx$  gilt stets das Naturgesetz

$$|xv - vx| = \frac{\hbar}{m}$$

wobei  $\hbar = 1,054571628 \times 10^{-34}\text{Js}$ , das (reduzierte) Plancksche Wirkungsquantum, eine fundamentale Naturkonstante ist [6]. Setzt man nun die Masse  $m = 1\text{g}$  des Weintropfens ein, so erhält man eine Vertauschungsdifferenz von  $1,054571628 \times 10^{-31}\text{m}^2/\text{s}$ , die zwar nicht Null ist, aber sehr klein. So klein, daß sie bis heute nicht messbar oder nachweisbar ist. Das erklärt warum das Vertauschbarkeitsproblem lange Jahrhunderte hindurch niemandem aufgefallen ist.

Die Vertauschungsdifferenz wird gemäß obiger Gleichung umso größer je kleiner der Weintropfen wird. Wie groß ist die Differenz, wenn der Tropfen nur noch ein Wassermolekül enthält<sup>8</sup>? Ein einzelnes Wassermolekül hat eine Masse von  $m = 2,9916 \times 10^{-26}\text{kg}$ . Das ergibt dann bereits eine Vertauschungsdifferenz von  $3,5251 \times 10^{-9}\text{m}^2/\text{s}$ , die mit heutigen Messgeräten durchaus messbar und nachweisbar ist.

Die Nichtvertauschbarkeit observabler Akzidentien wie Ort und Geschwindigkeit hat dramatische Konsequenzen. Sie impliziert eine »eigene dynamische Verfasstheit« der mikroskopischen Wirklichkeit, deren »Selbstbehauptung« sich in starken

<sup>7</sup> Die Vertauschungsdifferenz ist ein Maß für den Wirkungsunterschied pro Kilogramm, der durch Vertauschung der Reihenfolge der Beobachtung von Ort und Geschwindigkeit entsteht. Die Maßeinheit von  $xv$  und  $vx$  ist die einer spezifischen Wirkung, i.e Wirkung pro Kilogramm Masse  $m$ .

<sup>8</sup> Wein besteht zu 80–85% aus Wasser (siehe oben).

Fluktuationen der Atome, Moleküle und elektromagnetischen Felder äußert, und im Prinzip der kleinsten Wirkung eine »teleologische Struktur« besitzt. Es ist fast so, als »ginge es den Elementarteilchen um etwas« nämlich darum sich nicht allzu sehr einengen oder lokalisieren zu lassen. Es wird sinnlos vom Ort oder der Bahn eines Elementarteilchens zu reden. Die Nichtvertauschbarkeit hat weiter zur Folge, daß die Einwirkung des Messgeräts auf das zu beobachtende Akzidens nicht mehr vernachlässigt werden darf. Üblicherweise unterstellt man bei Beobachtungen unausgesprochen, daß die Wechselwirkung mit dem Messgerät nur eine untergeordnete Rolle spielt, und jedenfalls das zu beobachtende Akzidens nicht ändert. Das trifft für nichtvertauschbare Akzidentien nicht mehr zu und kann sogar dazu führen, daß für gewisse Aussagen logische Grundgesetze wie der Satz vom ausgeschlossenen Dritten – das *tertium non datur* – oder das Distributivitätsgesetz nicht mehr anwendbar ist.

Die weitreichenden Konsequenzen der naturgesetzlichen Nichtvertauschbarkeit kann man auch daran ablesen, daß die obige Gleichung nicht nur die Physik sondern auch die Mathematik sehr stark beeinflusst hat. Es ist nämlich nicht möglich, nichtvertauschbare Akzidentien durch Zahlen oder Matrizen darzustellen. Das wurde anfangs in der «Matrizenmechanik» vermutet. Vielmehr werden Räume mit unendlich vielen Richtungen für die Darstellung benötigt. Die eigentümliche Abstraktheit der Wirklichkeit, die schon in Joh 1,1 und Joh 1,3 (siehe oben) zum Ausdruck kommt, wird hier in mathematischen Theoremen über Nichtvertauschbarkeit manifest. »Die Vorstellung von der objektiven Realität der Elementarteilchen hat sich also in einer merkwürdigen Weise verflüchtigt, nicht in den Nebel irgendeiner neuen, unklaren oder noch unverstandenen Wirklichkeitsvorstellung, sondern in die durchsichtige Klarheit der Mathematik« [5, S.12]

Man könnte nun einwenden, daß es für die Transsubstantiation auf die mikro-physikalische Wirklichkeit von Wein und Brot schon deshalb nicht wirklich ankommt, weil es viele Sorten von Wein und Brot gab und immer noch gibt, die sich in allerlei Akzidentien wie Alkoholgehalt oder Zelluloseanteil unterscheiden. Wenn also schon die makrophysikalisch unterscheidbaren Brot- und Weinsorten unerheblich sind, dann erst recht unmessbar kleine Vertauschungsdifferenzen.

Doch diesem Einwand widerspricht das Dogma selbst, wonach Christus auch in jedem noch so winzigen Teil der konsekrierten Gestalten ganz und ungeteilt anwesend ist<sup>9</sup>. Außerdem wird die makrophysikalische Wirklichkeit von der mikroskopischen bestimmt (vgl. STh III Q77 Art 8). Zur Illustration: Angenommen jemand hätte nur die Elektronen des Amylopektinanteils der Stärke im Brot um weniger als einen Nanometer verschoben. Und zwar so, daß die Zahl der Polysaccharide, deren Glukoseringe über  $\beta$ -1,4-glykosidische Bindungen verknüpft sind, überwiegt (in Brot sind  $\alpha$ -1,4- und  $\alpha$ -1,6-glykosidische Bindungen häufiger). Die chemische Zusammensetzung wäre dann gleich geblieben und die makroskopischen Akzidentien der Oblate wären größtenteils unverändert. Aber die Stärke im Brot wäre zu Zellulose geworden. Nach einer solch winzigen Elektronenverschiebung wäre die Oblate weder

<sup>9</sup> Si quis negaverit, in venerabili Sacramento Eucharistiae sub unaquaque specie, & sub singulis suisque speciei partibus, separationem facta, totum Christum contineri; anathema sit [10, Can.III]

in Wasser löslich noch in den meisten organischen Lösungsmitteln, und dementsprechend schwer verdaulich.

Die dogmatisch feststehende unbegrenzte Teilbarkeit der eucharistischen Gestalten kombiniert mit der makrophysikalischen Auswirkung mikrophysikalischer Änderungen erzwingt somit eine Erörterung der Grenzen der Realpräsenz: Ist Christus in isolierten Polysaccharidmolekülen des konsekrierten Brotes oder in verdunsteten Aromastoffen des konsekrierten Weines real präsent?

## 4 Realpräsenz

### 4.1 Zeitliche Grenzen

Der Katechismus lehrt, daß die Realpräsenz »mit dem Zeitpunkt der Konsekration« beginnt und solange andauert wie die eucharistischen Gestalten bestehen [3, KKK 1377]:

*Praesentia eucharistica Christi a momento incipit consecrationis et perdurat dum species subsistunt eucharisticae.*

Diese Formulierung ist ungenau, da die Konsekration kein Zeitpunkt ist, sondern ein Vorgang, der einige Zeit dauert. Wann genau beginnt, die Realpräsenz? Schon beim »Hoc« oder erst beim »meum«? Das Konzil von Trient lehrt deutlich präziser als der Katechismus, daß die Realpräsenz »statim post«, das heißt gleich nach, der Konsekration beginnt [10, Cap.III]:

*... & semper haec fides in Ecclesia Dei fuit, statim post consecrationem verum Domini nostri corpus, verumque eius sanguinem sub panis, & vini specie una cum ipsius anima, & divinitate existere;*

Es herrscht Übereinstimmung, daß die Realpräsenz zeitlich nur solange besteht, wie die eucharistischen Gestalten von Brot und Wein bestehen.

### 4.2 Räumliche Grenzen

Wein ist flüssig, Brot ist fest. Beide haben Oberflächen an denen ein beständiger Austausch von Molekülen mit der Umgebung stattfindet. Wein verdunstet, Brot trocknet und sublimiert. Das Ausmaß hängt von den thermodynamischen Akzidentien der eucharistischen Gestalten ebenso wie von denen ihrer Umgebung ab.

Das Dogma lehrt scheinbar eine unbegrenzte Teilbarkeit Christi in den eucharistischen Gestalten

*Christus est totus integer sub unaquaque specierum et totus integer in earum partibus, ita ut panis fractio Christum non dividat.*

in [3, KKK 1377], bzw.

*totus enim, & integer Christus sub panis specie, & sub quavis ipsius speciei parte, totus item sub vini specie, & sub eius partibus existit.*

in [10, Cap.III]. Moleküle und Atome sind aber Teile von Wein und Brot. Damit erhebt sich die Frage ob in einem Wassermolekül, welches aus der Weinphase oder der Brotkrume ausgetreten ist, der ganze und ungeteilte Christus immer noch anwesend ist. Das hätte zur Folge, daß Christus nicht nur in der Flüssigkeit selbst sondern auch in der Gasphase im Kelch und darüberhinaus mikroskopisch verteilt anwesend ist. Kommunion fände dann auch durch die Nase statt.

Die dogmatischen Formulierungen reden von den Teilen der »*species*«, d. h. der Gestalten. Die eucharistischen Gestalten müssen also in den Teilen erkennbar bleiben. Die Realpräsenz ist nicht nur zeitlich sondern auch räumlich an die Gestalten gebunden. Das setzt der Teilbarkeit eine untere Schranke.

Einige wenige Wassermoleküle ergeben noch keinen Wein. Es folgt, daß die räumliche Grenze der Realpräsenz von der erkennbaren Wirklichkeit der konkret verwandelten Gestalten abhängt. Für Wein dürfte je nach Weinsorte und je nach Präzision der Inhaltsangabe ein Tropfen von ca. 100 Nanometern Durchmesser ausreichen um den Wein zu identifizieren. Bei Brot hingegen sind solche Abmessungen möglicherweise nicht ausreichend, wenn gröbere Strukturen für die Gestalt eine Rolle spielen.

## 5 Zusammenfassung

- (i) Was ist mit der Substanz von Brot und Wein gemeint ?  
Bei Thomas von Aquin scheint Substanz die individuelle, von Akzidentien bestimmte, und den Dingen unterliegende Wirklichkeit zu bezeichnen.
- (ii) Was ist die unterliegende Wirklichkeit von Wein und Brot ?  
Die Wirklichkeit aller materiellen (belebten und unbelebten) Dinge wird in der Physik derzeit auf die Wirklichkeit von elektromagnetischen und materiellen Quantenfeldern im Vakuum zurückgeführt. Deren akzidentielle Nichtvertauschbarkeit ist äußerst abstrakt.
- (iii) Wann und wo beginnt und endet die Realpräsenz ?  
Die Realpräsenz ist im Dogma von der Transsubstantiation räumlich und zeitlich an die physischen Gestalten von Brot und Wein geknüpft. Es wäre wünschenswert, daß die Kirche zu raumzeitlichen Grenzen Stellung nimmt, sie verwirft oder bestätigt und präzisiert.

Es gibt aus physikalisch – naturphilosophischer Sicht keinen Grund das Dogma der Transsubstantiation zu bezweifeln oder abzustreiten. Die physikalische Wirklichkeit von Wein und Brot ist (abgesehen von winzigen Massepunkten) unsichtbares, quantisiertes Licht. Das Dogma beschreibt vernünftig und widerspruchsfrei wie Gott innerhalb der von ihm selbst geschaffenen Wirklichkeit unter den physischen Gestalten von Brot und Wein wirklich gegenwärtig sein könnte, ohne daß dies die Gesetze der durch sein Wort geschaffenen Wirklichkeit und durch seine Treue (Stabilität  $\aleph$  vgl. [Ps 119{118},142]) im Sein gehaltenen Wirklichkeit verletzt. Das Fürwahrhalten dieser Möglichkeit und der damit verbundenen übernatürlichen Handlungen und Geschehnisse während der eucharistischen Wandlung ist und bleibt deshalb ein persönlicher Glaubensakt, der weder der Vernunft noch der physikalischen Wirklichkeit

widerspricht. Ganz in Gegenteil scheint es so, als vertieften naturphilosophische Reflexion und gläubige Betrachtung des eucharistischen Geheimnisses sich gegenseitig.

Naturphilosophisch lässt sich das Geheimnis der Transsubstantiation (ebenso wie das mit ihm eng verwandte Geheimnis der Inkarnation<sup>10</sup>) nicht ergründen oder erklären. Aber beide Geheimnisse lassen sich zugleich in nahezu dieselben Worte kleiden: Aus dem meist unsichtbaren, trägerlosen, stark fluktuierenden, quantisierten aber natürlichen Licht, das die observablen Akzidentien von Brot und Wein (bzw. Eizelle) im Sein hält, wird in der eucharistischen Wandlung (bzw. Überschattung des Heiligen Geistes) durch das geheimnisvolle Wirken Gottes ein ebenso unsichtbares, trägerloses, übernatürliches, unzugängliches, göttliches Licht, das dieselben Akzidentien unverändert im Sein hält. Kurz, knapp und substantiell gesagt: Aus natürlichem Licht wird<sup>11</sup> φῶς ἀληθινόν, göttliches Licht.

### *About the Natural Philosophy of Eucaristic Transformation*

#### *Abstract*

Wine and bread are material things. Normal matter consists of atomic nuclei, electrons and photons. Volumetrically the photons predominate. Photons are quantized light. The formulation of physical laws obeyed by quantized light requires vector spaces with infinitely many directions. The formulation of the physical reality of wine and bread is thus rather abstract. This abstractness of the physical reality of normal matter permits any faithful Christian to accept that transsubstantiation involves a supernatural transition from invisible natural light to equally invisible supernatural (divine) light.

#### *Danksagung*

Der Verfasser dankt Herrn Dr. Peter Egger, Herrn Prof. Dr. Michael Sticklebroeck, und Herrn Prof. Dr. Robert Spaemann für Anregungen und Gespräche.

#### *Literatur*

[1] Aquino, Sancti T.: De Ente et Essentia. In: *Opera Omnia Iussu Leonis XIII P.M. Edita* Bd. Tomus XLII. Romae ad Sanctae Sabinae : St.Thomas Aquinas Foundation, 1976, S. 367–381

<sup>10</sup> πνεῦμα ἅγιον ἐπελεύσεται ἐπί σε [Luk 1,35]

<sup>11</sup> entsprechend der Bitte im Stufengebet [Ps 43{42},3] um אֹר (Or) und אֱמֶת (Emet), d.h. um Licht und Wahrheit.

- [2] Aquino, Sancti T.: Quaestiones Disputatae De Potentia. In: Alarcon, E. (Hrsg.): *Corpus Thomisticum*. Pamplona: Fundacion Tomas de Aquino quoad hanc editionem, 2011, Kapitel Quaestio 7
- [3] Der Heilige Stuhl: *Katechismus der katholischen Kirche*. Citta del Vaticano : Libreria Editrice Vaticana, 1993
- [4] Dietzfelbinger, E.: *Das Neue Testament, Interlinearübersetzung Griechisch-Deutsch*. 6.Aufl. Neuhausen: Hänssler, 1998
- [5] Heisenberg, W.: *Das Naturbild der heutigen Physik*. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag, 1965
- [6] Mohr, P. ; Taylor, B. ; Newell, D.: CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 1998. In: *J. Phys. Chem. Ref. Data* 37 (2008), S. 1187
- [7] Oster, S.: *Person und Transsubstantiation*. Freiburg: Herder, 2010
- [8] Ratzinger, J.: Das Problem der Transsubstantiation und die Frage nach dem Sinn der Eucharistie. In: *Tübinger Theologische Quartalsschrift* 147 (1967), S. 129
- [9] Ratzinger, J.: Nachwort des Theologen. In: *Tübinger Theologische Quartalsschrift* 149 (1969), S. 343
- [10] Sacrosancta, Oecumenica, & Generalis Tridentina Synodus: Decretum de Sanctissimae Eucharistiae Sacramento. In: *Sacrosanctum Concilium Tridentinum*. Ultima hac Editione quam absolutissimum. Bassani: Apud Jo:Antonium Remondinum, 1743, S. 71–82
- [11] Spaemann, R.: Wirklichkeit als Anthropomorphismus. In: Nissing, H.G. (Hrsg.): *Grundvollzüge der Person*. München : Institut zur Förderung der Glaubenslehre, 2008, S. 13–36
- [12] Spaemann, R.: Substantiation. In: *Internationale Katholische Zeitschrift* 43 (2014), S. 199