Bei dem Beitrag handelt es sich um eine auszugsweise Vorveröffentlichung des Kapitel 27 aus den Büchern [63] und [60].

Drucklegung siehe Literaturstelle [45] (2002):

K. Meyl: Wirbelstrukturen als Element der Informationsübertragung in biologischen Systemen, Kolloquium vom 3.-5.10.2002 Bad Nauheim der BIT-Ärztegesellschaft, Vortragsband, Seite 77-96.

und Literaturstelle [57] (2003):

K. Meyl: Physikalische Grundlagen für die Informationsverarbeitung im Menschen, Kongressband zu den Festspielgesprächen 2002, (Hg. Simma-Kletschka) Facultas Verlage Wien 2003, Band 27, Wiener Internationale Akademie für Ganzheitsmedizin, ISBN 3-85076-648-9, Seite 38-59

Entnommen dem Kapitel 27 in [63] (2002):

K. Meyl: Elektromagnetische Umweltverträglichkeit, Teil 3, Skalarwellen und die technische, biologische wie historische Nutzung longitudinaler Wellen und Wirbel, Umdruck zum informationstechnischen Seminar, (in German), INDEL Verlagsabteilung Villingen-Schwenningen 2002, 3. Aufl. 2004, ISBN 3-9802 542-7-5.

Bzw.auf englisch [60] (2003):

K. Meyl: Scalar Waves, From an extended vortex and field theory to a technical, biological and historical use of longitudinal waves. Edition belonging to the lecture and seminar „Electromagnetic Environmental Compatibility“,INDEL Verlagsabt. Villingen-Schwenningen, 1st Ed. 2003, ISBN 3-9802 542-4-0.

Printversion erschienen in IEEE [81] (2006):

K. Meyl: Wireless Tesla Transponder**,** Field-physical basis for electrically coupled bidirectional far range transponders according to the invention of Nikola Tesla, SoftCOM 2006, 14th intern. Conference, 29.09.2006, IEEE and Univ. Split, Faculty of Electrical Engineering, ISBN 953-6114-89-5, p. 67-78

Prof. Dr.-Ing. Konstantin Meyl

Physikalische Grundlagen für die Informationsverarbeitung im Menschen

Einführung

Zahlreiche Phänomene des elektromagnetischen Feldes werden durch die Maxwell-Gleichungen hinreichend genau beschrieben, so dass diese in der Regel als universelle Feldbeschreibung angesehen werden. Bei genauerem Hinsehen jedoch entpuppt sie sich als Näherung, welche zudem weitreichende physikalische und technologische Konsequenzen nach sich zieht. Wir müssen uns fragen:

- Worin besteht die Maxwell-Näherung?
- Wie könnte ein neuer und erweiteter Ansatz aussehen?
- Faraday statt Maxwell - welches ist das allgemeinere Induktionsgesetz?
- Lassen sich die Maxwell-Gleichungen als Sonderfall herleiten?
- Sind auch Skalarwellen aus dem neuen Ansatz herleitbar?
- Ist die Gravitation ebenfalls herleitbar? Und vieles andere mehr?

Es geht einerseits um die große Suche nach einer einheitlichen physikalischen Theorie und andererseits um die Chancen neuer Technologien, die mit einer erweiterten Feldtheorie verbunden sind. Als zwingende Folge der Herleitung, die streng in der Lehrbuchphysik fußt und ohne Postulat auskommt, treten Skalarwellen auf, die vielfältig nutzbar sein sollten. In der Informationstechnik sind sie als mehrdimensional modulierbare Trägerwelle geeignet und in der Energietechnik reicht die Bandbreite von der drahtlosen Übertragung bis hin zum Einsammeln von Energie aus dem Feld.

Neutrinos, von Pauli als masselose aber Energie tragende Teilchen eingeführt, um die Energiebilanz beim Betazerfall erfüllen zu können, sind beispielsweise solche Feldkonfigurationen, die sich als Skalarwelle durch den Raum bewegen. Nichts wäre naheliegender, als die Neutrinostrahlung als Energiequelle technisch zu nutzen.

Bild 1: Tornado,
Beispiel für das Zusammenspiel von Wirbel und Gegenwirbel

Wirbel und Gegenwirbel

Im Auge eines Wirbelsturms herrscht die selbe Windstille wie in großer Entfernung, weil hier ein Wirbel und sein Gegenwirbel gegeneinander arbeiten (Bild 1). Im Innern befindet sich der expanierende Wirbel und außen der kontrahierende Gegenwirbel. Der eine bedingt die Existenz des anderen und umgekehrt. Schon Leonardo da Vinci kannte beide Wirbel und hat die dualen Erscheinungsformen beschrieben [1, Kapitel 3.4].

Bei Strömungswirbeln entscheidet die Viskosität über den Durchmesser der Wirbelröhre, an dem es zur Wirbelablösung kommt. Saugt sich ein Tornado beispielsweise über dem offenen Meer mit Wasser voll, dann dominiert der kontrahierende Potentialwirbel und die Energiedichte steigt bedrohlich an. Läuft er aber über Land und regnet aus, dann wird er wieder größer und ungefährlicher.

Ähnlich sind die Verhältnisse beim Abflußwirbel z.B. in der Badewanne. Hier besteht der expandierende Wirbel aus Luft, der kontrahierende hingegen aus Wasser. In der Strömungslehre sind die Zusammenhänge verstanden. Sie sind meist auch gut sichtbar und ohne weitere Hilfsmittel beobachtbar.

Anders in der Elektrotechnik: Hier bleiben Feldwirbel unsichtbar. Nur so konnte die Maxwelltheorie eine Anerkennung erlangen, obwohl diese nur den expandierenden Wirbelstrom mathematisch beschreibt, und seinen Gegenwirbel ignoriert. Ich nenne den kontrahierenden Gegenwirbel „Potentialwirbel" und weise darauf hin, dass jeder Wirbelstrom den Gegenwirbel als physikalische Notwendigkeit nach sich zieht.
Da die elektrische Leitfähigkeit die Größe der sich ausbildenden Strukturen bestimmt, sind die aus beiden zusammengesetzten Wirbelringe in Leitermaterialien riesig groß, während sie sich im Nichtleiter bis auf atomare Dimensionen herunter kontrahieren können. Nur in halbleitenden Stoffen und Widerstandsmaterialien sind mitunter die Strukturen direkt beobachtbar [1, Tafel 4.8].

Wirbel im Mikro- und Makrokosmos

Die Näherung, die in den Maxwell-Gleichungen steckt, besteht also darin, dass der zum Wirbelstrom duale Gegenwirbel vernachlässigt wird. Es kann schon sein, dass diese Näherung zulässig ist, solange es nur um Vorgänge innerhalb von Leitermaterialien geht. Der Übergang zu Isolierstoffen hingegen, der nach den Gesetzen der Feldbrechung Stetigkeit verlangt, ist unvereinbar mit der Annahme von Wirbelströmen im Kabel und einem wirbelfreien Feld in der Luft. Hier führt die Maxwell-Näherung zu erheblichen Fehlern.

Nehmen wir als Beispiel den Blitz und fragen nach dem Entstehen des Blitzkanals: Welcher Mechanismus steckt dahinter, wenn die elektrisch isolierende Luft kurzfristig zu einem Leiter wird? Aus der Sicht der Wirbelphysik liegt die Antwort auf der Hand: Der in Luft dominierende Potentialwirbel kontrahiert sehr stark und presst dabei alle für eine Leitfähigkeit verantwortlichen Luftladungsträger und Luftionen auf kleinstem Raum zu einem Stromkanal zusammen.

Der kontrahierende Potentialwirbel übt also einen Druck aus und formt damit die Wirbelröhre. Neben der Zylinderstruktur ist noch eine weitere zu erwarten. Es ist die einer Kugel, die als einzige Form einem mächtigen Druck standhalten kann, wenn der aus allen Richtungen des Raumes gleich wirkt. Man denke nur an den Kugelblitz. Tatsächlich findet sich in Mikro- bis Makrokosmos meistens die Kugelstruktur. Betrachten wir dazu einige Beispiele und suchen dabei nach den expandierenden und den kontrahierenden Kräften (Bild 2).

<u>Beispiele:</u>	**expandierender Wirbel**	**kontrahierender Wirbel**
• Quanten physik	Stoßprozesse (mehrere Quarks)	Gluonen (Postulat!)
• Kern- physik	Abstoßung gleichnamig geladener Teilchen	starke Wechselwirkung (Arbeitshypothese!)
• Atom- physik	Fliehkraft der Hüll- elektronen	elektrische Anziehung Schrödinger-Gleichung
• Astro- physik	Fliehkraft (Massenträgheit)	Gravitation (nicht herleitbar?!)

Bild 2: Kugelstrukturen als Folge kontrahierender Potentialwirbel [1, Kap.4.3]

<u>In der Quantenphysik</u> stellt man sich den Aufbau der Elementarteilchen aus Quarks zusammengesetzt vor. Ungeachtet der Frage, welche physikalische Realität dieser Modellvorstellung beizumessen ist, bleibt eines rätselhaft: Die Quarks müssten auseinanderlaufen, oder versuchen Sie einmal drei Billardkugeln, die sich heftig bewegen und ständig aneinander stoßen, beieinander zu halten. Aus diesem Grund wurden Klebteilchen postuliert, die sog. „Gluonen“, die jetzt für die Gegenkraft sorgen sollen, aber diese Gegenkraft ist ein reines Postulat!
Gluonen lassen sich nicht nachweisen, so heißt es, weil sie nicht wechselwirken. Wie aber sollen sie ohne Wechselwirkung dann kleben?

<u>In der Kernphysik</u> geht es um die Kraft, die den aus vielen Nukleonen zusammengesetzten Atomkern zusammenhält und ihm die bekanntlich große Stabilität verleiht. Das steht im Widerspruch zu unserer Kenntnis, dass sich gleichnamig geladene Teilchen abstoßen, und zwar umso mehr, je dichter sie beieinander sind, wie z.B. die Protonen in einem Atomkern. Zwischen dem theoretischen Modell und der praktischen Wirklichkeit klafft hier eine riesige Lücke, die durch das Einführen einer neuen Gegenkraft überwunden werden soll. Aber auch die Kernkraft, als „starke Wechselwirkung“ bezeichnet, ist ein reines Postulat!

<u>In der Atomphysik</u> wirkt die elektrische Anziehungskraft zwischen positiver Kernladung und den negativ geladenen Hüllelektronen der Fliehkraft entgegen. In diesem Fall sorgt der Gegenwirbel für eine bestimmte Struktur der Atomhülle, die als Eigenwertlösungen der „Schrödinger-Gleichung“ gehorchen. Nur ist auch diese Gleichung ungeachtet ihrer Leistungsfähigkeit bis heute ein reines mathematisches Postulat, solange ihre Herkunft ungeklärt ist.

<u>In der klassischen Physik</u> stehen Fliehkraft (Expansion) als Folge der Massenträgheit und Gravitation (Kontraktion) als Folge der Massenanziehung in einem Gleichgewicht. Aber die „Gravitation“ stellt sich jedem Versuch, eine einheitliche Feldtheorie zu formulieren, in den Weg. Es ist auch dieses Mal wieder der kontrahierende Wirbel, der angeblich nicht herleitbar ist und sich nicht eingliedern lässt.

In der Astrophysik wird mit den Keplerschen Gesetze gearbeitet. Dem Gleichgewicht aus Fliehkraft und Massenanziehung folgend drehen die Planeten umso schneller, je näher sie der Sonne sind. Eine ganze Galaxie hingegen dreht wie ein Festkörper und das bedeutet, dass die äusseren Sterne viel schneller sind als die inneren. Die Beobachtung lehr also gerade das Gegenteil von dem, was berechnet wird, oder anders ausgedrückt kommt ein Astrophysiker statistisch gesehen der Wahrheit näher wenn er rät als wenn er rechnet. Da stellt sich die Frage, ob diese Diskrepanz sich tatsächlich durch das Postulieren von dunkler Materie oder von Superstrings überwinden lässt oder ob hier nicht ein ganz anderes Prinzip den Zusammenhalt bewerkstelligt.

Es ist auffällig, wie sich im Bereich des kontrahierenden Wirbels die Postulate häufen. Dabei war das keineswegs schon immer so gewesen. Im alten Griechenland unternahm bereits vor 2400 Jahren Demokrit einen Versuch zur Formulierung einer einheitlichen Physik. Er führte alle sichtbaren und beobachtbaren Strukturen in der Natur auf Wirbel zurück, geformt jeweils aus Wirbel und Gegenwirbel. Dieses Phänomen erschien ihm derart grundlegend, daß er den Begriff „Wirbel" gleichsetzte mit dem für „Naturgesetz".
Von Demokrit (460-370 v.Chr.) stammt die Bezeichnung „Atom".

> Demokrit (460-370 v.Chr.) setzte den Wirbelbegriff mit „Naturgesetz" gleich! Es ist der erste Versuch zur Formulierung einer einheitlichen Physik.

So gesehen waren die Physiker im Altertum schon weiter gewesen, als die heutige Physik, die mit der Maxwell-Näherung den kontrahierenden Wirbel vernachlässigt und damit wesentliche Phänomene aus der Feldbeschreibung ausgrenzt oder gezwungen ist, sie durch Modellbeschreibungen und unzählige Postulate zu ersetzen.
Was wir brauchen ist ein neuer Feldansatz, der diesen Mangel behebt und in diesem Punkt über die Maxwell-Theorie hinausreicht.

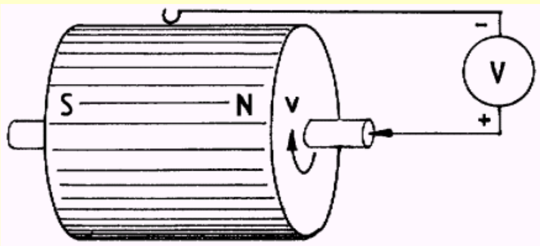
Faradays Gesetz und Maxwells Formulierung

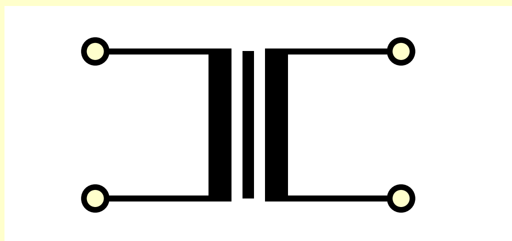
In der Wahl des Ansatzes ist der Physiker frei, solange der Ansatz vernünftig und gut begründet ist. Im Falle der Maxwellschen Feldgleichungen dienten zwei experimentell ermittelte Gesetzmäßigkeiten als Grundlage: Einerseits das Durchflutungsgesetz von Ampère und andererseits das Induktionsgesetz von Faraday. Dabei legte der Mathematiker Maxwell bei den Formulierungen beider Gesetze nochmals selber Hand an. Er führte den Verschiebungsstrom **D** ein und ergänzte das Durchflutungsgesetz entsprechend, und das ohne Chance, die Maßnahme zu seiner Zeit bereits messen und beweisen zu können. Erst nach seinem Tod war dies experimentell möglich, was nachträglich die Größe dieses Mannes deutlich werden liess.
In der Formulierung des Induktionsgesetzes war Maxwell völlig frei, da der Entdecker Michael Faraday auf Vorgaben verzichtet hatte. Als Mann der Praxis und des Experiments war für Faraday die mathematische Schreibweise weniger wichtig. Für ihn standen die Versuche im Vordergrund, z.B. sein, dem Barlowschen Rad nachempfundener Unipolargenerator, mit dem er seine Entdeckung der Induktion jedermann vorführen konnte.
Sein 40 Jahre jüngerer Freund und Mathematikprofessor Maxwell hingegen hatte etwas ganz anderes im Sinn. Der wollte das Licht als elektromagnetische Welle beschreiben und dabei ging ihm sicher die Wellenbeschreibung von Laplace durch den Sinn, die eine zweite Ableitung der Feldgröße nach der Zeit vorsieht.

Da Maxwell zu diesem Zweck zwei Gleichungen mit je einer ersten Ableitung benötigte, musste er den Verschiebungsstrom im Durchflutungsgesetz einführen und bei der Formulierung des Induktionsgesetzes eine entsprechende Schreibweise wählen, um zur Wellengleichung zu kommen.

Seine Lichttheorie war anfangs sehr umstritten. Schneller fand Maxwell eine Anerkennung für die Zusammenführung der Lehren von der Elektrizität und vom Magnetismus und der Darstellung als etwas Einheitliches und Zusammengehöriges [5] als mathematische Begründung des von Faraday entdeckten Prinzips.
Trotzdem stellt sich die Frage, ob Maxwell die passende Formulierung gefunden hat, ob er seinen Freund Faraday und dessen Entdeckung zu 100 Prozent richtig verstanden hat. Wenn Entdeckung (vom 29.08.1831) und mathematische Formulierung (1862) von zwei verschiedenen Wissenschaftlern stammen, die zudem unterschiedlichen Disziplinen angehören, sind Missverständnisse nichts Ungewöhnliches. Es wird hilfreich sein, die Unterschiede herauszuarbeiten.

Induktionsgesetz





Unipolargenerator | z.B.: Transformator

Entdeckung von Faraday | **2. Maxwell-Gleichung**

$$\boxed{\mathbf{E} = \mathbf{v} \times \mathbf{B}} \qquad (1)$$

$$\boxed{\mathrm{rot}\, \mathbf{E} = -\, \mathrm{d}\mathbf{B}/\mathrm{d}t} \qquad (1^*)$$

Unterschied, z.B. im (quasi-) stationären Fall (d**B**/dt = 0):

$$\mathbf{E} \neq 0 \qquad\qquad \mathbf{E} = 0$$

Elektrisches und magnetisches Feld sind im stationären Fall:

verkoppelt: **E**
mag. Induktion **B** (⊥)

Nur **E** oder **B** kann eine offene Feldlinie bilden. Die andere Feldlinie ist in sich geschlossen

entkoppelt: **E**
vernachlässigbares **B**

Geschlossene Feldlinien sind wirkungslos und nicht beeinflussbar und werden vernachlässigt (= Maxwell-Näherung !)

Bild 3: Zwei Formulierungen für ein Gesetz
Als mathematischer Zusammenhang zwischen den Vektoren der elektrischen Feldstärke **E** und der Induktion **B** (= magnetische Flussdichte)

Die Entdeckung von Faraday

Dreht man einen axial polarisierten Magneten oder eine in einem Magnetfeld befindliche Kupferscheibe, dann wird senkrecht zur Bewegungsrichtung und senkrecht zum Magnetfeldzeiger ein Zeiger des elektrischen Feldes auftreten, der überall axial nach außen zeigt. Bei diesem von Faraday entwickelten Unipolargenerator lässt sich daher über Schleifer zwischen der Drehachse und dem Umfang eine Spannung abgreifen [2, Kap. 16.1].

Die mathematisch korrekte Beziehung $\mathbf{E} = \mathbf{v} \times \mathbf{B}$ bezeichne ich als Faraday Gesetz - auch wenn sie erst zu einem späteren Zeitpunkt in dieser Form in den Lehrbüchern auftritt [6, Seite 76 und 130]. Die Formulierung wird gewöhnlich dem Mathematiker Hendrik Lorentz zugeschrieben, da sie in genau dieser Form in der Lorentzkraft auftaucht. Viel bedeutsamer als der mathematische Formalismus sind aber der experimentelle Befund und die Entdeckung durch Michael Faraday, weshalb es sicher gestattet ist, das Gesetz zur Unipolarinduktion nach seinem Entdecker zu benennen.
Wir müssen uns natürlich darüber im Klaren sein, dass die Ladungsträger zum Zeitpunkt der Entdeckung noch nicht entdeckt waren und die Feldvorstellung nicht der heutigen entsprechen konnte. Der Feldbegriff war ein abstrakter, frei von jeder Quantisierung.

Das gilt natürlich auch für die von Maxwell vertretene Feldvorstellung, die wir jetzt dem „Faraday Gesetz“ gegenüberstellen (Bild 3). Auch die zweite Maxwellgleichung, das Induktionsgesetz (1*) ist eine mathematische Beschreibung zwischen der elektrischen Feldstärke **E** und der magnetischen Induktion **B**. Nur sind beide diesmal nicht über eine Relativgeschwindigkeit **v** verknüpft.
An die Stelle tritt die Ableitung von **B** nach der Zeit, womit eine Flussänderung für das Auftreten einer elektrischen Feldstärke erforderlich ist. Folgerichtig liefert die Maxwell-Gleichung im statischen Fall kein Resultat, weshalb es in solchen Fällen üblich ist, auf die Unipolarinduktion nach Faraday zurückzugreifen (z.B. beim Hallelement, bei der Bildröhre, etc.). Es gibt jedoch keine stichhaltige Begründung, den Rückgriff auf solche Fälle zu begrenzen.

Die Vektoren **E** und **B** können sowohl räumlichen als auch zeitlichen Schwankungen unterliegen. Dadurch stehen die beiden Formulierungen plötzlich in Konkurrenz zueinander, und wir sind aufgefordert, den Unterschied, sofern ein solcher vorhanden sein sollte, zu erklären.

Unterschiedliche Formulierung des Induktionsgesetzes

Ein solcher Unterschied besteht beispielsweise darin, dass es bei niedrigen Frequenzen üblich ist, die Verkopplung zwischen den Feldern zu vernachlässigen. Während bei hohen Frequenzen im Bereich des elektromagnetischen Feldes sich das **E**- und das **H**-Feld gegenseitig bedingen, geht bei niedriger Frequenz und kleiner Feldänderung der Induktionsvorgang laut Maxwell entsprechend zurück, so dass eine Vernachlässigung zulässig erscheint. Jetzt lassen sich elektrisches oder magnetisches Feld unabhängig voneinander messen. Das ist gleichbedeutend mit der üblichen Annahme, als sei das jeweils andere Feld gar nicht vorhanden.

Das ist nicht richtig. Ein Blick auf das Faraday Gesetz verrät sofort, dass sogar bis zur Frequenz Null herunter immer beide Felder vorhanden sind. Die Feldzeiger stehen jedoch senkrecht aufeinander, so dass sich der magnetische Feldzeiger um den des elektrischen Feldes in Form eines Wirbelrings herumwickelt in dem Fall, dass die elektrische Feldstärke gemessen wird und umgekehrt. Die geschlossenen Feldlinien verhalten sich nach außen neutral; sie können daher ohne Beachtung bleiben, so die gängige Vorstellung. Es ist noch näher zu untersuchen, ob dies als Erklärung für die Vernachlässigung der nicht messbaren geschlossenen Feldlinien ausreicht, ob von Feldern, die real vorhanden sind, nicht doch eine Wirkung ausgeht.

Ein anderer Unterschied betrifft die Vertauschbarkeit von **E**- und **H**-Feld, wie sie der Faraday-Generator zeigt, wie aus einem elektrischen ein magnetisches Feld wird und umgekehrt als Folge einer Relativgeschwindigkeit **v**. Dies hat einen unmittelbaren Einfluss auf die physikalisch-philosophische Frage: **Was ist unter dem elektromagnetischen Feld zu verstehen?**

Die auf die Maxwellgleichungen gestützte Lehrmeinung benennt das statische Feld der Ladungsträger als Ursache für das elektrische Feld, während bewegte das magnetische Feld verursachen. Doch das kann kaum die Vorstellung von Faraday gewesen sein, dem die Existenz von Ladungsträgern noch völlig unbekannt war. Die für seine Zeitgenossen völlig revolutionäre abstrakte Feldvorstellung fußte auf den Arbeiten des kroatischen Jesuitenpaters Boscovich (1711-1778). Seiner Feldbeschreibung zufolge kann es sich beim Feld weniger um eine physikalische Größe im üblichen Sinne handeln, denn eher um die „experimentelle Erfahrung“ einer Wechselwirkung. Wir sollten das Faraday-Gesetz dahingehend interpretieren, dass wir ein elektrisches Feld erfahren, wenn wir uns gegenüber einem magnetischen Feld mit einer Relativgeschwindigkeit bewegen und umgekehrt.

In der Vertauschbarkeit von elektrischem und magnetischem Feld kommt eine Dualität zwischen beiden zum Ausdruck, die bei der Maxwell-Formulierung verloren geht, sobald Ladungsträger ins Spiel gebracht werden. Ist das Maxwellfeld demnach der Sonderfall eines teilchenfreien Feldes? Vieles deutet darauf hin, denn schließlich kann ein Lichtstrahl durch ein teilchenfreies Vakuum laufen. Wenn es aber Felder ohne Teilchen geben kann, Teilchen ohne Felder hingegen unmöglich sind, dann sollte das Feld zuerst da gewesen sein als Ursache für die Teilchen. Dann sollte die Faraday-Beschreibung die Grundlage bilden, aus der sich alle anderen Gesetzmäßigkeiten ableiten lassen.

Was sagen die Lehrbücher dazu?

Widersprüchliche Ansichten in Lehrbüchern

Offensichtlich existieren für das Induktionsgesetz zwei mehr oder weniger gleichberechtigte Formulierungen (1 und 1*). Die Wissenschaft steht vor der Frage: Welche mathematische Beschreibung ist die leistungsfähigere? Wenn der eine Fall ein Sonderfall des anderen ist, welche Beschreibung ist dann die allgemeingültigere?
Was uns die Maxwellschen Feldgleichungen sagen, ist hinlänglich bekannt, so dass Herleitungen entbehrlich sind. Unzählige Lehrbücher stehen bereit, wenn Resultate zitiert werden sollen. Wenden wir uns daher dem Faraday-Gesetz zu (1). Dieses sucht man in Schulbüchern häufig vergebens. Erst in anspruchsvolleren Büchern wird man unter dem Stichwort „Unipolarinduktion“ fündig. Vergleicht man aber die Seitenzahl, die dem Induktionsgesetz nach Maxwell spendiert werden mit den wenigen für die unipolare Induktion, dann gewinnt man den Eindruck, letztere sei nur ein unbedeutender Sonderfall für niedrige Frequenzen.
Prof. Küpfmüller (TU Darmstadt) spricht von einer „speziellen Form des Induktionsgesetzes“ [7, S.228, Gl.22], und führt als praktische Beispiele die Induktion in einer Bremsscheibe und den Hall-Effekt an. Anschließend leitet Küpfmüller aus der

„speziellen Form“ die „allgemeine Form“ des Induktionsgesetzes nach Maxwell ab, eine postulierte Verallgemeinerung, die erklärungsbedürftig ist. Eine Begründung aber wird nicht gegeben [7].
Prof. Bosse (ebenfalls TU Darmstadt, Nachfolger auf dem Lehrstuhl von Küpfmüller) gibt die gleiche Herleitung an. Nur ist für ihn das Maxwell-Ergebnis der Sonderfall und Faraday, den er als Ansatz verwendet [8, Kap. 6.1 Induktion, S.58]! Zudem betitelt er das Faraday-Gesetz als ***Transformationsgleichung*** und weist auf die Bedeutung und die besondere Interpretation hin.
Andererseits leitet er das Gesetz aus der Lorentzkraft ab, ganz nach dem Vorbild von Küpfmüller [7] und nimmt ihm damit wieder einen Teil seiner Eigenständigkeit. Prof. Pohl (Uni Göttingen) sieht das wieder anders. Er leitet umgekehrt die Lorentzkraft aus dem Faraday-Gesetz ab [6, S.77].
Wie dem auch sei, das Faraday-Gesetz, das wir anstelle der Maxwell-Gleichungen zugrunde legen wollen, zeigt aus dem Blickwinkel eines heutigen Maxwell-Vertreters „merkwürdige Effekte“ [9, S.31 Kommentar zur Lorentzkraft (1.65)] und dabei doch nur eine Seite der Medaille (Gl.1). Nur in ganz wenigen ausgezeichneten Lehrbüchern wird die andere Seite der Medaille (Gl.2) überhaupt erwähnt. Dadurch vermitteln die meisten Lehrbücher ein einseitiges und unvollständiges Bild [7,8,9].
Wenn von Transformationsgleichungen die Rede sein soll, dann gehört die duale Formulierung mit dazu, dann handelt es sich um ein Gleichungspaar, das die Zusammenhänge zwischen dem elektrischen und dem magnetischen Feld beschreibt.

Der **neue und duale Feldansatz** besteht in den

Transformationsgleichungen

des elektrischen und des magnetischen Feldes [1]:

$$\boxed{\mathbf{E} = \mathbf{v} \times \mathbf{B}} \quad (1) \qquad \text{und} \qquad \boxed{\mathbf{H} = -\mathbf{v} \times \mathbf{D}} \quad (2)$$

Unipolarinduktion Konvektionsgleichung

Bild 4: Formulierung der Transformationsgleichungen nach den Dualitätsregeln

Der feldtheoretische Ansatz

Die Dualität zwischen E- und H-Feld und die Vertauschbarkeit verlangt nach einer entsprechend dualen Formulierung zum Faraday-Gesetz (1). Nach den Dualitäts-regeln angeschrieben ergibt sich eine Gleichung (2), wie sie auch in einigen Lehrbüchern gelegentlich Erwähnung findet.
Während beide Gleichungen in den Büchern von Pohl [6, Seite 76 und 130] und von Simonyi [10, Seite 924] gleichberechtigt nebeneinander angeschrieben und miteinander verglichen werden, leitet Grimsehl [11, S. 130] die duale Gesetz-mäßigkeit (2) an Hand des Beispiels eines dünnen, positiv geladenen und sich drehenden Metallrings ab. Er nennt sie „Konvektionsgleichung“, nachdem bewegte Ladungen ein Magnetfeld und sog. Konvektionsströme erzeugen. Dabei bezieht er sich auf Arbeiten von Röntgen 1885, von Himstedt, Rowland 1876, Eichenwald und von vielen anderen mehr, die heute kaum noch bekannt sind.

Auch Pohl benennt in seinem Lehrbuch praktische Beispiele zu beiden Transfor-mationsgleichungen. Er weist darauf hin, dass die eine Gleichung in die andere übergeht, wenn als Relativgeschwindigkeit v die des Lichtes c auftreten sollte. Diese Frage wird auch uns noch beschäftigen.

Wir haben mit den Transformationsgleichungen jetzt einen feldtheoretischen Ansatz gefunden, der in seiner dualen Formulierung sich von dem Maxwell Ansatz deutlich unterscheidet. Hinzu kommt die beruhigende Feststellung: **Der neue Feldansatz fusst voll und ganz in der Lehrbuchphysik**, wie die Literaturrecherche ergeben hat. **Auf Postulate kann vollständig verzichtet werden.**

Als nächstes ist der Ansatz streng mathematisch auf Widerspruchsfreiheit zu prüfen. Insbesondere geht es um die Frage, welche bekannten Gesetzmäßigkeiten sich unter welchen Bedingungen herleiten lassen. Nebenbei sollten sich die Bedingungen und die Gültigkeitsbereiche der hergeleiteten Theorien richtig ergeben, z.B. worin die Maxwell-Näherung besteht und warum die Maxwell-Gleichungen nur einen Sonderfall beschreiben.

Herleitung der Feldgleichungen nach Maxwell

Als Ausgangspunkt und als Ansatz dienen die Transformationsgleichungen des elektromagnetischen Feldes, das Faraday-Gesetz zur Unipolarinduktion (1) und das nach den Dualitätsregeln formulierte Gesetz (2) der Konvektionsgleichung.

$$\boxed{\mathbf{E} = \mathbf{v} \times \mathbf{B}} \quad (1) \quad \text{und} \quad \boxed{\mathbf{H} = -\mathbf{v} \times \mathbf{D}} \quad (2)$$

Bei Anwendung der Rotation auf beide Seiten der Gleichungen

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\mathbf{E} = \mathrm{rot}\,(\mathbf{v} \times \mathbf{B})} \quad (3) \quad \text{und} \quad \boxed{\mathrm{rot}\,\mathbf{H} = -\,\mathrm{rot}\,(\mathbf{v} \times \mathbf{D})} \quad (4)$$

liefert die Rotation des Kreuzproduktes nach bekannten Rechenregeln der Vektoranalysis jeweils die Summe von vier Einzeltermen

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\mathbf{E} = (\mathbf{B}\,\mathrm{grad})\mathbf{v} - (\mathbf{v}\,\mathrm{grad})\mathbf{B} + \mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{B} - \mathbf{B}\,\mathrm{div}\,\mathbf{v}} \quad (3^*)$$

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\mathbf{H} = -[(\mathbf{D}\,\mathrm{grad})\mathbf{v} - (\mathbf{v}\,\mathrm{grad})\mathbf{D} + \mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{D} - \mathbf{D}\,\mathrm{div}\,\mathbf{v}]} \quad (4^*),$$

von denen sich wiederum zwei zu Null ergeben bei unbeschleunigter Relativbewegung mit:

$$\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt \quad \text{in x-Richtung:} \quad (5)$$

$$\mathrm{grad}\,\mathbf{v} = 0 \quad (5^*) \quad \text{und} \quad \mathrm{div}\,\mathbf{v} = 0 \quad (5^{**})$$

Bei einem der beiden verbleibenden Terme $(\mathbf{v}\,\mathrm{grad})\mathbf{B}$ handelt es sich um einen als Tensor darstellbaren Vektorgradient**.** Dieser stimmt mit der einfachen Ableitung des Feldvektors nach der Zeit überein,

$$\boxed{(\mathbf{v}\,\mathrm{grad})\,\mathbf{B} = \frac{d\,\mathbf{B}}{d\,t}} \quad (6) \quad \text{und} \quad \boxed{(\mathbf{v}\,\mathrm{grad})\,\mathbf{D} = \frac{d\,\mathbf{D}}{d\,t}}\,, \quad (7)$$

was wiederum aus der Kettenregel (6*/7*) folgt, angewendet auf die Ableitung von $\mathbf{B}(\mathbf{r}(t))$ bzw. $\mathbf{D}(\mathbf{r}(t))$ nach t:

$$\frac{d\mathbf{B}(\mathbf{r}(t))}{dt} = \frac{\partial\,\mathbf{B}(\mathbf{r} = \mathbf{r}(t))}{\partial\,\mathbf{r}} \cdot \frac{d\mathbf{r}(t)}{dt} = (\mathbf{v}\,\mathrm{grad})\,\mathbf{B} \quad (6^*/7^*)$$

Für die letzten, noch nicht erklärten Terme werden zunächst die Vektoren **b** und **j** als Abkürzung angeschrieben. Auf diese Weise haben wir mit Gleichung 9 sofort das bekannte Durchflutungsgesetz (1. Maxwell-Gleichung) vor Augen.

$$\mathrm{rot}\,\mathbf{E} = -\,\mathrm{d}\mathbf{B}/\mathrm{d}t + \mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{B} = -\,\mathrm{d}\mathbf{B}/\mathrm{d}t - \mathbf{b} \quad (8)$$

$$\mathrm{rot}\,\mathbf{H} = \mathrm{d}\mathbf{D}/\mathrm{d}t - \mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{D} = \mathrm{d}\mathbf{D}/\mathrm{d}t + \mathbf{j} \quad (9)$$

Der Koeffizientenvergleich (9) liefert eine brauchbare Erklärung auf die Frage, was unter der Stromdichte **j** zu verstehen ist.

- die Stromdichte $$\mathbf{j} = -\,\mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{D} = -\,\mathbf{v}\cdot\rho_{el} \quad (9^*)$$

Es ist eine aus negativen Ladungsträgern bestehende Raumladungsdichte ρ_{el}, die sich mit der Geschwindigkeit **v** beispielsweise durch einen Leiter (per Definition in x-Richtung) fortbewegt.

Die Stromdichte **j** und die dazu duale Potentialdichte **b** sind mathematisch gesehen zunächst nicht mehr als Ersatzvektoren für eine abgekürzte Schreibweise. Während für die Stromdichte **j** aus dem Vergleich mit dem Durchflutungsgesetz die physikalische Bedeutung bereits geklärt werden konnte, steht die Interpretation der Potentialdichte **b** noch aus.

- die Potentialdichte $$\mathbf{b} = -\,\mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{B} \;(= 0\,?)\quad , \quad (8^*)$$

Aus dem Vergleich von Gleichung 8 mit dem Induktionsgesetz (1*) entnehmen wir lediglich, dass laut Maxwell-Theorie dieser Term zu Null angenommen wird. Genau darin aber besteht die Maxwell-Näherung und die Einschränkung gegenüber dem neuen und dualen Feldansatz, der auf Faraday fußt.
Dadurch geht auch die Dualität verloren mit dem Argument, daß magnetische Monopole (div **B**) im Gegensatz zu elektrischen (div **D**) nicht existieren und sich bis heute jedem Nachweis entziehen konnten. Dabei wird übersehen, dass (div **D**) zunächst nur Wirbel-ströme und (div **B**) nur den erforderlichen Gegenwirbel, den Potentialwirbel beschreiben. Kugelförmige Teilchen, wie z.B. Ladungsträger setzen beide Wirbel voraus: Innen den expandierenden (div **D**) und außen den kontrahierenden (div **B**), der dann zwingend von Null verschieden sein muss, auch wenn nach den zu Wirbelströmen dualen Wirbeln, die in dem vernachlässigten Term zum Ausdruck kommen, noch nicht geforscht worden ist.

Angenommen, bei einem Monopol handelt es sich um eine spezielle Ausbildungsform eines Feldwirbels, dann wird sofort klar, warum die Suche nach magnetischen Polen eine Sackgasse sein muss und deren Erfolglosigkeit als Gegenargument nicht tauglich ist: Die fehlende elektrische Leitfähigkeit im Vakuum verhindert Stromdichten, Wirbelströme und das Entstehen magnetischer Monopole. Dagegen können Potentialdichten und Potentialwirbel auftreten. Als Folge finden sich im Vakuum ausnahmslos elektrisch geladene Teilchen (Herleitung in [1] im Kapitel 4.2 bis 4.4).

Da Wirbel mehr sind, als von irgendwelchen Randbedingungen abhängige monopolartige Strukturen, wird auch nur die Wirbelbeschreibung konsequent weiterverfolgt.

Halten wir fest:

Die Maxwell'schen Feldgleichungen leiten sich unter einer einschränkenden Bedingung unmittelbar aus dem neuen dualen Feldansatz ab. Unter dieser Bedingung sind die beiden Ansätze gleichwertig und damit auch fehlerfrei. Beide folgen den Lehrbüchern und können sozusagen als Lehrmeinung gelten.

Die Einschränkung (**b** = 0) ist sicher in all den Fällen sinnvoll und vernünftig, in denen die Maxwelltheorie erfolgreich ist. Sie kommt erst im Bereich der Elektrodynamik zum tragen. Hier wird üblicherweise ein Vektorpotential **A** eingeführt und über die Berechnung einer komplexen Dielektrizität ein Verlustwinkel ermittelt. Mathematisch ist die Vorgehensweise korrekt und lassen sich dielektrische Verluste berechnen. Physikalisch hingegen ist das Ergebnis äußerst fragwürdig, da ein komplexes ε eine komplexe Lichtgeschwindigkeit zur Folge hätte (nach der Definition $c = 1/\sqrt{\varepsilon\cdot\mu}$). Damit verstößt die Elektrodynamik gegen alle Vorgaben der Lehrbücher, wonach c konstant und nicht variabel und erst recht nicht komplex ist.

Ist das Ergebnis der Herleitung aber physikalisch falsch, dann stimmt etwas mit dem Ansatz nicht (der Einführung des Vektorpotentials **A**), dann haben die Felder im Dielektrikum vielleicht eine ganz andere Natur, dann sind dielektrische Verluste vielleicht Wirbelverluste zerfallender Potentialwirbel?

Herleitung der Potentialwirbel

Steht die Einführung eines Vektorpotentials **A** in der Elektrodynamik stellvertretend für die Vernachlässigung der Potentialdichte **b**? Führen hier zwei Wege mathematisch zum selben Ergebnis? Und wie steht es um die physikalische Relevanz? Nachdem die klassische Elektrodynamik darauf angewiesen ist mit einer komplexen Materialkonstante zu arbeiten, worin ein unüberwindbarer innerer Widerspruch begraben liegt, stellt sich die Frage nach der Widerspruchsfreiheit des neuen Ansatzes. An dieser Stelle wird die Entscheidung fallen, wenn sich die Physik für den leistungsfähigeren Ansatz zu entscheiden hat, wie sie es immer getan hat, wenn ein Paradigmenwechsel anstand.

Die Abkürzungen **j** und **b** werden weiter umgeformt, zunächst die Stromdichte im Durchflutungsgesetz

$$\mathbf{j} = -\mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{D} = -\mathbf{v}\cdot\rho_{el} \quad , \tag{9*}$$

als die Bewegung negativer elektrischer Ladungen. Über das Ohmsche Gesetz

$$\mathbf{j} = \sigma\cdot\mathbf{E} = \mathbf{D}/\tau_1 \tag{10}$$

und die Materialbeziehung $\mathbf{D} = \varepsilon\cdot\mathbf{E}$ (11)

lässt sich die Stromdichte **j** auch als dielektrischer Verschiebungsstrom anschreiben mit der für die Wirbelströme charakteristischen Relaxationszeitkonstanten

$$\tau_1 = \varepsilon/\sigma \;. \tag{12}$$

In dieser Darstellung des Ampère'schen Gesetzes (Gl.13) tritt deutlich zutage, warum das ***magnetische Feld ein Wirbelfeld*** ist, und wie die Wirbelströme in Abhängigkeit von der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit σ Stromwärmeverluste erzeugen. Wie man sieht bewegen wir uns in Hinblick auf die magnetische Feldbeschreibung ganz im Rahmen der Lehrbuchphysik.

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\mathbf{H} = \mathrm{d}\mathbf{D}/\mathrm{d}t + \mathbf{D}/\tau_1 = \varepsilon\cdot(\mathrm{d}\mathbf{E}/\mathrm{d}t + \mathbf{E}/\tau_1)} \tag{13}$$

Betrachten wir jetzt die dualen Verhältnisse. Der Koeffizientenvergleich (Gl. 8*) ergibt rein formal betrachtet in Dualität zur Stromdichte **j** eine Potentialdichte **b**,

$$\mathbf{b} = -\mathbf{v}\,\mathrm{div}\,\mathbf{B} = \mathbf{B}/\tau_2 \;, \qquad (14)$$

die mit Hilfe einer entsprechenden Zeitkonstanten τ_2 Wirbel des elektrischen Feldes begründet. Ich bezeichne diese als Potentialwirbel.

In diesem Fall gilt die Materialbeziehung $\mathbf{B} = \mu\cdot\mathbf{H}$ (15)

$$\boxed{\mathrm{rot}\,\mathbf{E} = -\,\mathrm{d}\,\mathbf{B}/\mathrm{d}\,t - \mathbf{B}/\tau_2 = -\,\mu\cdot(\mathrm{d}\,\mathbf{H}/\mathrm{d}\,t + \mathbf{H}/\tau_2)} \qquad (16)$$

Im Gegensatz dazu verlangt die Maxwelltheorie nach einer ***Wirbelfreiheit des elektrischen Feldes,*** was dadurch zum Ausdruck kommt, dass die Potentialdichte **b** = 0 und die Divergenz **B** zu Null angenommen werden. Im Zuge dieser Näherung tendiert die Zeitkonstante τ_2 gegen Unendlich.

Diese Maxwell-Näherung führt dazu, dass mit den Potentialwirbeln des elektrischen Feldes auch deren Ausbreitung als Skalarwelle verloren geht, so dass die Maxwellgleichungen nur transversale und keine longitudinale Wellen beschreiben. An dieser Stelle kann es zu Widersprüchen kommen, beispielsweise beim Nahfeld einer Antenne, wo longitudinale Wellenanteile messtechnisch nachweisbar sind, und solche in Transpondersystemen bereits technologisch genutzt werden, z.B. als Diebstahlwarnanlagen in Kaufhäusern.

Es ist schon bezeichnend, wie man sich in Lehrbüchern der Hochfrequenztechnik im Falle des Nahfeldbereichs zu helfen weiss [12, S.335]. Ausgehend von den Maxwell-Gleichungen wird der fehlende Potentialwirbel kurzerhand postuliert durch die Vorgabe einer „stehenden Welle“ in der Form eines Wirbels an einer Dipolantenne. Mit Hilfe des Postulats werden jetzt die longitudinalen Wellenanteile „berechnet“, wie sie auch gemessen werden, wie sie aber ohne das Postulat als Folge der Maxwell-Näherung nicht auftreten würden.

An den Potentialwirbeln und dem neuen dualen Ansatz führt kein Weg vorbei, da sich kein Wissenschaftler leisten kann, ein möglicherweise massgebliches Phänomen, das er physikalisch korrekt berechnen will, bereits im Ansatz auszuschliessen!

Herleitung der „Fundamentalen Feldgleichung“

Bei der anstehenden Herleitung ist es üblich, die Feldzeiger in ihrer räumlichen und zeitlichen Orientierung ganz allgemein anzuschreiben mit **E**(**r**,t) und **H**(**r**,t). Die beiden Transformationsgleichungen (1 und 2) wie auch die daraus hergeleiteten Feldgleichungen (13 und 16) zeigen die beiden Seiten einer Medaille, indem sie wechselseitig den Zusammenhang zwischen elektrischer und magnetischer Feldstärke beschreiben (zwischen **E** und **H**). Der Bedeutung der „Medaille“ selber kommen wir auf die Spur, indem die dual formulierten Gleichungen ineinander eingesetzt werden. Entweder wird das aus einer Gleichung errechnete **H**-Feld in die andere eingesetzt, dann bleibt als Resultat eine Bestimmungsgleichung für das **E**-Feld übrig. Dasselbe funktioniert auch umgekehrt zur Bestimmung des **H**-Feldes. Da das Ergebnis formal identisch ist und lediglich der **H**-Feldvektor an die Stelle des **E**-Feldvektors tritt, da es gleichermaßen für das **B**-, das **D**-Feld und alle anderen bekannten Feldgrößen gültig bleibt, ist die Bestimmungsgleichung mehr als nur eine

Rechenvorschrift. Sie offenbart ein grundlegendes physikalisches Prinzip. Ich bezeichne sie als „Fundamentale Feldgleichung“.

$$-\,\mathrm{rot}\,\mathrm{rot}\,\mathbf{E} = \mu\cdot\partial(\mathrm{rot}\mathbf{H})/\partial t + (\mu/\tau_2)\cdot(\mathrm{rot}\,\mathbf{H}) \tag{17}$$

$$= \mu\cdot\varepsilon\cdot[\partial^2\mathbf{E}/\partial t^2 + (1/\tau_1)\cdot\partial\mathbf{E}/\partial t + (1/\tau_2)\cdot\partial\mathbf{E}/\partial t + \mathbf{E}/\tau_1\tau_2] \tag{18}$$

$$= (1/c^2)\cdot[\partial^2\mathbf{E}/\partial t^2 + (1/\tau_1 + 1/\tau_2)\cdot\partial\mathbf{E}/\partial t + \mathbf{E}/\tau_1\tau_2] \tag{19}$$

Die Herleitung ist immer dieselbe: Bei nochmaliger Anwendung der Rotor-Operation auf rot **E** (Induktionsgesetz 16) ist auch die andere Seite der Gleichung der Rotation zu unterwerfen. Wird bei beiden Termen rot **H** durch das Durchflutungsgesetz 13 ausgedrückt, dann bilden sich insgesamt vier Terme aus: die Wellengleichung (a-b) mit den beiden Dämpfungstermen, einerseits den Wirbelströmen (a-c) und andererseits den Potentialwirbeln (a-d) und als vierten Term die Poissongleichung (a-e), die für die räumliche Verteilung von Strömen und Potentialen verantwortlich ist [1, Tafel 5.1].

$$\underbrace{-\,c^2\cdot\mathrm{rot}\,\mathrm{rot}\,\mathbf{E}}_{a} = \underbrace{\partial^2\mathbf{E}/\partial t^2}_{b} + \tag{20}$$

$$\text{b (elektromagnetische Welle)} +$$

$$+ \underbrace{(1/\tau_1)\cdot\partial\mathbf{E}/\partial t}_{c} + \underbrace{(1/\tau_2)\cdot\partial\mathbf{E}/\partial t}_{d} + \underbrace{\mathbf{E}/\tau_1\tau_2}_{e}$$

$$+ \text{ Wirbelstrom } + \text{ Potentialwirbel } + \text{ I/U}$$

Bild 5: Die Fundamentale Feldgleichung beschreibt mathematisch eine mit den Wirbeln des elektrischen und des magnetischen Feldes gedämpfte Welle.
Sie ist nur in Raum und Zeit formuliert. Aus ihr sind zahlreiche Eigenwertgleichungen deduzierbar. Sie erfüllt alle Anforderungen, wie sie an eine Weltgleichung gestellt werden. (s. a. [1] Tafel 5.1).

In keinem einzigen Lehrbuch findet sich eine mathematische Verknüpfung der Poissongleichung mit der Wellengleichung, wie sie hier erstmalig gelingt. Dabei ist es die Voraussetzung um den Übergang eines Antennenstroms in elektromagnetische Wellen bei einem Sender zu beschreiben und gleichermaßen den umgekehrten Vorgang, wie er bei einem Empfänger abläuft. Zahlreiche Modellvorstellungen, wie sie von HF- und EMV-Technikern ersatzweise entwickelt worden sind, lassen sich durch die physikalisch begründete Feldgleichung erstmalig mathematisch korrekt beschreiben.

Zusätzlich lassen sich noch weitere Gleichungen herleiten, für die dies bisher als unmöglich angenommen worden ist, wie zum Beispiel die Schrödinger-Gleichung. Dies ist entgegen der landläufigen Meinung gar keine Wellengleichung, da der Term (b) mit der zweiten Ableitung nach der Zeit fehlt. Als Diffusionsgleichung hat sie die Aufgabe, Feldwirbel und ihre Strukturen mathematisch zu beschreiben.
Da aber die Maxwellgleichungen im allgemeinen und die Wirbelströme im Speziellen zu einer Strukturbildung nicht fähig sind, muss als Folge auch jeder Versuch scheitern, die Schrödinger-Gleichung aus denen von Maxwell herleiten zu wollen.

Die Fundamentale Feldgleichung hingegen enthält die neu entdeckten Potentialwirbel, die dank ihres Konzentrationseffekts (in Dualität zum Skineffekt) kugelförmige Strukturen bilden, weshalb diese als Eigenwerte der Gleichung auftreten. Für diese Eigenwertlösungen liegen zahllose praktische Messungen vor, die ihre Richtigkeit bestätigen und damit Beweiskraft besitzen hinsichtlich der Richtigkeit des neuen Feldansatzes und der Fundamentalen Feldgleichung. Durch die reine Formulierung in Raum und Zeit und die Austauschbarkeit der Feldzeiger wird hier ein physikalisches Prinzip beschrieben das alle Anforderungen erfüllt, wie sie an eine Weltgleichung gestellt werden.

<u>Das Maxwellfeld als hergeleiteter Spezialfall</u>

Wie die Herleitungen zeigen kann niemand behaupten, es gäbe keine Potentialwirbel und keine Ausbreitung als Skalarwelle, da allein die Maxwell-Gleichungen daran Schuld sind, diese bereits im Ansatz ausgeklammert zu haben. Man muss wissen, dass die Feldgleichungen, und mögen sie noch so berühmt sein, nicht mehr sind, als ein herleitbarer Sonderfall.

Der feldtheoretische Ansatz hingegen, der u.a. auf das Faraday-Gesetz aufsetzt, ist allgemeingültig und seinerseits nicht herleitbar. Er beschreibt ein physikalisches Grundprinzip, das Wechselspiel zweier dualer Erfahrungs- oder Beobachtungsgrössen, ihre Überlagerung und Verwirbelung durch ständige Vertauschung von Ursache und Wirkung. Es ist ein philosophischer Ansatz, frei von materialistischen oder quantenphysikalischen Vorstellungen irgendwelcher Teilchen.

Maxwell dagegen beschreibt ausnahmslos die Felder geladener Teilchen, das elektrische Feld ruhender und das magnetische Feld als Folge bewegter Ladungen. Die Ladungsträger werden zu diesem Zweck postuliert, so dass ihre Herkunft und ihr innerer Aufbau ungeklärt und nicht herleitbar bleiben. Die Unterteilung z.B. in Quarks bleibt im Bereich einer nicht beweisbaren Hypothese. Das Sortieren und Systematisieren der Eigenschaften von Teilchen im Standardmodell ist nicht mehr als ein unbefriedigender Ersatz für die fehlende Berechenbarkeit.

Mit dem feldtheoretischen Ansatz hingegen sind die Elementarteilchen als Feldwirbel mit allen Quanteneigenschaften berechenbar [1, Kap. 7]. Damit ist das Feld die Ursache für die Teilchen und deren messbare Quantisierung. Das zunächst quellenfreie elektrische Wirbelfeld formt sich seine Feldquellen in Form von Potentialwirbelstrukturen selber. Die Entstehung von Ladungsträgern ist auf diesem Weg mathematisch, physikalisch, anschaulich und experimentell nachvollziehbar, modellmäßig erklärbar und beweisbar.

Wo in der Vergangenheit die Maxwelltheorie angesetzt worden ist, ist in Zukunft von den Transformationsgleichungen des feldtheoretischen Ansatzes auszugehen. Treten jetzt Potentialwirbelphänomene auf, sind diese auch als solche im Sinne des Ansatzes und der Herleitung zu interpretieren, ist das Einführen und Postulieren neuer und abgekoppelter Modellbeschreibungen nicht mehr zulässig, wie Nahfeldeffekte einer Antenne, das Rauschen, dielektrische Kondensatorverluste, die Mode des Lichts und vieles andere mehr.

Die in der Theoretischen Physik gegenwärtig übliche Masche, ein Phänomen erst zu Null zu setzen, um es anschließend mit Hilfe eines mehr oder weniger passenden Modells wieder neu zu postulieren, führt zu einer Zerschlagung der Physik in lauter scheinbar unzusammenhängende Einzeldisziplinen und ein ineffizientes Spezialistentum. Damit muss jetzt Schluss sein! Der neue Ansatz weist den Weg zu einer einheitlichen Theorie, bei der die unterschiedlichen Bereiche der Physik wieder zu einem verschmelzen. Darin liegt die große Chance dieses Ansatzes, auch wenn sich viele der Spezialisten zunächst noch dagegen auflehnen sollten.

Diese neue und einheitliche Sicht der Physik soll unter dem Begriff „Objektivitäts-theorie" subsummiert werden. Wie wir uns noch herleiten werden, wird sich die Relativitätstheorie als Teilaspekt davon deduzieren lassen [1, Kapitel 6 und 28].

Werfen wir zunächst noch einen Blick auf die Wellenausbreitung.

Herleitung der Wellengleichung

Die erste Wellenbeschreibung, Vorbild für die Lichttheorie von Maxwell, war die inhomogene Laplace-Gleichung:

$$\boxed{\Delta\mathbf{E}\cdot c^2 = \mathrm{d}^2\mathbf{E}/\mathrm{d}t^2} \quad \text{mit} \quad \boxed{\Delta\mathbf{E} = \operatorname{grad}\operatorname{div}\mathbf{E} - \operatorname{rot}\operatorname{rot}\mathbf{E}} \qquad (21)$$

Es stellen sich einige Fragen:

- Ist auch diese mathematische Wellenbeschreibung aus dem neuen Ansatz herleitbar?
- Ist es nur ein Sonderfall und wie lauten die Randbedingungen?
- Wie wäre sie in diesem Fall physikalisch zu interpretieren?
- Sind neue Eigenschaften vorhanden, die zu neuen Technologien führen können?

Ausgangspunkt sei die Fundamentale Feldgleichung (20). Dabei sei an die Austauschbarkeit der Feldzeiger erinnert, dass die Gleichung ihre Form nicht ändert, wenn sie anstelle für den **E**-Feldzeiger für **H**, für **B**, für **D** oder sonst irgendeine Feldgröße hergeleitet wird.

$$\boxed{-c^2\cdot\operatorname{rot}\operatorname{rot}\mathbf{B} = \frac{\mathrm{d}^2\mathbf{B}}{\mathrm{d}t^2} + \frac{1}{\tau_1}\frac{\mathrm{d}\mathbf{B}}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{\tau_2}\frac{\mathrm{d}\mathbf{B}}{\mathrm{d}t} + \frac{\mathbf{B}}{\tau_1\tau_2}} \qquad (20^*)$$

Wir schreiben sie diesmal für die magnetische Induktion an und betrachten den Sonderfall $\mathbf{B}(\mathbf{r}(t))$ dass wir uns, wie bei der Wellenausbreitung in Luft üblich, in einem schlecht leitfähigen Medium befinden. Mit der elektrischen Leitfähigkeit σ tendiert aber auch $1/\tau_1$ gegen Null.

- 1. Bedingung für $\sigma = 0$: $\quad 1/\tau_1 = \sigma/\varepsilon = 0 \qquad (12^*)$

Damit verschwinden die Wirbelströme und ihre dämpfenden und sonstigen Eigenschaften aus der Feldgleichung, was ja auch Sinn macht. Es bleibt der Potentialwirbelterm $(1/\tau_2)\cdot\mathrm{d}\mathbf{B}/\mathrm{d}t$ übrig, der sich unter Verwendung bereits eingeführter Zusammenhänge

$$\boxed{\frac{1}{\tau_2}\frac{\mathrm{d}\mathbf{B}}{\mathrm{d}t} = \mathbf{v}\operatorname{grad}\frac{\mathbf{B}}{\tau_2}} \quad (6) \quad \text{und} \quad \boxed{\frac{\mathbf{B}}{\tau_2} = -\mathbf{v}\operatorname{div}\mathbf{B}} \qquad (14)$$

bei Ausbreitung der Welle in x-Richtung ($\mathbf{v} = (v_x,\ v_y=0,\ v_z=0)$) überführen lässt in den Ausdruck:

$$(1/\tau_2)\cdot\mathrm{d}\mathbf{B}/\mathrm{d}t = -\|\mathbf{v}\|^2\cdot\operatorname{grad}\operatorname{div}\mathbf{B}\,. \qquad (22)$$

Die Divergenz eines Feldvektors (div **B**) ist mathematisch gesehen ein Skalar, weshalb dieser Term als Teil der Wellengleichung sogenannte „Skalarwellen“ begründet. Das bedeutet, dass Potentialwirbel, sofern sie existieren, als Skalarwelle in Erscheinung treten werden. Insoweit schreibt die Herleitung die Interpretation vor.

$$\boxed{\|\mathbf{v}\|^2 \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{B} - c^2 \operatorname{rot} \operatorname{rot} \mathbf{B} = d^2\mathbf{B}/d\,t^2} \tag{23}$$

longitudinale mit v = beliebiger (Skalarwelle)	transversale mit c = konst. (EM-Welle)	Welle Ausbreitungs- geschwindigkeit

Die hergeleitete Wellengleichung beinhaltet eine Aufteilung in longitudinale und transversale Wellenanteile, die sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ausbreiten können. Dabei besitzt sie die gleiche Aussagekraft wie die allgemeine Wellengleichung (20*), bei Ausrichtung des Koordinatensystems am Geschwindigkeitsvektor (in x-Richtung). Wir werden uns noch klar machen müssen, dass die Lichtgeschwindigkeit dadurch ihren vektoriellen Charakter verliert, dass sie auf sich selber bezogen wird. Dies gilt dann natürlich allgemein für alle Geschwindigkeiten, so dass unter dieser Voraussetzung für die Geschwindigkeit **v** in gleicher Weise eine skalare Beschreibungsgröße v verwendet werden kann, wie für c.

Physikalisch gesehen besitzen die Wirbel Teilchencharakter als Folge ihrer strukturbildenden Eigenschaft. Damit tragen sie einen Impuls, der sie in die Lage versetzt, eine der Schallwelle ähnliche longitudinale Stoßwelle auszubilden. Wenn die Lichtausbreitung einmal als Welle und einmal als Teilchen erfolgt, dann ist dies einzig und allein eine Folge der Wellengleichung. Lichtquanten wären als Beweis für die Existenz von Skalarwellen zu werten. Allerdings tritt hier noch als Einschränkung auf, dass sich Licht immer mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Es handelt sich um den Sonderfall v = c:

- 2. Bedingung: $v = c$.

Damit geht die hergeleitete Wellengleichung (23) in die inhomogene Laplace-Gleichung (21) über.

$$\boxed{\Delta\mathbf{B} = \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{B} - \operatorname{rot} \operatorname{rot} \mathbf{B} = (1/c^2)\cdot d^2\mathbf{B}/d\,t^2} \tag{24}$$

Die elektromagnetische Welle breitet sich als Transversal-, bzw. Querwelle aus, wobei die Feldvektoren senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung stehen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist folglich vom Feld entkoppelt und konstant (= c).
Ganz anders verhält es sich bei der Longitudinal- bzw. Längswelle. Hier erfolgt die Ausbreitung in Richtung eines schwingenden Feldzeigers, so dass sich die Phasengeschwindigkeit ständig ändert und lediglich eine mittlere Gruppengeschwindigkeit für die Ausbreitung angegeben werden kann. Für v gibt es keine Einschränkung und v = c gibt nur einen Sonderfall wieder.

Der neue Feldansatz in einer Zusammenfassung

Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass in den Maxwell'schen Feldgleichungen eine Näherung begraben liegt und sie lediglich den Spezialfall eines neuen, dual formulierten und universelleren Ansatzes darstellen. Die mathematischen Herleitungen des Maxwellfeldes und der Wellengleichung decken auf, worin die Maxwell-Näherung besteht. Es wird der zum expandierenden Wirbelstrom mit seinem Skineffekt duale und kontrahierende Gegenwirbel vernachlässigt, der als Potentialwirbel bezeichnet wird. Er ist zu einer Strukturbildung fähig und breitet sich in schlecht leitfähigen Medien wie in Luft oder im Vakuum als Skalarwelle in longitudinaler Weise aus.

Bei relativistischen Geschwindigkeiten unterliegen die Potentialwirbel der Lorentzkontraktion. Da bei Skalarwellen die Ausbreitung longitudinal in Richtung eines schwingenden Feldzeigers erfolgt, erfahren die Potentialwirbel eine ständige Größenschwingung als Folge der schwingenden Ausbreitung. Stellt man sich den Feldwirbel als ebene aber aufgerollte Transversalwelle vor, dann folgt aus der Größen- und damit Wellenlängenschwingung bei konstanter Wirbelgeschwindigkeit mit c eine ständige Frequenzänderung, die als Rauschsignal gemessen wird.

Das Rauschen erweist sich als der in den Maxwell-Gleichungen vernachlässigte Potentialwirbelterm, der Skalarwellen begründet. Wenn bei biologischen oder bei technischen Systemen, z.B. bei Antennen ein Rauschsignal gemessen wird, dann beweist dies die Existenz von Potentialwirbeln, dann bedeutet das aber auch, dass der Gültigkeitsbereich der Maxwell-Theorie überschritten ist und fehlerhafte Vorstellungen die Folge sein können.

Als Antwort auf die Frage nach neuen möglichen Technologien sei auf zwei besondere Eigenschaften hingewiesen.

1. Potentialwirbel tragen auf Grund ihres Teilchencharakters Impuls und Energie. Da wir von Rauschwirbeln umgeben sind, wäre eine energietechnische Nutzung von Skalarwellen vorstellbar, bei der Rauschleistung der Umgebung abgezogen wird. Es existieren Hinweise, dass biologische Systeme in der Natur ihren Energiebedarf auf diese Weise decken. Mindestens aber eine Energieübertragung mit Skalarwellen wäre schon ein erheblicher Fortschritt gegenüber der heutigen Drehstromtechnik.

2. Die Wellenlänge multipliziert mit der Frequenz ergibt die Ausbreitungsgeschwindigkeit v einer Welle ($\lambda \cdot f = v$), und die ist bei Skalarwellen keineswegs konstant. Damit sind Wellenlänge und Frequenz nicht mehr verkoppelt; sie sind getrennt modulierbar, was dazu führt, dass bei Skalarwellen eine ganze Dimension der Modulierbarkeit zusätzlich zu Verfügung steht im Vergleich zur Hertz'schen Welle. Darin ist der Grund zu sehen, warum das menschliche Gehirn mit gerade mal 10 Hz Taktfrequenz erheblich leistungsfähiger ist als moderne Computer mit mehr als 1 GHz Taktfrequenz. Die Natur arbeitet immer mit der besten Technik, auch wenn wir die noch nicht verstanden haben.

Würden wir versuchen von der Natur zu lernen und käme es zu einer energietechnischen oder einer informationstechnischen Nutzung von Skalarwellen, dann wird vermutlich keiner unsere heute noch hochgelobte Technik mehr haben wollen. Im Zuge der Treibhausgase und des Elektrosmogs bleibt uns gar nichts anderes übrig, als die wissenschaftliche Beschäftigung mit Skalarwellen und deren technischer Nutzung.

Aus dem dualen **feld-theoretischen Ansatz** werden hergeleitet:	Aus den **Maxwellschen Feldgleichungen** lässt sich herleiten:
⇒ **Die Maxwellschen Feldgleichungen**	⇒ Ø
⇒ die **Wellengleichung** (mit transversalen und longitudinalen Anteilen)	⇒ nur **Transversalwellen** (keine Longitudinalwellen)
⇒ **Skalarwellen** (Tesla-/Neutrinostrahlung)	⇒ Ø (keine Skalarwellen)
⇒ **Wirbel und Gegenwirbel** (Strom- und Potentialwirbel)	⇒ nur **Wirbelströme**
⇒ **Schrödinger-Gleichung** (Grundgleichung der Chemie)	⇒ Ø
⇒ **Klein-Gordon-Gleichung** (Grundgl. der Kernphysik)	⇒ Ø

Bild 6: Vergleich der Leistungsfähigkeit der beiden Ansätze.
(als Zwischenbilanz, wenn es um die Frage geht, welcher Ansatz der leistungsfähiger von beiden ist, mit dem gearbeitet werden sollte).

Es handelt sich hier um Teilaspekte folgender Theorien:

⇒ **Objektivitätstheorie**	⇒ **Relativitätstheorie**

Literaturverzeichnis

1 K. Meyl: Elektromagnetische Umweltverträglichkeit, Teil 1, INDEL Verlag Villingen-Schwenningen 1996, 4. Aufl. 2003

2 K. Meyl: Elektromagnetische Umweltverträglichkeit, Teil 2, INDEL Verlag Villingen-Schwenningen 1998, 4. Aufl.2003

3 K. Meyl: Elektromagnetische Umweltverträglichkeit, Teil 3, INDEL Verlag Villingen-Schwenningen 2002, 3. Aufl. 2004

4 H.J. Lugt: Wirbelströmung in Natur und Technik, G. Braun Verlag Karlsruhe 1979, Bild „Tornado“ von Tafel 21, Seite 356

5 J.C. Maxwell: A treatise on Electricity and Magnetism, Dover Publications

6 R.W.Pohl: Einführung in die Physik, Bd.2 Elektrizitätslehre, 21.Aufl. Springer-Verlag 1975.

7 K. Küpfmüller: Einführung in die theoretische Elektrotechnik, 12.Aufl., Springer Verlag 1988.

8 G. Bosse: Grundlagen der Elektrotechnik II, BI-Hochschultaschenbücher Nr.183, 1.Aufl. 1967.

9 G. Lehner: Elektromagnetische Feldtheorie, Springer-Lehrbuch 1990, 1. Aufl.

10 K. Simonyi: Theoretische Elektrotechnik, 7.Aufl. VEB Berlin 1979.

11 Grimsehl: Lehrbuch der Physik, 2.Bd., 17.Aufl. Teubner Verl. 1967.

12 Zinke, Brunswig: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, 1. Bd., 3.Aufl. 1986 Springer-Verlag Berlin, Seite 335

- Weitere Informationen im Internet unter: http://www.k-meyl.de

Formelzeichentabelle

	Elektrisches Feld			Magnetisches Feld	
$\mathbf{E}$	V/m	elektrische Feldstärke	$\mathbf{H}$	A/m	magnetische Feldstärke
$\mathbf{D}$	As/m^2	elektrische Verschiebung	$\mathbf{B}$	Vs/m^2	magnetische Induktion
$\mathbf{b}$	V/m^2	Potentialdichte	$\mathbf{j}$	A/m^2	Stromdichte
ε	As/Vm	Dielektrizität	μ	Vs/Am	Permeabilität

ρ_{el}	As/m^3	elektrische Raumladungsdichte
σ	Vm/A	spezifische elektrische Leitfähigkeit
v	m/s	Relativgeschwindigkeit
c	m/s	Lichtgeschwindigkeit $c = 1/\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}$

Fettdruck = Feldzeiger (Vektor); div = Divergenz; grad = Gradient; rot = Rotation

Kontaktadresse

Prof. Dr.-Ing. Konstantin Meyl, www.k-meyl.de, www.meyl.eu,

Hochschule Furtwangen University, meyl@hs-furtwangen.de
Robert-Gerwig-Platz 1, D-78120 Furtwangen, Tel.: +49-(0-)7723-920-2231

und: 1.TZS im Technologiezentrum D-78112 St.Georgen, Leopoldstr. 1,

Fax: 0-7732-919911, Mail: Prof@Meyl.eu, meyl@k-meyl.de