

Seminar: Die physikalische Welt und mögliche Welten
Realisation: 6*5 Stunden

Ideen:

1. Sitzung, 26. April 2013: Die Welt der klassischen Physik

Physik:

Einführung in physikalische Methoden: Beobachtung, Experiment, Hypothese, Gesetz, Theorie, Als Beispiel dient der freie Fall aus der klassischen Mechanik. Was bedeutet deterministisch? (Literatur: Physics for Scientists and Engineers, D.C. Giancoli p. 1-4,31-33. H.J. Pirner, Das Unbestimmte und das Bestimmte S. 151-161, Deterministisches Chaos, Beispiel das Henon Heiles System H. Goldstein Klassische Mechanik S. 538-548)

Philosophie:

Zur klassischen Mechanik gehört die euklidische Geometrie. Die konkurrierenden Raum-Zeit-Konzeptionen Newtons (absoluter Raum, absolute Zeit) und Leibniz' (relationale Theorie des Raumes und der Zeit) waren euklidisch. Ebenso Kants Konzeption, der zufolge Raum und Zeit allgemeine und reine Formen sinnlichen Anschauungsinhalte sind. Dem Wortlaut nach ist Kants Konzeption durch die ART empirisch widerlegt. Aber in einer vergleichsweise konservativen Modifikation läßt sich Kants Raum-Zeit-Theorie noch heute verteidigen: Das euklidische Raum-Zeit-System ist die Grundstellung (default position) der Einbildungskraft. (Literatur: Immanuel Kant, Kritik der reinen Vernunft, Riga ²1787, Transzendente Ästhetik, bes. §§ 2-6. – A. F. Koch, Wahrheit, Zeit und Freiheit, Paderborn 2006, Kap. IV bis Anfang Kap. V, S. 56-74.)

-- -- --

2. Sitzung, 24. Mai 2013: Eine mögliche physikalische Welt ist die wahrscheinliche Welt

Physik:

Wahrscheinlichkeit: Häufigkeitsdefinition, Bayse'sche Wahrscheinlichkeit, Information, Statistik, Tests, statistische Mechanik von Gasen (Literatur: C.B. Lang und N. Pucker Mathematische Methoden der Physik S. 527-536, S. 543-545, H. J. Pirner Das Unbestimmte und das Bestimmte, S. 21-37, S. 71-82)

Philosophie:

Mögliche Welten: Leibniz hat die Vorstellung möglicher Welten nicht erfunden, wohl aber in der Philosophie popularisiert. Nach einer langen Phase des Vergessens wurden die möglichen Welten in der modallogischen Modelltheorie wiederentdeckt. David Lewis vertrat sogar die These, die Welten seien keine abstrakten Repräsentationen von Alternativen zur Wirklichkeit, sondern große konkrete Einzeldinge („big concrete particulars“), die raumzeitlich und kausal voneinander isoliert sind. Man muß nicht wie Lewis Weltenrealist sein, um den heuristischen Wert der Welten zu schätzen.

(Literatur: David Lewis, On the Plurality of Worlds, Oxford 1986, Abschnitte 1.1 und 1.6-1.9, S. 1-5 und 69-96. – Leibniz, Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade (Orig.: Principes de la Nature et de la Grace fondés en Raison, verfaßt 1714.)

-- -- --

3. Sitzung, 7. Juni 2013: Die physikalische Welt der Quanten:

Physik:

Plancks Quantenhypothese D. C. Giancoli p.949-951, Wirkung in der Physik R. Feynman Lectures on Physics II p.19.1-19.9, Wellenfunktion, Wahrscheinlichkeit, Unbestimmtheitsrelation, Doppelspaltexperiment, Indeterminismus Feynman L o P I37.1-38.10, Messprozess, Interpretationen: Kopenhagen, D. Bohm, Viele Welten, D. J. Griffith Introduction to Quantum Mechanics 374-385, H.J. P. U und B S.37-46, S. 82-90 (Weitere Lit. Zurek, Bell, Kiefer, Zeh) ?Gast? J. Hüfner, Prof. der theoretischen Physik

Philosophie:

Interpretationen der Quantenmechanik aus philosophischer Perspektive. (Literatur: David Chalmers, The Conscious Mind, New York und Oxford 1996, Kap. 10: The Interpretation of Quantum Mechanics, S. 333-357.)

-- -- --

4. Sitzung, 21. Juni 2013: Raum und Zeit als Koordinaten in der physikalischen Welt

Physik:

Postulate der speziellen Relativität, der Lichtkegel, Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, Lebensdauer eines sich schnell bewegenden Muons [Myonen] in der kosmischen Strahlung, Minkowski-Geometrie der Raum-Zeit, Relativität und die -Philosophen, D. G. p. 916-928, 932, Feynman I 16-1 bis 16-3

Philosophie:

Das informelle egozentrische räumliche und das informelle nunkzentrische zeitliche Koordinatensystem. Die Orientierung a priori in Raum und Zeit. Und noch einmal die Subjektivitätsthese: Notwendigerweise (in jeder möglichen Welt, d.h. mit logisch-metaphysischer Notwendigkeit) gibt es irgendwann und irgendwo verkörperte Subjektivität. Literatur: A. F. Koch, Wahrheit, Zeit und Freiheit, Kap. III, S. 42-55, und aus Kap. VIII, S. 118-125).

-- -- --

5. Sitzung, 5. Juli 2013: Wie ist die physikalische Welt entstanden?

Physik:

Hinweise auf das frühe Universum, Mikrowellenstrahlung, Einsteins Theorie der Raum-Zeit, Gravitation, Big Bang und Evolution, Homogenität des Universums, Beschleunigte Expansion, Spekulationen: Inflation, Anthropisches Prinzip; F. Bosch Anfang und Ende des Universums (GSI-preprint 99-33), Perkins, Particle Astrophysics Chap.2 The expanding universe, p. 32-63, Brian Green: Der Stoff aus dem der Kosmos ist; Wärme. Nichts und Vereinheitlichung (S. 289-310) und die Dekonstruktion des Urknalls, S. 311-344 ?Gast?. Prof Wambsganz Astronomisches Rechenzentrum

Philosophie:

Das kosmologische Argument für die Existenz Gottes. (Literatur: Peter van Inwagen, Metaphysics, Oxford 1993, Kap. 6: Necessary Being: The Cosmological Argument, S. 100-118.)

-- -- --

6. Sitzung, 26. Juli 2013: Die fundamentalen Bestandteile der physikalischen Welt

Physik:

Standardmodell der Elementarteilchen, Eichsymmetrie, Gibt es Materie? Wechselwirkungen, Atome, Atomkerne, Nukleonen, Quarks und Gluonen, Massen der Elementarteilchen, Higgs-meson. Spekulationen: Stringtheorie, Mehr als vier Dimensionen, Multiversum, Perkins Chap. 1, S.1-16, Brian Green, Die Welt auf einem String, S. 369-421, L. Susskind. The Cosmic Landscape and the Illusion of intelligent design Ny 2006, G. Ellis and L. Smolin The weak anthropic principle and the landscape of string theory arxiv: 0901.2414, Are you living in a computer simulation N. Bostrom Philosophical Quarterly 2003 Vol 53, 243-255

Philosophie:

Der abstraktive Charakter der modernen (mathematisch formulierten, experimentell überprüften) Physik: Sie abstrahiert gleich zu Beginn systematisch von bestimmten Zügen des Realen (z.B. den phänomenalen Qualitäten, den Zeitmodi) und kann diese Abstraktion in einem unendlichen Progreß von immer besseren Nachfolgertheorien nicht rückgängig machen. (*Natur und Geist*: Gewöhnlich glaubt man in der Philosophie, für die Natur sei die Physik und für den Geist neben der Psychologie auch die Philosophie des Mentalen zuständig. Aber die Natur ist nicht identisch mit der abstrakten physikalischen Welt, und schon sie, nicht erst der Geist, bietet Raum für philosophische Theoriebildung.

(Literatur: Wilfrid Sellars, Science, Perception and Reality, London 1963, Aufsatz 1: „Philosophy and the Scientific Image of Man“, S. 1-40.)

--- --

Zur Organisation:

Die Veranstalter werden zu jedem Thema jeweils ein Impulsreferat geben. Bei jedem Treffen sollten je ein Teilnehmer zur Physik und Philosophie für ungefähr 20 Minuten ein Kurzreferat halten. Interessenten möchten sich möglichst früh per email anmelden (pir@tphys.uni-heidelberg.de, a.koch@uni-heidelberg.de.) Die Themen können an Hand der Literatur und in Abstimmung mit den Veranstaltern erarbeitet werden. Der Hauptteil des Seminars soll der Diskussion dienen.

1. Sitzung, 26.04.13, Koch

Leibniz vertrat eine relationale Theorie des Raumes (und der Zeit), Newton dagegen glaubte (nicht aufgrund seiner physikalischen Grundgleichungen, sondern aufgrund seiner persönlichen Metaphysik), Raum und Zeit seien absolute, aktual unendliche „Dinge“ (Kant nennt sie in kritischer Absicht „Undinge“). Über die Zeit etwa heißt es bei Newton: „Die *absolute, wahre* und *mathematische Zeit* verfließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig, und ohne Beziehung auf irgend einen äussern Gegenstand.“¹ Der Raum verfließt zwar nicht, aber auch er ist nach Newton unabhängig von anderen Gegenständen (und auch unabhängig von der Zeit).

Leibniz hingegen läßt Raum und Zeit über den einfachen Substanzen supervenieren. Auf der fundamentalen Ebene gibt es nur einfache Substanzen, die sog. Monaden (metaphysische Atome), und diese sind weder räumlich noch zeitlich verfaßt. Aber aufgrund ihrer inneren Eigenschaften erwecken sie den Eindruck eines Raumes und einer Zeit. Raum und Zeit sind demnach *phenomena bene fundata*, wohlfundierte Phänomene, fundiert nämlich in den einfachen Monaden, über denen sie supervenieren.

Eine mittlere Position wäre es zu sagen, **erstens** daß sowohl Raum und Zeit als auch die Dinge und Ereignisse in Raum und Zeit jeweils etwas Eigenes und Reales mitbringen. Nun, das sagt Newton auch: Raum und Zeit sind die großen Behälter der Dinge und Ereignisse, und letztere bringen Masse in den großen Raum-Zeit-Behälter. Um eine Mittelposition zwischen Leibniz und Newton zu finden, müßte man also noch einen Schritt weiter auf Leibniz zugehen und **zweitens** sagen, daß der Raumzeitbehälter und seine materielle Füllung in Wechselwirkung stehen. Schauen wir also, ob und wie **a)** Raum und Zeit auf Dinge und Ereignisse und **b)** wie Dinge und Ereignisse auf Raum und Zeit einwirken.

Ad a). Zunächst ist offenkundig, daß Raum und Zeit ihre Füllung prägen. Die Rede von einem Behälter ist insofern ganz unangemessen. Ein Behälter ist z.B. ein Kochtopf. Eine mögliche Füllung sind Kartoffeln. Wenn man nun die Kartoffeln in den Topf gibt, werden sie keineswegs „topfig“, sondern bleiben, was sie sind, Kartoffeln. Dinge im Raum und Ereignisse in der Zeit hingegen sind selber **räumlich** und **zeitlich**. Raum und Zeit sind also keine Behälter der Dinge und Ereignisse, sondern deren ganz allgemeine, generische **Form**. Das sagt **Kant**, der sich insofern von Newton verabschiedet.

Ad b). Aber bei Kant fehlt noch die andere Seite der Wechselwirkung: der Einfluß der Dinge und Ereignisse auf Raum und Zeit. Diese **leibnizsche** Vorstellung ist bei **Kant** schlicht nicht vorgesehen, und insofern bleibt er doch eher auf der Seite **Newtons**. (Er sagt nur, Raum und Zeit seien keine Behälter, sondern Formen des Realen, und er sagt zweitens, Raum und Zeit hätten ihren Ursprung nicht draußen in der Welt, sondern im Subjekt, in dessen Imagination. Aber lassen wir Kant vorerst noch beiseite.) Über den Einfluß des Realen auf Raum und Zeit hat uns die allgemeine Relativitätstheorie (**ART**) aufgeklärt: Das Reale **krümmt** den Raum und die Zeit und bringt sie aus ihrer Nullstellung oder **Grundstellung** oder default position.

In ihrer **Grundstellung** sind Raum und Zeit so, wie Newton und Kant sie beschreiben: Der Raum ist eine dreidimensionale, aktual unendliche, euklidische Größe, entweder eine durch und durch reale (Newton) oder eine halb imaginative (Kant). Aber die Grundstellung ist eine **Abstraktion**, ein kontrafaktischer Grenzfall und mehr noch: ein **kontrapossibler Grenzfall**.

Kontrapossibile Grenzfälle sind nützliche **Idealisierungen** und in den theoretischen Wissenschaften nichts Ungewöhnliches, man denke etwa an die **Massepunkte** im dreidimensionalen Raum bei Newton und an die punktförmigen **Ereignisse** in der Raumzeit bei Einstein. Punktförmige Realia gibt es nicht und kann es nicht geben (sie sind kontrafaktische und sogar

¹ Isaac Newton, *Mathematische Prinzipien der Naturlehre*. Mit Bemerkungen und Erläuterungen herausgegeben von J. Ph. Wolfers, Darmstadt 1963, Nachdruck der Ausgabe Berlin 1872, S. 25.

kontrapossible Setzungen); aber es empfiehlt sich, mit ihnen zu rechnen, wenn man das Verhalten von realen Gegebenheiten berechnen will. Die physikalischen Gleichungen gelten um so exakter, je mehr sich die realen Gegebenheiten in ihren Ausmaßen punktförmigen Entitäten annähern.

Deswegen kann es nicht schaden, wenn wir als Abstraktion und Idealisierung eine kontrafaktische und sogar kontrapossible Grundstellung von Raum und Zeit postulieren, in der sie **leer** wären, folglich ungekrümmt, folglich **euklidisch**: der Raum ein dreidimensionales, unendliches, flaches (euklidisches) Kontinuum, die Zeit ein eindimensionales, unendliches, flaches (euklidisches) Kontinuum.

Und nun hat das Reale auch etwas zu tun, um eine schöne **Wechselwirkung** mit Raum und Zeit in Szene zu setzen. Von Raum und Zeit erhält es seine Raumzeitlichkeit (sein allgemeine Form). Was erhalten Raum und Zeit von ihm? Sie werden in systematischer, berechenbarer Weise durch das Reale **gekrümmt** (siehe ART). Sie werden vielleicht **gequantelt**, aus ihrer reinen Kontinuität gebracht (QM?). Es werden ihnen vielleicht sogar noch ein paar klitzekleine, eingerollte, parasitäre **Extradimensionen** hinzugefügt (théorie des cordes; die deutschen Physiker haben noch keinen Namen dafür gefunden; die Engländer sagen m.W. string theory).

Und jetzt kommt etwas höchst **Bemerkenswertes**: Ich habe so getan, als müßten wir die kontrapossible euklidische Grundstellung von Raum und Zeit durch eine willkürliche Abstraktion und Idealisierung einführen – was wir dann natürlich ebensogut auch bleibenlassen könnten. Fürs Bleibenlassen spräche, daß diese Idealisierung in der Physik keinen Nutzen zu bringen scheint (andernfalls hätten die Physiker sie schon längst selber vorgenommen und hätten nicht auf die Philosophie warten müssen). – Meine (von Kant inspirierte) **Behauptung** ist aber, daß wir diese Idealisierung alle längst vorgenommen haben, nicht als Theoretiker, sondern im **Alltag**, in unserer allgemeinen, vortheoretischen, **lebensweltlichen Imagination**. Unsere Imagination steht unter dem Anschein einer (3+1)dim euklidischen Raum-Zeit, und dieser Anschein ist „**meinungsunabhängig**“ (und wissensunabhängig), d.h. er verschwindet nicht, wenn wir zu einer gegenteiligen Meinung (oder sogar einem gegenteiligen Wissen) kommen.

Wir **meinen** und **wissen** (dank ART), daß der Raum durch die Massen in ihm in vielerlei Weisen gekrümmt ist. Wir **sehen** diese Krümmungen sogar, schlicht indem wir massive Gegebenheiten sehen; diese sind ja gar nichts anderes als Raumkrümmungen (könnte man vielleicht sagen). In genau diesem Sinne sehen wir also die Raumkrümmungen. Aber wir können sie uns trotzdem nicht vorstellen, sie nicht imaginieren. Unsere Imagination scheitert an der Realität! **Was wir sehen, können wir nicht imaginieren; und was wir imaginieren, können wir nicht sehen.** Warum? Weil die Imagination das Abwesende (Vergangene, Zukünftige, Abgeschattete) vorstellt. Ich imaginiere eine Palme an einem Strand. Aber natürlich befindet sich da vorne vor mir keine wirkliche Palme und kein wirklicher Strand. In meiner Imagination gibt es keine wirklichen Massen, die den Raum der Imagination krümmen könnten; also bleibt er stets in der kontrapossiblen Grundstellung, d.h. **euklidisch**. Und für den **leeren** Raum ist die **Imagination** sogar völlig im Recht! Der leere Raum ist (notwendigerweise) euklidisch, weil er von nichts gekrümmt werden kann. Deswegen funktioniert nach wie vor der **Beweis** (mit Zirkel und Lineal) des Satzes, daß die Summe der Innenwinkel eines Dreiecks gleich zwei rechten Winkeln ist.

Wenn wir etwas imaginieren, was wir aus prinzipiellen Gründen nicht wahrnehmen können (und nie wahrgenommen haben können): einen leeren, flachen Raum, eine leere, flache Zeit, so muß der Inhalt dieser Imagination **a priori** gegeben sein, nicht a posteriori, nicht **empirisch**, nicht auf dem Wege eines **Informationskanals**.

Genau das lehrt Kant in der **transzendenten Ästhetik** (TÄ): Unsere ursprüngliche Vorstellung von Raum und Zeit ist ein anschaulich-imaginatives Wissen a priori. Aber wie ist **infor-**

mationsloses Wissen möglich? Nun, es muß ein Wissen sein, daß die **wissende Instanz** (also konkret: ein Mensch), von sich selbst *als wissender Instanz* hat. Das nähere Wissen, das ich von mir als einem Körper in Raum und Zeit habe (wie groß und schwer, wie alt ich bin, wo der Schuh drückt und die Brille zwickt usw.) ist **informationsbasiert**, also Wissen **a posteriori**. Aber Wissen rein als solches bringt schon eine eigene interne Struktur mit, von der wir wissen, wenn und weil wir überhaupt irgend etwas wissen. Was zum Wissen selbst gehört, kann nicht durch einen Informationskanal in es eintreten, sondern wird **a priori** gewußt.

Aber – werden Sie sagen – klingt das nicht alles sehr **dualistisch**? So, als hätte **Descartes** recht, wenn er sagt, daß wir zunächst einmal rein denkende, unausgedehnte, unkörperliche Substanzen (*res cogitantes*) seien?

Nein, es *soll* jedenfalls nicht auf einen Dualismus hinauslaufen. Alles an uns ist immer auch leiblich, ausgedehnt, materiell. Aber wir können eben als Theoretiker **abstrahieren** und das Wissen rein als solches betrachten. Kant nennt eine Theorie, die in dieser Weise abstrahiert, **transzendental**.

Und wieder ist die **Überraschung** die, daß uns jemand im Abstrahieren zuvorgekommen ist: nämlich (wiederum) wir selber in unserer lebensweltlichen **Imagination**. Die Imagination ist der unverbesserliche **Dualist** in uns, der dann später auch (nach einer philosophischen Grundausbildung) die **Transzendentalphilosophie** für bare Münze, d.h. für eine Theorie nicht der kontrapossiblen Grenzfälle, sondern mentaler **Realitäten** hält.

Von der Imagination aber gilt, daß es sie gar nicht „wirklich“ gibt, sondern nur – in der Imagination. Sie erfindet, **er-imaginert** sich zunächst selbst, um alsdann anderes, etwa die leere Raum-Zeit zu imaginieren. Die Inhalte der Imagination sind nicht real, sondern ideell (imaginativ). Die leere Raum-Zeit ist ein transzendentaler, imaginativer Inhalt und daher ideell. Realisiert wird die Raum-Zeit erst durch das Reale in ihr – **realisiert** und ipso facto **beeinflußt**: gekrümmt, gequantelt, aufdimensioniert.

Kant sagt, Raum und Zeit seien **transzendental ideal** und **empirisch real**, und er überträgt dies auf die Dinge in Raum und Zeit. In ersterem hat er recht, in letzterem nicht. Raum und Zeit für sich, wenn wir sie leer denken oder imaginieren, sind transzendental **ideell**: Inhalte der reinen, apriorischen, informationsfreien Imagination. Die Dinge hingegen, die Raum und Zeit füllen, sind real. Sie sind empirisch gegeben in der Wahrnehmung und real, also (wenn man so will) empirisch real. Aber es hat keinen Sinn zu sagen, sie seien transzendental ideell. Sie sind gar keine Kandidaten für etwas Transzendentes (sie sind nicht „rein“ wie z.B. rein geometrische Objekte), damit auch keine Kandidaten für etwas transzendental Ideelles. Sie (die Dinge) interagieren mit Raum und Zeit, indem sie Raum und Zeit **realisieren** und **deformieren** (aus ihrer Grundstellung bringen); und sie werden im Gegenzug von Raum und Zeit „geformt“: zu **raumzeitlichen** Einzeldingen. Dank den Dingen also sind Raum und Zeit empirisch real und damit real simpliciter. Nur in ihrer kontrapossiblen euklidischen Grundstellung sind sie ideell („transzendental ideell“).

Das sinnliche Apriori und der Diskurs: ein Desiderat

Nach Kant sind Raum und Zeit die universalen **Formen der Erscheinungen** und zugleich die Formen, in denen wir, die Menschen, sinnlich **anschauen** (vgl. KrV A 42/B 59f.). Alles, was aus seinem in sich verschlossenen Ansichsein in die Existenz heraus- und in die Erscheinung eintritt, muß den (3+1)-dimensionalen **Filter** des Raum-Zeit-Systems passieren (den es allerdings entgegen dem Kantischen Buchstaben im Gegenzug auch beeinflusst); und alles, was Menschen sinnlich anschauen oder imaginieren, schauen sie an bzw. imaginieren sie als ausgedehnt im Raum und als dauernd in der Zeit.

Die These von Raum und Zeit als den spezifisch **menschlichen** Anschauungsformen darf allerdings nicht so verstanden werden, als könnten in unserem Universum noch andere Wesen mit anderen als den menschlichen Anschauungsformen existieren. In ein und derselben Welt ist kein Platz für **transzendental divergente** Anschauungsformen. Denn die raumzeitliche (kontrapossible) Grundstellung des Universums ist nun eben einmal die (3+1)dimensionale euklidische. (Wesen mit abweichenden apriorischen Anschauungsformen würden sich in diesem Universum nicht zurechtfinden.)

Kraft unserer Anschauungsformen stehen wir in einem Verhältnis **wechselseitiger wesentlicher Abhängigkeit** zu unserer Welt. Deren Raum-Zeit-System ist also in seiner neutralen, ideellen Grundstellung gerade so beschaffen, wie wir Menschen es in reiner Anschauung a priori imaginieren, und die Abweichungen von der Grundstellung folgen aus der jeweiligen Verteilung der Materie in Raum und Zeit.

Dennoch redet Kant so, als gäbe es mögliche **Alternativen** zu unseren transzendentalen Anschauungsformen. Wenn das Universum ganz anders verfaßt wäre, dann, so scheint er zu meinen, könnte es auch Wesen mit ganz anderen Anschauungsformen geben, Wesen, deren Anschauungsformen zu dem ganz andersartigen Universum passen würden.

Hier greift die Rede von den **möglichen Welten**, die wir in der nächsten Seminarsitzung näher untersuchen wollen. Unter einer möglichen Welt versteht man in der Theorie der Modalitäten eine Weise, wie die wirkliche Welt sein könnte (oder hätte sein können). Kant scheint zu glauben, es gebe mögliche Welten, in denen etwas anderes als die uns vertraute Raum-Zeit die allgemeine Form der Einzeldinge (die allgemeine Form reiner, abstrakter Mannigfaltigkeit) wäre. Und für diese alternative Form der Mannigfaltigkeit würde die **euklidische Geometrie** in keiner Weise mehr Geltung beanspruchen können, auch nicht für den ideell-imaginativen, kontrapossiblen **Grenzfall**.

Dann aber wäre die **Notwendigkeit** der euklidischen Geometrie keine **unbeschränkte** und **transzendente** Notwendigkeit mehr, sondern eher der **nomologischen** (naturgesetzlichen, physikalischen) Notwendigkeit zu vergleichen. Unter der nomologischen verstehen wir diejenige Notwendigkeit von Wahrheiten, die in einer echten Teilmenge der Menge aller Welten, nämlich in den „nomologisch erreichbaren“ Welten gelten, d.h. in denjenigen Welten, in denen dieselben **Naturgesetze** in Kraft sind wie in unserer Welt. Analog zu den nomologisch erreichbaren Welten müßte man dann **transzendental ästhetisch erreichbare Welten** annehmen als diejenige echte Teilmenge der Menge aller Welten, in deren Elementen (den Welten) dieselben Formen der Erscheinung bzw. der Einzeldinge bestehen wie in unserer Welt.

Aber die Lehrsätze der euklidischen Geometrie werden **bewiesen**, diejenigen der theoretischen Physik hingegen **experimentell** bestätigt. Das weist auf eine tiefe **Disanalogie** zwischen der transzendental ästhetischen und der nomologisch-physikalischen Notwendigkeit hin, die natürlich auch Kant nicht verborgen geblieben ist. Ganz im Gegenteil, er hat diese Disanalogie um seiner Gesamtkonzeption willen sogar stark akzentuiert.

Aber er kann oder will ihr im Rahmen dieser Konzeption nicht angemessen Rechnung tragen. Dazu hätte es nämlich einer internen **Verflechtung** der transzendentalen Ästhetik mit der transzendentalen Logik bzw. einer Verflechtung der Formen der sinnlichen **Anschauung** mit den Prinzipien des Diskurses (den **Kategorien**) bedurft.

Aber hier **winkt** Kant **ab**. Zwar mögen Sinnlichkeit und Verstand als „zwei Stämme der menschlichen Erkenntnis [...] vielleicht aus einer gemeinschaftlichen [...] Wurzel entspringen“; doch diese Wurzel ist uns unbekannt (KrV A 15/B 29). Dann aber ist uns auch die Natur der **Notwendigkeit** der geometrischen Theoreme unbekannt, ein unverstandenes **Rätsel**; denn um eine bloß faktische, nomologische Notwendigkeit handelt es sich hier nicht, und der

begrifflichen, logischen, kategorialen Notwendigkeit, von deren Art sie zu sein *scheint*, dürfen wir sie nach Kant auch nicht zurechnen.

Ein wenig weiter wagt er sich später im zweiten Beweisschritt der transzendentalen **Deduktion** der Kategorien und dann im **Schematismuskapitel** und besonders in der Behandlung der sog. **Analogien der Erfahrung** vor, und zwar mit Blick auf die **Zeit**.

Aber er beweist dort nur, daß die Zeit selber gemäß den reinen Verstandesbegriffen (Kategorien) „**gemustert**“ ist: Es gibt sog. transzendente (reine, leere) **Schemata** der Kategorien, die zeitlich verfaßt sind. Beispielsweise ist das reine zeitliche Schema der Kausalität die regelmäßige **Folge** in der Zeit.

D.h., Kant beweist, daß die Zeit anders als die räumlichen Dimensionen eine nomologische **Determinationsachse** für den (3+1)dim Kosmos ist. Er versucht gleichzeitig zu beweisen, daß sie asymmetrisch ausgerichtet ist (einen Pfeil hat); aber das gelingt ihm (glaube ich) nicht recht.

Jedoch macht er keine Anstalten zu beweisen, daß es **drei** räumliche Dimensionen und **eine** zeitliche Dimension geben muß und daß diese in der kontrapossiblen leeren Grundstellung **flach, kontinuierlich** und **unendlich** sind. Das wird vielmehr alles nur als ein Faktum hingegenommen: als das apriorische Faktum der Formen unserer sinnlichen Anschauung. Aber diese **Faktizität** paßt eben nicht zu der behaupteten **Notwendigkeit** der Anschauungsformen.

Hier bleibt also noch theoretische Arbeit zu tun. **Hegel** hat sich der Sache (allerdings nur sehr kurz und cursorisch) zu Beginn seiner Philosophie der Natur angenommen. Und ich habe es in meinen beiden Büchern über Wahrheit und Zeit ebenfalls versucht. (Dazu wird im heutigen Referat Näheres ausgeführt.)

Wenn es gelingt, das sinnliche Apriori aus der Verfassung des diskursiven Denkens abzuleiten, wird man am Ende auch sagen können, daß die transzendente raumzeitliche Grundstellung der Welt **notwendigerweise** (3+1)dimensional euklidisch ist. Zugleich wird man aber auch sagen müssen, daß euklidische Raumzeiten metaphysisch **unmöglich** sind. – **Das transzendental Notwendige ist metaphysisch unmöglich und umgekehrt!**

-- -- --

24.05.13

G.W. Leibniz, Principes de la nature et de la grâce fondés en raison (1714)

Die **Substanz** ist definiert durch Tätigkeit (1). Sie ist einfach, teillos (**Monade**) oder aber zusammengesetzt (**Körper**). Die inneren Zustände der Monaden sind **Perzeptionen** und **Appetitionen**. Die Monaden vereinigen absolute Einfachheit mit unendlicher Vielfalt, vgl. den Punkt, in dem sich eine unendliche Vielfalt von (möglichen) Winkeln findet (2). In der Natur gibt es kein Vakuum [die Monaden lägen sozusagen dicht, wenn sie denn räumlich wären]. Die Monaden sind in unendlich absteigenden Hierarchien von Zentralmonaden mit umgebenden Eigenkörpern geordnet: als Automaten/Maschinen „all the way down“ ins Infinitesimale. Sie spiegeln das ganze Universums aus einem je eigenen Gesichtspunkt.

Eine (Zentral-)Monade plus Körper ist eine lebendige Substanz (4). Manche Monaden, die Seelen (d.h. Zentralmonaden von Tieren), haben Empfindungen: mit Gedächtnis begleitete Perzeptionen. Geister sind solche Seelen, die über Apperzeption verfügen, d.h. die auf ihre inneren Zustände reflektieren können. (Die Cartesianer haben nur die Geister als Monaden anerkannt und die Existenz von Tierseelen geleugnet).

Bei Tieren sind inhaltliche Schlußfolgerungen (induktive Fähigkeiten) vorgebildet. Aber auch die Menschen folgern meist inhaltlich/empirisch, nicht vernünftig (wie in der Logik, Arithmetik, Geometrie). Vernünftiges Rasonieren ist das Merkmal der vernünftigen Lebewesen (deren Zentralmonaden Geister sind).

In der Zeugung und Geburt von Organismen entstehen keine Monaden, sondern werden die „Samentiere“ bloß umgewandelt und betreten einen größeren Schauplatz. Die „Samentiere“ der Menschen werden dabei Geister. Es gibt in der Natur kein radikales Entstehen, ebenso auch beim Tod kein radikales Vergehen, sondern nur Rückkehr von großen Organismen zu einem winzigen Schauplatz. Die Seelen (Zentralmonaden) sind dabei nie ganz körperlos. Es gibt keine Metempsychose (Seelenwanderung), sondern nur Metamorphose (Gestaltwandel).

Bisher war das alles „Physik“ [in einem weiten, qualitativen Sinn], jetzt (7ff.) kommt **Metaphysik**. Deren Hauptprinzip ist das des zureichenden Grundes. Ihre erste Frage lautet: **Warum gibt es eher etwas als nichts?** Die zweite Frage ist dann: Wenn es denn Dinge gibt, warum dann gerade *so* und nicht anders? Der zureichende Grund der zufälligen Weltereignisse muß [um einen Regreß zu vermeiden] außerhalb ihrer Reihe liegen, in einer Substanz, die ein **notwendiges Wesen** ist: Gott. Diese einfache ursprüngliche Substanz ist vollkommen.

Weil Gott vollkommen (allweise, allmächtig, allgütig, ...) ist, hat er **die beste aller möglichen Welten** geschaffen (10). Im göttlichen Verstand konkurrieren alle Möglichkeiten (möglichen Welten) um die wirkliche Existenz. Der zureichende Grund des So-und-nicht-anders-Seins der Dinge ist also, daß dieses Sosein das bestmögliche ist.

Die grundlegenden **Naturgesetze** lassen sich nicht aus dem Prinzip der Notwendigkeit [nicht a priori, aus reinem Denken] **beweisen** (wie die logischen, arithmetischen und geometrischen Wahrheiten), sondern [entweder nur experimentell bestätigen, d.h. nach Popper nicht-falsifizieren **oder**] beweisen aus dem Prinzip der Angemessenheit. Dabei muß gezeigt werden, daß in der besten aller möglichen Welten gerade diese Gesetze gelten müssen.

Jede Monade spiegelt (repräsentiert) das ganze Universum. Jede paßt also nur genau in dieses Universum (diese besondere Welt). (12)

Die Geister sind nicht nur Spiegel des Universums, sondern auch Ebenbilder Gottes (14). Die Geister bilden deswegen eine **Gemeinschaft** mit Gott und bilden mit ihm das **Gottesreich** (15). Gott ist Monarch dieses Reichs der Gnade und zugleich Baumeister des Reichs der Natur.

David Lewis, **On the Plurality of Worlds**, Oxford und New York 1986

Was sind mögliche Welten? Weisen, wie die (wirkliche) Welt hätte sein können. Lewis vertritt den **modalen Realismus**: Alle (möglichen) Welten existieren! Und zwar als „**große, konkrete Einzeldinge**“ und **raumzeitlich** und **kausal isoliert** voneinander.

Diese These wird nicht a priori deduziert werden, sondern Lewis will ihren theoretischen **Nutzen** dartun. Vorbild ist Cantor, der die Mengenlehre begründete. Der Nutzen der Annahme von (unendlichen) Mengen war für die Mathematik so überwältigend, daß die Mathematiker sich aus diesem **Paradies** nicht mehr vertreiben lassen werden (Hilbert). So auch im Fall der Philosophie und der vielen Welten (Lewis).

Aber es gibt Philosophen, die sich ins Paradies mogeln wollen, ohne den Eintritt zu zahlen („Paradise on the Cheap?“): die „**ersatzists**“ mit ihrem „ersatzist programme“. Sie bestreiten die konkrete Realität der anderen Welten und bieten abstrakte **Ersatzwelten** statt dessen an. Saul Kripke z.B. ist ein „Ersetzer“. Auch Leibniz: Bei ihm ‚existieren‘ die möglichen Welten nur als gedachte in Gottes Verstand. Die beste von ihnen markiert Gott (weil er das Beste will und kann), als die wirkliche: „Diese Welt werde wirklich!“ Und sie ward wirklich; und er sah, daß sie zwar nicht gut, aber immerhin die beste von allen möglichen war.

Lewis unterscheidet den sprachlichen, den bildlichen und den magischen „Ersatzismus“ und weist alle zurück. Wer ins Paradies will, muß den Preis zahlen und an die Existenz der Welten glauben. (Leibniz' theologisch-intentionalen „Ersatzismus“ ignoriert Lewis.) Lewis benutzt die Welten, um philosophische Analyseprobleme zu lösen, etwa die Modalitäten, aber auch den Kausalitätsbegriff zu analysieren, um zu sagen, was sprachliche Bedeutung ist, usf. Die **Modalitäten** können durch **Quantifikation** über Welten analysiert werden:

$$\begin{array}{l} Np \quad \leftrightarrow \quad (\forall w) (p \text{ in } w) \\ Mp \quad \leftrightarrow \quad (\exists w) (p \text{ in } w) \end{array}$$

Andere Anwendungsmöglichkeiten (Semantik): **Propositionen** (Aussageinhalte, Satzbedeutungen) sind definierbar als Mengen von Welten: Die Proposition P ist die Menge aller Welten in denen P wahr ist. **Eigenschaften**: Die Eigenschaft E ist die Menge aller Individuen (aller Welten), die E exemplifizieren. So wird Intensionalität auf Extensionalität zurückgeführt.

Für die Analyse von irrealen („kontrafaktischen“) **Bedingungssätzen** (und dann von Kausalität) braucht man eine Beziehung der **Nähe** zwischen den Welten:

Wenn A der Fall wäre, dann wäre C der Fall gdw
Eine (A-und-C)-Welt ist unserer Welt **näher** als jede (A-und-nicht-C)-Welt

(Es muß geklärt werden, was es heißt, daß eine Welt einer anderen näher ist als einer dritten.)

Um herauszufinden, welche Welten es gibt (was möglich ist), rekombiniert man frei das Wirkliche. Es gibt sprechende Köpfe auf Rümpfen? Dann gibt es in einer anderen Welt sprechende Köpfe ohne Rümpfe. Außerdem müssen proprietates alienae berücksichtigt werden.

Die Welten in denen irgendwelche Naturgesetze gelten, sind eine Teilmenge der Welten; die Welten, in denen dieselben Naturgesetze gelten wie in unserer Welt, bilden die Teilmenge der (von unserer Welt aus) **nomologisch erreichbaren Welten**.

Leibniz konnte die wirkliche Welt objektiv auszeichnen als die beste von allen möglichen. Lewis kann und will die wirkliche (Welt nicht „objektiv“ auszeichnen. Er bietet eine „indexikalische“ Analyse der Wirklichkeit (Kap. 1.9) und einen damit verbundenen Wirklichkeitsrelativismus. Wie jede Person (in dieser Welt) ihren eigenen Ort mit als den *hiesigen* bezeichnet, so bezeichnet jede Bewohnerin einer Welt ihre eigene Welt als die *wirkliche* „Wirklich“ wird als zu einem Indexwort wie „hier“ oder „hiesig“. Absolut gesprochen gibt es keine wirkliche Welt.

07.06.13: David Chalmers, *The Conscious Mind*, New York und Oxford 1996

Das fundamentalste **Kohärenzprinzip** betrifft die phänomenalen Urteile *erster Stufe*, also das Verhältnis von **Bewußtsein** und **Gewahren**. Wo Bewußtsein ist, ist Gewahren (und es ist genauso spezifisch wie das entsprechende Bewußtsein). **Prinzip**: Wenn wir ein Erlebnis haben, gewahren wir seinen Inhalt (nicht so häufig das Erlebnis selbst: die Verbindung von Erlebnissen zu phänomenalen Urteilen zweiter Stufe ist viel indirekter als die zu Urteilen erster Stufe). Umgekehrt i. a. auch. Da scheint es Gegenbeispiele zu geben, bei dispositionalem propositionalem „Gewahren“, das man daher aber besser nicht so nennen sollte. Man sollte die Direktheit des Zugangs in den (revidierten) Gewahrensbegriff einzeichnen. [Aber Blindsight bliebe ein Gegenbeispiel?] Nur okkurrente Gedanken qualifizieren sich dann als Gewahren, und sie sind von Bew. begleitet.

[**Das Prinzip der strukturellen Kohärenz**] Das Korrelationsprinzip kann spezifiziert werden: Die Struktur des Erlebnisfeldes wird gespiegelt in der Struktur des Gewahrens. Das gilt auch für die implizite Struktur, etwa die dreidimensionale Struktur unseres Farbenraumes (rot/grün, blau/gelb, schwarz/weiß). Die Differenzstruktur des Farberlebens wird gespiegelt in der Differenzstruktur des visuellen Systems bzw. des Farbgewahrens. Ebenso: Intensität, Auflösung.

Chalmers vertritt außerdem ein **Prinzip der organisationalen Invarianz**: *Gesetzt ein System mit bewußtem Erleben, so hat jedes System mit derselben feinkörnigen funktionalen Organisation qualitativ identische Erlebnisse*. Bewußtsein ist also eine organisationale Invariante: es bleibt konstant über alle funktionalen Isomorphe eines gegebenen Systems. (Nichtreduktiver Funktionalismus)

Hypothese: Sowohl die generelle Kohärenz als auch die – weiter spezifizierte – *strukturelle* Kohärenz ist ein Naturgesetz (wenn auch vielleicht nicht fundamental und nicht einmal streng). – Wie also entsteht Bewußtsein? Antwort: Kraft der funktionalen Organisation, die zum Gewahren gehört. Also eine Art (des nichtreduktiven) **Funktionalismus**. Grund für die Annahme der Kohärenzprinzipien als Gesetze ist: *für mich* letztlich mein eigener Fall. Der wird durch die Kohärenzprinzipien erklärt.

Organisationsinvarianz: Funktion bestimmt Erleben. Aber aus den Argumenten läßt sich nichts für die logische Unmöglichkeit von absenten oder invertierten Qualia, d.h. nichts für einen starken Funktionalismus gewinnen, dem zufolge die funktionale Organisation **konstitutiv** für das Erleben wäre. – Aber der nichtreduktive Funktionalismus ist immer noch eine starke These: Die Irreduzibilität des Bewußtseins ist z.B. kein Hindernis für den Bau von bewußt erlebenden Rechenmaschinen. Außerdem haben wir die bewußtseinsrelevanten Eigenschaften in der Supervenienzbasis auf organisationale Eigenschaften eingeschränkt: Bewußtsein superveniert nicht einfach über dem Physikalischen, sondern näher über dem Organisationalen.

Wie also entsteht **Bewußtsein**? Antwort: Kraft der **funktionalen Organisation**, die zum **Gewahren** gehört. Also eine Art (des nichtreduktiven) **Funktionalismus**. Grund für die Annahme der Kohärenzprinzipien als Gesetze ist: *für mich* letztlich mein eigener Fall. Der wird durch die Kohärenzprinzipien erklärt.

21.06.13: **Orientierung a priori** und **Subjektivitätsthese** (Koch)

Zwei philosophische Themen heute:

- 1) unser informelles egozentrisches räumliches (und nunkzentrisches zeitliches) **Koordinatensystem**, das uns die empirische Orientierung in Raum und Zeit ermöglicht und seinerseits auf einer **Orientierung a priori** beruht,
- 2) die **Subjektivitätsthese**: Notwendigerweise gibt es irgendwann und irgendwo leibliche Subjekte (die sich denkend und wahrnehmend auf ihre Umgebung beziehen).

Im Referat werden diese Themen mit verwandten anderen Themen verknüpft. Hier nur ein paar Vorbemerkungen.

Ad (1). Wir nehmen in der Wahrnehmung, Erinnerung, Planung **indexikalisch** auf unsere Umgebung Bezug, d.h. mittels **Indikatoren** (Demonstrativa, Orts- und Zeitadverbien, Tempus verbi usw., die auf das Subjekt rückverweisen: „Hier“ (wo ich stehe), „drei Meter rechts von mir“, „jetzt“ (während ich rede) usw.).

(Im folgenden betrachte ich der Kürze halber nur das egozentrische räumliche, nicht das nunkzentrische zeitliche Koordinatensystem.) Die räumlichen Indikatoren bilden ein informelles **Koordinatensystem**, das seinen **Ursprung** im jeweiligen Subjekt hat und dessen **Achsen** durch den Leib des Subjektes festgelegt werden. Das leibliche Subjekt ist der **Bezugsrahmen** seines Koordinatensystems.

Das Koordinatensystem ermöglicht Bezugnahmen a posteriori (empirische Bezugnahmen) auf die Umgebung. Wie aber nimmt das Subjekt dann ursprünglich Bezug auf sich selbst als den leiblichen Bezugsrahmen, der dem Koordinatensystem zugrunde liegt? Offenbar in einer ursprünglichen **Orientierung a priori**.

Die Differenz zwischen **Wissen a priori** und **Wissen a posteriori** betrifft nicht die Genese des Wissens („Wie entsteht dieses Wissen?“), sondern seine Geltung („Wie wird dieses Wissen begründet/gerechtfertigt?“). Wissen a priori wird **nicht** durch empirische **Beobachtung** begründet, sondern entweder durch **Beweis** (etwa in der Mengenlehre der Wohlordnungssatz) oder gar nicht (einfache arithmetische Wahrheiten wie „1+1=2“ sind viel evidenten als die Axiome der Arithmetik, aus denen sie abgeleitet werden können).

Indexikalische Bezugnahme a posteriori auf meine Umgebung setzt voraus, das ich zuvor schon auf mich als asymmetrischen **Bezugsrahmen** Bezug genommen habe: vorindexikalisch, a priori. Ich muß a priori wissen, daß ich (was immer meine empirisch feststellbaren Eigenschaften sein mögen) als leibliches Subjekt „hier“ bin (durch meinen Leib wird die Hiesigkeit definiert) und daß es drei räumliche Dimensionen bzw. sechs räumliche Richtungen gibt: oben/unten, hinten/vorn, rechts/links. – Das ist die **Orientierung a priori**. Wenn ich diese nicht hätte, könnte ich empirisches Wissen gar nicht erst formulieren und begründen.

-- -- --

Ad (2). Die **Subjektivitätsthese** besagt: Leibliche intelligente Wesen sind kein Zufall, sondern *mußten* irgendwann und irgendwo im Universum evolvieren. Zu jedem *möglichen* materiellen Raum-Zeist-System (zu jeder möglichen Welt) gehören (wahrnehmende, denkende, sprechende) Subjekte.

Beweisidee. Die identitas indiscernibilium ist eine Wahrheit der Prädikatenlogik zweiter Stufe, also nicht verhandelbar: *Wenn alles, was von x gilt, auch von y gilt, so ist x = y.*

Formal:

$$(\text{Id-Ind}) \quad ((\forall f) (fx \leftrightarrow fy)) \rightarrow (x = y)$$

Da die Gegenrichtung (*indiscernibilitas indenticorum*) unproblematisch ist, kann in der Logik zweiter Stufe die Identität *definiert* werden (ist also als Grundzeichen verzichtbar):

$$x = y \leftrightarrow_{\text{Df}} (\forall f) (fx \leftrightarrow fy)$$

Aber: Raum und Zeit verletzen *prima facie* (Id-Ind); *prima facie* sind Welten möglich, in denen ununterscheidbare Duplikate vorkommen („Problemwelten“). Z.B. die Max Black'sche **Zweikugelwelt:** Sie enthält zwei qualitativ gleiche Kugeln und sonst nichts.

Allgemein gibt es vier mögliche Typen von **Problemwelten:** Welten, die (1) in der Zeit oder (2) im Raum (a) Endloswiederholungen nach zwei Seiten oder (b) universale Symmetrien aufweisen. Die Black'sche Zweikugelwelt gehört zum Typ (2b). Zum Typ (1a) würde etwa eine Welt mit ewiger Zweibahnwiederkehr des Gleichen (eine Art Nietzsche-Welt) gehören.

In symmetrischen Problemwelten sind objektiv keine Richtungen definierbar (rechts ist da, wo der Daumen links ist, und umgekehrt; früher ist in Welten vom Typ (1b) die Gegenrichtung zu später und umgekehrt). Selbst ein allwissendes Wesen könnte die Kugeln der Zweikugelwelt nicht unterscheiden. Sie wären objektiv ununterscheidbar und dennoch (nach Voraussetzung) zwei: eine Verletzung von (Id-Ind). In Welten mit unendlich vielen Duplikaten (Typen (1a) und (2a)) sind die Duplikate nicht objektiv zählbar, weil es kein Anfang ausgezeichnet werden kann. In allen vier Fällen ist *prima facie* (Id-Ind) verletzt.

Aber (Id-Ind) ist ein logisches Prinzip und gilt für **alle** (möglichen) Welten. Es bedarf demgemäß einer **Generalgarantie** für (Id-Ind) in allen möglichen Welten.

Diese Generalgarantie ist ganz leicht zu finden; wir kennen sie alle; sie besteht in *people like us*, solchen wie wir. Denn angenommen, unsere Welt wäre eine Problemwelt, etwa vom Typ (1a), d.h. mit ewiger Zweibahnwiederkehr (eine Art Nietzsche-Welt). Dann hätten wir alle jeweils unendlich viele „objektiv“ – d.h. von außerhalb der Welt – ununterscheidbare Duplikate (in den unendlich vielen qualitativ gleichen Weltepochen). Dennoch wären diese Duplikate von innerhalb der Welt, und zwar dank unserer Orientierung a priori, voneinander unterscheidbar: Ich bin unter allen meinen Duplikaten, unter meinen **Doppelgängern**, der einzige, der *jetzt* lebt; und ich kann mich eindeutig auf jeden meiner Doppelgänger beziehen, indem ich, mit mir beginnend, in beide zeitliche Richtungen zähle: Ich bin unter den unendlich vielen Doppelgängern Nr. 0, mein Doppelgänger in der vorigen Weltepoche ist Nr. 1, der in der nächsten Weltepoche Nr. 2, der in der vorvorigen Nr. 3, der in der übernächsten Nr. 4 usw.

Das heißt, wir endlichen, leiblichen Subjekte können von innerhalb der Welt, was ein allwissendes Wesen von außerhalb nicht könnte: die „objektiv“ ununterscheidbaren Duplikate unserer Welt voneinander unterscheiden – und auf diese Weise (Id-Ind) „retten“.

Konklusion: Weil die Gültigkeit von (Id-Ind) in allen Welten garantiert sein muß und weil die Garantie innerweltlich leibliche Subjekte sind, die sich indexikalisch auf die Details ihrer Welt beziehen können, gehört zu jeder möglichen Welt innerweltliche leibliche Subjektivität, die sich indexikalisch auf diese Welt bezieht.