

# Künstliche Intelligenz & juristische Entscheidungsfindung

*Manfred Kohlbach*

Fügergasse 4/10  
A – 1060 Wien  
m.kohlbach@mail.gis.at

**Schlagworte:** Künstliche Intelligenz, Juristische Entscheidungsfindung, Syllogismus

**Abstract:** Die Diskussion um den Einsatz echter Systeme künstlicher Intelligenz, die den Richter ersetzen können, immer noch verhältnismäßig unergiebig geblieben. Ziel des vorliegenden Aufsatzes ist es, auf abstrakter Ebene Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes solcher Systeme aufzuzeigen. Die dabei entwickelte Hauptthese lautet: Künstliche Intelligenz ist zur Zeit, weil sie sich an Vorgaben des digitalen Computers orientieren muß, (noch) nicht in der Lage der inhärenten Dialektik juristischer Entscheidungsfindung gerecht zu werden.

## 1. Was ist Künstliche Intelligenz?

Die gesamte Disziplin künstlicher Intelligenz ist so weit, so unscharf abgegrenzt, daß eine Definition des Begriffs nicht leichtfällt. So kann man entweder versuchen, ausgehend von einer Definition und einem Verständnis menschlicher Intelligenz, künstliche Intelligenz zu simulieren und definieren. Oder aber man wählt den umgekehrten Weg und entwickelt selbständige Systeme, die man als im Ergebnis intelligent bezeichnet und die dann allenfalls ihrerseits erst Theorien über menschliche Intelligenz liefern.<sup>1</sup> Man kann sich der Materie also von zwei Seiten nähern.<sup>2</sup> Desweiteren ist das Feld künstlicher Intelligenz in seiner Gesamtheit auch noch ziemlich zersplittert. Während sich manche Wissenschaftler dezidiert mit Logik und Inferenz auseinandersetzen, widmen sich andere voll und ganz einer ontologischen Dimension künstlicher Intelligenz. Wiederum andere versuchen das Problem von Seiten der Sprache („language understanding“) zu lösen. Trotz Weitläufigkeit der Disziplin lassen sich mE dennoch zwei Gemeinsamkeiten feststellen, die uns zu einer Definition

---

<sup>1</sup> Vgl zu dieser Unterscheidung zwischen „simulation mode“ und „performance mode“ *Weizenbaum, Computer Power and Human Reason* (1976) 164ff.

<sup>2</sup> In diesem Sinne wohl auch *Winston, Artificial Intelligence*: (1984) 2ff.

verhelfen und die Frage, was künstliche Intelligenz nun eigentlich ist, beantworten können. Zunächst läßt sich festhalten, daß alle Ansätze einmal Theorien von *Intelligenz im allgemeinen* entwickeln müssen, um überhaupt konkret über künstliche Intelligenz nachdenken zu können. Weiters haben sie eine Gemeinsamkeit darin, daß sie sich des digitalen Computers bedienen, der in der Lage ist ein *Modell* ihrer Aussagen zu simulieren.<sup>3</sup> Dieses Verhältnis zwischen Theorie und Modell ist im vorliegenden Fall von fundamentaler Bedeutung. Künstliche Intelligenz ist zwar grundsätzlich auch ohne den Computer denkbar, kann aber selbst erst durch den Einsatz des digitalen Computers als Modell Schwächen in ihren einzelnen theoretischen Fundamenten erkennen. Anders ausgedrückt: Der Computer ist sinnvolle Voraussetzung für Untersuchungen im Bereich der künstlichen Intelligenz.<sup>4</sup> Im Ergebnis läßt sich aus den zwei Gemeinsamkeiten somit definitorisch festhalten: *Künstliche Intelligenz beschäftigt sich mit Theorien über Intelligenz im allgemeinen, die sich als Modell im Computer simulieren und beweisen lassen.* Dabei bleibt aber oft unberücksichtigt, daß der Computer selbst auf Grund seiner Konstruktion *Vorgaben* stellt, die jede Theorie zwangsläufig inkorporieren muß, damit sie auch als Modell funktionieren kann.

Dem aufmerksamen Leser wird nun nicht entgangen sein, daß auf diesen Seiten bisweilen der Begriff des „digitalen Computers“ verwendet wurde. Er soll zum Ausdruck bringen, daß alle heutigen Computer auf einer einfachen Sprache bzw Symbolik basieren, die aus zwei eindeutig voneinander abgrenzbaren Zeichen bzw Zuständen besteht. Mathematisch lassen sich diese Zeichen als die Binärzahlen „0“ und „1“ darstellen. Die kleinste Informationseinheit des Computers, ein bit, kann dabei jeweils einen der beiden Zustände dieser Sprache einnehmen. Und jede Information im Computer wird nun als *komplexe* Abfolge von solchen bits dargestellt. Um mit diesen bits auch arbeiten zu können, bedarf der Computer desweiteren aber noch formaler Regeln, die von ihm anzuwenden sind. Und dieser Arbeitsprozeß – er ist de facto nichts anderes als ein ständiges In-Beziehung-Setzen von bits – erfolgt mittels sogenannter Logikgatter. Sie stellen die unabänderbaren Befolungsregeln (logische Wenn-Dann Verknüpfungen) dar, die der Computer anwendet, wenn bits aufeinandertreffen. Man unterscheidet drei Verknüpfungen – AND, OR und NOT – die ihrerseits aber wieder nur die elementarsten Bausteine in der Manipulation von Information im Computer sind. Der Programmierer kann sich

---

<sup>3</sup> Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason* (1976) 132ff.

<sup>4</sup> So überzeugend Dennett, *Brainstorms* (1997) 117f.

theoretisch unendlicher Kombinationen solcher Gatter bedienen, kann sie gleichzeitig aufrufen, vor- und nachschalten und wiederum mittels komplexen Strukturen Zusammenhänge und somit Regeln erzeugen, die über jene des einzelnen Gatters weit hinausgehen. Festzuhalten ist dennoch, daß der digitale Computer dem Programmierer letztlich drei wesentliche Vorgaben setzt: Einerseits ist das Verhältnis der zwei Zeichen (Zustände) zueinander ein logisches – es handelt sich um eine Anwendung des Prinzips des logischen Widerspruchs: Ein bit, das auf „1“ gestellt ist, kann nicht zugleich auf „0“ gestellt sein. Und umgekehrt: Ein bit, das nicht „1“ (besser : „nicht-1“) ist, *muß* immer „0“ sein, bzw mehr noch: *Ist* „0“. Andererseits aber sind auch die Logikgatter – wie der Name bereits impliziert – formal-logische Verknüpfungen. Ihr Wenn-Dann Schema führt immer zu einem eindeutigen Ergebnis, einem Ergebnis, das unabänderlich vorgegeben ist. Drittens ist jedes Verhältnis der Logikgatter untereinander, auf einer Meta-ebene, wiederum ein logisches – Logikgatter selbst lassen sich in AND-, OR- und NOT-Beziehungen zueinander setzen.

Bereits an dieser Stelle drängt sich wohl die Frage auf, wie der Computer mit diesen (drei) Basisvorgaben Intelligenz entwickeln kann. Kann Komplexität in der Struktur und Abfolge wirklich allein die Quelle von Intelligenz sein? *Minsky*<sup>5</sup>, ein bekannter Forscher auf dem Gebiet künstlicher Intelligenz, bejaht diese Frage. In seinem Zugang zur Materie bedient er sich der eingangs erwähnten Methode, künstliche Intelligenz unabhängig von menschlicher Intelligenz zu untersuchen und zu definieren und kommt von dieser Untersuchung sohin zu einer Theorie menschlicher Intelligenz. Seine Hauptthese ist dann, etwas verkürzt dargestellt, die folgende: Das menschliche Gehirn sei ein immens komplexes Netzwerk von Agenten, die für sich allein genommen nicht intelligent sind (der Vergleich dieser Agenten mit Logikgattern liegt nahe). Erst durch das Netzwerk selbst, durch die unvorstellbare Anzahl an Verknüpfungen und Hierarchien dieser Agenten, könne Intelligenz entstehen. Was uns derzeit an einer vollständigen Realisierung künstlicher Intelligenz hindere, sei lediglich das Ausmaß dieser Komplexität. Lassen wir die Frage des tatsächlichen Stellenwerts der Komplexität aber einmal offen und wenden wir uns der juristischen Entscheidungsfindung zu.

## 2. Das Wesen Juristischer Entscheidungsfindung

Eine umfassende Definition juristischer Entscheidungsfindung geben zu wollen, erscheint ein aussichtsloses Unterfangen zu sein. Wir können

---

<sup>5</sup> The Society of Mind (1988).

mE aber zwei wesentliche und wohl grundsätzlich anerkannte Aspekte juristischer Entscheidungsfindung herausarbeiten: Einerseits besteht die Tätigkeit des Richters in der Anwendung rechtlicher Normen – die Methode, der er sich dabei bedient, ist jene des juristischen Syllogismus.<sup>6</sup> Wenn ein konkreter Sachverhalt (Untersatz) einen abstrakten Tatbestand (Obersatz) erfüllt, dann soll eine bestimmte (individualisierte) Rechtsfolge eintreten. Insoweit dieser Syllogismus tatsächlich Parallelen zu einem logischen Wenn-Dann Schema aufweist, kann man in diesem Aspekt juristischer Entscheidungsfindung sicherlich eine erste Beziehung zur künstlichen Intelligenz unter Berücksichtigung der fundamentalen Arbeitsweise des Computers herstellen.<sup>7</sup> Andererseits wird man aber – neben diesem „logischen“ Element – wohl auch den Bezug der Rechtsordnung im Allgemeinen und rechtlicher Normen im Besonderen zum *Menschen* selbst als integralen Aspekt für die Entscheidungsfindung ansehen müssen. Anders ausgedrückt: Der Richter muß, da die Rechtsordnung stets Bezug auf menschliche Existenz, menschliche Bedürfnisse, nimmt, diese relativierende sinngebende Komponente („Sinn“ des Rechts<sup>8</sup>) im Recht berücksichtigen. Eine solche Sichtweise ermöglicht Flexibilität in jenen Fällen, wo ein direkter Syllogismus nicht möglich ist. In einer ersten Bestandsaufnahme könnte man somit die beiden Aspekte von *Logik* (in Form des Syllogismus) einerseits und *Sinn* (in Form des menschlichen Bezugs von Recht) andererseits wie folgt zu einer dialektischen Definition verknüpfen: *Juristische Entscheidungsfindung ist die angewandte Synthesis aus Logik und Sinn rechtlicher Normen.*

## 2.1 Das Instrumentarium der Rechtsfortbildung

Reduzieren wir unser Problem zunächst einzig auf das des Sinns in juristischer Entscheidungsfindung. Nirgendwo sonst kommt die Komponente des Sinns mehr zum Ausdruck, als im Instrumentarium der Rechtsfortbildung. Diese ist, wie allgemein bekannt, ein methodisches Werkzeug für schwierige Fälle – dort, wo der äußerst mögliche Wortsinn ab-

<sup>6</sup> Vgl dazu etwa *Koller*, Theorie des Rechts (1992) 78ff.

<sup>7</sup> Später wird im Zusammenhang mit einer Analyse der diesbezüglichen Position des Rechtspositivismus gezeigt werden, daß diese erste Annahme allerdings womöglich ungerechtfertigt ist; *Koller*, Theorie des Rechts (1992) 78, formuliert zumindest vorsichtig: „Zwischen den generellen Normen einer Rechtsordnung, also ihren Rechtsregeln, und den individuellen Normen derselben Rechtsordnung besteht *ein enger logischer Zusammenhang*“.

<sup>8</sup> Vgl zu dieser sinngebenden Funktion des Rechts *Koller*, Theorie des Rechts (1992) 53ff.

strakter Rechtsregeln nicht mehr ausreicht, um eine konkrete Entscheidung zu begründen, nimmt der Richter Rückgriff auf teleologische Argumente. Tatsächlich sind diese Rückgriffe nicht selten – der Reichtum an Lebenssachverhalten, mit denen der Richter konfrontiert wird, erfordert sehr oft ein Anwenden teleologischer Hilfsmittel. Dies soll an einem konkreten Beispiel<sup>9</sup> illustriert werden: § 24 Abs 3 lit b StVO bestimmt, daß das Parken vor Haus- und Grundstückseinfahrten verboten ist. Der VwGH hat nun gemeint, dies solle nicht auch für die (Allein-)Eigentümer der betreffenden Häuser bzw Grundstücke selbst gelten, denn genau diesen soll die Vorschrift ja zugute kommen. Dieses Argument ist einerseits mit dem Wortlaut der gesetzlichen Bestimmung gänzlich unvereinbar, andererseits aber aus menschlicher Sicht sehr wohl nachvollziehbar. Wie kann man nun eine solche teleologische Überlegung in einem Computerprogramm darstellen? Fest steht jedenfalls, daß sich die Entscheidung nicht formal-logisch begründen läßt. Oder etwa doch? Wenn wir die Entscheidung in ihrer Gesamtheit betrachten, dann läßt sich streng genommen wiederum ein logisches Gesamtkonzept ausmachen. Und der Computer könnte vielleicht doch die Sinn-komponente im Rahmen der logischen Beziehung zwischen Regel und (teleologischer) Ausnahme anwenden.<sup>10</sup> Denn Regel und Ausnahme stehen in einem einfachen Wenn-Dann Verhältnis zueinander. In unserem Beispiel ist diese logische Umsetzung, die dann auch vom Computer anwendbar ist, die folgende: Für alle Personen *x* gilt, daß sie nicht vor Haus- bzw Grundstückseinfahrten parken dürfen. *Wenn* aber die konkrete Person *x* der Haus- bzw Grundstückseigentümer ist, *dann* soll diese Regel *nicht* greifen. Nach dieser Auffassung läßt sich also das Problem des „nicht-logischen“ Sinns im Recht mittels einer übergeordneten Konstruktion, die ihrerseits wiederum logisch ist, lösen. Insoweit scheint sich also die weiter oben im Zusammenhang mit *Minsky's* Theorie gestellte Frage, ob Intelligenz allein in einer komplexen Struktur zu finden ist, positiv beantworten zu lassen. Denn solange ich aus diesen logischen Bausteinen übergeordnete Strukturen bauen kann, ist die Frage nach einem umfassenden Verständnis rechtlicher Probleme – wie sie für juristische Entscheidungsfindung erforderlich ist – wirklich nur eine Frage der Komplexität.

---

<sup>9</sup> Entnommen aus *Koller*, Theorie des Rechts (1992) 218f.

<sup>10</sup> Dies ist auch das Argument von *Smith*, *An Introduction to Artificial Intelligence and Law: or, Can Machines Be Made to Think Like Lawyers?*, <http://www.flair.law.ubc.ca/jcsmith/logos/noos/machine.html>, der es allerdings im Zusammenhang mit Expertensystemen verwendet und die sogleich näher zu erörternde Reaktivität dieses Ansatzes anerkennt.

Wir sind im letzten Absatz in eine konzeptuelle Falle getreten. Natürlich läßt sich Sinn als Ausnahme in einem logischen Schema darstellen. Dabei übersieht man aber einen gewichtigen Umstand: Der Computer hat diesen Sinn nicht selbst erkannt. Im Gegenteil: Der Mensch (als Programmierer) erst hat die Beziehung hergestellt und als solche definiert. Mit anderen Worten: Der Computer hat Sinn in einem logischen Ganzen als unabänderliche Regel vordefiniert bekommen und wendet diese Bestimmung nun stets an – logische Strukturen erlauben also nur eine *reaktive* Berücksichtigung des Sinns. Menschliche Existenz, menschliches Leben, ist aber dynamisch, ändert sich ständig. Auch die komplexesten Regeln können, wenn sie in einem logischen System vorgegeben werden, dieser Dynamik nicht Rechnung tragen – man müßte sie ständig aktualisieren. Dies ist im übrigen auch ein Hauptkritikpunkt von *Talbott*<sup>11</sup>, der die Unterscheidung zwischen „logic“ und „meaning“ in größeren Kontext analysiert und schließlich folgert, daß sich ein Computerprogramm auf Grund seiner vorbestimmten Regeln der Unvorhersehbarkeit der Zukunft verschließen muß, weil es fundamental eben nur versteinerte (unabänderbare) Regeln anwendet. Die Rolle von Komplexität im Computerprogramm ist aus dieser Sicht bloß eine diese Unzulänglichkeit verschleiernde. Freilich gibt es auch Fälle, die so eindeutig sind, daß sie keiner grundsätzlichen teleologischen Erörterung bedürfen, um gelöst zu werden – wo also Logik allein ausreicht. Solange der Computer aber nicht weiß, wann ein einfacher Fall und wann ein schwieriger Fall vorliegt, ist die grundsätzliche Einsetzbarkeit von Computern auch in leichten Fällen problematisch.<sup>12</sup>

## 2.2 Naturrechtliche Überlegungen am Beispiel Dworkins

Das Naturrecht hat viele Vertreter, die ihre Gemeinsamkeit darin finden, daß sie von dem Recht inhärenten Grundsätzen ausgehen, die unabhängig von menschlicher Setzung gelten und dem positiven Recht übergeordnet sind. So nimmt etwa *Dworkin*<sup>13</sup> an, daß jede Rechtsordnung bestimmte Prinzipien („principles“) enthalte, die es dem Richter erlauben, auch in schwierigen Fällen zu einer eindeutigen Entscheidung zu kommen. Es handelt sich bei diesen Prinzipien um Überlegungen wie etwa, daß niemand aus seinem eigenen rechtswidrigen Verhalten einen Vorteil ziehen soll, daß Gutgläubigkeit schutzbedürftig sei etc. Da sich diese

<sup>11</sup> The Future Does Not Compute (1995) 37ff und 283ff.

<sup>12</sup> So auch *Susskind*, The Future of Law (1996) 66f.

<sup>13</sup> Taking Rights Seriously (1977).

Prinzipien nicht logisch formulieren und begreifen lassen, weil sie ihren Sinn aus Gott, der Natur, der „Vernunft“ des Menschen odgl beziehen (wollen), können sie auch nicht als formal-logische Befolungsregeln formuliert werden. Zudem tritt bei Prinzipienargumenten ein weiterer Umstand verstärkt in den Vordergrund: Sie lassen sich nicht leicht formulieren, weil sie tendenziell eher *qualitativ* denn quantitativ sind und sich ihre wechselseitigen Beziehungen nicht eindeutig definieren lassen.<sup>14</sup> *Smith*<sup>15</sup> versucht zwar – im Bereich der Expertensysteme – solche Prinzipien untereinander zu gewichten, um so ein logisches „ranking“ zu erstellen, übersieht dabei aber gerade diese qualitative Dimension. So ist es zwar sicherlich richtig, daß Recht tendenziell Leben höher bewertet als Vermögen, doch hilft uns diese Gewichtung in viel schwierigeren Fällen (etwa wenn es um ein Abwägen von Leben gegen Leben geht) nicht weiter. Auch hier gilt also: Das Festsetzen von Prinzipien, die dann unabänderlich angewandt werden, ist ein Vorgehen, das der Tätigkeit des (menschlichen) Richters nicht gerecht wird. Man könnte aus naturrechtlicher Sicht noch Vieles hinzufügen. Belassen wir es aber bei dieser ersten Bestandsaufnahme.

### 2.3 Die positivistische Position – Hans Kelsen

Ist der Rechtspositivismus dem Einsatz von Systemen künstlicher Intelligenz gegenüber offener eingestellt? Dies scheint auf den ersten Blick der Fall zu sein – immerhin ist er von teleologischen Argumenten wenig überzeugt, die Annahme von dem Recht übergeordneten Prinzipien lehnt er zudem ab. Der erste Eindruck trügt: Der Rechtspositivismus erkennt und formuliert im Zusammenhang mit dem Computereinsatz noch ein weiteres, auf den ersten Blick ganz unscheinbares, Problem – usw im Zusammenhang mit dem Syllogismus. In der Lehre wird überwiegend die Meinung vertreten, daß juristische Logik – im Syllogismus zum Ausdruck gebracht – und formale Logik wenn auch nicht identisch, so doch eng miteinander verwandt sind.<sup>16</sup> *Kelsen*<sup>17</sup> hält dem entgegen, daß juristische Logik sich von formaler Logik fundamental unterscheidet und begründet dies damit, daß erstere dadurch gekennzeichnet sei, daß sie stets Ausfluß

---

<sup>14</sup> Siehe zu alledem *Dworkin*, *Taking Rights Seriously* (1977), 22ff.

<sup>15</sup> *An Introduction to Artificial Intelligence and Law: or, Can Machines Be Made to Think Like Lawyers?*, <http://www.flair.law.ubc.ca/jcsmith/logos/noos/machine.html>

<sup>16</sup> Vgl dazu etwa *Koller*, *Theorie des Rechts* (1992) 78; *Kelsen in Kelsen/Klug*, *Rechtsnormen und logische Analyse* (1981) 20ff mwN (insbes FN 7-9), 62.

<sup>17</sup> *Rechtsnormen und logische Analyse* (1981) 61ff.

eines Normsetzers (in unserem Fall: des Richters) ist. „Die Norm ist der Sinn eines auf das Verhalten anderer gerichteten Willensaktes; ihr Sinn ist ein Sollen; und dieses Sollen ist Korrelat eines Wollens“.<sup>18</sup> Das Sollen setze also, anders ausgedrückt, stets einen wollenden Imperator, also einen Normsetzer, voraus. Formale Logik brauche, im Unterschied dazu, diesen Imperator nicht – Regeln der formalen Logik existieren auch ohne den Umstand, daß sie gedacht und formuliert (=gesetzt) werden. Wichtig ist jedenfalls die folgende verkürzt dargestellte Position: *Wollen als Basis eines Sollens ist aus positivistischer Sicht für juristische Entscheidungsfindung unerläßlich.*

Daß der Computer formal-logisch arbeitet wissen wir bereits. So er darüberhinaus aber einen Willen entwickeln könnte, wäre er aus positivistischer Sicht zumindest grundsätzlich zur Normsetzung fähig. Wie aber kann der Computer, der den Richter ersetzen soll, einen solchen Willen manifestieren? Bereits weiter oben wurde kurz *Minsky's* Definition von menschlicher Intelligenz angeschnitten – ich bin diesbezüglich noch eine abschließende Erörterung schuldig. Es soll in Erinnerung gerufen werden, daß menschliche Intelligenz – nach *Minsky* – durch Vernetzung einfacher Agenten entsteht. Wenn sich das Gehirn also aus einem Netzwerk solcher Agenten zusammensetzt, die ihrerseits ohne eigenen Willen ihre Aufgaben erfüllen, wer ist dann nach dieser Auffassung der ultimative Willenssetzer, der Imperator? Die Antwort ist einfach, aber ernüchternd: Es gibt – so *Minsky* – letztlich *keinen* freien Willen. Der Mensch ist durch vorprogrammierte Agenten einerseits und Elemente des Zufalls andererseits gesteuert.<sup>19</sup> *Minsky* nimmt Willen aber (zur Beruhigung seiner Leserschaft?) als *Fiktion* in seine Theorie menschlicher Intelligenz auf, um nicht das menschliche Selbstverständnis zu erschüttern. Wenn wir dieser Theorie folgen, dann hat der Computer zwar keinen Willen, der Mensch aber auch nicht, womit die Konzeption eines Sollens als Korrelat eines menschlichen Wollens die eigentliche Fiktion wäre. Wir müssen uns sinnvollerweise für eine der beiden Positionen entscheiden. Dabei ist mE vor allem einem Umstand Rechnung zu tragen: Die Idee menschlichen Willens ist – gleich ob wir uns dem Rechtspositivismus verschreiben oder nicht – letztlich jedenfalls integraler Bestandteil des Rechts – wenn wir ihn als bloße Fiktion betrachten, entwerten wir auch unser gesamtes Rechtsverständnis. *Minsky* mag seine These noch so schlüssig argumentieren, sie ist letztlich immens gefährlich – ihr sollte daher nicht gefolgt werden.

---

<sup>18</sup> *Kelsen in Kelsen/Klug*, Rechtsnormen und logische Analyse (1981) 64.

<sup>19</sup> *Minsky*, The Society of Mind (1988) 306f.



### 3. Conclusio

Der Computer kann in seiner heutigen Konstruktion seine eigenen Befolgsregeln nicht abändern, somit nicht „kreativ“ in seinem Arbeitsprozeß sein.<sup>20</sup> Fragen, ob der digitale Computer den menschlichen Richter ersetzen *soll* bzw *darf* sind aus dieser Sicht eigentlich sekundär. Denn nach der hier vertretenen Auffassung scheidet das Unterfangen schon daran, daß er es gar nicht *kann*.

---

<sup>20</sup> Einer der wenigen Forscher auf dem Gebiet künstlicher Intelligenz, der dies auch offen zugibt, den diesbezüglichen Unterschied zu menschlicher Intelligenz sehr gut herausarbeitet und in der dabei gewonnenen Erkenntnis andere Zugänge zur Materie fordert ist *Gelemter*, *The Muse in the Machine* (1994).