

UNIVERSITÄT LEIPZIG

**Institut für Produktionswirtschaft
und Industrielle Informationswirtschaft**

Marschnerstr. 31, 04109 Leipzig

Tel.: 0341 / 97-3355-0, Fax: -9

Arbeitsbericht Nr. 48

**Zur Berechenbarkeit der Rekonstruktion
menschlicher Geistesleistungen**

-

**Einige kritische Anmerkungen zur
reformulierten starken KI-These**

Jukka Siedentopf

(Email: siedentopf@wifa.uni-leipzig.de)

Der Beitrag wurde unter dem Titel *Das Rekonstruktionsparadigma in der reformulierten starken KI-These* zur Tagung *Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie* (10.-11. Oktober 1997 in Münster) eingereicht.

August 1997

Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt

1	Motivation	1
2	Leistungsfähigkeitsthesen und Forschungsprogramme	1
3	Die Ausgangsdiskussion um die starke KI-These	2
3.1	Die ursprüngliche starke KI-These	2
3.2	Die mangelnde Operationalisierbarkeit der starken KI-These	2
4	Die Reformulierung der starken KI-These	2
5	Kritik an der Reformulierung der starken KI-These	2
5.1	Die Operationalisierbarkeit der reformulierten starken KI-These	2
5.2	Das Rekonstruktionsparadigma	2
5.2.1	Der induktive Charakter der Rekonstruktion	2
5.2.2	Die Unvollständigkeit der Rekonstruktion	2
5.2.3	Der Berechnungscharakter der Rekonstruktion	2
6	Schlußfolgerung: Die These des induzierten Disziplinarzwanges	2
7	Einordnung der Ergebnisse	2
	Literatur	17

Zusammenfassung: Thesen über die Leistungsfähigkeit von Techniken und Technologien können die Gestaltung empirischer Forschungsprogramme beeinflussen. Das Erkenntnisprogramm - und damit auch die potentielle Leistungsfähigkeit - der Künstlichen Intelligenz (KI) wird u.a. anhand der sogenannten starken KI-These diskutiert. Gegenstand des Beitrags ist eine von Zelewski vorgestellte Reformulierung dieser These, die deren Operationalisierung leisten soll. Die Diskussion wird damit Wissenschaftsdisziplinen zugänglich gemacht, die primär an der Anwendung der KI interessiert sind, und damit insbesondere auch der Wirtschaftsinformatik. In der hier angebotenen Interpretation öffnet sich die Reformulierung der These dem Instrumentarium der theoretischen Informatik, mit dem gezeigt werden kann, daß der Gehalt der Reformulierung bereits durch die Berechenbarkeitstheorie zur Verfügung gestellt wird. Da der Gehalt somit als Begründung für einen - hier nicht angezweifelten - Erkenntnisgewinn ausscheidet, wird die These eines methodisch induzierten Erkenntnisgewinns aufgestellt.

1 Motivation

Der vorliegende Beitrag greift einen Diskurs über die Erkenntnisziele, und damit auch über das Forschungsprogramm, der Künstlichen Intelligenz auf. Als Ausgangspunkt des ursprünglichen Diskurses kann die Behauptung der Existenz maschineller Intelligenz in einer besonderen 'Intensität' angesehen werden. Gemäß dieser Behauptung verfügen entsprechend programmierte Computer über die ursprünglich menschlichen Eigenschaften des Denkens, des Fühlens, des Verstehens etc. - also über Ausprägungen des menschlichen Bewußtseins, das demnach ein maschinelles Äquivalent besitzt (sog. *starke KI-These*). Obgleich der skizzierte Diskurs keinesfalls als - entschieden oder nicht-entschieden - beendet angesehen werden kann¹⁾, wird er im weiteren nicht direkt aufgegriffen. Vielmehr wird lediglich eine einschränkende Reformulierung der These kritisch analysiert, für die beansprucht wird, daß sie einen signifikanten, befruchtenden Einfluß auf den Erkenntnisgewinnungsprozeß innerhalb der KI besaß (und evtl. noch besitzt). Als Ergebnis der Analyse wird der 'Novitätscharakter' der reformulierten These angezweifelt, so daß sich anschließend die Frage stellt, worauf ein behaupteter Erkenntnisgewinn (sofern er denn besteht) zurückgeführt werden kann.

Der Beitrag besitzt (hoffentlich) einen provozierenden Charakter, da die Analyse der betrachteten These - notwendigerweise - auf Interpretationen umgangssprachlicher Formulierungen beruht. Diese Interpretationen entsprechen u.U. nicht der Intention des Verfassers der These und fordern daher einen Widerspruch, u.U. nicht nur des Verfassers der These, geradezu heraus. Die nachfolgend herausgearbeiteten Ergebnisse motivieren dabei eine Diskussion sowohl formaler als auch inhaltlicher Anforderungen an erkenntnisstimulierende Thesen aus einer *pragmatischen* Perspektive.

2 Leistungsfähigkeitsthesen und Forschungsprogramme

Thesen über die Leistungsfähigkeit untersuchter und verwendeter Techniken und Technologien²⁾ können die Gestaltung wissenschaftlicher Forschungsprogramme beeinflussen. Die Voraussetzungen für einen solchen Einfluß sind insbesondere dann gegeben, wenn die *zweckmä-*

-
- 1) Ein aktueller Diskussionsbeitrag findet sich beispielsweise in D'Avis (1997). Der Autor betont die Bedeutung des Diskurses, indem er die "Spannung des Programms" auf seine "philosophischen Implikationen" zurückführt, deren potentielle Ausprägung er äußerst radikal formuliert: "Wenn Maschinen denken können, gerät das gesamte Selbstverständnis der abendländischen Kultur aus dem Tritt." (D'Avis (1997), S. 6). Arbeiten, die sich speziell mit der Position Searles auseinandersetzen, die auch Ausgangspunkt des vorliegenden Beitrags ist, finden sich z.B. in Cremers (1997), Harnad (1989) oder Torrance (1986).
 - 2) Es sei angenommen, daß sowohl Techniken als auch Technologien der Erkenntnisgewinnung dienen. Dabei wird nicht ausgeschlossen, daß Aussagen über die Leistungsfähigkeit einer Technik Bestandteil einer Technologie (als Wissenschaft von der Technik) sein können. Da im Beitrag eine Unterscheidung zwischen *Techniken* und *Technologien* nicht benötigt wird, wird im weiteren lediglich der letztgenannte Terminus verwendet.

ßige Gestaltung von Wissenschaftsprozessen Gegenstand der Theoriebildung ist, also vorrangig im Bereich empirischer Theorien, und entsprechende Zweckmäßigkeitkriterien verfügbar sind. In diesem Fall können beispielsweise Technologien auf Basis von Zweckmäßigkeitkriterien und Leistungsfähigkeitsthese - anstelle validierter Leistungsfähigkeiten - beurteilt werden. Eine 'zweckmäßige' Gestaltung eines Forschungsprogrammes und damit i.d.R. auch die Distribution knapper Forschungsmittel kann damit u.U. auf einer thesegestützten Selektion besonders 'vielversprechender' Technologien basieren.

Offensichtlich kann insbesondere für Wissenschaftsdisziplinen, zu deren Erkenntniszielen die Gestaltung ökonomischer Systeme zählt, die Existenz der benötigten Kriterien i.a. angenommen werden. Unter diesen Disziplinen zeichnet sich die Wirtschaftsinformatik (WI) durch einen besonders starken Anwendungsbezug aus, der sich in der Zielsetzung manifestiert, Theorien zur Beschreibung und Gestaltung von Informationsprozessen und -systemen "in Betrieben oder überbetrieblichen Wirtschaftseinheiten"³⁾ zu formulieren und umzusetzen⁴⁾. Spezielle Anforderungen resultieren dabei aus dem beschleunigten Alterungsprozeß der verwendeten und entwickelten Technologien⁵⁾, der die WI gegenüber einer Fehlleitung knapper Ressourcen auch im Forschungsbereich besonders sensibilisiert⁶⁾.

Im Rahmen ihrer Gestaltungsaufgaben kommt der WI eine Maklerrolle zu, da sie bei der Lösung konkreter betrieblicher oder überbetrieblicher Problemstellungen auf 'Grundlagentechnologien' - hier i.S. anwendungsunabhängiger Technologien - aus dem Bereich der Informationsverarbeitung zurückgreift und dabei i.d.R. auch mit der Aufgabe konfrontiert wird, jeweils geeignete Technologien auszuwählen. Der durch den o.a. technologischen Alterungsprozeß induzierte Zeitdruck verhindert es dabei, stets ausschließlich auf 'bewährte' Technologien zurückgreifen zu können. Gerade die WI ist somit u.U. auch auf thesegestützte Selektionen angewiesen und muß daher ein Interesse an deren Zuverlässigkeit haben.

Technologien der Künstlichen Intelligenz wurden und werden einerseits von der WI intensiv genutzt und andererseits hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit oft durch Thesen beschrieben. Die Beachtung, die der Entwicklung von Expertensystemen (XPS), des "commercial showpiece" der KI⁷⁾, auch und gerade innerhalb der WI, geschenkt wurde, kann beispielhaft als Indiz für die Konsequenzen dienen, die zunächst überzogene Erwartungen für die Entwicklung

3) Kurbel/Strunz (1990), S. 4.

4) Vgl. zu diesen Zielsetzungen sowie zur speziell betriebswirtschaftlichen Ausrichtung der Wirtschaftsinformatik König u.a. (1995) oder auch Kurbel/Strunz (1990). Der Anwendungsbezug wird hier insbesondere aus der Charakterisierung der WI als Wissenschaft abgeleitet, die "sozio-technische Systeme (...) optimiert" (König u.a. (1995), S. 568).

5) Vgl. König u.a. (1995), S. 558.

6) König u.a. betonen in diesem Zusammenhang den (Lehr- und Forschungs-) Wettbewerb, in dem die WI mit der Informatik und der Betriebswirtschaftslehre steht, vgl. König u.a. (1995), S. 559.

7) Ginsberg (1993), S. 381.

von Technologien und Anwendungen haben⁸⁾: Während die Entwicklung von XPS für unterschiedlichste Aufgabenbereiche noch Ende der 80er Jahre ein fester Bestandteil des Forschungsprogrammes der WI war⁹⁾, hatte sich diese Situation bis zur Mitte der 90er Jahre grundlegend geändert, und XPS verschwanden aus dem *Forschungsprogramm* der WI weitgehend¹⁰⁾. Dem Erkenntnisgewinn, der aus wissenschaftlicher Perspektive dabei hinsichtlich der Limitationen der involvierten Technologien geltend gemacht werden kann, steht ein Vertrauensverlust der Technologieanwender entgegen, der zumindest potentiell genau dann auch das Forschungsprogramm der WI diskreditierte, wenn die WI als Anbieter der XPS-Technologien auftrat. Trotz ihres spekulativen Charakters sei die Vermutung gestattet, daß bei einer realistischen Einschätzung der Leistungsfähigkeit der XPS-Technologie(n) erwartungsinduzierte Fehlleitungen weitgehend hätten vermieden werden können, so daß eine effektivere Verwendung der eingesetzten (Forschungs-) Ressourcen ermöglicht worden wäre¹¹⁾.

Der vorliegende Beitrag greift die Diskussion einer Leistungsfähigkeitsbehauptung auf, die keinerlei *direkten* Anwendungsbezug besitzt und in dieser Form nur selten innerhalb der WI geführt wurde. Ein mittelbarer Anwendungsbezug existiert gemäß der dargestellten Zusammenhänge jedoch z.B. dann, wenn die Leistungsfähigkeitsbehauptung Einfluß auf Technologiebewertungen und -selektionen besitzt. Darüber hinaus ist die Diskussion ein Beispiel für einen Erkenntnisgewinnungsprozeß, der auf einer Verknüpfung der Erkenntnisse unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen beruht und daher gerade in Schnittstellendisziplinen wie der WI 'zu Hause' sein sollte¹²⁾.

3 Die Ausgangsdiskussion um die starke KI-These

3.1 Die ursprüngliche starke KI-These

Zentraler Untersuchungsgegenstand der Künstlichen Intelligenz ist die Realisierung intelligenten Verhaltens automatischer Informationsverarbeitungssysteme. In der sogenannten *star-*

8) Vgl. dazu z.B. Mertens (1995), S. 29, 31 u. 41f. Da Expertensysteme i.a. einen Anwendungstypus charakterisieren, sind sie hier eher als *Technologieträger*, insbesondere für deklarative symbolische Wissensrepräsentationstechniken sowie für Inferenzmechanismen, anzusehen, vgl. dazu z.B. Bibel u.a. (1993), S. 236ff. oder Ginsberg (1993), S. 381ff.

9) Vgl. dazu z.B. Mertens (1990). Die Bedeutung der Entwicklung von XPS veranschaulicht auch die Fülle der in Mertens u.a. (1993) referenzierten Anwendungen.

10) Vgl. König u.a. (1995), S. 567.

11) Mertens' Hinweise auf - auch neuere - Erfolge der XPS-Technologie sowie die positiven Zukunftsaussichten (Mertens (1995), S. 42) lassen sich ebenfalls in diesem Sinne interpretieren, da sie die *Erfolgsfähigkeit* der Technologie signalisieren, so daß eine Abkehr vorrangig darauf zurückgeführt werden kann, daß zunächst "sinnvolle Entwicklungen vorübergehend stark überbewertet" wurden (Mertens (1995), S. 41).

12) Als beispielhafte Darstellung für Synergieeffekte, die sich durch interdisziplinäre Ansätze gerade auch innerhalb der WI realisieren lassen, sei hier auf Müller-Merbachs Plädoyer für eine gemeinsame Methodik der WI und des Operations Research verwiesen, vgl. Müller-Merbach (1992).

ken KI-These¹³⁾ manifestiert sich eine extreme Position innerhalb der Diskussion der Grenzen dieses Vorhabens: Ihre Vertreter negieren die Existenz etwaiger Eigenschaften des menschlichen Geistes, die ein angemessen programmiertes ('intelligentes') Computersystem grundsätzlich nicht zu zeigen fähig wäre.

Ogleich die Diskussion der starken KI-These vorrangig einer Phase der KI-Forschung zugeordnet wird, die durch abtastende Positionsbestimmungen gekennzeichnet war, so daß ihr Wert heute insbesondere in der pointierenden Wirkung der Überzeichnung gesehen wird¹⁴⁾, flammte sie zu Beginn der 90er Jahre erneut auf. Eine Kontroverse zwischen J.R. Searle¹⁵⁾ einerseits sowie P.M. Churchland und P.S. Churchland¹⁶⁾ andererseits veranlaßte S. Zelewski¹⁷⁾, die Argumentationen der Antagonisten einigen wissenschaftstheoretischen Betrachtungen zu unterwerfen. Als Kontext der nachfolgenden Diskussionen wird zunächst die (ursprüngliche) starke KI-These in dem von Searle sowie Churchland und Churchland intendierten Sinne in einer an Zelewski angelehnten Formulierung eingeführt¹⁸⁾:

Ein Computerprogramm, das den Turing-Test besteht, ist "ein denkender Geist im gleichen Sinne, wie es der menschliche Geist ist"¹⁹⁾. Computer denken "zwangsläufig", "weil, was sie tun, alles ist, was Denken ausmacht"²⁰⁾. "Die Behauptung der starken KI lautet, daß jedes (...) rechenfähige System (...) Gedanken und Gefühle haben müsse, sofern es nur mit dem adäquaten Programm gefüttert wird"²¹⁾.

3.2 Die mangelnde Operationalisierbarkeit der starken KI-These

Zelewski diskutiert in seiner Arbeit insbesondere die terminologische Basis der Kontroverse zwischen Searle sowie Churchland und Churchland sowie eine angebliche Widerlegung der starken KI-These durch Searle. Dabei arbeitet er folgende Ergebnisse heraus:

- a) Sowohl Searle als auch Churchland und Churchland 'tappen' in eine *essentialistische Argumentationsfalle*²²⁾: Sie berufen sich (implizit) auf die reale Existenz des *Wesens*

13) Den Ausdruck der 'starken' KI (*strong AI*) führt Searle zur Abgrenzung von der 'schwachen' KI (*weak AI*) ein, nach der Computer lediglich als nützliches Werkzeug betrachtet werden, vgl. Searle (1980), S. 417.

14) Ähnlich z.B. Zelewski (1991), S. 340.

15) Searle (1990).

16) Churchland/Churchland (1990).

17) Zelewski (1991).

18) Vgl. Zelewski (1991), S. 338. Vgl. auch Searle (1993), S. 21. Penrose gibt eine noch radikalere - und von ihm kritisierte - Auslegung an, in der bereits in einer beliebigen Ausführung eines Algorithmus' eine mentale Aktivität gesehen wird, vgl. Penrose (1989), S. 17.

19) Searle (1990), S. 40.

20) Searle (1990), S. 42.

21) Searle (1990), S. 44.

22) Vgl. Zelewski (1991), S. 338ff.

(der 'Essenz') elementarer Begriffe ihrer Argumentationen, insbesondere des *menschlichen Geistes*, ohne dieses Wesen jeweils zu explizieren. Sowohl die Intension als auch die Extension der verwendeten Termini entziehen sich somit einer intersubjektiven Vergleichbarkeit, so daß die gesamte Argumentation einer kritisch-rationalen Überprüfung unzugänglich und damit aus wissenschaftstheoretischer Perspektive abzulehnen ist.

Speziell der Versuch von Searle, die starke KI-These zu widerlegen, leidet unter der fehlenden Definition des Geistesbegriffes²³⁾: Zum einen stehen keine Kriterien zur Verfügung, anhand derer festgestellt werden kann, ob ein Computersystem Eigenschaften des menschlichen Geistes aufweist. Zum anderen wird durch die Vorgehensweise, die Bedeutung eines Begriffes lediglich zu unterstellen, jedoch nicht zu nennen, nicht ausgeschlossen, daß diesem Begriff stillschweigend eine (un-) erwünschte Eigenschaft nach Belieben per Setzung zugewiesen (abgesprochen) wird. Der Begriff des *menschlichen Geistes* kann somit per definitionem mit Eigenschaften 'versehen werden', die ein Computerprogramm nicht aufweisen *kann* - die starke KI-These wird dann eher 'wegdefiniert' als widerlegt.

- b) Die starke KI-These werde²⁴⁾ aufgrund der mit essentialistischen Begriffsbildungen verbundenen oben genannten Probleme "heute von keinem seriösen Vertreter der KI-Forschung ernsthaft vertreten"²⁵⁾. Zelewski folgert, daher "(...) sollte heute die starke KI-These deutlich vorsichtiger formuliert werden, um der essentialistischen Begriffsfalle zu entgehen"²⁶⁾. Er ergänzt seine Erläuterungen durch den Hinweis auf die aufmerksamkeitsfördernde Wirkung der Überzeichnung der starken KI-These (vgl. S. 2), die "in den frühen Phasen der Erforschung Künstlicher Intelligenz (...) einer noch jungen, zumeist belächelten Wissenschaftsrichtung"²⁷⁾ die Profilierung erleichterte, die jedoch "heute (...) einer ernsthaften Auseinandersetzung mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz"²⁸⁾ eher im Wege steht.
- c) Selbst unter der Annahme, die genannten Probleme mangelnder Begriffsbestimmungen lägen nicht vor, also im Falle der Verfügbarkeit klarer Definitionen, ist Searles Widerlegung der starken KI-These logisch nicht nachvollziehbar. Zelewski zeigt die Mängel der der Searleschen Beweisführung zunächst verbal auf, indem er die fehlerhafte argumen-

23) Vgl. Zelewski (1991), S. 339ff.

24) Der Konjunktiv wird für die folgende Begründung einer Reformulierung der starken KI-These verwendet, da gerade diese Reformulierung (s.u.) Gegenstand nachfolgender Diskussionen ist. Da dies für die weiteren Argumentationen Zelewskis (a), c) und d)) nicht gilt, wird bei deren 'freier' Wiedergabe auf den Konjunktiv verzichtet.

25) Zelewski (1991), S. 340.

26) Zelewski (1991), S. 340. Es wird unterstellt, daß Zelewski die Termini *Begriffsfalle* und *Argumentationsfalle* synonym verwendet.

27) Zelewski (1991), S. 340.

28) Zelewski (1991), S. 340.

tative Verwendung eines Axioms erläutert²⁹⁾: Searle führt das Axiom “Syntax an sich ist weder konstitutiv noch hinreichend für Semantik”³⁰⁾ ein und verwendet es in dem Sinne, daß ein syntaktisches Konstrukt *nie* eine semantische Qualität aufweisen kann. Anschließend folgert er, daß (Computer-) “Programme (...) weder konstitutiv noch hinreichend für Geist” sind. Searle klammert damit den - durch das Axiom keineswegs ausgeschlossenen - Fall, daß ein syntaktisches Konstrukt eine semantische Qualität aufweisen *kann*, von weiteren Betrachtungen aus. Zelewski präzisiert seine Ausführungen in einer semi-formalen Darstellung, in der er den Fehlschluß Searles auf Basis des prädikatenlogischen Kalküls 1. Stufe verdeutlicht³¹⁾.

- d) Schließlich baut Zelewski Searle eine ‘goldene Brücke’, indem er die axiomatische Basis der Searleschen Argumentation so präzisiert, daß eine streng logische Widerlegung der starken KI-These ermöglicht wird. Er zeigt die logische Validität entsprechender Schlüsse anhand des prädikatenlogischen Kalküls 2. Stufe³²⁾. Er weist auch auf den unbefriedigenden Charakter der Vorgehensweise hin, da die angeführten Präzisierungen die - zu beweisende - “wesensmäßige Verschiedenheit von rein syntaktisch definierten und semantischen Entitäten”³³⁾ axiomatisch setzen, so daß eine entsprechende Beweisführung trivialisiert wird.

Anmerkung 3.1: Zelewski weist lediglich nach, daß die von ihm angeführten Präzisierungen für die avisierte Widerlegung der starken KI-These *hinreichend* sind. Die *Notwendigkeit* der Präzisierungen wird nicht aufgezeigt. Es wird somit nicht ausgeschlossen, daß zumindest eine andere hinreichende Präzisierung angegeben werden kann, die nicht zu der dargelegten Trivialisierung der Beweisführung führt. ♦

Folgt man den Ausführungen Zelewskis, so erscheint zusammenfassend eine weitere Auseinandersetzung mit der angeführten ursprünglichen starken KI-These nicht sinnvoll. Im weiteren wird daher eine von Zelewski angegebene *Reformulierung der starken KI-These* (vgl. b)) betrachtet.

4 Die Reformulierung der starken KI-These

Die von Zelewski angegebene Reformulierung der starken KI-These lautet:

29) Vgl. Zelewski (1991), S. 342f.

30) Vgl. Searle (1990), S. 41. Eine Verknüpfung zwischen dem menschlichen Geist und der Semantik erfolgt bei Searle ebenfalls axiomatisch, indem er Semantik als Grundlage geistiger Inhalte (und diese wiederum als Grundlage menschlichen Denkens und Handelns) bezeichnet, vgl. Searle (1990), S. 41.

31) Vgl. Zelewski (1991), S. 343f.

32) Vgl. Zelewski (1991), S. 344ff.

33) Zelewski (1991), S. 347.

*“Der menschliche Geist läßt sich in dem Ausmaß, in dem sein Leistungsvermögen durch sprachlich wohldefinierte und intersubjektiv nachprüfbare Voraussetzungen und Resultate von Denkprozessen beschrieben wird, durch leistungsäquivalente automatische Informationsverarbeitungssysteme (Computerprogramme) rekonstruieren.”*³⁴⁾

Gegenüber der ursprünglichen starken KI-These, die nunmehr lediglich den Kontext darstellt, innerhalb dessen die Reformulierung erfolgte, arbeitet Zelewski die folgenden wesentlichen Eigenschaften und Wirkungen der reformulierten These heraus³⁵⁾:

- a) Die These basiert nicht auf undefinierten Geistes- und/oder Semantikbegriffen. Es wird somit keinerlei “Wesensidentität von Menschen und Computern”³⁶⁾ gefordert - selbst dann nicht, wenn Geist oder Semantik per definitionem als ausschließlich menschliche Eigenschaften charakterisiert wären.
- b) Es wird nicht gefordert, daß sich das Wesen des menschlichen Geistes in seiner Gesamtheit wohldefiniert und intersubjektiv vergleichbar darstellen läßt³⁷⁾. Da für diejenigen Bereiche, für die diese Darstellbarkeit nicht gegeben ist, jedoch auch die Äquivalenz eines Computerprogrammes schwerlich gezeigt oder widerlegt werden kann, entziehen sich diese Bereiche einer intersubjektiv nachprüfaren Kritik. Die reformulierte starke KI-These steht somit “in erklärtem Gegensatz zu selbstimmunisierenden Konzepten für das "Wesen" des menschlichen Geistes”³⁸⁾.
- c) Die durch die Reformulierung der These induzierten Präziserungsanforderungen besitzen einen erkenntnisfördernden Einfluß auf die Forschungsbemühungen der KI und weitergehend der Kognitionsforschung: “Indem sie (A.d.V.: die “derart reformulierte starke KI-These”) an die Wohldefiniertheit und Nachprüfbarkeit von Denkprozessen anknüpft, hat sie dazu geführt, daß auf etlichen Feldern erst durch die KI-Forschung Bemühungen eingeleitet wurden, kognitive Leistungen des Menschen aus dem Bereich vager umgangssprachlicher Andeutungen herauszulösen, um sie einer präzisen und nachprüfaren Begrifflichkeit zuzuführen. Dieser befruchtende KI-Beitrag zur Kognitionsforschung sollte nicht unterschätzt werden.”³⁹⁾
- d) Die Reformulierung der These führt eine Zweistufigkeit des Erkenntnisgewinnungsprozesses in das Forschungsprogramm der KI ein, da zunächst “das interessierende kogniti-

34) Zelewski (1991), S. 341.

35) Vgl. Zelewski (1991), S. 341f.

36) Zelewski (1991), S. 341.

37) Vgl. Zelewski (1991), S. 341f.

38) Zelewski (1991), S. 342.

39) Zelewski (1991), S. 341.

ve Leistungsvermögen zu präzisieren” ist, das “dann erst durch leistungsäquivalente Automaten zu rekonstruieren” ist⁴⁰⁾. Zelewski wirft sowohl Searle als auch Churchland und Churchland vor, diese Zweistufigkeit zu übersehen und das Erkenntnisprogramm der KI-Forschung damit mißzuverstehen⁴¹⁾.

Im weiteren wird die angegebene Reformulierung einer semantischen Analyse unterzogen. Dabei wird nicht länger im Kontext einer Abgrenzung von der ursprünglichen starken KI-These gearbeitet, so daß die Analyse nicht dediziert auf die von Zelewski in diesem Kontext angeführten Eigenschaften eingeht. Ein Bezug zu den behaupteten Wirkungen der reformulierten These, also insbesondere zum angeblich induzierten Erkenntnisgewinn, entsteht lediglich insofern, als die Frage aufgeworfen wird, wie diese Wirkungen begründet werden können, wenn die Behauptung spezifischer Eigenschaften nicht aufrechterhalten werden kann.

5 Kritik an der Reformulierung der starken KI-These

Die folgende Analyse an der reformulierten starken KI-These wird zweigeteilt: Zum einen wird eine - hier als wesentlich erachtete - Kritik an der Forderung nach *Rekonstruktion* des menschlichen Geistes (*Rekonstruktionsparadigma*) geübt, in der auch die Forderung nach sprachlicher Präzision miteinbezogen wird. Um diese Kritik von der Frage der Operationalisierbarkeit der These loslösen zu können, wird der Operationalisierungsaspekt zunächst isoliert betrachtet.

5.1 Die Operationalisierbarkeit der reformulierten starken KI-These

Fehlende Prüfinstanz für den Rekonstruktionserfolg: Die reformulierte starke KI-These beschränkt eine potentielle Rekonstruierbarkeit nicht auf spezifische Eigenschaften des menschlichen Geistes. Sie stellt die - nicht notwendigerweise vollständige - Rekonstruierbarkeit des Geistes in Aussicht, ohne diejenigen Elemente des menschlichen Geistes, die rekonstruiert werden können und/oder sollen, *explizit* zu nennen. Allerdings kann die These so interpretiert werden, daß eine *implizite* Bestimmung dieser Elemente in Form der Beschreibung des *Leistungsvermögens* des Geistes erfolgt.

Um den Erfolg einer Rekonstruktion beurteilen zu können, wird in jedem Falle eine Prüfinstanz benötigt, die beurteilt, ob es sich bei den real rekonstruierten Elementen des menschlichen Geistes um genau diejenigen Elemente handelt, die gemäß des beschriebenen Leistungsvermögens hätten rekonstruiert werden müssen. Der These kann ein Kriterium für einen Beschreibungserfolg lediglich in einer vagen Formulierung entnommen werden: “Der menschl-

40) Zelewski (1991), S. 342.

41) Zelewski formuliert sogar: “Gründlicher kann das Erkenntnisprogramm der KI-Forschung wohl kaum mißverstanden werden”, Zelewski (1991), S. 342.

che Geist läßt sich in dem Ausmaß, in dem sein Leistungsvermögen (...) beschrieben wird, (...) rekonstruieren". Ohne eine Instanz, die einer Beschreibung eines Leistungsvermögens das "Ausmaß" von Geist zuordnet, das durch das beschriebene Leistungsvermögen charakterisiert wird und folglich rekonstruiert werden muß, kann der Erfolg einer Rekonstruktion nicht beurteilt werden. Das angeführte 'Ausmaß-Kriterium' ist somit nicht operationalisierbar.

Anmerkung 5.1: (1) In obiger Argumentation wird vorausgesetzt, daß eine beabsichtigte Unterscheidung zwischen der Rekonstruktion des menschlichen Geistes und der Beschreibung seines Leistungsvermögens getroffen wird (vgl. dazu auch den folgenden Kritikpunkt zur Leistungsäquivalenz). (2) Es wird nicht die Beschreibung von (einzelnen) Leistungen, sondern die eines Leistungsvermögens referenziert. Obgleich eine entsprechende Unterscheidung vage bleibt, kann vermutet werden, daß dadurch eine Zuordnung eines entsprechenden 'Geistes-Ausmaßes' zusätzlich erschwert wird: Zumindest für den Fall, daß Beschreibungen von *Potentialen* (Leistungsvermögen) verallgemeinernd, z.B. negativ-abgrenzend, erfolgen (statt z.B. aufzählend), wird zusätzlich eine Instanz benötigt, die für singuläre Leistungen entscheidet, ob diese zum beschriebenen Leistungsvermögen zählen. Da zudem der Begriff des *Vermögens* (i.S. eines Potentials) die Inklusion nicht-beobachteter, sondern lediglich denkbarer Phänomene geradezu aufdrängt, scheinen Probleme bei der exakten Bestimmung dessen, was rekonstruiert werden soll, vorprogrammiert. Unter Vernachlässigung der Annahme in (1) kann beiden Argumenten entgegnet werden, daß eine präzise Anforderung an die Beschreibung dessen, was rekonstruiert werden soll, angegeben wird ("sprachlich wohldefinierte und intersubjektiv nachprüfbarere Voraussetzungen und Resultate von Denkprozessen"), die gleichzeitig Anforderung an die Beschreibung selbst ist. ♦

Mißverständliche Forderung nach Leistungsäquivalenz: Die Forderung nach Leistungsäquivalenz ist im zuvor genannten Kontext kaum verständlich: Falls die Rekonstruktion von *Leistungen* des menschlichen Geistes als ausreichend erachtet wird, also im Gegensatz zur Annahme in Anmerkung 5.1 (1), ist die Leistungsäquivalenz sichergestellt. Sie muß in diesem Falle nicht zusätzlich gefordert werden. Falls demgegenüber, gemäß der Annahme in Anmerkung 5.1 (1), eine davon zu unterscheidende Rekonstruktion des menschlichen Geistes gefordert wird, muß präzisiert werden, wie sich die Forderung nach Leistungsäquivalenz von der Forderung nach einer Rekonstruktion "in dem Ausmaß, in dem sein Leistungsvermögen (...) beschrieben wird" unterscheidet. Ohne eine solche Präzisierung ist es kaum möglich, eine Leistungsäquivalenz festzustellen oder zu widerlegen⁴²⁾.

Mangelnde Präzisierung des Zielsystems: Zelewski fordert die Rekonstruktion durch *Informationsverarbeitungssysteme* und setzt diese - zumindest scheinbar - mit *Computerprogrammen* gleich. Zuvor präzisiert er seine Diktion von Computerprogrammen "als reiner Software ohne Berücksichtigung ihrer Implementierung in einer realen Ablaufumgebung"⁴³⁾. Die Lei-

42) In der Konsequenz muß dann also gefordert werden, daß die Unterscheidung zwischen dem menschlichen Geist und seinem Leistungsvermögen präzisiert wird.

43) Zelewski (1991), S. 339. Dabei spricht Zelewski allerdings von "Computerprogrammen als solchen", so daß die nachfolgend angeführte Inkompatibilität durch eine *weite* Definition des Termini-

stung (oder das Leistungsvermögen) einer Software kann jedoch ohne jede Berücksichtigung einer Einsatzumgebung nicht vollständig beschrieben oder gemessen werden⁴⁴⁾. Insbesondere muß damit auch in Frage gestellt werden, ob eine Leistungsäquivalenz zu einem Vergleichssystem gezeigt werden kann, ob also der Erfolg des Vorhabens, "leistungsäquivalente automatische Informationsverarbeitungssysteme" zu entwickeln, überhaupt geprüft werden kann⁴⁵⁾.

Die zuvor angeführten Kritikpunkte können teilweise auf Mängel der zur Formulierung der These verwendeten natürlichen Sprache zurückgeführt werden. Eine mögliche Beseitigung der angesprochenen Präzisierungsmängel erfolgt durch folgende Festlegungen:

- Es wird lediglich die Rekonstruierbarkeit des Leistungsvermögens des menschlichen Geistes statt der des menschlichen Geistes selbst behauptet.
- Eine erfolgreiche Rekonstruktion des Leistungsvermögens des menschlichen Geistes induziert die Leistungsäquivalenz der Rekonstruktion.
- Ein Rekonstruktionserfolg wird als gegeben angenommen, wenn ein Informationsverarbeitungssystem entwickelt wurde, das sprachlich wohldefinierte und intersubjektiv nachprüfbar Voraussetzungen von Denkprozessen zu sprachlich wohldefinierten und intersubjektiv nachprüfbar Resultaten verarbeitet, die auch der betrachtete menschliche Geist hervorbringen würde. Die Entwicklung eines entsprechenden Informationsverarbeitungssystems wird dabei als hinreichender Beweis der Rekonstruierbarkeit (i.S. einer Programmierbarkeit) des menschlichen Geistes erachtet.

Im Sinne dieser Präzisierungen kann folgende Auslegung der (re-) reformulierten starken KI-These angegeben werden:

Das Leistungsvermögen des menschlichen Geistes, das durch sprachlich wohldefinierte und intersubjektiv nachprüfbar Voraussetzungen und Resultate von Denkprozessen beschrieben werden kann, läßt sich durch automatische Informationsverarbeitungssysteme rekonstruieren.

nus *Computerprogramm* (i.S. der Einbeziehung einer - u.U. fiktiven - Einsatzumgebung) beseitigt werden könnte.

- 44) Dies folgt nicht allein aus fehlenden Effizienzinformationen, z.B. über das Laufzeitverhalten. Aus Perspektive der Testtheorie des Software-Engineering ist vielmehr der Versuch einer vollständigen Beschreibung der Leistungsfähigkeit von Software bereits ohne Berücksichtigung von Effizienzkriterien 'zum Scheitern verurteilt', da das Verhalten - zumindest komplexerer - Softwaresysteme i.a. ohnehin nicht vollständig beschrieben werden kann, vgl. z.B. Kimm u.a. (1979), S. 258.
- 45) Das Attribut "automatische" weist darauf hin, daß Zelewski auf Basis der Einbeziehung einer Einsatzumgebung argumentiert, da dieses Attribut dem o.a. Charakter reiner Software kaum gerecht wird, sondern zumindest auf die Verarbeitung einer Software gemäß eines spezifischen Automaten(modells) hindeutet.

Die angegebene Re-Reformulierung der starken KI-These besitzt zum einen Beispielcharakter für die verfremdenden - u.U. aber auch vereinfachenden - Wirkungen der Modifikationen, die aus der dargestellten Kritik resultieren und hier insbesondere den zu rekonstruierenden Realitätsausschnitt betreffen, da der menschliche Geist 'auf sein Leistungsvermögen reduziert wird'. Zum anderen ist eine Beseitigung der vorhandenen Spielräume hinsichtlich der Interpretation der reformulierten starken KI-These Voraussetzung für eine weiterführende Kritik des Rekonstruktionsparadigmas.

5.2 Das Rekonstruktionsparadigma

Eine wesentliche, explizite Forderung der reformulierten (nicht jedoch der ursprünglichen) starken KI-These ist die *Rekonstruierbarkeit* des menschlichen Geistes oder dessen interessierender Merkmale. Für die entsprechenden Rekonstruktionsprozesse können einige Eigenschaften herausgearbeitet werden, die von existentieller Bedeutung für die Operationalisierbarkeit des Rekonstruktionsparadigmas sind.

5.2.1 Der induktive Charakter der Rekonstruktion

Der Rekonstruierbarkeit ist insofern ein 'a-posteriori-Charakter' inhärent, als die Bekanntheit eines zu rekonstruierenden Gegenstandes vorausgesetzt wird, da die (Nicht-) Rekonstruierbarkeit eines unbekanntes Gegenstandes kaum a priori gezeigt werden kann. Falls es dabei als ausreichend erachtet wird, zu jedem gegebenen *Einzelfall* einer menschlichen Geistesleistung ein Informationsverarbeitungssystem anzugeben, das diese Leistung rekonstruiert, so handelt es sich lediglich um ein induktives Vorgehen, mit dessen Hilfe die Rekonstruierbarkeit menschlicher Geistesleistungen allgemein (insbesondere in ihrer Gesamtheit) nicht bewiesen werden kann.

Anmerkung 5.2: Im angeführten Sinne kann als 'Einzelfall' eine gegebene Menge von Voraussetzungs-Resultats-Beziehungen menschlicher Denkprozesse angenommen werden, so daß ein Rekonstruktionsprozeß eine Menge menschlicher Geistesleistungen betreffen kann. Ein Beleg der These wäre demnach denkbar, falls die Gesamtheit denkmöglicher menschlicher Geistesleistungen durch Mengen sprachlich wohldefinierter und intersubjektiv nachprüfbarer Voraussetzungen und Resultate beschrieben werden⁴⁶⁾ und die Rekonstruierbarkeit der so beschriebenen Leistung gezeigt werden könnte. Die Unmöglichkeit dieses Vorhabens folgt aus der offensichtlichen Nichtendlichkeit potentieller Gegenstände menschlicher Denkprozesse und der daraus resultierenden Nichtendlichkeit ihrer sprachlich wohldefinierten und intersubjektiv nachprüfbaren Voraussetzungen und Resultate. ♦

Der induktive Charakter der Rekonstruktionsforderung bewirkt lediglich, daß die reformulierte starke KI-These in obiger Interpretation einem *allgemeinen* Nachweis ihrer Validität

46) Diese Voraussetzungs- und Resultatsmengen müßten offensichtlich schon allein aus Gründen der sprachlichen Formulierbarkeit endlich sein.

‘selbst im Wege steht’. Die Falsifizierbarkeit der These ist davon nicht betroffen; die weitere Diskussion widmet sich daher zunächst potentiellen Falsifikationsversuchen.

5.2.2 Die Unvollständigkeit der Rekonstruktion

Wissenschaftliche Erkenntnisse über das Phänomen der *Denkprozesse* lassen bis heute nicht mehr als *unvollständige* Aussagen über die Voraussetzungen und Resultate dieser Prozesse zu⁴⁷⁾. Eine Forderung nach einer *vollständigen* Äquivalenz der Leistungsfähigkeit einer Rekonstruktion des menschlichen Geistes mit der Leistungsfähigkeit des menschlichen Geistes selbst kann daher nicht ernsthaft gefordert werden.

Anmerkung 5.3: Gemäß der angegebenen Reformulierung der starken KI-These scheint eine vollständige Äquivalenz der Leistungsfähigkeit einer Rekonstruktion des menschlichen Geistes mit der Leistungsfähigkeit des menschlichen Geistes selbst aus Perspektive der Verfechter des ‘Rekonstruktionsparadigmas’ allerdings auch nicht notwendig, da es als ausreichend erachtet wird, daß lediglich solche Entitäten rekonstruiert werden, die beschrieben werden können. ♦

Es kann also angenommen werden, daß selbst Verfechter eines Rekonstruktionsparadigmas es als ausreichend erachten, spezifische Entitäten als *Teile* aller Voraussetzungen und/oder aller Resultate eines Denkprozesses identifizieren zu können, und die Existenz etwaiger nicht-erfaßter Voraussetzungen und/oder Resultate somit akzeptieren. In diesem Fall wird jedoch eine Prüfinstanz benötigt, mit deren Hilfe entschieden werden kann, ob “sprachlich wohldefinierte und intersubjektiv nachprüfbarere Voraussetzungen und Resultate von Denkprozessen” für eine Beschreibung eines aktuell betrachteten Leistungsvermögens notwendig oder gar hinreichend sind. Fehlt eine solche Instanz, kann auch der etwaige (Miß-) Erfolg einer Rekonstruktion nicht festgestellt werden.⁴⁸⁾

Die Einsicht der potentiellen Unvollständigkeit insbesondere der erfaßten Voraussetzungen und/oder Resultate steht einer *induktiven* Falsifizierbarkeit der reformulierten These im Wege, da für jedes scheinbar zur These im Widerspruch stehende Beispiel eingewendet werden kann, die zur Beschreibung der jeweils betrachteten Leistungsfähigkeit notwendigen Voraussetzungen und/oder Resultate seien nicht hinreichend erfaßt worden. Für den Fall, daß die Ausführungen im vorangehenden Abschnitt 5.2.2 so interpretiert werden, daß sich eine Diskussion

47) So räumen beispielsweise P.S. Churchland und T.J. Sejnowski - als Verfechter eines eher materialistischen Erklärungsansatzes eines ‘psychologischen Lebens’ - ein, daß zumindest keinerlei Beweise gegen andere - etwa in Descartes’scher Tradition stehende nicht-körperliche - Ansätze vorgebracht werden können, vgl. Churchland/Sejnowski (1997), S. 1f.

48) Bei der Diskussion der mangelnden Operationalisierbarkeit der reformulierten These in Abschnitt 5.1 wurde bemängelt, daß eine Instanz fehlt, die die *Vollständigkeit* der zu rekonstruierenden Entitäten prüft. Im Unterschied dazu wird hier das Fehlen einer Instanz kritisiert, die Vollständigkeitskriterien bereitstellt.

der These 'zwangsläufig' auf einer induktiven Ebene bewegt, folgt die generelle *Nicht-Falsifizierbarkeit der reformulierten starken KI-These*.

5.2.3 Der Berechnungscharakter der Rekonstruktion

Die reformulierte starke KI-These führt insofern eine Black-Box-Betrachtungsweise von Denkprozessen ein, als Forderungen nach sprachlicher Wohldefiniertheit und intersubjektiver Nachprüfbarkeit lediglich an die Voraussetzungen sowie die Resultate von Denkprozessen gestellt werden, nicht jedoch an die Transformation der Voraussetzungen in die Resultate. Da ein Leistungsvermögen somit nicht durch Denkprozesse selbst beschrieben wird, wird auch deren Rekonstruktion nicht - auch nicht indirekt - gefordert. Eine Beschreibung des Leistungsvermögens erfolgt ausschließlich durch eine Zuordnung sprachlich wohldefinierter und intersubjektiv vergleichbarer Voraussetzungen von Denkprozessen zu ebensolchen Resultaten.

Da explizit die *sprachliche* Beschreibung der Voraussetzungen und der Resultate von Denkprozessen gefordert wird, liegt es nahe, den Prozeß der Transformation von Voraussetzungen in Resultate als sprachlichen Transformationsprozeß aufzufassen. Die Betrachtungen werden dabei auf eine syntaktische Ebene der Sprache beschränkt, da gemäß der reformulierten starken KI-These ohnehin nur Beschreibungen betrachtet werden, deren Semantik in dem Sinne 'korrekt' ist, daß sie gerade ein spezifisches Leistungsvermögen beschreiben. Die behauptete Rekonstruierbarkeit kann dann wiederum z.B. auf die Berechenbarkeit syntaktischer Sprachkonstrukte zurückgeführt werden.

Anmerkung 5.4: Es wird nicht vorausgesetzt, daß bei der Beschreibung der Voraussetzungen und Resultate menschlicher Geistesleistungen grundsätzlich auf semantische Elemente verzichtet werden kann. Die Forderung nach sprachlich wohldefinierten und intersubjektiv nachprüfaren Beschreibungen wird jedoch so interpretiert, daß zum einen sprachliche Beschreibungen in Form syntaktischer Konstrukte vorliegen und zum anderen diese syntaktischen Konstrukte stets (i.S. von intersubjektiv) mit einer festen Semantik belegt werden, da erst ein Einvernehmen über die Bedeutung syntaktischer Konstrukte die intersubjektive Nachprüfbarkeit dieser Bedeutung gewährleistet. Die Semantik gegebener Beschreibungen ist somit festgelegt, so daß eine Rekonstruktion der syntaktischen Konstrukte für die Rekonstruktion des beschriebenen Leistungsvermögens als ausreichend erachtet wird. ♦

Die Forderung nach sprachlicher Wohldefiniertheit und intersubjektiver Nachprüfbarkeit legt es - schon allein, um die mit der Verwendung natürlicher Sprachen verbundenen Probleme, wie z.B. Vagheiten, Synonyma, Homonyma etc., zu vermeiden - darüber hinaus nahe, sich zum Zwecke der Beschreibung einer künstlichen Sprache zu bedienen. Für die folgenden Überlegungen wird angenommen, daß eine solche künstliche Sprache verwendet wird, deren Wörter durch Konkatenationen der Elemente eines vorgegebenen endlichen Alphabets gebildet werden. Aus formalsprachlicher (syntaktischer) Perspektive ist die Berechenbarkeit einer solchen Sprache bereits gegeben, falls es sich um eine Typ-0-Sprache handelt, also um eine

formale Sprache, für die eine Grammatik angegeben werden kann, die beliebige (!) Regeln zur Konstruktion zulässiger Sprachelemente enthält. Eine Typ-0-Sprache ist rekursiv-aufzählbar oder semi-entscheidbar, d.h. Turing-berechenbar, so daß eine Turing-Maschine angegeben werden kann, die genau die Wörter der betrachteten Sprache als Eingaben *akzeptiert* (*Akzeptor*).⁴⁹⁾

Anmerkung 5.5: Eine Grammatik dient der Festlegung der Syntax einer Sprache. Formal wird eine Grammatik definiert durch ein 4-Tupel aus einer endlichen, nichtleeren Menge T von *Terminalsymbolen*, einer dazu disjunkten endlichen, nichtleeren Menge V von *Variablen* oder *Nichtterminalsymbolen*, einer endlichen Menge P von *Produktionen* oder *Regeln* sowie einem *Startsymbol* S , das Element der Menge der Variablen ist ($S \in V$). Ein Element einer Sprache (im formalen Sinn also ein *Wort* der Sprache) wird als Folge von Terminalsymbolen dargestellt. Variablen repräsentieren grammatikalische Konstrukte, die bei der Bildung spezifischer Sprachelemente mit Terminalsymbolen instanziiert werden. Produktionen geben an, wie aus bekannten Sprachkonstrukten neue Sprachkonstrukte gebildet werden - sie bilden eine Relation auf der Menge der Wörter über der Vereinigungsmenge der Terminalsymbole und der Variablen, also eine Menge von Paaren (u, v) mit $u, v \in (V \cup T)^*$, wobei u mindestens eine Variable enthält⁵⁰⁾. Das Startsymbol ist die allgemeinste Variable in dem Sinne, daß mit P aus S alle Elemente der Sprache abgeleitet werden können.⁵¹⁾ ♦

Wird die Transformation der Beschreibungen von Voraussetzungen in Beschreibungen von Resultaten als Spracherkennungsprozeß dargestellt, so enthält die zu berechnende Sprache als Wörter gerade diejenigen 2-Tupel, die jeweils eine Beschreibung von Voraussetzungen mit einer Beschreibung der entsprechenden Resultate verknüpfen. Da das verwendete Alphabet, die verwendeten Terminalsymbole und das verwendete Startsymbol als Elemente der Grammatik der (formalen) Beschreibungssprache übernommen werden können, ist zum Beweis einer Berechenbarkeit lediglich zu zeigen, daß Regeln angegeben werden können, die sicherstellen, daß ausschließlich die gesuchten Wörter erzeugt werden.⁵²⁾

Da gemäß des 'a-posteriori-Charakters' der geforderten Rekonstruktion lediglich die Nachbildung bereits präzise beschriebener Phänomene gefordert wird und diese Beschreibungen notwendigerweise endlich sind, gestaltet sich der Nachweis der Berechenbarkeit einer entsprechenden Sprache trivial: Die Produktionen der gesuchten Grammatik werden auf jeweils eine Regel reduziert, die - in beliebiger Form - gerade die Ableitung des Wortes gestattet, das aus

49) Vgl. z.B. Hopcroft/Ullman (1994), S. 241ff. oder Reischuk (1990), S. 256.

50) A^* sei die Menge aller Wörter über einem Alphabet A , die durch endliche (auch wiederholende) Konkatenationen der Elemente aus A gebildet werden.

51) Vgl. z.B. Reischuk (1990), S. 255.

52) Alternativ zu einem Akzeptor - und dem sprachübersetzenden Charakter eher angemessen - kann eine Turing-Maschine auch als *Transduktor* angegeben werden. In diesem Falle wären beispielsweise die Voraussetzungen der Denkprozesse die Eingaben, die die Turing-Maschine veranlassen, in einem sogenannten Endzustand zu terminieren und als Ausgabe gerade die entsprechenden Resultate der Denkprozesse zu generieren (statt einer Antwort, die lediglich die Akzeptanz anzeigt).

den betrachteten Beschreibungen der Voraussetzungen und Resultate gebildet wird. Für eine (endliche) Menge gemeinsam betrachteter menschlicher Geistesleistungen gilt analog, daß für jeweils korrespondierende Beschreibungen von Voraussetzungen und Resultaten eine Regel, die die Ableitung des entsprechenden Wortes erlaubt, in die Grammatik aufgenommen wird⁵³⁾. Gemäß der oben angestellten Überlegungen verhindert also gerade die Forderung nach *Rekonstruktion*, daß jemals ein Nachweis der Existenz einer Sprache geführt werden muß, die alle *denkbaren* Korrespondenzen von Voraussetzungs- und Resultatsbeschreibungen enthält, also die Beschreibungen der Voraussetzungen und Resultate aller denkbaren menschlichen Geistesleistungen (vgl. Abschnitt 5.2.1).

Die (Turing-) Berechenbarkeit einer Sprache, die für jede menschliche Geistesleistung, für die Beschreibungen ihrer Voraussetzungen und Resultate vorliegen, gerade die Beschreibung der Voraussetzungen in die Beschreibung der Resultate überführt, ist somit sichergestellt. Wenn in der reformulierten starken KI-These also die Rekonstruktion der Leistungen des menschlichen Geistes gefordert wird und diese Leistungen durch die Beschreibungen ihrer Voraussetzungen und Resultate hinreichend charakterisiert werden, so ist die Rekonstruierbarkeit dieser Leistungen durch automatische Informationsverarbeitungssysteme sichergestellt.

Anmerkung 5.6: Die Annahmen, die hier zum Nachweis der Berechenbarkeit führen, sind u.U. bereits durch 'geringfügige' Modifikationen 'auszuhebeln'. Wegner argumentiert beispielsweise, daß der Nachweis einer Turing-Berechenbarkeit für *interaktive* Verarbeitungsprozesse i.a. nicht geführt werden kann, da die Möglichkeit externer Eingaben während der Berechnung im Black-Box-Modell der Turing-Maschinen nicht gegeben ist. Insbesondere könne auch das Phänomen des Lernens nicht erfaßt werden, das sich darin äußert, daß ein System auf identische Eingaben mit einem veränderten Ausgabeverhalten reagieren kann⁵⁴⁾. In der Konsequenz folgt aus Wegners Argumentation, daß die Fähigkeiten von Computern durch den 'klassischen' Berechenbarkeitsbegriff nicht erfaßt werden⁵⁵⁾. ♦

6 Schlußfolgerung: Die These des induzierten Disziplinarzwanges

In einer 'übertrieben bösartigen' Interpretation wiederholt die reformulierte starke KI-These gemäß obiger Überlegungen lediglich eine bekannte Erkenntnis der theoretischen Informatik bzw. der Berechenbarkeitstheorie, nämlich, daß Sprachen vom Typ 0 berechenbar sind. Der These wird als Ergebnis der Betrachtung somit eine Novität abgesprochen. Da in diesem Fall die von Zelewski herausgestellten - und hier nicht bestrittenen - epistemologischen Wirkungen der reformulierten starken KI-These in Form des induzierten Erkenntnisgewinns nicht auf den *Gehalt* der These zurückzuführen sind, stellt sich verallgemeinernd die Frage, an welche

53) Es handelt sich somit in jedem Falle um eine endliche Sprache, deren Berechenbarkeit auch bereits dadurch sichergestellt ist, daß die Wörter der Sprache aufgezählt werden können.

54) Vgl. Wegner (1997), S. 81f.

55) Vgl. Wegner (1997), S. 83.

Eigenschaften einer These ihre Leistungen geknüpft werden können, wenn die Novität als Leistungsträger ausscheidet.

Als potentielle Antwort wird hier ein *methodischer Wirkungszusammenhang* unterstellt, der bereits bei Zelewski in dem Argument anklingt, die reformulierte starke KI-These habe dazu geführt, "kognitive Leistungen des Menschen aus dem Bereich vager umgangssprachlicher Andeutungen herauszulösen, um sie einer präzisen und nachprüfbaren Begrifflichkeit zuzuführen"⁵⁶⁾.

Als Verallgemeinerung dieses methodischen Wirkungszusammenhangs wird hier die These formuliert, daß die Fruchtbarkeit einer Aussage nicht notwendigerweise allein durch ihren Gehalt bestimmt wird, sondern sich beispielsweise auch - u.U. sogar ausschließlich - auf einen durch die These induzierten *Disziplinarzwang* stützen kann. Ein Disziplinarzwang wird dabei insbesondere dann als induziert betrachtet, falls die Prämisse einer These Forderungen enthält, deren Validierung entweder die Anwendung spezifischer Methoden erzwingt (*Methodenzwang*) oder aber die Erfüllung spezifischer Formvorschriften (*Formzwang*)⁵⁷⁾.

7 Einordnung der Ergebnisse

Der Versuch, eine Äquivalenz menschlicher Geistesleistungen mit den technologiebasierten Leistungen eines automatischen Informationsverarbeitungssystems zu zeigen oder zu widerlegen, kann als geradezu 'klassischer' Beitrag zur Diskussion des Geist-Leib-Problems betrachtet werden⁵⁸⁾. Im Rahmen der vorliegenden Analyse fokussieren die Präziserungsanforderungen der reformulierten starken KI-These *in der hier angebotenen Interpretation* jedoch insofern lediglich materialistische oder technologische Aspekte der Problemstellung, als die Rekonstruktion menschlicher Geistesleistungen ausschließlich auf ein mechanisierbares Stimulans-Respons-Prinzip zurückgeführt wird.

Innerhalb der Diskussion der (ursprünglichen) starken KI-These wird demgegenüber gerade die Berechtigung materialistischer oder auch alternativer Interpretationen hinterfragt. So fügt beispielsweise Searle selbst seine Bemühungen, in "den Sarg der Theorie vom Geist als einem Computerprogramm (...) den letzten Nagel schlagen"⁵⁹⁾ zu wollen, in die Entwicklung einer Philosophie des Geistes ein, die er wiederum als Grundlage einer Sprachphilosophie betrach-

56) Zelewski (1991), S. 341, vgl. auch Abschnitt 4.

57) Ein Formzwang geht dabei in einen Methodenzwang über, wenn die Erfüllung der geforderten Formvorschriften nur durch Anwendung spezieller Methoden erfüllt werden kann.

58) Zu einer Übersichtsdarstellung des Geist-Leib-Problems vgl. Eccles (1989).

59) Searle (1993), S. 7.

tet. Zu den 'Grundpfeilern' seines Ansatzes zählt dabei die Kritik an jeglichen materialistischen Erklärungsversuchen des menschlichen Geistes⁶⁰.

Die vorliegende kritische Analyse der reformulierten starken KI-These darf daher nicht als Beitrag zur Diskussion der (ursprünglichen) starken KI-These - oder gar darüber hinaus als Gedankenspiel zum Geist-Leib-Problem - mißverstanden werden. Vielmehr stellt die diskutierte Reformulierung der These zunächst einen Anwendungsbezug her, da sie unter Beachtung der Interpretationsspielräume die Operationalisierung der These leistet. Der Beitrag selbst stellt anschließend lediglich die Novität des Gehalts der Reformulierung auf einer syntaktisch-semantischen Ebene in Frage.

Literatur

- Bibel, W., Hölldobler, S., Schaub, T.: Wissensrepräsentation und Inferenz: Eine grundlegende Einführung, Braunschweig, Wiesbaden 1993.
- Churchland, P.M., Churchland, P.S.: Ist eine denkende Maschine möglich?, *Spektrum der Wissenschaft* (1990) 3, S. 47-54.
- Churchland, P.S., Sejnowski, T.J.: Grundlagen zur Neuroinformatik und Neurobiologie, Braunschweig, Wiesbaden 1997.
- Cremers, C.J.F.: The Rediscovery of the Mind and its Problems, Essay, URL: <http://www.stack.nl/~cas/fil/papers> (version from January 8, 1997), Eindhoven 1997.
- D'Avis, W.: Computer - Gehirn, Ein kritischer Vergleich, *Künstliche Intelligenz* (1997) 2, S. 6-12.
- Eccles, J.C.: Geist-Leib-Problem (Mind-Body-Problem), in: Seiffert, H., Radnitzky, G. (Hrsg.): *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie*, München 1989, S. 101-106.
- Ginsberg, M.: *Essentials of Artificial Intelligence*, San Francisco 1993.
- Harnad, S.: Minds, machines and Searle, *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence* 1 (1989), S. 5-25.
- Hopcroft, J.E., Ullman, J.D.: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie, 3. Aufl., Bonn u.a. 1994.
- Kimm, R., Koch, W., Simonsmeier, W., Tontsch, F.: Einführung in Software Engineering, Berlin, New York 1979.
- König, W., Heinzl, A., v. Poblitzki, A.: Die zentralen Forschungsgegenstände der Wirtschaftsinformatik in den nächsten zehn Jahren, *Wirtschaftsinformatik* 37 (1995) 6, S. 558-569.
- Kurbel, K., Strunz, H.: Wirtschaftsinformatik - Eine Einführung, in: Kurbel, K., Strunz, H. (Hrsg.): *Handbuch Wirtschaftsinformatik*, Stuttgart 1990, S. 1-25.
- Mertens, P.: Wirtschaftsinformatik - Von den Moden zum Trend, in: König, W. (Hrsg.): *Wirtschaftsinformatik '95, Wettbewerbsfähigkeit, Innovationen, Wirtschaftlichkeit*, Heidelberg 1995, S. 25-64.
- Mertens, P.: Einsatzpotentiale und Anwendungsklassen für Expertensysteme, in: Kurbel, K., Strunz, H. (Hrsg.): *Handbuch Wirtschaftsinformatik*, Stuttgart 1990, S. 523-540.

60) Vgl. Searle (1993), S. 42ff.

- Mertens, P., Borkowski, V., Geis, W.: Betriebliche Expertensystem-Anwendungen, 3. Aufl., Berlin u.a. 1993.
- Müller-Merbach, H.: Die ungenutzte Synergie zwischen Operations Research und Wirtschaftsinformatik, *Wirtschaftsinformatik* 34 (1992) 3, S. 334-339.
- Penrose, R.: *The Emperor's New Mind, Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*, Oxford et al. 1989.
- Reischuk, K.R.: *Einführung in die Komplexitätstheorie*, Stuttgart 1990.
- Searle, J.R.: *Die Wiederentdeckung des Geistes*, München 1993.
- Searle, J.R.: Ist der menschliche Geist ein Computerprogramm?, *Spektrum der Wissenschaft* (1990) 3, S. 40-47.
- Searle, J.R.: Minds, Brains, and Programs, *Behavioral and Brain Sciences* 3 (1980), S. 417-458.
- Torrance, S.: Breaking out of the Chinese Room, in: Yazdani, M. (Hrsg.): *Artificial Intelligence: principles and applications*, London, New York 1986, S. 294-314.
- Wegner, P.: Why Interaction Is More Powerful Than Algorithms, *Communications of the ACM* 40 (1997) 5, S. 80-91.
- Zelewski, S.: Die starke KI-These - Zu Searle's Wiederbelebung einer fragwürdigen Debatte über die Grundlagen des Erkenntnisprogramms der Erforschung Künstlicher Intelligenz (KI), *Journal for General Philosophy of Science* 22 (1991), S. 337-348.

Institut für Produktionswirtschaft und Industrielle Informationswirtschaft der Universität Leipzig

Verzeichnis der Arbeitsberichte

- Nr. 1: ZELEWSKI, STEPHAN: Das Konzept technologischer Theorietransformationen - eine Analyse aus produktionswirtschaftlicher Perspektive, Leipzig 1994.
- Nr. 2: SIEDENTOPF, JUKKA: Anwendung und Beurteilung heuristischer Verbesserungsverfahren für die Maschinenbelegungsplanung - Ein exemplarischer Vergleich zwischen Neuronalen Netzen, Simulated Annealing und genetischen Algorithmen, Leipzig 1994.
- Nr. 3: ZELEWSKI, STEPHAN: Unternehmenskrisen und Konzepte zu ihrer Bewältigung, Leipzig 1994.
- Nr. 4: SIEDENTOPF, JUKKA: Ein effizienter Scheduling-Algorithmus auf Basis des Threshold Accepting, Leipzig 1995.
- Nr. 5: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 1: Exposition, Leipzig 1995.
- Nr. 6: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 2: Bezugsrahmen, Leipzig 1995.
- Nr. 7: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 3: Einführung in Stelle/Transition-Netze, Leipzig 1995.
- Nr. 8: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 4: Verfeinerungen von Stelle/Transition-Netzen, Leipzig 1995.
- Nr. 9: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 5: Einführung in Synthetische Netze, Teilband 5.1: Darstellung des Kernkonzepts, Leipzig 1995.
- Nr. 10: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 5: Einführung in Synthetische Netze, Teilband 5.2: Auswertungsmöglichkeiten, Leipzig 1995.
- Nr. 11: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 6: Erweiterungen von Synthetischen Netzen, Leipzig 1995.
- Nr. 12: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 7: Fallstudie, Leipzig 1995.
- Nr. 13: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 8: Charakterisierung des Petrinetz-Konzepts, Leipzig 1995.

Verzeichnis der Arbeitsberichte

- Nr. 14: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 9: Beurteilung des Petrinetz-Konzepts, Leipzig 1995.
- Nr. 15: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 10: Petrinetz-Literatur, Leipzig 1995.
- Nr. 16: SIEDENTOPF, JUKKA: An Efficient Scheduling Algorithm Based upon Threshold Accepting, Leipzig 1995.
- Nr. 17: SIEDENTOPF, JUKKA: The Threshold Waving Algorithm for Job Shop Scheduling, Leipzig 1995.
- Nr. 18: ZELEWSKI, STEPHAN: Diskussionspapier zum Text "Zur wirtschaftlichen und sozialen Lage in Deutschland" einer evangelisch-katholischen Arbeitsgruppe, Leipzig 1995.
- Nr. 19: SCHIMMEL, KATRIN; ZELEWSKI, STEPHAN: Untersuchung alternativer Auktionsformen hinsichtlich ihrer Eignung zur Koordination verteilter Agenten auf Elektronischen Märkten, Leipzig 1996.
- Nr. 20: SIEDENTOPF, JUKKA: Feinterminierung unter restriktiven Laufzeitanforderungen - Ein exemplarischer Vergleich lokaler Suchverfahren (Teil I), Leipzig 1996.
- Nr. 21: ZELEWSKI, STEPHAN: Strukturalistische Rekonstruktion von ökologisch induzierten Entwicklungen der produktionswirtschaftlichen Theoriebildung, Leipzig 1996.
- Nr. 22: RÖBLER, HENRIK; SCHIMMEL, KATRIN: Zur Animation und Simulation hierarchischer Petrinetze, Leipzig 1996.
- Nr. 23: RÖBLER, HENRIK; WURCH, MAIK: Implementierung des Modells eines Flexiblen Fertigungssystems, Teilbände 1-3, Leipzig 1996.
- Nr. 24: SCHIMMEL, KATRIN: Abstimmung der Implementierungssoftware INCOME/STAR. Bericht zu Phase 1 des Projekts PEMVEK, Leipzig 1996/ 2. Auflage 1997.
- Nr. 25: WURCH, MAIK: Modellierung eines Flexiblen Fertigungssystems sowie von Produktionsaufträgen. Bericht zu den Phasen 2 und 3 des Projekts PEMVEK, Leipzig 1996.
- Nr. 26: SCHIMMEL, KATRIN: Der Einsatz elektronischer Märkte zur Koordination in Flexiblen Fertigungssystemen, Leipzig 1996.
- Nr. 27: TÖPFER, ANDREAS: Vergleichende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Windkraftanlagen im Raum Halle/Leipzig - Ergebniszusammenfassung, Leipzig 1996.
- Nr. 28: WURCH, MAIK: Implementierung von Vickrey-Auktionen mit Hilfe von Petrinetzen, Leipzig 1996.

Verzeichnis der Arbeitsberichte

- Nr. 29: WURCH, MAIK: Coordinating Electronic Markets by Auctions, Leipzig 1996.
- Nr. 30: SCHIMMEL, KATRIN; WURCH, MAIK: Simulation eines Koordinations-Moduls in einem Flexiblen Fertigungssystem, Leipzig 1996.
- Nr. 31: RÖßLER, HENRIK: XPNC - Auswahltool für parallele Schaltentscheidungen bei der Simulation von Petrinetzen, Leipzig 1997.
- Nr. 32: ZELEWSKI, STEPHAN: Handelsinformationssysteme - erweiterte Fassung einer Rezension, Leipzig 1997.
- Nr. 33: ZELEWSKI, STEPHAN: Erfahrungen mit Höheren Petrinetzen bei der Modellierung von Prozeßkoordinierungen in komplexen Produktionssystemen. Bericht zu Phase 7 des Projekts PEMVEK, Leipzig 1997. [in Arbeit]
- Nr. 34: ZELEWSKI, STEPHAN: Optimierung in Petrinetz-Modellen - eine Analyse aus betriebswirtschaftlicher Sicht, Leipzig 1997. [in Arbeit]
- Nr. 35: WURCH, MAIK: Simulation von Koordinationsmodulen unter Berücksichtigung strategischen Agentenverhaltens, Leipzig 1997.
- Nr. 36: SCHIMMEL, KATRIN: Komponente für Erreichbarkeitsanalysen. Bericht zu Phase 6 des Projekts PEMVEK, Leipzig 1997.
- Nr. 37: WURCH, MAIK: Modellierung der Prozeßkoordinierung. Bericht zu Phase 4 des Projekts PEMVEK, Leipzig 1997. [in Arbeit]
- Nr. 38: BODE, JÜRGEN; FUNG, RICHARD Y.K.: Integrating Cost Considerations in Quality Function Deployment, Leipzig 1997.
- Nr. 39: BODE, JÜRGEN: Neural Networks in Cost Estimation, Leipzig 1997.
- Nr. 40: ZELEWSKI, STEPHAN: Energiewirtschaftliches Kapazitätsmanagement aus dienstleistungsorientierter Perspektive, Leipzig 1997.
- Nr. 41: BODE, JÜRGEN: Über die Zulassung von Studienbewerbern aus der VR China an deutschen Hochschulen. Überlegungen in Antwort auf eine Anfrage des Sekretariats der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland - Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen, Leipzig 1997.
- Nr. 42: WEIHERMANN, ASTRID: F&E-Management der Genmap GmbH - Fallstudie, Leipzig 1997.
- Nr. 43: BODE, JÜRGEN: Information Systems Management and Planning, Leipzig 1997.

Verzeichnis der Arbeitsberichte

- Nr. 44: BODE, JÜRGEN: Zu einer Theorie der Wirtschaftsinformatik, Leipzig 1997 (unveränderter Nachdruck eines Beitrags zur Jahrestagung 1992 der Deutschen Gesellschaft für Operations Research DGOR).
- Nr. 45: GERECKE, UWE; ZELEWSKI, STEPHAN: Erweiterungen eines Losgrößenmodells für betriebliche Entsorgungsprobleme mit nicht-linearen Lagerzugangsfunktionen und nicht-linearen Entsorgungskosten, Leipzig 1997. [in Arbeit]
- Nr. 46: WEIHERMANN, ASTRID: Auswirkungen von Global Sourcing auf die industriebetriebliche Logistik, Leipzig 1997. [in Arbeit]
- Nr. 47: SCHIMMEL, KATRIN: Coordination in Flexible Manufacturing Systems by Auctions on an Electronic Market , Leipzig 1997. [in Arbeit]
- Nr. 48: SIEDENTOPF, JUKKA: Zur Berechenbarkeit der Rekonstruktion menschlicher Geistesleistungen – Einige kritische Anmerkungen zur reformulierten starken KI-These, Leipzig 1997.