

# DAS NEUROPHYSIOLOGISCHE KORRELAT DES INDUKTIVEN DENKENS

Achim JÄCKEL\*

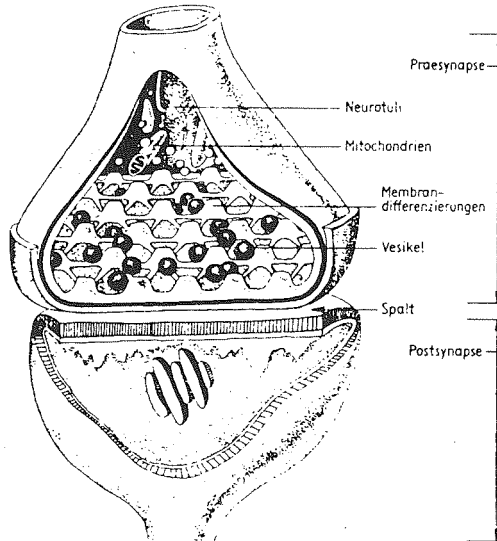
## ABSTRACT

This paper presents a new theory of connection between neurophysiological facts and the psychological inductive method. Based on the nature of synaptic transmission as a fundamental principle, this theory offers an explanation of abstraction, inductive thinking and any form of learning.

Seit David Hume mußte die Induktion viele Höhen und Tiefen erleben, bis sie durch Karl Popper den vermeintlichen Todesstoß bekam. Heute ist es in wissenschaftstheoretischen Kreisen fast unseriös geworden induktive Logik zu verteidigen. Zu stark sind all die vernichtenden Urteile, die aufzeigen, daß es keine wahrheitsbewahrenden Erweiterungsschlüsse gibt. Das ist natürlich richtig. Aber neben dem **logischen** gab es immer schon das **psychologische** Induktionsproblem. Im Folgenden werde ich versuchen zu zeigen, auf welche Weise das menschliche Gehirn **induktiv** arbeitet. Induktive Methode heißt hier eine Art von Abstraktion, die grundlegende Voraussetzung ist für alle Gestalwahrnehmung oder Begriffsbildung schlechthin. Man braucht dazu eine Möglichkeit um von Erfahrungen oder Beobachtungen zu Abstraktionen in Form von Theorien zu gelangen. **Logisch** ist es unmöglich selbst von gleichförmigen Erfahrungen auf eine allgemeine Gültigkeit der beobach-

teten Regelmäßigkeit zu schließen. Durch diese Unmöglichkeit wäre es fast dazu gekommen, daßes irrational wäre, Prognosen über die Welt von morgen zu wagen. Und doch hat sich in der Evolution eine induktive Denkweise als erfolgreich herausgebildet. Die Möglichkeit dafür bietet die neurophysiologische Grundlage unseres Gehirns. Wir werden sehen, daß Neurophysiologie und kybernetische Modelle der Arbeitsweise unseres Gehirns induktives Denken erklären.

Als erster Baustein in dieser Darstellung interessiert uns die Erregungsübertragung von Nervenzellen. Kommt eine Erregung an einem Nervenende an, so wird ein Überträgerstoff, **Transmitter** genannt, kurzzeitig ausgestoßen. Auf die nachfolgende Zelle wirkt dieser Transmitter je nach Differenzierung entweder erregend oder hemmend. In unserem Gehirn haben wir es mit einer unglaublichen Anzahl solcher Verbindungen, **Synapsen** genannt, zu tun. Dieses Netzwerk ist vielfältig

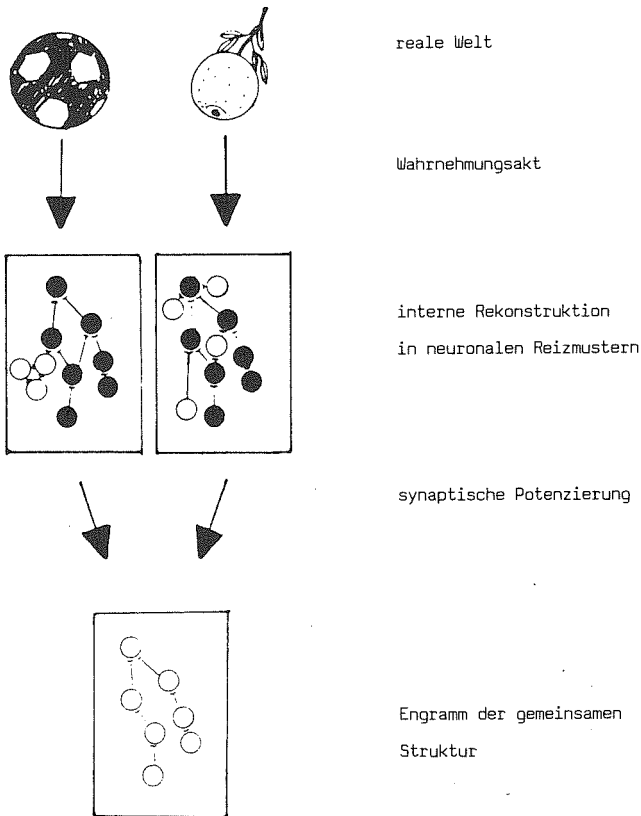


Synapse (Schema, nach Akert sowie Winkelmann vereinfacht,  
aus A. Ermisch, 1978)

an Formen und Möglichkeiten. Bei aller Komplexität arbeitet das Gehirn sehr schnell und exakt. **Alle** Reize der Umwelt, der Innenwelt, alle Gedanken müssen in die Sprache der Nerven transformiert werden, um hier wirken zu können. Alle Information wird in **Reizmuster** übersetzt. Nur diese Sprache verstehen die Nervenfasern. Man spricht von **räumlicher** und **zeitlicher** Bahnung der Erregungsausbreitung. Diese Muster können nun alle erdenklichen Formen über viele Nerven annehmen. Die Arbeitsweise der Nervenzelle einerseits und die Struktur der Muster andererseits bilden die **morphologische** Grundlage für die Informationsverarbeitung im Gehirn. Als neurophysiologisches Korrelat der **Induktion** kommt nun eine Besonderheit bei der Erregungsübertragung von einer auf die nächste Nervenzelle in Betracht. Bei **wiederholter** Aktivierung einer Synapse steigert sich die Effizienz der Erregungsübertragung. Eine Erregung wird besser übergeleitet, je öfter die Synapse gebraucht wird. Dieses Phänomen heißt **synaptische Potenzierung** (Schmidt/Thews 1983 S.80). Die synaptische Potenzierung beruht auf einer Steigerung der ausgestoßenen Transmittermenge, die verstärkt an den Nervenendigung mobilisiert wird. Nun wollen wir uns klarmachen, was das alles im Einzelnen zu bedeuten hat: Alle unsere Wahrnehmungen, Gedanken, Empfindungen, Erinnerungen usw. werden in Mustern verarbeitet. Dieses Modell findet seine Entsprechung in der projektiven Erkenntnistheorie, die davon ausgeht, das jede Wahrnehmung eine interne Rekonstruktion äußerer Objekte darstellt. Zwischen äußerem Objekt und innerer Abbildung besteht eine teilweise **Strukturgleichheit** (Vollmer 1985 S.31). Diese interne Rekonstruktion nennen wir **Muster**. Wird das gleiche Muster wiederholt gebahnt, so verändert sich die Effizienz der Erregungsübertragung selbst. Die eingefahren Muster sind effizienter! Sind nun so im Gehirn rekonstruierte äußere Objekte in einigen Merkmalen gleich, so entspricht dies einer Gleichheit wird nun durch **synaptische Potenzierung** herausgefiltert. Dies stellt die elementarste Form von Abstraktion dar. Die synaptische Potenzierung ist der lange gesuchte **biologische Algorithmus** des Vergleichens, Abstrahierens und Erinnerns (vgl. Riedl 1979 S.137)! Ein vereinfachtes Beispiel zur Veranschaulichung: Wir sehen erst einen Fußball, dann eine Orange. Beide Gegenstände werden in unserem Gehirn als Muster rekonstruiert. Die Muster in unserem Gehirn sind in einem Teilbereich strukturgleich, denn beide

Achim JÄCKEL

Gegenstände sind Kugeln. Sehen wir noch andere Kugeln, so findet sich im Muster für Kugel eine synaptische Verstärkung. Obwohl ganz unterschiedliche Gegenstände gesehen wurden ist die Gemeinsamkeit von beiden auf physiologischem Korrelat **herausgefiltert** und **gespeichert**. Auf solche Weise findet unbewußt Abstraktion statt. Dieses Herausfiltern entspricht einem Sieb, in dem Regelmäßigkeiten und Ähnlichkeiten hängen bleiben. Viele überflüssige Sinnesdaten, die für uns nicht irgendwie strukturiert erscheinen, werden wie Hintergrundrauschen weggefiltert.



## DAS NEUROPHYSIOLOGISCHE KORRELAT DES INDUKTIVEN DENKENS

Welche erkenntnistheoretischen Konsequenzen hat nun diese Funktion der **potenzierten** Bahnung von Mustern? Der revolutionäre Aspekt dieser Anschauung ist nun folgender: Das menschliche Gehirn ist in der Lage von Wahrnehmungen und Beobachtungen **direkt** zu Abstraktionen, Verallgemeinerungen und Theorien zu kommen. Es braucht dazu nicht einmal Bewußtsein. Dies ist induktives Vorgehen im elementarsten Sinn. Dieses induktive Vorgehen führt nun nicht automatisch direkt zu absoluten Wahrheiten, sondern stellt nur eine Methode der Erfahrungsvermehrung dar, die sich in der Evolution hervorragend **bewährt** hat. Die Möglichkeit von Täuschung in der Wahrnehmung, von Mißverständnissen, von einfließenden Affekten in den Verarbeitungsprozeß und viele Faktoren mehr bilden **Fehlerquellen** in dieser Vorgehensweise. Die Philosophen machten bei der Suche nach induktiven Schlußregeln bisher den Fehler, daß sie logisch Wahrheitserweiterung verlangten. Man sollte logisch zu empirischem Gehalt kommen. Viele durchschauten dabei nicht, daß sie eigentlich eine Rechtfertigung für die Regelmäßigkeit in unserer Welt durch Logik verlangten. Aber das kann Logik nicht leisten, da sie nur Strukturwissenschaft und nicht Wirklichkeitswissenschaft ist. **Logisch** gibt es für den Schluß, daß die Welt morgen noch so ähnlich sein wird wie heute keine Rechtfertigung. Aber wir haben unsere Existenz dieser Regelmäßigkeit zu verdanken! Die induktive Methode unseres Gehirns ist nun in einer naturgesetzlichen Welt eine sehr gute Möglichkeit die Regelmäßigkeiten **herauszufiltern**. Strukturen der Welt werden in unserem Gehirn abgebildet. Regelmäßigkeiten werden in neuronale Verschaltungen **projiziert** und **gespeichert**. Ohne diese Regelmäßigkeit in der Welt würde übrigens auch die Methode der Kühnen Konstruktion und Kritik scheitern. Denn ohne Regularität in der Welt würde man **richtungslos** aus einer **unendlichen** Anzahl von Konstruktionen eine Wahl treffen müssen. Also geht auch in das Verfahren Poppers die **Vorannahme** einer regelhaften und naturgesetzlichen Welt ein. Wie wir nun sehen, ist die Annahme, daß unser Gehirn unablässig Konstruktionen errichtet, die wir dann wieder verwerfen müssen nicht nur verschwenderisch sondern **falsch**. Zumindest auf vorwissenschaftlicher Ebene, in der Welt der mittleren Dimensionen, können wir uns ganz gut auf das Bild verlassen, was unser Gehirn induktiv gewinnt. Dieses induktive Verfahren ist natürlich **fehlerbar** und wir sind oft im Irrtum. Aber die

so gewonnenen Erwartungen an unsere Umwelt sind im Normalfall, meistens brauchbar. Diese Passung kann eine evolutionäre Erkenntnistheorie erklären (Vollmer 1983, S.160). Wenn wir aber in **abstrakte**, unanschauliche Bereiche gehen, stoßen wir schnell auf die **Grenzen** unserer Fähigkeiten. Hier hilft keine Intuition mehr, hier brauchen wir **Hilfsmittel** wie mathematische Formeln, irgend eine Möglichkeit Strukturen der Welt extern, außerhalb unseres Gehirns darzustellen. Hier nun erst brauchen wir die Methode der Konstruktion und Kritik in Poppers Sinn. Poppers Auffassung aber, jeder Beobachtung müsste eine Theorie vorrausgehen ist **falsch** (Popper 1972, S.270). In seiner Kritik an der psychologischen induktiven Methode sagt er, jede beobachtete Ähnlichkeit setze einen Standpunkt voraus. Interessen oder Erwartungen müssten einer Ähnlichkeitsbeobachtung **immer** vorausgehen (Popper 1966, S.375). Diese Auffassung ist falsch, denn unser Gehirn filtert Ähnlichkeiten in Wiederholungen heraus. Es braucht dazu **keine** Theorien, sondern nur die Wiederholungen selbst. Nun hat aber die Auffassung Poppers zu vielen kuriosen **ad-hoc-Hypothesen** unserer besten Erkenntnistheoretiker geführt: Wenn man neue Annahmen nicht nur aus dem unmittelbaren Erleben und Beobachten gewinnt, sondern dieses Erleben schon immer im Sinn von Erwartungen oder Vorentwürfen deutet, wie können wir dann zu ersten Beobachtungen kommen? Nur die ad-hoc-Hypothese der **angeborenen** Ideen, Theorien, und Erwartungen konnte die falsche Auffassung noch retten, wir bräuchten für Beobachtungen Theorien. Wir haben zwar angeborene Erkenntnisstrukturen, die ontogenetisch "a priori" und unentbehrlich für uns sind, aber gibt es ein angeborenes **Wissen** über die Welt? Wir haben angeborene "Bearbeitungsanweisungen", wie wir Daten unserer Umwelt vorteilhaft strukturieren. Diese Grundstrukturen haben sich in der Stammesgeschichte als vorteilhaft erwiesen. So sind zum Beispiel Farbwahrnehmung, räumliches Sehen und Zeitempfindung als angeborene Denkwerkzeuge und Interpretationswerkzeuge durch genetische Faktoren vererbt. Wissen über die Welt ist damit aber nur insofern verbunden, als die Überlieferung die **Nützlichkeit** in der Anwendung auf reale Strukturen der Welt verheißt. Die Farbwahrnehmung ist ein nützliches Werkzeug, wie die evolutionäre Erkenntnistheorie nachweist (Vollmer 1983, S.97ff.). Aber das Vorhandensein von Farbwahrnehmung sagt nur, daß sie sich bewährt hat.

## DAS NEUROPHYSIOLOGISCHE KORRELAT DES INDUKTIVEN DENKENS

Insofern ist das **Vererben** von Erkenntnisstrukturen selbst das Argument, welches induktives Vorgehen rechtfertigt, da die naturgesetzliche Regularität **notwendige** Bedingung dafür ist! Zwar bilden Mutation und Selektion in der Evolution ein Modell für die Methode des Entwurfs und der Irrtumsbeseitigung, aber das ist eine einseitige Anschauungsweise. In der Ahnenreihe eines einzelnen Individuums ist es vielmehr so, daß sich Anpassungen quasi-induktiv an eine naturgesetzliche, regelhafte Welt herausgebildet haben. Von der Perspektive des Individuums aus hatten die Ahnen ja zum Beispiel eine ununterbrochene Folge von Anschauungsformen, die Strukturen der Welt immer besser induktiv herausfiltern konnten. Natürlich setzt dieser Vorgang die konstante Regularität der Natur **voraus**. Als neurophysiologisches Korrelat dieses **Herausfilterns** kommt aber unsere oben beschriebene **potenzierte** Bahnung von Mustern in Betracht. Jede Erkenntnistheorie muß diesen Sachverhalt berücksichtigen der diachronischen Wissenschaftstheorie berücksichtigen müssen, würde in unserem Zusammenhang zu weit führen. Nur ist klar geworden daß die Methode der kühnen Konstruktion und kritischen Prüfung in vielen Bereichen als eine **unnötige** Komplizierung erscheint. Die obige Darstellung des induktiven Denkens, ist eine letztlich **empirisch prüfbare** Hypothese, die in vielen Einzelheiten wissenschaftlich bestätigt ist. Das **Problemlösungspotential** dieser Auffassung von der Arbeitsweise unseres Denkorgans erscheint gewaltig: Nicht nur die Diskussion im Leib - Seele - Problem bekommt Anregungen sondern Phänomene wie Vorurteile, Abstraktionsvermögen (Auto-)Suggestion, Aberglaube oder hermeneutisches Verstehen bekommen möglicherweise eine sehr **einfache** Erklärung. Schließlich wird sich die Gestalt- und Lernpsychologie mit Neurophysiologie beschäftigen müssen, denn auch die Eigenschaft des **Gedächtnisses** können zum großen Teil durch potenzierte Bahnung von Reizmustern im Gehirn erklärt werden.

### LITERATUR

- POPPER, Karl R.: **Logik der Forschung**. Mohr, Tübingen (1935, 1966)  
8. Aufl. 1984.
- POPPER, Karl R.: **Objektive Erkenntnis**. Hofmann und Campe, Hamburg  
(1972) 1984.

Achim JÄCKEL

RIEDL, Rupert: **Biologie der Erkenntnis**. Deutscher Taschenbuch Verlag, München (1979) 1988.

SCHMITT, Robert F./THEWS, Gerhard: **Physiologie des Menschen**. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 21. Aufl. 1983.

VOLLMER, Gerhard: **Evolutionäre Erkenntnistheorie**. Hirzel, Stuttgart 3. Aufl. 1983.

VOLLMER; Gerhard: **Was können wir wissen? Band 2: Die Natur der Erkenntnis**. Hirzel, Stuttgart 1985.

\*Zentrum für Philosophie und Grundlagen der Wissenschaft  
Justus-Liebig-Universität Gießen