

# **Lernen in Musik und Organisationen**

**Neurobiologische und  
kognitionswissenschaftliche Grundlagen und  
Perspektiven**

## **Bachelorarbeit**

Zur Erlangung des Grades Bachelor of Arts (B.A.)  
an der Philosophisch-Sozialwissenschaftlichen Fakultät der  
Universität Augsburg

**Betreuer:** Prof. Dr. Klaus Mainzer

**Autor:** Marianne Kamper

Augsburg, den 27. 09. 2007

# Inhaltsverzeichnis

## Abbildungsverzeichnis

<b>1. Einleitung: Rund um das Thema Lernen</b>	<b>S. 1</b>
<b>2. Formulierung des Themas und Forschungsliteratur</b>	<b>S. 3</b>
2.1 Lernen in Neurobiologie, Musik und Organisationen	S. 3
2.2 Forschungsüberblick	S. 5
<b>3. Lernen aus Sicht der Neurobiologie</b>	<b>S. 7</b>
3.1 Einfache Formen: Habituation und Sensitivierung	S. 7
3.2 Assoziatives Lernen	S. 9
3.2.1 Klassische Konditionierung	S. 9
3.2.2 Operante Konditionierung	S. 12
3.3 Langzeitpotenzierung	S. 13
3.3.1 Langzeitpotenzierung und synaptische Plastizität im Hippocampus	S. 14
3.3.2 Bedeutung der Langzeitpotenzierung im Hippocampus für das Lernen	S. 17
3.4 Implizites und explizites Lernen	S. 18
3.4.1 Implizites Lernen und Gedächtnis	S. 19
3.4.2 Explizites Lernen und Gedächtnis	S. 21
3.5 Bezug zu Polanyi: Parallele Signalverarbeitung und Regelextraktion	S. 22
<b>4. Lernen aus Sicht der Musikpädagogik: Das Klavierspiel</b>	<b>S. 24</b>
4.1 Motorisches Lernen und motorisches Gedächtnis	S. 25
4.1.1 Üben und Können: unterschiedliche neurophysiologische Korrelate	S. 29
4.1.2 Aktivierungseffekte zwischen motorischem und auditorischem Cortex	S. 31
4.2 Neuroplastizität im sensomotorischen und auditorischen Cortex	S. 31
4.3 Empfehlungen der Neurowissenschaft zum Üben eines Instrumentes	S. 32
4.3.1 Wie das Gehirn übt	S. 32
4.3.2 Rechtshirniges Lernen, Nachahmung und mentales Training	S. 34
4.4 Motivation für das Üben: Kommunikation mit dem Experte	S. 36
4.5 Bezug zu Polanyi: Distal- und Fokalbewusstsein beim Virtuosen	S. 37

<b>5. Aus Sicht des Managements: Lernen in Organisationen</b>	<b>S. 40</b>
5.1 Wissen, Organisation, organisationales Lernen	S. 40
5.1.1 Was ist eine Organisation?	S. 40
5.1.2 Wissen: wichtigste Ressource der Organisation	S. 41
5.2 Theorien zum organisationalen Lernen	S. 42
5.2.1 Definitionen zum organisationalen Lernen	S. 43
5.2.2 Behavioristisches Modell	S. 43
5.2.3 Systemtheoretische und kognitionspsychologische Perspektive	S. 44
5.3 Voraussetzungen organisationalen Lernens	S. 46
5.3.1 Zeit	S. 46
5.3.2 Medien und Tools	S. 47
5.3.3 Einfluss von Emotionen	S. 49
5.4 Unbewusstes bewusst machen: Die Theorien von Argyris und Nonaka	S. 50
5.4.1 Argyris und die lernende Organisation	S. 50
5.4.2 Wissensgenerierung in japanischen Unternehmen	S. 53
5.5 Tacit knowledge: Fluch und Segen eines stillschweigenden Wissens	S. 57
5.5.1 Tacit knowledge: Chancen und Probleme	S. 58
5.5.2 Tacit knowledge lehren bei Michael Polanyi	S. 58
<b>6. Synthese: Polanyis Wissenstheorie – ein Scharnierbegriff für das Lernen?</b>	<b>S. 61</b>
<b>7. Ausblick: Musik in Organisationen</b>	<b>S. 65</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b>	<b>S. 67</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>S. 74</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die Meeresschnecke <i>Aplysia californica</i> .....	S. 7
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der Sensitivierung in <i>Aplysia</i> ; zwischen sensorischem Neuron und Motoneuron werden sensitivierende Interneuronen aktiv .....	S. 8
Abbildung 3:	Schematisch: Zunahme der postsynaptischen Verdickungen z.B. bei Sensitivierungsvorgängen (rechts).....	S. 9
Abbildung 4:	Zunahme der postsynaptischen Verdichtungen dendritischer Spines (a), die mit hohen Dosen von Glutamat behandelt wurden (b); oben).....	S. 9
Abbildung 5:	Schematische Darstellung der Konditionierung in <i>Aplysia</i> .....	S. 10
Abbildung 6:	Eine farbverstärkte Aufnahme vom Zellkörper eines Neurons (grün), der mit Endknöpfchen (orange) besetzt ist. Jedes Neuron erhält eine Vielzahl synaptischer Kontakte.....	S. 11
Abbildung 7:	Schematische Darstellung der hippocampalen Schichten (oben).....	S. 14
Abbildung 8:	Mikroskopische Darstellung der hippocampalen Windungen (rechts).....	S. 14
Abbildung 9:	Schematische Darstellung der Langzeitpotenzierung an einem postsynaptischem Neuron.....	S. 15
Abbildung 10:	Evidenz für die Neurogenese: Schnitt durch einen Teil des Hippocampus, in dem sich Zellen mit radioaktiv markierten Nukleotiden (schwarz) befinden .....	S. 16
Abbildung 11:	Areale des motorischen Systems nach den Bezeichnungen von Brodman.....	S. 26
Abbildung 12:	Motorischer Homunculus; Hände und Finger nehmen wegen der stark ausgeprägten Feinmotorik große Bereiche ein.....	S. 26
Abbildung 13:	Reziproke Verbindungen des Kleinhirns und der Großhirnrinde.....	S. 28
Abbildung 14:	Schematische Darstellung der Parallel- und Kletterfasern im Kleinhirn.....	S. 28

## 1. Perspektiven rund um das Lernen

*„Wir lernen durch Irren und Fehlen und werden Meister durch Übung, ohne zu merken, wie es zugegangen ist“ (Christoph Martin Wieland)*

Wie kann man erfolgreich lernen? „Ganz einfach, am besten mit Konzept, Köpfchen, Kniffen, Kreativität, Kontrolle und Konsequenz“: „Seien Sie unbedingt wissenshungrig!“, „Schaffen Sie eine positive Lernatmosphäre!“, „Legen Sie regelmäßig Lernpausen ein!“, rät ein Studienführer der ZEIT<sup>1</sup>. Auf zahlreichen Internetseiten werden „Schlüssel zu leichterem und schnellerem Lernen“<sup>2</sup> oder einfach nur Spaß beim Lernen<sup>3</sup> versprochen, andere empfehlen wiederum eine vitamin- und mineralstoffreiche Ernährung als Basis für effektives Lernen<sup>4</sup>.

In der heutigen Wissensgesellschaft wird das Interesse am Phänomen Lernen immer größer, ein kontinuierliches Dazulernen der Individuen in den Bereichen Kommunikation, Zeitmanagement und Selbstvermarktung ist erforderlich<sup>5</sup>. „Lebenslanges Lernen haben wir schon früh als eine viel versprechende, vielleicht sogar sichere Medizin erkannt, um der prophezeiten Geschwindigkeit, der Vielfalt und dem Wandel der neuen Arbeitswelt gewachsen zu sein“<sup>6</sup>.

Doch die Frage, wie und warum Menschen lernen können beschäftigte bereits früher zahlreiche Forscher. Aus den unterschiedlichsten Fachbereichen kommend, sei es Soziologie, Psychologie, Philosophie oder Biologie, versuchten sie Ursachen und Mechanismen des Lernens auf die Spur zu kommen. Dabei entwickelten sich sehr unterschiedliche Perspektiven und Ansichten, wovon einige im Folgenden kurz aufgegriffen werden sollen, um die große Bandbreite des Themas „Lernen“ nur anzudeuten.

Zunächst gingen Wissenschaftler innerhalb der behavioristischen Lerntheorie davon aus, dass der Mensch sich durch das Lernen von Reiz-Reaktionsverbindungen an die Umwelt anpasst, also ein bestimmtes Verhalten dauerhaft als Reaktion auf bestimmte Umweltreize trainiert<sup>7</sup>.

Dies wurde als klassisches Konditionieren oder Signallernen bezeichnet, John B. Watson (1849-1936) gilt hier als Begründer des Behaviorismus<sup>8</sup>. Auch Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) vertrat mit seiner Theorie zum operanten Konditionieren ein Lernmodell, dass auf einem Reiz-Reaktions-Schema aufgebaut war, jedoch mit dem Zusatz, dass positive und negative Verhaltenskonsequenzen aus der Umwelt die Häufigkeit des Verhaltens beeinflussen<sup>9</sup>. Das pädagogische Prinzip von „Zuckerbrot und Peitsche“ stand hier dann für eine Garantie des Lernerfolgs.

Gerade im Bereich der Medienrezeptionsforschung gelangte dann die „Theorie des sozialen Lernens“ von Albert Bandura in den Blickpunkt, der davon ausging, „daß Modellierungseinflüssen hauptsächlich informative Funktion zukommt und Beobachter eher symbolische Repräsentationen modellierter Ereignisse aufnehmen als

---

<sup>1</sup> Heister, Werner (2007); S. 7

<sup>2</sup> <http://www.lernen-heute.de/>

<sup>3</sup> <http://www.lernen-mit-spess.ch>

<sup>4</sup> <http://www.lernen-heute.de/ernaehrung.html>

<sup>5</sup> Wiater, Werner, S. 33

<sup>6</sup> Simon, Dieter (1999); S. 22

<sup>7</sup> Baumgart, Franzjörg (2007); S. 109

<sup>8</sup> ebd.; S. 111

<sup>9</sup> ebd.; S. 112

eigentliche Reiz-Reaktions-Assoziationen“<sup>10</sup>. Zwischen den Reiz und die daraufhin gelernte Reaktion stellte er nun Aufmerksamkeits-, Gedächtnis-, Reproduktions- und Motivationsprozesse des Lernenden, der somit als Person erhöhten Einfluss auf den Lern- und Nachahmungsprozess haben sollte. Damit schlug Bandura eine Brücke zwischen behavioristischen und kognitiven Lerntheorien, weil die Beobachtung der jeweiligen sozialen Umwelt und des Verhaltens anderer Menschen zwar Lernprozesse auslöst, der Lerner daran aber auch selbst mitverantwortlich ist<sup>11</sup>.

Kognitive Lerntheorien konzentrierten sich dann besonders auf die Wahrnehmung der komplexen Realität, Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung seitens des Lernenden<sup>12</sup>. An dieser Stelle knüpfte dann der konstruktivistische Ansatz des Lernens an, der „Lernen als Konstruktion von Bedeutungen“ betrachtet<sup>13</sup>. Hier geschieht Lernen nicht mehr nur reizorientiert, sondern auch zielorientiert<sup>14</sup>: Der Mensch konstruiert aktiv „Denk-, Gefühls-, Handlungs- und Wollensstrukturen aufgrund von Erfahrungen, die der Einzelne mit sich, anderen Menschen und Sachverhalten, Situationen oder Dingen seiner Lebenswelt gemacht hat“<sup>15</sup>.

Der konstruktivistische Gedanke, dass Wahrnehmung und Deutung subjektiver Natur sind, stammt aus Gestaltpsychologie und Feldtheorie: hier steht Lernen für eine „Veränderung der Erkenntnisstruktur“, die immer dann entsteht, wenn sich die „Auffassung der Situation verändert“<sup>16</sup>. Auch innere Verstehensprozesse führen so zu Lernvorgängen.

Mittlerweile hat außerdem die Biologie einen wichtigen Platz neben den anderen sozial- und geisteswissenschaftlichen Theorien zum Lernen eingenommen. In den Neurowissenschaften werden biologische Grundlagen des Lernens fokussiert, Lernen wird dort deshalb meist als „Induktion neuronaler Veränderungen aufgrund von Erfahrungen“<sup>17</sup> oder auch „Veränderung der Stärke der synaptischen Verbindungen zwischen Nervenzellen“<sup>18</sup> bezeichnet.

Die Lücke, die momentan zwischen theoretischer Didaktik und der Neurobiologie klafft, versucht die Neurodidaktik zu schließen: die Funktionsweise neuronaler Netze und die Vorgänge im Gehirn werden mit kognitionswissenschaftlichen Ansätzen und allgemeindidaktischen Theorien verbunden. Ziel ist, „Lernen so [zu] gestalten, wie es das Gehirn am besten kann“<sup>19</sup>. Dieser Ansatz stößt bei Pädagogen auch auf Ablehnung, die sich „die Belehrungen der Neurodidaktiker anhören“ müssen und die „ärztliche[n] Direktoren“ des Lehrplans lieber ignorieren würden<sup>20</sup>.

Lernen wird somit besonders in den heutigen Tagen kontrovers diskutiert, vor allem aufgrund neurobiologischer Forschungen, doch neurowissenschaftliche Befunde werden häufig nur populärwissenschaftlich interpretiert – das Gehirn lerne einfacher mit Wortassoziationen und Mind Maps<sup>21</sup>. Ob die Botschaft der Neurobiologie wirklich so einfach ist?

---

<sup>10</sup> Bandura, Albert (1976); S. 23

<sup>11</sup> Baumgart, Franzjörg (2007); S. 115

<sup>12</sup> Wiater, Werner (2007); S. 135 f.

<sup>13</sup> ebd.; S. 141

<sup>14</sup> Baumgart, Franzjörg (2007); S. 168

<sup>15</sup> Wiater, Werner (2007); S. 141

<sup>16</sup> Lewin, Kurt (1963); S. 115

<sup>17</sup> Pinel, John (2001); S. 433

<sup>18</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 94

<sup>19</sup> Becker, Nicole (2006); S. 195 f.

<sup>20</sup> <http://www.zeit.de/2003/38/B-Neurodidaktik?page=4>, Die Zeit, 11.09.2003, Nr. 83, Jochen Paulus:Lernrezepte aus dem Hirnlabor

<sup>21</sup> Heister, Werner (2007); S. 8

## **2. Formulierung des Themas und Forschungsliteratur**

### **2.1 Lernen in Neurobiologie, Musik und Organisationen**

Ebenso differenziert wie die Herangehensweisen an den Lernbegriff zeigt sich auch die Auszeichnung unterschiedlicher Arten von Lernen: Erfahrungslernen, implizites und explizites Lernen<sup>22</sup>, perzeptuelles Lernen<sup>23</sup>, Lernen durch Einsicht<sup>24</sup>, unbewusstes und bewusstes Lernen<sup>25</sup>, Imitations- oder Nachahmungslernen<sup>26</sup> und Reiz-Reaktions-Lernen<sup>27</sup> sind nur einige wenige Termini, die in der Literatur verwendet werden.

Eine Vereinigung dieser erweist sich als schwer realisierbar: „Heutzutage scheint der Versuch, die Gesetze des Lernens in jenem umfassenden Sinn zu finden, dem Versuch des Chemikers vergleichbar, welcher eine chemische Formel für alle in einem Haus enthaltenen Materialien aufstellen möchte, anstatt die verschiedenen Materialien nach ihrer chemischen Natur zu gruppieren und die Eigenschaften jeder Art von Material für sich herauszufinden“<sup>28</sup>.

Neurobiologen sind bemüht, „Grundmechanismen auf zellulärem Niveau für Lern- und Gedächtnisvorgänge zu erforschen“, so z.B. durch genetische, biochemische und elektrophysiologische Untersuchungen<sup>29</sup>. Musikpädagogen stellen dagegen die Frage, wie Menschen Musik hören und spielen lernen<sup>30</sup> und fordern, „dass der Körper zum Instrument einer reflektierten, werkanalytisch gestützten Interpretation werde“<sup>31</sup>. In den 90er Jahren betraten dann auch Wirtschaftswissenschaftler das Terrain des Lernens, um sich mit lernenden Organisationen zu beschäftigen. Diese sollen „sich den veränderten Bedingungen anpassen, aus vergangenen Erfolgen und Mißerfolgen Lehren ziehen“, und „Bilder einer erstrebenswerten Zukunft aufzeigen und realisieren“<sup>32</sup>.

Hier stellt sich die Frage, ob es möglich ist, Vorgänge des Lernens auf einer Metaebene zu beschreiben, die die unterschiedlichen Arten und Weisen des Lernens bzw. Herangehensweisen an den Lernbegriff unter ein Dach bringen kann.

Mit einer ähnlichen Frage beschäftigte sich lange Zeit Michael Polanyi (1891-1976), englischer Natur-, Wirtschaftswissenschaftler und Philosoph. In seinem philosophischen Hauptwerk „Personal Knowledge“ formuliert er eine Wissens- bzw. Lerntheorie, die zeigt, dass naturwissenschaftliches Wissen und Lernen eine personale Wurzel hat und eine Integration mit den Sozialwissenschaften erlaubt<sup>33</sup>.

Ziel und Problem der Arbeit ist es, darzustellen, ob diese Integration der unterschiedlichen Herangehensweisen an das Lernen aus neurobiologischer, musikpädagogischer und organisationstheoretischer Perspektive mit Polanyis Wissens- und Lernbegriff realisierbar ist.

---

<sup>22</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 243

<sup>23</sup> Wiater, Werner (2007); S. 141

<sup>24</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 96

<sup>25</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 154

<sup>26</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S.224 f.

<sup>27</sup> Baumgart, Franzjörg (2007); S. 111

<sup>28</sup> Lewin, Kurt (1942); S. 158 in: Baumgart, Franzjörg (2007); S.179

<sup>29</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 97

<sup>30</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 2

<sup>31</sup> Wieland, Renate; Uhde, Jürgen (2002); S. 11

<sup>32</sup> Argyris, Chris (2006); S. 9

<sup>33</sup> Mittelstraß, Jürgen; Blasche, Siegfried (1995); S. 284 f.

So wird das Hauptaugenmerk der Arbeit auf den Vorgängen des implizit-unbewussten und explizit-bewussten Lernens in Neurobiologie, Musik und Organisationen liegen, da diese für Polanyi die zentralen Vorgänge der Wissensschaffung darstellen. Er setzt den Schwerpunkt vor allem auf die implizite Komponente: "tacit knowing is the fundamental power of the mind, which creates explicit knowing, lends meaning to it and controls its uses"<sup>34</sup>. "Tacit knowing" stellt für ihn implizites bzw. unbewusstes Wissen dar, das z.B. beim Wahrnehmungslernen erworben wird: "A successful integration of a thousand changing particulars into a single constant sight makes me recognize a real object in front of me. Integration is almost effortlessly performed by adult eyes, but such powers of seeing things are acquired by early training in the infant chilled and are continuously developed by practice"<sup>35</sup>.

Unbewusstes oder stillschweigendes Wissen kann so in einer Integrations- bzw. Kombinationshandlung entstehen, wobei Polanyi hier bereits die Aneignung durch Training betont.

Die Kombinationshandlung selbst, die viele Pixel zu einer gesamten Figur, einem Objekt verbindet, sieht Polanyi nur durch eine Arbeit zweier Bewusstseins Ebenen möglich: "the act of integration [...] is the tacit power we have been looking for. I shall call it tacit knowing"<sup>36</sup> and "in tacit knowing we always attend from the proximal to the distal term"<sup>37</sup>.

Um das Objekt zu sehen, müssen wir die Einzelheiten (fokaler Term) wahrnehmen, uns jedoch auf das Ganze konzentrieren (distaler Term), um es als Einheit identifizieren zu können: "making certain things function as the proximal terms of tacit knowing, so that instead of observing them in themselves, we may be aware of them in their bearing on the comprehensive entity which they constitute. It brings home to us that [...] we understand their joint meaning"<sup>38</sup>. "Every time we concentrate our attention on the particulars of a comprehensive entity, our sense of its coherent existence is temporarily weakening; and every time we move in the opposite direction towards a fuller awareness of the whole, the particulars tend to become submerged in the whole"<sup>39</sup>. Verstehendes Lernen benötigt somit zwei Formen von Bewusstheit, einmal die unspezifische Bewusstheit der Einzelelemente, z.B. der Bildpunkte, und einmal die direkte Aufmerksamkeit auf ihre gemeinsame Bedeutung.

Explizites Lernen, im Gegensatz zum impliziten, erfordert dagegen die Analyse der einzelnen beteiligten Parameter und ihrer Verbindungen untereinander: The destructive analysis of a comprehensive entity can be counteracted in many cases by explicitly stating the relation between its particulars<sup>40</sup>.

Um ein tiefes Verstehen bzw. Sicherheit unbewusst erworbener Einsichten zu erreichen, sieht Polanyi ein „Switching“, eine abwechselnde Aufmerksamkeit auf fokalen und distalen Term vor: "[T]he alternation of analysis and integration progressively deepens both our insight into the meaning of a comprehensive entity in terms

---

<sup>34</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 156

<sup>35</sup> ebd. ; S. 139

<sup>36</sup> ebd.; S. 140

<sup>37</sup> ebd.; S. 141

<sup>38</sup> Polanyi, Michael (1983); S. 83

<sup>39</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 125

<sup>40</sup> Polanyi, Michael (1983); S. 19



of its particulars and the meaning of these particulars in terms of their joint significance”<sup>41</sup>.

Die Arbeit soll nun mittels einer Darlegung der Lernvorgänge, so wie sie in Neurobiologie, Musik und Organisationen beschrieben werden, untersuchen, ob die verschiedenen konkreten Bereiche des Lernens mittels der Lern- und Wissenstheorie Polanyis zu verbinden sind. Hierzu sind eine eingehende Beschreibung von Lernvorgängen in dem jeweiligen Bereich und eine anschließende Synthese vorgesehen. Könnte Polanyis Theorie an diesem praktischen Beispiel eine Scharnierfunktion einnehmen?

## **2.2 Forschungsüberblick**

Lerntheorien und Literatur, die das Lernen in Musik und Organisationen gleichsam in Betracht ziehen oder auch deren Gemeinsamkeiten aufgrund von Metatheorien erschließen, sind soweit nicht ausfindig zu machen. Insofern wird die Arbeit also eher Neuland beschreiten.

Doch lassen sich zu den einzelnen Themen, Lernen in Neurobiologie, Musik und Organisationen durchaus zahlreiche aktuelle Forschungen bzw. Untersuchungen einbeziehen.

Im Bereich der Neurobiologie des Lernens sollen deshalb „Fühlen, Denken, Handeln“ von Gerhard Roth (2003), „Dem Gedächtnis auf der Spur“ von Hans-Joachim Markowitsch (2005), „Neuropsychologie“ von Hans-Otto Karnath (2006) sowie „Lernen“ von Manfred Spitzer (2003) eine wichtige Position einnehmen. Gerade im Bereich des motorischen Lernens, so bei Roth, Markowitsch und Karnath sowie auditorischer Wahrnehmung lassen sich bereits Brücken zum Bereich des Musik- bzw. Instrumentallernens ziehen.

Über das Instrumentallernen, auch aus neurobiologischer Sicht, geben dann unter anderem „Das wohltemperierte Gehirn“ von Robert Jourdain (2002), „Musik im Kopf“ von Manfred Spitzer (2007) und „Der Musikverstand“ von Wilfried Gruhn (2005) Aufschluss.

Was das Lernen in Organisationen anbetrifft, so scheint dieser Bereich bis dato höchstens seitens der allgemeinen Psychologie und Wirtschaftswissenschaft, jedoch weniger speziell von der Neuropsychologie betreten worden zu sein. Auch wenn die Grundlagen menschlichen Sozialverhaltens von Neurologen untersucht werden, mitunter auch bei Gerhard Roth, lassen sich hier noch keine direkten Bezüge zur Wissensgenerierung in Organisationen finden.

Deshalb wird innerhalb der Arbeit zunächst auf die psychologisch bzw. wirtschaftswissenschaftlich orientierten Theorien von Chris Argyris „Die lernende Organisation“ (2005) und von Ikujiro Nonaka und Hirotaka Takeuchi „Die Organisation des Wissens“ (1997), zurückgegriffen.

Beide revolutionierten den Lernbegriff von Organisationen, indem sie ihn von behavioristischen und informationsverarbeitenden Perspektiven abgegrenzten. Im „Handbook of organizational learning“ von Meinolf Dierkes (2001) oder auch bei Werner Wiater „Wissensmanagement“ (2007) lassen sich diese beiden Theorien dann in die allgemeine Forschungslage zum organisationalen Lernen einbetten.

Um das Lernen aus einer Art Metaperspektive zu analysieren, werden die Werke von Michael Polanyi herangezogen. In „Personal knowledge“ (1969), „The tacit di-

---

<sup>41</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 129

mension“ (1983) oder den Aufsätzen „Knowing and being“(1969) bringt er seine Theorie impliziten und expliziten Wissens und Lernens vor, die möglicherweise in allen drei Disziplinen, Neurologie, Musikpädagogik und Organisationen Anwendung finden kann.

Ansätze zur konkreten Anwendung der Theorie Polanyis im didaktischen Bereich brachte Georg Hans Neuweg in seinem Buch „Könnerschaft und implizites Wissen. Zur lehr-lerntheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenstheorie Polanyis“ (2004) vor.

Auch in „Instantwissen, Bricolage und tacit knowledge“ von Theo Hug (2003) oder „Tacit knowledge“ von Phillipe Baumard (1999) wird die Bedeutung impliziten Wissens unterstrichen: Mit „Ich denke, also bin ich“ haben wir „Ich handle, also bin ich“ ganz vergessen<sup>42</sup>, so Baumard. „Nicht alles, was verstanden werden kann, ist sprachlich vermittelt oder mit Hilfe sprachlicher Prozesse darstellbar. Allerdings sind die Trennlinien zwischen vorsprachlicher Erfahrung und Sprache, zwischen Realität und deren Bedeutung oder zwischen Natur und Kultur nicht scharf gezogen“<sup>43</sup>, argumentiert Martin Sexl.

Grundsätzlich wird aber davon ausgegangen, dass nur ein Teil der Information, auf die wir in Handlungen zurückgreifen, überhaupt in Worten ausgedrückt werden<sup>44</sup> kann, dass wir mehr wissen, als wir sagen können.

Gerade auf Basis der Ausführungen Neuwegs, die die Theorie Polanyis mitunter auch auf Meister-Lehrlings-Verhältnisse anwendet, können weitere aufbauende und verknüpfende Schritte innerhalb dieser Arbeit vorgenommen werden. Kann die Neurobiologie das Vorhandensein impliziten Wissens stützen? Sind implizite Lernvorgänge am Musikinstrument und Organisationen ähnlich, beobachtbar und beeinflussbar, z.B. durch gute Lehrer und Experten?

Dies soll anhand der Literatur und weiterführender Überlegungen überprüft werden.

---

<sup>42</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 20

<sup>43</sup> Sexl, Martin (2003); S. 57

<sup>44</sup> Haider-Hasebrink, Frithilde (1991); S. 12

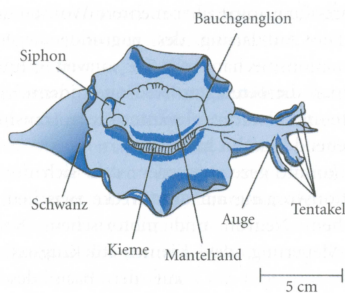
### **3. Lernen aus Sicht der Neurobiologie**

#### **3.1 Einfache Formen: Habituation und Sensitivierung**

Die Grundformen des Lernens wie Habituation und Sensitivierung sind schon bei sehr niederen Tierarten wie Insekten, Würmern oder auch der Meeresschnecke *Aplysia californica* zu beobachten<sup>45</sup>. Sie stellen den „grundlegenden Typ des adaptiven Umgangs mit der Welt“ dar<sup>46</sup>. Hier wird auch von nichtassoziativem Lernen gesprochen, weil die Verhaltensänderung „aus dem wiederholten Erfahren eines einzelnen Stimulus resultiert“<sup>47</sup>. Diese Reizgewöhnung (Habituation) oder Reizsteigerung (Sensitivierung) erfolgt unbewusst<sup>48</sup>. Habituation bewirkt dabei eine Schwächung, Sensitivierung eine Verstärkung der entsprechenden synaptischen Verbindungen<sup>49</sup>.

Nicht assoziatives Lernen und seine neurophysiologischen Vorgänge wurden eingehend im Bereich der Bauchganglien (Nervenzellanhäufungen) von *Aplysia* untersucht<sup>50</sup>.

51



**Abbildung 1 - Die Meeresschnecke *Aplysia californica***

Über den Siphon stößt die Meeresschnecke Meerwasser und Exkremente aus, und wenn dieser berührt wird, zieht er sich reflektorisch zurück. 24 sensorische Neurone in der Haut des Siphons bilden Synapsen auf sechs Motoneuronen aus, die für das Zurückziehen von Siphon und Kiemen verantwortlich sind<sup>52</sup>.

Wird nun der Siphon mehrmals hintereinander durch mechanischen Druck gereizt, nimmt die Rückzugsreaktion von *Aplysia* ab: nach etwa zehn Reizungen hält diese Habituation bereits zwei bis drei Stunden an. Mehrere Reizungen können auch eine dauerhafte Habituation über mehrere Wochen hervorrufen<sup>53</sup>.

Das liegt daran, dass die sensorischen Siphonneuronen bei wiederholter Reizung immer weniger Neurotransmitter ausschütten, sodass auch die Aktionspotentiale an den Motoneuronen, die für das Zurückziehen des Siphons verantwortlich sind, allmählich abnehmen. Diese Reduktion von Neurotransmittern liegt an einer Inaktivierung von Calcium-Kanälen, die möglicherweise ein Second-messenger-System veranlasst<sup>54</sup>.

Durch die Abnahme der Anzahl von Calcium-Ionen, die pro Aktionspotential in die synaptischen Endknöpfchen einströmen, ergeben sich dann auf Dauer auch mor-

<sup>45</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 508

<sup>46</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 128

<sup>47</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 506

<sup>48</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 51

<sup>49</sup> ebd.; S. 52

<sup>50</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 509

<sup>51</sup> ebd.; S. 509

<sup>52</sup> ebd.; S. 506

<sup>53</sup> Pinel, John (2001); S. 433 f.

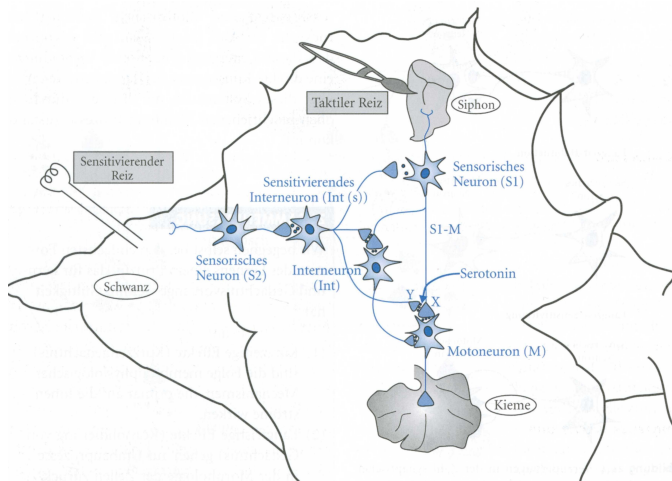
<sup>54</sup> ebd.; S. 435

phologische Veränderungen. Die Anzahl der synaptischen Kontakte zwischen sensorischen und motorischen Neuronen geht zurück<sup>55</sup>.

Aplysia kann sich somit an einen Reiz gewöhnen und lernen, dass eine Berührung des Siphons momentan keine vitale Bedeutung für sie hat.

Dieses Verhalten kann sich aber schlagartig ändern, wenn der Siphon mit einem starken Schwanzschock gereizt wird<sup>56</sup>. Die Verstärkung des Rückzugsreflexes wird mehrere Minuten bestehen<sup>57</sup>, Aplysia lernt in Kürze um.

58



**Abbildung 2: Schematische Darstellung der Sensitivierung in Aplysia; zwischen sensorischem Neuron und Motoneuron werden sensitivierende Interneuronen aktiv**

Diese Art nicht-assoziativen Lernens wird mit Sensitivierung bzw. Sensibilisierung<sup>59</sup> bezeichnet, weil sich die Reaktion auf einen aversiven oder noxischen, für das Tier ungünstigen Reiz, verstärkt<sup>60</sup>. Hier geschieht das Gegenteil an den Synapsen: die Neurotransmittermenge für den Kiemenrückziehreflex nimmt zu, wobei hier Interneurone zwischen sensorischen und Motoneuronen vermitteln (s. Abb. 2). Sensorische Fasern bilden mit Serotonin freisetzenden (serotonergen) Interneuronen Synapsen, die wiederum mit Endknöpfchen der sensorischen Siphonneurone in synaptischem Kontakt stehen. Der elektrische Schock am Schwanz von Aplysia führt so über die serotonergen Interneurone zu einer Modifikation in den Endknöpfchen der sensorischen Siphonneurone. Jedes Aktionspotential am Siphon führt zu einem erhöhten Calcium-Ionen-Einstrom bzw. erhöhter Neurotransmitterfreisetzung an den Motoneuronen<sup>61</sup>. Neurotransmitter ist hier Serotonin, das die Kalium-Kanäle auf Dauer blockiert und den erhöhten  $Ca^{2+}$ -Einstrom ermöglicht<sup>62</sup>, der wie die Habituation zu morphologischen Veränderungen an der Synapse, z.B. weiteren Ausbuchtungen führt (s. Abb. 3,4). Eine Reizung des Siphons führt so zu einer verstärkten Rückzugsreaktion.

<sup>55</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 511

<sup>56</sup> ebd.; S. 512

<sup>57</sup> Pinel, John (2001); S. 435

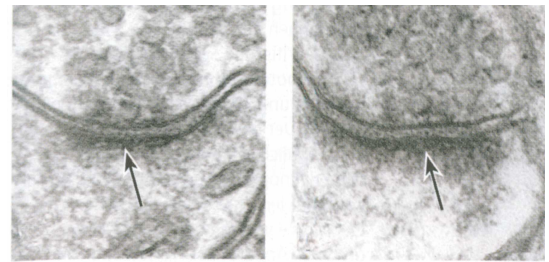
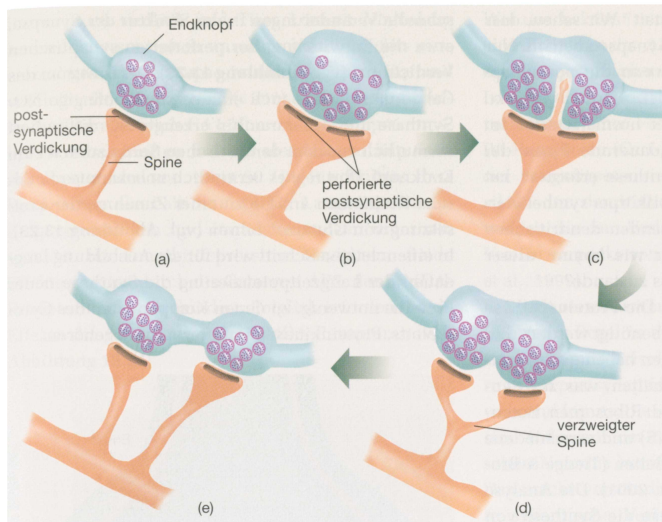
<sup>58</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 512

<sup>59</sup> ebd.; S. 506

<sup>60</sup> ebd.; S. 507

<sup>61</sup> Pinel, John (2001); S. 435

<sup>62</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 512



**Abbildung 4:** Zunahme der postsynaptischen Verdickungen dendritischer Spines (a), die mit hohen Dosen von Glutamat behandelt wurden (b); (oben)

**Abbildung 3:** Schematisch: Zunahme der postsynaptischen Verdickungen z.B. bei Sensitivierungsvorgängen (rechts)

## 3.2 Assoziatives Lernen

Im Gegensatz zum nicht-assoziativen Lernen, wo sich das Lebewesen an genau einen Reiz in seiner Verhaltensreaktion anpasst, wird bei der assoziativen Form „ein neuer Bezug zwischen zwei oder mehr Ereignissen [...] durch Lernen hergestellt“, wobei die Ereignisse Reize oder auch Informationen sein können, z.B. Wortfolgen beim Auswendiglernen eines Gedichtes<sup>65</sup>.

Der grundlegende neuronale Mechanismus besteht darin, dass sich die synaptische Verbindung zwischen sensorischen Neuronen, die zeitlich nacheinander durch einen bedingten oder unbedingten Reiz aktiviert werden, verstärkt<sup>66</sup>. Auch diese komplexere Form des Lernens, tritt bei der Meeresschnecke *Aplysia* auf und ist dort eingehend untersucht worden.

### 3.2.1 Klassische Konditionierung

Bevor auf den Vorgang des konditionierten Lernens eingegangen wird, soll noch angemerkt werden, dass das Ergebnis der Konditionierung, also die gelernte Reiz-Reaktions-Abfolge, unterschiedlich lange anhalten kann. Schon bei *Aplysia* kann je nach Dauer des Konditionierungsvorgangs entweder ein „Kurzzeit“- oder ein „Langzeitgedächtnis“ für die gelernten Inhalte nachgewiesen werden. Kurzzeitige Änderungen werden dabei an einzelnen Endknöpfchen exprimiert, während langfristiges Lernen aufgrund von Vorgängen der Proteinsynthese die gesamten Neuronen betrifft und verändert<sup>67</sup>.

Nun zum klassischen Konditionieren bei *Aplysia*: Wenn eine leichte Berührung des Siphons (bedingter Reiz) während mehrerer Trainingsgänge mit einem starken

<sup>63</sup> Carlson, Neil R. (2004); S. 513

<sup>64</sup> ebd.; S. 513

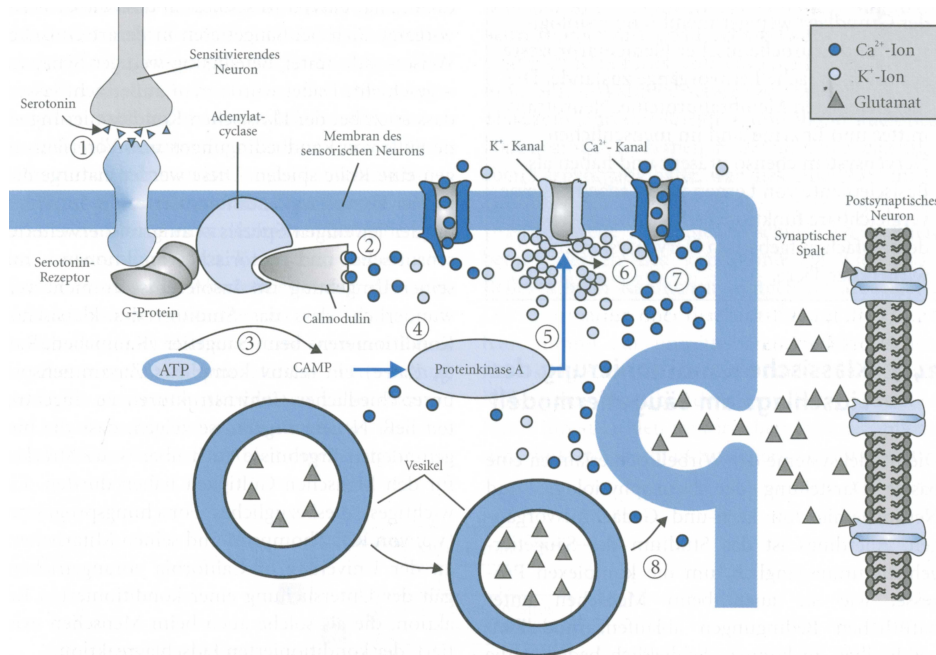
<sup>65</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 507

<sup>66</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 53

<sup>67</sup> Pinel, John (2001); S. 439

Schwanzschock (unbedingter Reiz) gekoppelt wird, führt leichte Berührung bereits nach einiger Zeit zu einer sehr starken Kiemenrückziehreflexion<sup>68</sup>.

69



**Abbildung 5:**  
Schematische Darstellung der Konditionierung in Aplysia

Es wird davon ausgegangen, dass die Konditionierung ebenso wie die Sensibilisierung des Kiemenrückziehreflexes von Interneuronen, die durch den elektrischen Impuls am Schwanz aktiviert werden, an die sensorischen Neurone, die den Kiemenrückziehreflex aktivieren, weiter vermittelt wird (s. Abb. 5). Die größte Zunahme bei der Neurotransmitterausschüttung sensorischer Neurone lässt sich dann erzielen, wenn der Input der reizaktivierten Interneuronen die präsynaptischen Endigungen der sensorischen Neurone erreicht, während diese feuern<sup>70</sup>, also wenn Berührung und elektrischer Schock nahezu gleichzeitig auftreten.

Nach dem Reiz am Siphon setzen die synaptischen Endknöpfchen der sensorischen Siphonneurone Serotonin frei, was dort die Konzentration des Second-Messenger Botenstoffes cAMP (cyclisches Adenosinmonophosphat) erhöht. Dies führt wiederum zur Aktivierung des Enzyms Proteinkinase A, die die Schließung zahlreicher Kaliumkanäle in den Endknöpfchen bewirkt, was die Aktionspotentiale durch den erhöhten Einstrom von  $\text{Ca}^{2+}$  verlängert. Neurotransmitter werden vermehrt ausgeschüttet<sup>71</sup>.

Dies betrifft jedoch nur die kurzzeitige Konditionierung, die Langzeitbahnung beruht dann auch auf der Proteinkinase C<sup>72</sup>, die die Expressierung neuer Proteine anregt, die dann zu einer lang anhaltenden Verstärkung des Erregungstransports vom sensorischen Neuron des Siphons zum Motoneuron der Kiemen führen.

<sup>68</sup> Pinel, John (2001); S. 437

<sup>69</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 515

<sup>70</sup> Pinel, John (2001); S. 438

<sup>71</sup> ebd.; S. 439

<sup>72</sup> ebd.; S. 439



**Abbildung 6: Eine farbverstärkte Aufnahme vom Zellkörper eines Neurons (grün), der mit Endknöpfchen (orange) besetzt ist. Jedes Neuron erhält eine Vielzahl synaptischer Kontakte**

Morphologische Veränderungen wie die Bildung neuer axonaler Aussprossungen (s. Abb. 6), die zusätzliche Verbindungspfade zwischen dem sensorischen und dem Motoneuron schaffen, werden hier dann durch komplizierte genetische Prozesse ausgelöst: Vermutlich bindet das Protein CREB-1 ein cAMP response element an den Ziel-Genen des betroffenen Neurons an, sodass hier neue Proteine (z.B. Elongation Factor 1a für Aussprossungen der Zelle) exprimiert werden, die für die langfristige Umstrukturierung zuständig sind.

Ein Wachstum neuer synaptischer Kontakte geschieht somit durch Proteinkinasen, welche wiederum Gene aktivieren, die schließlich das Wachstum des Neurons anregen<sup>74</sup>. Hier zeigt sich, dass Langzeit-Sensitivierungsprozesse, bei denen zahlreiche, größere aktive Zonen an Synapsen entstehen sowie größere Mengen synaptischer Vesikel erzeugt werden den Prozessen der Langzeitpotenzierung ähnlich sind: auch bei dieser Form des Lernens ist der Neurotransmitter Serotonin maßgeblich beteiligt<sup>75</sup>.

Eine dauerhafte Habituation bewirkt ähnlich wie die Sensitivierung morphologische Veränderungen an den betroffenen Neuronen: Sie reduzieren die aktiven Transmitterausschüttungszonen, und stoßen weniger synaptische Vesikel aus<sup>76</sup>.

Der Vorgang des klassischen Konditionierens beim Säugetier scheint sich jedoch wesentlich komplizierter zu zeigen als bei *Aplysia*: Erweiterte sensorische und motorische Funktionen beruhen auf einem äußerst komplexen Zusammenspiel unterschiedlicher Gehirnstrukturen, die eine differenziertere Interaktion der jeweiligen Spezies ermöglichen, aber umso schwerer zu analysieren sind<sup>77</sup>.

Untersucht wurde der Konditionierungsvorgang unter anderem am Lidschlussreflex des Kaninchens: vorrangig die Hirnnervenkerne des Kleinhirns (Nucleus interpositus, Nucleus ruber) sind hier für die Verarbeitung sensorischer Information und Auslösung der motorischen Reaktion von entscheidender Bedeutung.

Auch beim Lidschlussreflex des Menschen zeigt sich diese erhöhte Aktivität im Nucleus ruber und im Kleinhirn - bei Kleinhirnschädigungen ist genau diese Lidschlag-Konditionierung nicht mehr möglich<sup>78</sup>.

Diese Formen des Anpassungs- oder Reiz-Reaktions-Lernens scheinen jedoch nicht zu den höheren Funktionen des Lernens zu gehören<sup>79</sup>, sie beanspruchen bei

<sup>73</sup> Pinel, John (2007); S. 76

<sup>74</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 514 f.

<sup>75</sup> ebd.; S. 513

<sup>76</sup> Pinel, John (2001); S. 439

<sup>77</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 516

<sup>78</sup> ebd.; S. 518

<sup>79</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 96

weitem nicht so stark den Neocortex wie z.B. das Erlernen einer Fremdsprache. Manche Prozesse erledigt das Gehirn hier auch für uns, ohne, dass wir uns dessen bewusst wären. Dies könnte auch Michael Polanyi bestätigen, der die Reiz-Reaktions-Beziehung folgendermaßen darstellt: "We know the first term only by relying on our awareness of it for attending to the second"<sup>80</sup>. Für eine erwünschte Reaktion ist nicht zwingend eine bewusste Wahrnehmung des Reizes nötig.

### **3.2.2 Operante Konditionierung**

Während man für klassische Konditionierung Modellsysteme auf zellulärer Ebene, z.B. anhand von *Aplysia*, ausmachen konnte, ist dies für die operante Konditionierung bisher nur ansatzweise gelungen<sup>81</sup>. Dies liegt daran, dass beim operanten Konditionieren über die bloße zeitliche Verknüpfung bzw. Assoziation von zwei Reizen hinausgegangen wird. Die gezeigte Reaktion bzw. das auftretende Verhalten bedarf hier einer positiven oder negativen Verstärkung der Umwelt.

Folglich sind hier drei Komponenten am Lernen beteiligt: der sensorische Reiz, ein darauf folgender, z.B. motorischer Akt und ein anschließender verstärkender Reiz<sup>82</sup>. Diese Verstärkung, sei sie nun zur Häufung oder zur Reduzierung eines Verhaltens bestimmt, muss innerhalb eines gewissen Zeitfensters erfolgen<sup>83</sup>.

Bei dieser Art von Lernen tritt nun zum ersten Mal das Feedback in den Fokus: Verhaltensausführung hängt nicht mehr nur vom Reiz, sondern auch von der erwarteten Konsequenz ab. Hierfür sind bereits höher entwickelte Nervensysteme von Nöten, weil die Konsequenz eines Verhaltens im Langzeitgedächtnis gespeichert werden muss, und dann bei der "Entscheidung", ob das Verhalten ausgeführt werden soll, miteinbezogen wird.

Beim operanten Konditionieren ergaben sich deshalb vor allem bei Neuronen im Hippocampus (Areale CA1 und CA3) Veränderungen im Sinne einer Langzeitpotenzierung<sup>84</sup>, die auch sonst für Gedächtnisprozesse ausschlaggebend ist. Jedes Mal, wenn in diesen Arealen des Hippocampus eine Infusion (Dopamin, Kokain) auf eine spontane Entladungssalve oder Aktivität von Neuronen folgt, ergab sich eine Zunahme dieser Entladungssalven.

Dieser Vorgang wird auch als Dopamin-Mikrodialyse bezeichnet, bei der die Spontanentladungsrate durch "Verstärker-Transmitter" im Hippocampus erhöht wird. Wenn das Dopaminsystem jedoch z.B. durch Haloperidol blockiert wird, zeigt sich diese Reiz-Reaktions-Verstärkung nicht<sup>85</sup>.

Das Dopaminsystem, das hier von besonderer Bedeutung für Verstärkungsprozesse ist, baut auf drei dopaminergen Verbindungspfaden auf: Das nigrostriatale System nimmt seinen Ausgangspunkt in der Substantia nigra und zieht zum Striatum. Ihm wird eine hohe Relevanz für die Steuerung von Bewegungen zugeschrieben. Das mesolimbische System projiziert vom ventralen Tegmentum des Mittelhirns zu Amygdala, Hippocampus und Nucleus accumbens, sowie zu lateral gelegenen Gebieten des Septums. Schließlich ist auch das mesokortikale System am Dopamin-

---

<sup>80</sup> Polanyi, Michael (1983); S. 10

<sup>81</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 525

<sup>82</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 525

<sup>83</sup> ebd.; S. 507

<sup>84</sup> ebd.; S. 520

<sup>85</sup> ebd.; S. 526



system beteiligt, vom ventralen Tegmentum aus projiziert es in zahlreiche limbische Strukturen und in Frontal-, Parietal- und Temporallappen.

Somit scheint besonders das ventrale tegmentale Areal Ausgangspunkt dopaminergischer Bahnen, die in limbische und kortikale Strukturen führen, zu sein. Dort befinden sich Zellkörper dopaminergischer Neuronen, die selektiv ihre Feuerungsrate auf Reize erhöhen, wenn ein positives Ereignis (z.B. die Darbietung von Futter) nach Ausführung des "gewünschten" Verhaltens angekündigt wird<sup>86</sup>.

Lernprozesse des klassischen Konditionierens lassen sich somit von denen operanten Konditionierens hinsichtlich der Feedback-Schleifen unterscheiden, die das Dopaminsystem übernimmt. Dennoch zählen beide zum assoziativen Lernen, weil die Stärke der Verbindung zwischen zwei Erfahrungen oder auch Tätigkeiten moduliert wird<sup>87</sup>.

Jedoch sei dieser „Assoziationismus eine viel zu primitive Theorie“, wenn „Probleme der Einsicht, des Erwerbs von Kenntnissen und andere Arten von Veränderungen der Erkenntnisstruktur“ im menschlichen Gehirn beschrieben werden wollen, wendet Kurt Lewin ein<sup>88</sup>. Doch auch hier hat die Neurobiologie mittlerweile Vorgänge aufgedeckt, auf denen komplexere Lernvorgänge beruhen könnten. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Langzeitpotenzierung von Synapsen.

### **3.3 Langzeitpotenzierung**

Im vorherigen Kapitel wurde schon angesprochen, dass bereits die Konditionierung von Reflexen im Säugetierhirn wesentlich komplexer scheint, als die Lernvorgänge bei *Aplysia*. Neben den einfachen Formen assoziativen Lernens existieren beim Menschen eine Fülle weiterer Lernvorgänge, z.B. die des motorischen, Wahrnehmungs- oder Imitationslernens, die für den Erwerb neuer Leistungen von Bedeutung sind<sup>89</sup> und differenzierter betrachtet werden müssen.

Hier könnten Mechanismen der Langzeitpotenzierung von Bedeutung sein, die häufig als „die Grundlage aller Gedächtnis- und Lernvorgänge“ gelten, jedoch nicht als einzeln entscheidender Faktor<sup>90</sup>. Nahezu alle Hirnregionen seien an einzelnen Gedächtniskomponenten und Verarbeitungsschritten beteiligt, so der Gedächtnisforscher Markowitsch<sup>91</sup>.

Dennoch wurde der Langzeitpotenzierung, die die Verbindungsstärken von Synapsen modifiziert, auch aufgrund intensiver Forschungen an Hippocampus-Neuronen, wo sie molekularbiologisch genau beschrieben werden konnte<sup>92</sup>, eine große Bedeutung für Lernvorgänge zugeschrieben.

Außerdem fand sich ein neurophysiologisches Korrelat zur Lerntheorie des kanadischen Psychologen Donald O. Hebb. Hier hängt die Effizienz der Erregungsübertragung zwischen Zellen, die durch eine Synapse in Verbindung stehen, von der gleichzeitigen Aktivität ab: Je häufiger eine bestimmte neuronale Repräsentation wiederkehrt, desto stärker festigt sie sich im Gedächtnis<sup>93</sup>.

---

<sup>86</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 527

<sup>87</sup> Lewin, Kurt (1963); S. 108

<sup>88</sup> ebd.; S. 110

<sup>89</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 508

<sup>90</sup> ebd.; S. 519

<sup>91</sup> Markowitsch, Hans J.; Brand, Matthias (2006), S. 66

<sup>92</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 95

<sup>93</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 139

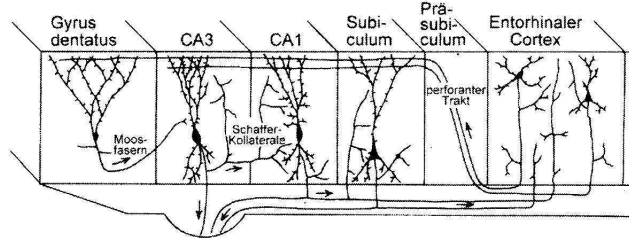
Dieselbe Voraussetzung gilt auch für Vorgänge der Langzeitpotenzierung: Die „simultane Erregung“<sup>94</sup> bzw. die „Gleichzeitigkeit des Feuerns“ von präsynaptischer und postsynaptischer Zelle wird als der entscheidende Faktor für lebenslanges Lernen bzw. Formen der neuronalen Plastizität angesehen<sup>95</sup>.

### 3.3.1 Langzeitpotenzierung und synaptische Plastizität im Hippocampus

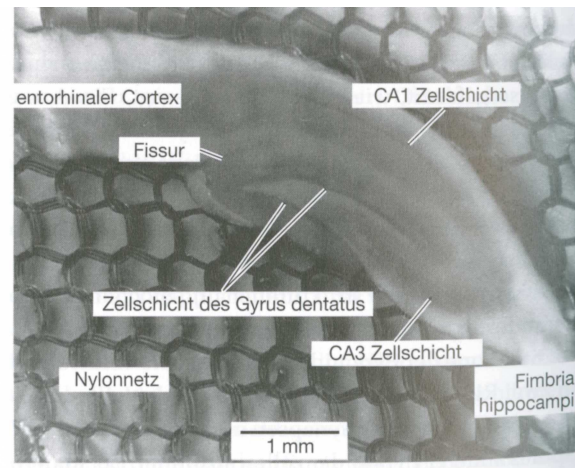
Die Langzeitpotenzierung (LTP) wurde besonders intensiv an Hippocampus-Neuronen der Ratte studiert<sup>96</sup>. Der Hippocampus ist eine Struktur des Mittelhirns. Er liegt im medialen Temporallappen neben Amygdala und rhinalem Cortex<sup>97</sup> und wird vom Gyrus dentatus, dem Ammonshorn und dem angrenzenden Subiculum gebildet. Das Ammonshorn ist in Längszonen eingeteilt<sup>98</sup> (s.Abb. 7,8): Feld CA1 (Cornu ammonis 1) besteht aus sehr vielen kleinen Pyramidenzellen, während diese in Feld CA 3 locker geordnet sind<sup>99</sup>.

100

101



**Abbildung 7: Schematische Darstellung der hippocampalen Schichten (oben)**



**Abbildung 8: Mikroskopische Darstellung der hippocampalen Windungen (rechts)**

Die Vorgänge der LTP an diesen Neuronen im Hippocampus dienen zur Markierung von Synapsen, z.B. im Neocortex, an denen dann strukturelle Veränderungen stattfinden, die einer zusätzlichen und lang anhaltenden Stabilität der neuronalen Verbindung dienen<sup>102</sup>. Da der Hippocampus Afferenzen aus dem assoziativen Cortex, dem Nucleus accumbens, dem medialen Septum, Amygdala, dem Hypothalamus und den limbischen Thalamuskernen erhält und wiederum in diese corticalen und subcorticalen Zielgebiete zurücksendet, wird er als „Organisator des bewussten, deklarativen Gedächtnisses“ angesehen<sup>103</sup>.

<sup>94</sup> Pinel, John (2001); S. 440 f.

<sup>95</sup> Pinel, John (2007); S. 373

<sup>96</sup> Pinel, John (2001); S. 439

<sup>97</sup> Pinel, John (2007); S. 361

<sup>98</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 160

<sup>99</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 519

<sup>100</sup> Carlson, Neil R. (2004); S. 504

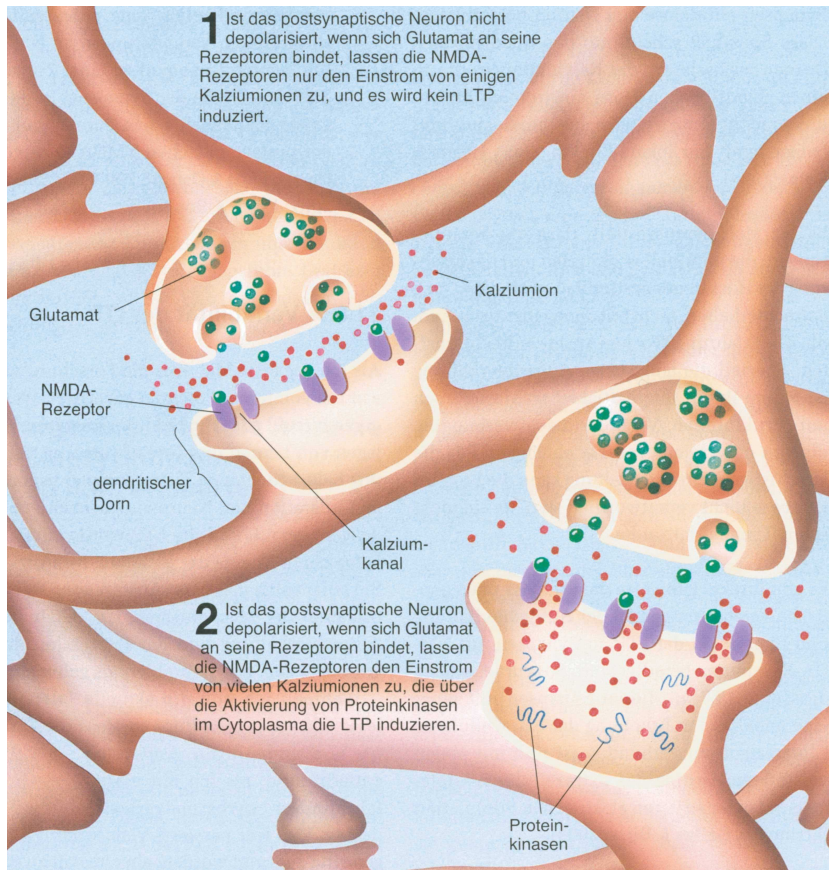
<sup>101</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 161

<sup>102</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 95

<sup>103</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 163

Durch enge Verbindungen zu allen Teilen des assoziativen Cortexes beeinflusst der Hippocampus über den Ausstoß von Neuromodulatoren gezielt synaptische Vorgänge während der Einspeicherung und Konsolidierung von Gedächtnisinhalten<sup>104</sup>. Die LTP im Hippocampus wird hierfür als Ursache betrachtet. Nun zum Vorgang an sich: Wird ein LTP-fähiges Neuron mit 10 bis 100 Reizen pro Sekunde mindestens eine Sekunde lang erregt (tetanische Erregung), so reagiert dieses Neuron für längere Zeiträume sehr viel stärker auf einlaufende Reize. Die Höhe exzitatorischer postsynaptischer Potentiale (EPSP) steigt an<sup>105</sup>.

106



**Abbildung 9: Schematische Darstellung der Langzeitpotenzierung an einem postsynaptischem Neuron**

Das liegt daran, dass die erhöhten Reizsalven von Aktionspotentialen in der Nervenendigung mehr Glutamat freisetzen, und größere synaptische Ströme durch den non-NMDA-Rezeptor an der postsynaptischen Membran auslösen<sup>107</sup>. Durch längeren Einstrom von Glutamat wird diese Membranspannung depolarisiert, weshalb die  $Mg^{2+}$ -Blockade der NMDA-Rezeptoren (N-Methyl-D-Aspartat-Rezeptor) zusätzlich aufgehoben wird. Diese Sorte von Rezeptoren würden bei einmaliger Reizung geschlossen bleiben, erst wenn das postsynaptische Neuron durch vorherige Reizung schon teilweise depolarisiert ist, führt der Transmitter Glutamat zu einer Öffnung der NMDA-Rezeptoren (s.Abb.9).

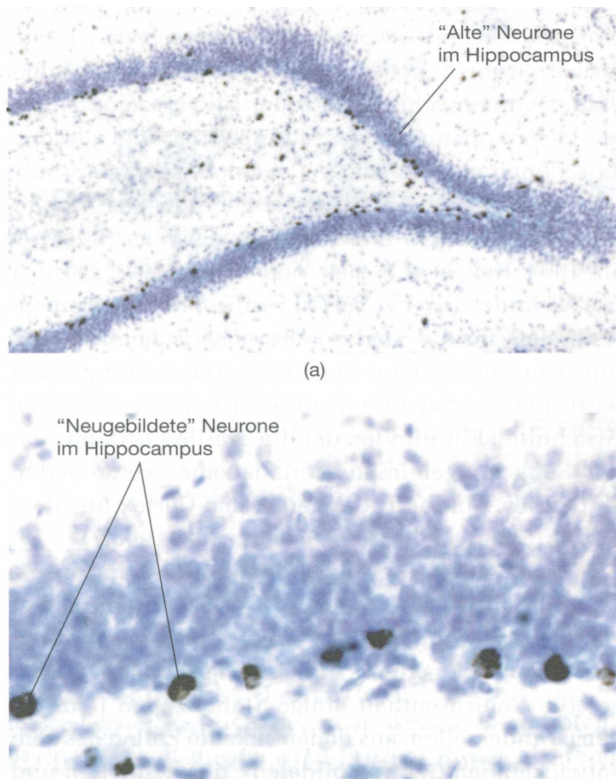
<sup>104</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 167

<sup>105</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 520

<sup>106</sup> Pinel, John (2007); S. 375

<sup>107</sup> ebd.; S. 374

Der NMDA-Rezeptor kann deshalb auch als „Koinzidenz-Detektor prä- und postsynaptischer Aktivität“ bezeichnet werden<sup>108</sup>. Öffnet er sich nach tetanischer Reizung, wird ein Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>- und Ca<sup>2+</sup>-Strom auch durch diese weiteren Kanäle möglich, was das EPSP steigert. Dies steht zu Anfang einer Langzeitpotenzierung<sup>109</sup>.  
110



**Abbildung 10: Evidenz für die Neurogenese: Schnitt durch einen Teil des Hippocampus, in dem sich Zellen mit radioaktiv markierten Nukleotiden (schwarz) befinden**

NMDA-Rezeptoren lassen sich in Hippocampus-Neuronen in großer Konzentration, insbesondere im Feld CA1 finden, weshalb dieser Region auch für die Langzeitpotenzierung große Bedeutung zugeschrieben wird. Denn in Anwesenheit eines NMDA-Antagonisten kann hier keine Langzeitpotenzierung mehr stattfinden, wobei LTP erhalten bleibt, wenn sie vor Zugabe des Antagonisten initiiert wurde<sup>111</sup>. Wie aber wurde die LTP dann anschließend gefestigt?

Retrograde Botenstoffe (Kohlenstoffmonoxid und Stickstoffmonoxid), die aus dem postsynaptischen in das präsynaptische Neuron zurück diffundieren, führen über Second-messenger-Prozesse zu einer längerfristigen Steigerung der Glutamat-Ausschüttung<sup>112</sup>. Stickoxid-Inhibitoren können diesen Vorgang verhindern: Werden sie in das postsynaptische Neuron während der Stimulation injiziert, begrenzt dieser Eingriff die Aufrechterhaltung der LTP auf eine Stunde<sup>113</sup>.

Für Prozesse morphologischer Veränderungen sind dann –ähnlich zur Konditionierung bei Aplysia- Prozesse im Zellkern von entscheidender Bedeutung: Die Veränderungen des Potentials an der Zellmembran fördern die Exprimierung von Proteinen (z.B. Proteinkinasen A und C und Calmodulinkinase). Anschließend werden neue Gene durch das cAMP response element exprimiert<sup>114</sup>, wodurch sich entwe-

<sup>108</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 142

<sup>109</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 24

<sup>110</sup> Carlson, Neil R. (2004); S. 92

<sup>111</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 522

<sup>112</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 25

<sup>113</sup> Pinel, John (2001); S. 444

<sup>114</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 167

der die Transkriptionsrate eines Gens oder die Effektivität der Übersetzung ändert<sup>115</sup>.

So werden Umbauprozesse in der Zellstruktur eingeleitet (s. Abb. 10), die zu stabilen morphologischen Veränderungen führen<sup>116</sup>, z. B. einer Zunahme der Anzahl an Non-NMDA-Rezeptoren der postsynaptischen Membran<sup>117</sup>, einer Zunahme der Anzahl und Größe der Synapsen oder der Zahl und Größe dendritischer Dornen<sup>118</sup>.

### **3.3.2 Bedeutung der Langzeitpotenzierung im Hippocampus für das Lernen**

Langfristige Aufrechterhaltung von Gedächtnisinhalten ist somit mit strukturellen Veränderungen verbunden, die von einer Proteinsynthese ausgehen<sup>119</sup>. Bei der frühen LTP genügt eine einzige hochfrequente Reizung, um eine Steigerung der Antwortstärke nachgeschalteter CA 1 – Pyramidenzellen zu erreichen, wobei die späte bzw. langfristige LTP morphologische Veränderungen an der Synapse herbeiführt<sup>120</sup>.

Ebenso wie die Langzeitpotenzierung kann auch eine Langzeitdepression (LTD) zu morphologischen Veränderungen an der Synapse führen: eine dauerhaft niedrige Konzentration von Calciumionen veranlasst dort die Aktivierung von Enzymen (Proteinphosphatasen), die die Entfernung von Phosphatgruppen und Proteinmolekülen anregt<sup>121</sup>. Neuronale Verbindungen, die nicht mehr benötigt werden, bauen somit ab, weniger Transmitterstoff wird freigesetzt: „use it or lose it“<sup>122</sup>, gilt hier, Platz für neue Lerninhalte will geschaffen sein.

Der LTD kommt so ebenso eine wichtige Funktion für das Lernen zu, möglicherweise auch, was das Umlernen anbelangt<sup>123</sup> - nur ist sie noch bei weitem nicht so detailliert wie die LTP untersucht<sup>124</sup>. Eine besondere Funktion beim Umlernen könnte hier wiederum dem cAMP response element und Bindungsproteinen zukommen, die laut Markowitsch das ‚Überspielen‘ nicht gebrauchter Information steuern könnten<sup>125</sup>.

Mittlerweile scheint klar zu sein, dass die durch NMDA-Rezeptoren vermittelte LTP mit einer komplexen Reihe von Veränderungen einhergeht, die schwierig zu differenzieren sind. Zum Beispiel wurde LTP auch in anderen Teilen des ZNS nachgewiesen, wo sie jedoch durch andere Mechanismen vermittelt wird<sup>126</sup>, so z.B. im Cortex präfrontalis, im Cortex entorhinalis, im motorischen Cortex, im visuellen Cortex, dem Thalamus und der Amygdala<sup>127</sup>.

Wahrscheinlich ist also, „dass Erinnerungen vorübergehend im Hippocampus gespeichert werden, bis sie in ein stabileres kortikales Speichersystem transferiert

---

<sup>115</sup> Roth, Gerhard: Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 139

<sup>116</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 524

<sup>117</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 25

<sup>118</sup> Pinel, John (2007); S. 376

<sup>119</sup> ebd.; S. 376

<sup>120</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 167

<sup>121</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 525

<sup>122</sup> Becker, Nicole (2006); S. 161

<sup>123</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 108

<sup>124</sup> Pinel, John (2007); S. 377

<sup>125</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 108

<sup>126</sup> Pinel, John (2007); S. 377

<sup>127</sup> Carlson, Neil R. (2004); S. 515

werden können<sup>128</sup>. LTP ist im Hippocampus zwar am eindeutigsten nachgewiesen, jedoch scheint dieser nicht der Speicherort für das deklarative Gedächtnis zu sein<sup>129</sup>, sondern, wie oben bereits angedeutet, der assoziative Cortex. Der Hippocampus organisiert dabei die Einspeicherung, deren Umfang, Lokalisation und den Kontext von Lerninhalten<sup>130</sup>.

Innerhalb der assoziativen Teile des Cortex findet dann die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten statt, was den Vorteil hat, dass Lernen und Gedächtnis gegenüber begrenzten und lokalisierbaren Verletzungen des Gehirns relativ unempfindlich sind<sup>131</sup>. Auch wenn die Prozesse der Konsolidierung innerhalb des Neocortex momentan noch nicht genau erklärbar sind<sup>132</sup> gilt die Übertragung aus dem kurzzeitigen Informationsspeicher Hippocampus in den Neocortex als gesicherte Annahme. Besonders während des Schlafs (REM wie non-REM-Schlaf) sind hier Konsolidierungsprozesse zu beobachten: Der Hippocampus ‚füttert‘ den Neocortex während des Schlafs mit Information<sup>133</sup>.

### **3.4 Implizites und explizites Lernen**

Die Fülle der zahlreichen Lernvorgänge, die für den Erwerb neuer Leistungen von Bedeutung sind<sup>134</sup>, kann, wie bereits in der Einleitung angesprochen, hinsichtlich des Bewusstseinsgrades unterteilt werden<sup>135</sup>. Unbewusstes oder implizites Lernen betrifft dabei die Aneignung von Fertigkeiten und Gewohnheiten, Priming, Kategorisieren bzw. Regelextraktion sowie die einfacheren Formen des Lernens. Bewusstes oder explizites Lernen dagegen bezieht sich auf Lernen von Fakten und Erlebnisinhalten (episodisches Gedächtnis), also verbalisierbares Wissen<sup>136</sup>.

Die Unterscheidung zwischen implizitem und explizitem Lernen wurde nahe gelegt, als Patienten mit Läsionen im Bereich des Hippocampus deutliche Übungseffekte zeigten, sich jedoch aber an Fakten, Erlebnisse und Personen, also z.B. den Übergang selbst nicht mehr erinnern konnten<sup>137</sup>. Bei Amnesie-Patienten wirken sich Gedächtnisstörungen hauptsächlich auf das explizite Gedächtnis, nicht jedoch aber auf das implizite, sodass Fertigkeiten wie „Schreiben und Lesen, Autofahren, Fahrradfahren und Klavierspielen unbeeinträchtigt“ bleiben<sup>138</sup>.

Da implizites und explizites Gedächtnis scheinbar getrennt verarbeitet werden und isoliert voneinander bestehen, wird von einer Dissoziation zwischen expliziter und impliziter Gedächtnisleistung gesprochen<sup>139</sup>. Es existiert kein einzelnes großes Gedächtnissystem in unserem Gehirn, sondern bestimmte Teilleistungen in weit auseinanderliegenden – aber dennoch untereinander stark vernetzten – Strukturen<sup>140</sup>.

---

<sup>128</sup> Pinel, John (2007); S. 357

<sup>129</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 111

<sup>130</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 167

<sup>131</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 52

<sup>132</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 168

<sup>133</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 117

<sup>134</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 508

<sup>135</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 129

<sup>136</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 154

<sup>137</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 530

<sup>138</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 158

<sup>139</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 197

<sup>140</sup> Buchner, Axel (2003); S. 457

Gemeinsam ist beiden Lern- und Gedächtnisarten, dass die emotionale Beteiligung während des Lernen eine wichtige Rolle spielt: die limbischen Zentren „bilden das zentrale Bewertungssystem unseres Gehirns“<sup>141</sup>. Bewertungen der Neuheit und der persönlichen Bedeutung bestimmen das Ausmaß der Erinnerungsleistung mit<sup>142</sup>. Amygdala kann gedächtnisrelevante Ereignisse emotional bewerten bzw. markieren, weil sie reich an Endorphinen und Enkephalinen ist, die sensorische Prozesse bzw. Wahrnehmungen „emotional einfärben“<sup>143</sup> (somatische Marker). Die Relevanzbestimmung seitens Amygdala bzw. des limbischen Systems wirkt sich so auf die Höhe der Erinnerungsleistung aus.

Im Folgenden sollen implizite und explizite Lernprozesse auch aus neurophysiologischer Perspektive dargestellt werden, sodass diese einen Bezugspunkt für die Erörterung des Lernens aus Sicht Michael Polanyis ermöglichen.

Dennoch will an dieser Stelle gesagt sein, dass das Gehirn zwar zwischen verschiedenen Lernarten und Gedächtnissystemen unterscheidet, wir uns aber in einer „Mischung aus verschiedenen Gedächtnissystemen“<sup>144</sup> an etwas erinnern.

### **3.4.1 Implizites Lernen und Gedächtnis**

Implizites Lernen bezeichnet den „Erwerb von motorischen und sensorischen Fähigkeiten“, die wesentlich ohne Bewusstsein ständig verfügbar sind<sup>145</sup>. Auch wenn assoziatives und nichtassoziatives Lernen bei Aplysia beschrieben werden kann, so sind diese impliziten Lernprozesse beim Menschen dennoch wesentlich komplizierter, neben dem Kleinhirn ist meist auch Amygdala beteiligt<sup>146</sup>.

Für implizite Lernvorgänge ist mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht die Langzeitpotenzierung im Hippocampus von Nöten, weil amnestische Patienten deutliche Übungseffekte zeigen. Dieses Lernen kann besser durch Vorgänge kortikaler Reorganisation beschrieben werden: bei dieser kortikalen Reorganisation verändert sich durch eine bestimmte Erfahrung oder Übung die Strukturierung, Form oder Lage einer Cortexregion, die einer bestimmten sensorischen oder motorischen Funktion zugeordnet ist<sup>147</sup>. So können Reize der gleichen Modalität neu bzw. anders verarbeitet und wahrgenommen werden<sup>148</sup>. Erfahrung oder Übung verändern die neuronalen Karten und die Hirnstruktur somit funktionell. Langzeitpotenzierung und –depression innerhalb der Areale des Neocortex (aber nicht im Hippocampus!), erhöhte Dichte von Spines, längere Dendriten und Axone, vermehrte Aktivität in Gliazellen und ein veränderter Gehirnstoffwechsel werden hierfür als Ursachen angesehen<sup>149</sup>.

Cortikale Reorganisation kann durch intensive Übung erreicht werden, bei der über mehrere Stunden am Tag an aufeinander folgenden Tagen trainiert wird<sup>150</sup>, wobei eine hohe Motivation nötig ist, ohne die eine cortikale Reorganisation ausbleiben

---

<sup>141</sup> Roth, Gerhard (2006): Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?; S. 52

<sup>142</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 160 f.

<sup>143</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 135

<sup>144</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 209

<sup>145</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 50

<sup>146</sup> ebd.; S. 51

<sup>147</sup> Elbert, Thomas; Rockstroh, Brigitte (2003); S. 689

<sup>148</sup> ebd.; S. 695

<sup>149</sup> ebd.; S. 688

<sup>150</sup> ebd.; S. 690

würde. Sie aktiviert nämlich auch dopaminerge Bahnen aus dem ventralen Tegmentum, die bereits ausführlicher geschildert wurden<sup>151</sup>.

Für die These, dass hauptsächlich Vorgänge der kortikalen Reorganisation beim impliziten Lernen ablaufen, spricht auch, dass sich implizites Können langsam und stetig entwickelt: bis die Stärken zwischen den zahlreichen Synapsen fein abgestimmt sind und neuronale Repräsentationen passend moduliert, vergeht viel Zeit bzw. Praxiserfahrung<sup>152</sup>.

Auch Pinel hält es für wahrscheinlich, dass „die Fähigkeit des Neocortex, seine Repräsentationen verschiedener Reiz- und Reaktionskategorien je nach Erfahrung rasch auszudehnen oder zu verkleinern, [...] einer der neuronalen Mechanismen des sensomotorischen Lernens“, also mitunter impliziten Lernens sein könnte. Entweder durch Verstärkung und Hemmung bereits existierender Verbindungen oder durch das Ausbilden neuer Verbindungen entstehen Prozesse neuronaler Reorganisation<sup>153</sup>.

Im Folgenden sollen Vorgänge beschrieben werden, die speziell beim Regel-, Wahrnehmungslernen und Priming auftreten. Beim Induktions- bzw. Regellernen werden bei beispielhafter Erfahrung allgemeine Regeln der erfahrenen Phänomene extrahiert<sup>154</sup>. Die allerelementarste Form dieses Regellernens sind bedingte und konditionierte Reflexe, die vom Kleinhirn gesteuert werden<sup>155</sup>, wo beispielsweise die Regel „B folgt auf A“ zwischen zwei Ereignissen A und B gelernt wird.

Doch bei komplexeren Regeln bzw. beim Einordnen in Kategorien scheint der präfrontale Cortex eine wichtige Rolle zu spielen: Über dichte Verbindungen zwischen präfrontalem und temporalen Cortex werden Regeln und Grenzen nach unten zum anterioren, inferioren temporalen Cortex übermittelt. Dieses Zusammenspiel von Frontalhirn und Temporalhirn ist aus der Sicht Manfred Spitzers für das Lernen von Kategorien und Regeln verantwortlich<sup>156</sup>. Allgemeine Regeln werden vor allem durch vielfaches Üben gelernt, was ohne LTP im Hippocampus möglich ist<sup>157</sup>.

Ein Beispiel für die Regelextraktion ist das Sprachenlernen bei Säuglingen und Kleinkindern, die die grammatische Struktur von Sprache extrahieren können. Werden Sätze in einer künstlichen Sprache konstruiert, z.B. ABA oder ABB (ga ti ga, ta na na) können die Säuglinge im Versuchstest unterscheiden, ob neue Silben in derselben oder einer anderen Struktur dargeboten wurden. Wurde ihnen längere Zeit ABA dargeboten, so wandten sie sich nicht etwa Sprachstrukturen wie z.B. „wu fe wu“ zu, sondern neugierig „wu fe fe“ zu. 15 der 16 Säuglinge zeigten hier eine deutliche Präferenz für die Sätze der jeweils neuen Form, was bedeutet, dass Säuglinge schon mit sieben Monaten allgemeine Strukturen lernen können<sup>158</sup>. Um also die passenden Regeln lernen zu können, müssten die Säuglinge eine Vielzahl an richtigen Beispielen aus der Umwelt dargeboten bekommen<sup>159</sup>. Denn das neu-

---

<sup>151</sup> Elbert, Thomas; Rockstroh, Brigitte (2003); S. 697

<sup>152</sup> Spitzer, Manfred (2006); S. 39

<sup>153</sup> Pinel, John (2001); S. 449

<sup>154</sup> Dierkes, Meinolf (2001); S. 21 f.

<sup>155</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 199

<sup>156</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 93

<sup>157</sup> ebd.; S. 24

<sup>158</sup> ebd.; S. 70 f.

<sup>159</sup> ebd.; S. 42



ronale Netzwerk enthält weder Zuordnungsregeln noch Rechenvorschriften, sondern lernt aus Beispielen<sup>160</sup>.

Beim Wahrnehmungslernen, z.B. dem Lernen des Spiegelschrift-Lesens wird die Interaktionsschleife Striatum-Thalamus-Cortex aktiv, wobei sich die Aktivierung in unterschiedlichen Arealen des Cortex im Laufe des Lernfortschritts verändert. Wenn bestimmte visuelle Erregungsmuster immer wieder auftreten, so sind die Neuronen auf diese Strukturen stärker vorbereitet<sup>161</sup>. Neben Striatum und Thalamus scheinen auch die sekundären sensorischen Areale, in diesem Fall der sekundäre visuelle und inferotemporaler Cortex, eine wichtige Rolle beim Wahrnehmungslernen zu spielen<sup>162</sup>. Dies führt dazu, dass unsere Wahrnehmung „durch die Brille unseres Gedächtnisses“ geschieht<sup>163</sup>, weil bereits vorhandene Repräsentationen wiederholt aufgerufen werden.

Ähnlich der Vorgang beim Priming: hier kann aufgrund einer Lernhilfe implizites Wissen wiederholt angewandt bzw. reproduziert werden<sup>164</sup>. Vor allem Temporal- und Okzipitalcortex dürften hierfür von Bedeutung sein, die Hippocampusformation jedoch nicht, da Priming auch bei total amnestischen Patienten auftritt. Frühere Erfahrungen hinterlassen somit Spuren<sup>165</sup>, die bei Konfrontation mit dem Gedächtnismaterial oder verwandtem Kontext wieder aktualisiert werden können<sup>166</sup>. Je nach Modalität des vorbereitenden Reizes zeigen sich Veränderungen im auditorischen, somatosensorischen oder visuellen Cortex<sup>167</sup>.

### **3.4.2 Explizites Lernen und Gedächtnis**

Im Gegensatz zum impliziten Lernen werden beim expliziten Lernen Daten und Wissen bewusst erworben<sup>168</sup>. Einerseits Ereignisse aus der eigenen Biographie, andererseits Fakten, die in Form von Begriffen abgelegt sind, werden registriert, aufgenommen und gespeichert<sup>169</sup>. Für beide Formen verbalisierbarer und bewusster Erinnerung ist die Langzeitpotenzierung innerhalb der Hippocampus-Formation mitverantwortlich<sup>170</sup>, die wie bereits angesprochen, als „Organisator des deklarativen, d.h. bewusstseinsfähigen Gedächtnisses“<sup>171</sup> fungiert.

Bei der Einspeicherung im episodischen Gedächtnis, sofern es sich um sprachliches Material handelt, ist meist der linke dorsolaterale Frontalcortex aktiviert, auch benachbarte Brodmann Areale 46 und 47 sind beteiligt. Werden autobiographische Daten abgerufen, wird bevorzugt im rechten dorsolateralen und medialen Frontalcortex aktiviert<sup>172</sup>. Folglich werden stärker affektbesetzte, episodische Informationen vorwiegend rechtshemisphärisch, neutrales Welt- und Allgemeinwis-

---

<sup>160</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 55

<sup>161</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 147

<sup>162</sup> Pinel, John (2007); S. 369

<sup>163</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 147

<sup>164</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 153

<sup>165</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 118 f.

<sup>166</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 532

<sup>167</sup> ebd.; S. 532 f.

<sup>168</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 50

<sup>169</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 532

<sup>170</sup> Buchner, Axel (2003); S. 455 f.

<sup>171</sup> Roth, Gerhard (2006): Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?; S. 51

<sup>172</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 532

sen dagegen vorwiegend linkshemisphärisch gespeichert<sup>173</sup>, schlussfolgert Markowitsch. Auch laut Buchner ist der Abruf semantischer Information stärker links-lateralisiert, wogegen der Abruf episodischer Informationen im Bereich des präfrontalen Cortexes sich eher rechts-lateralisiert<sup>174</sup> zeigt. Neben der Enkodierung bzw. Markierung im Hippocampus ist somit der Frontalcortex von großer Bedeutung für das Erinnern der eigenen Biographie.

Werden dagegen Fakten oder Begriffe gelernt, so ist vor allem der linke inferiore Temporallappen involviert<sup>175</sup>. Schädigungen im Temporallappen, vor allem im Bereich des medialen, in dem sich auch der Hippocampus befindet, führen daher zu massiven Gedächtnisproblemen beim Einspeichern neuer Ereignisse und Fakten. Bei Frontallappenschädigung wird folglich ein stärkerer Verlust von episodischem als semantischem Gedächtnis verzeichnet.

Der Vorteil einer Beteiligung zahlreicher Strukturen bei der Einspeicherung und graduellen Konsolidierung expliziter und impliziter Gedächtnisinhalte liegt hierbei darin, dass „die Möglichkeiten kombinatorischer Plastizität“ verstärkt werden, „eine bessere Kategorisierung von Information und damit eine kohärentere, effektivere und sparsamere Konstruktion der Welt“ entstehen<sup>176</sup>. Umlernen und Verfeinern von Handlungen ermöglichen erst das flexible Anpassen an die Gegebenheiten der Umwelt.

### **3.5 Bezug zu Polanyi: Parallele Signalverarbeitung und Regelextraktion**

Michael Polanyis Vorstellungen über implizite Integrationen und implizites Lernen beruhen darauf, dass wir die mehreren Elementen gemeinsame Bedeutung erst dann erschließen können, wenn wir, ihrer im Hintergrundbewusstsein bewusst, sie als Gesamtheit betrachten<sup>177</sup>. Kann hier ein Bezug zur Neurobiologie der Bedeutungszuweisung und Informationsrepräsentation hergestellt werden?

Dies kann insoweit bejaht werden, als das (Gestalt-)Bindungs- und Umfeldproblem bei der visuellen Wahrnehmung durch die Hierarchie der parallelen Signalverarbeitung erklärt werden kann. Anstatt eines Neurons für ein bestimmtes Objekt feuern bestimmte Merkmalsneuronen in parallelen Bahnen für Farben, Form, Tiefe und Bewegungen gleichzeitig bei der Wahrnehmung einer visuellen Szene. Dieses gleichzeitige Zusammenfassen und Synchronisieren von Merkmalen zeigt sich effektiv und ermöglicht höchste Flexibilität bei der Bewältigung komplexer Eindrücke<sup>178</sup>.

Information entsteht so in einer „stark parallel-seriell vernetzten Repräsentationsstruktur“. Repräsentationen, „die netzwerkartig und teilweise hierarchisch, teilweise seriell miteinander verschaltet sind“, hält auch Markowitsch für wahrscheinlich<sup>179</sup>. Cortikale Areale interagieren simultan über sequentielle und parallele Schaltwege miteinander. „Diese Interaktionen müssen dabei nicht immer vordergründig logisch

---

<sup>173</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 102

<sup>174</sup> Buchner, Axel (2003); S. 455 f.

<sup>175</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 532

<sup>176</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 112 f.

<sup>177</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 125

<sup>178</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 39 f.

<sup>179</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 107

erscheinenden Prinzipien folgen, sondern können sogar chaotisch oder paradox wirken“<sup>180</sup>.

Polanyis Vorstellungen können hier deshalb an der Neurologie der Wahrnehmung angeknüpft werden. Auch er vermutet ein simultanes Hintergrundbewusstsein aller Einzelheiten für die Integration, und nicht ein nach-und-nach Fokussieren der Einzelelemente: die Einzelelemente des Bildes, wie Farbe, Form und Tiefe werden parallel und unbewusst verarbeitet, in den bewussten Fokus gerät das Objekt selbst.

Ebenso kann Polanyis Struktur im übertragenen Sinne kann Anwendung finden: Umweltereignisse und neuronale Prozesse sind isoliert bedeutungsfrei, kein Aktionspotential hat für sich Bedeutung, sondern nur im Gesamtkontext parallel feuernder Säulen und Karten<sup>181</sup>. Gerhard Roth sieht so „kein Auskommen in der Neurophysiologie ohne die nicht-physikochemischen Begriffe „Bedeutung“ und „Bewertung“<sup>182</sup>.

Wahrnehmen heißt für Polanyi aber auch, Regeln zu extrahieren, das Allgemeine hinter der sich verändernden Wirklichkeit erkennen, wobei er nicht davon ausgeht, dass dieses Allgemeine konstruiert, sondern natürlich sei<sup>183</sup>. Radikale Konstruktivisten würden hier vehement das Gegenteil beteuern, doch Gerhard Roth bestätigt Polanyi insoweit, als es ein „tiefer Irrtum“ sei, „dass Konstruktivität des Gehirns zugleich eine freie Erfindung von Bewertungskriterien bedeutete“. Dann sei keine sinnvolle Orientierung in oder an der Umwelt mehr möglich. Die Kriterien der Bewertung der sensorischen Erregung seien zwar auch aus individueller Auseinandersetzung mit der Umwelt entstanden aber immer noch angeboren, so z.B. die Arbeitsweise des Sinnesorganes oder die Beschaffenheit und Grobverknüpfung der sensomotorischen Zentren<sup>184</sup>. Insofern, als die Umwelt die Gesamtheit von Bedingungen repräsentiert, unter denen ein Organismus überleben muss, schränke diese den Spielraum möglicher Interpretationen stark ein<sup>185</sup>. Denn „Lernen ist für das Gehirn stets Lernen am Erfolg oder Misserfolg eigenen Handelns“<sup>186</sup> in der Umwelt, so Roth.

Aber kann auch der Gedanke des impliziten Lernens als Regelextraktion seitens der Neurologie erklärt bzw. bestätigt werden? Manfred Spitzer bejaht dies, unsere Gehirne seien ‚Regelextraktionsmaschinen‘. Er stellt sich den Vorgang so vor, dass neuronale Netze zunächst Ausnahmen und dann die Regel lernen, also bei den ersten Beispielen zunächst überregularisieren und schließlich die Regel und die Ausnahmen beherrschen. Dies sieht er durch die Modifikation von Synapsenstärken im Netzwerk ermöglicht, die langsam in Abhängigkeit von den Lernerfahrungen verändert werden können<sup>187</sup>. Wie oben angesprochen, greifen hier Mechanismen der kortikalen Reorganisation in der Großhirnrinde: „Unser Gehirn ist – abgesehen vom Hippocampus, der auf Einzelheiten spezialisiert ist – auf das Lernen von Allgemeinem aus. Dieses Allgemeine wird aber nicht dadurch gelernt, dass wir allge-

---

<sup>180</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 112

<sup>181</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 366 f.

<sup>182</sup> ebd.; S. 369

<sup>183</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 147

<sup>184</sup> Roth, Gerhard (1996): Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses; S. 362 f.

<sup>185</sup> ebd.; S. 364

<sup>186</sup> ebd.; S. 148

<sup>187</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 73

meine Regeln lernen. – Nein! Es wird dadurch gelernt, dass wir Beispiele verarbeiten und aus diesen Beispielen die Regeln selbst produzieren“<sup>188</sup>.

Ebenso argumentiert Polanyi auf philosophischer Ebene: “practical wisdom is more truly embodied in action than expressed in rules of action”, “Connoisseurship, like skill, can be communicated only by example, not by precept”<sup>189</sup>, “mathematical theory can be learned only by practicing its application: its true knowledge lies in our ability to use it”<sup>190</sup>. „Fast alles, was wir gelernt haben, wissen wir nicht. Aber wir können es“<sup>191</sup>, folgert Spitzer. Hier würde Polanyi bezüglich der Begriffe zwar nicht zustimmen, weil für ihn auch implizites Wissen Wissen darstellt, da es zum erfolgreichen Handeln führt und diagnostizierbar ist<sup>192</sup>, aber abgesehen davon wäre die Aussage in seinem Sinne: „we can know more than we can tell“<sup>193</sup>.

Seitens der Neurobiologie können also durchaus einige bestätigende Argumente für die Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polanyis gefunden werden, die seine Auffassung, vor allem in Bezug auf das Wahrnehmungslernen und die Regelextraktion stützen.

#### **4. Lernen aus der Sicht der Musikpädagogik: Das Klavierspiel**

Im folgenden Teil wird das Lernen eines Musikinstrumentes, insbesondere das Erlernen des Klavierspiels, näher beleuchtet. Hier können implizite und explizite Lernvorgänge exemplarisch dargestellt werden, und bereits Perspektiven für implizites Lernen bzw. Üben im Instrumentalunterricht gegeben werden.

Das Instrumentalspiel gilt wegen seiner zahlreichen Anforderungen häufig als eine der beachtlichsten menschlichen Leistungen, weil Musiker „jeden Aspekt von Körper und Geist in einem einzigartigen Zusammenspiel vereinen, Athletik mit Intellekt, Gedächtnis, Kreativität und Emotionalität“<sup>194</sup> – ein immenser Aufwand für das Gehirn. Für die Erarbeitung virtuosen Spiels im Zusammenhang mit der Entwicklung einer musikalischen Vorstellung (Audiation) wird eine umfangreiche Begabung als notwendig angesehen: Bastian stellte in Biographie-Studien fest, dass Konzentrationsfähigkeit, Zielstrebigkeit, tägliches Üben, Einfühlungsvermögen, Willenskraft und Phantasie wichtige Begleiter einer Musikerkarriere sind<sup>195</sup>.

Der Musiker ist dabei zeitlebens damit beschäftigt, sich sein Instrument immer mehr eigen zu machen, einzuverleiben, um seine musikalische Vorstellung, das Ziel seines Handelns, nahezu direkt verwirklichen zu können. Polanyi stellt sich den Vorgang so vor: das Spielen selbst, die Fingerbewegungen, laufen im Hintergrundbewusstsein ab, weil das Instrument in den Körper involviert wird<sup>196</sup>, während der Fokus der Konzentration auf der zu spielenden Musik selbst liegt. “Our subsidiary awareness of tools and probes can be regarded now as the act of making them form a part of our own body”<sup>197</sup>.

---

<sup>188</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 76

<sup>189</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 54

<sup>190</sup> Polanyi, Michael (1983); S. 17

<sup>191</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 59

<sup>192</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 12

<sup>193</sup> Polanyi, Michael (1983); S. 4

<sup>194</sup> Jourdain, Robert (2001); S. 253

<sup>195</sup> vgl. Bastian, Hans Günther (1989); in: Ribke, Wilfried (1993); S. 547

<sup>196</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 60

<sup>197</sup> ebd.; S. 58

Aber was wird überhaupt gelernt, wenn man ein Instrument spielen lernt?<sup>198</sup>. Sicher ist, dass explizites Wissen über Musik, so z.B. Notenkenntnis und musikgeschichtliche Fakten ohne implizites Verstehen der musikalischen Verläufe und des künstlerischen Ausdrucks sinnlos bleibt<sup>199</sup>, denn instrumentale Lernprozesse mobilisieren nicht nur intellektuelles Denken, sondern auch die Bewegungsmotorik und Gefühlswahrnehmung<sup>200</sup>. Um Musik zu machen, benötigen wir deshalb das gesamte Gehirn<sup>201</sup>. Motorik, Rhythmik, Melodie, Harmonie, Emotion – alles spielt sich gleichzeitig ab.

Dafür haben sich jedoch keine eigenen neuronalen Mechanismen herausgebildet, sondern unser Gehirn nutzt vorliegende Verarbeitungsprinzipien<sup>202</sup>, so z.B. die parallele Signalverarbeitung, damit es den komplexen Anforderungen des Instrumentalspiels gerecht werden kann.

Besonders auf das motorische Lernen als Form des impliziten Wissenserwerbs, soll im Folgenden eingegangen werden. In diesem Bereich des Instrumentallernens lässt sich der Bezug zur Wissenstheorie Polanyis sehr deutlich zeigen.

Was die Motorik anbelangt, so gehört das Musizieren in die Sparte der „differenzierten und feinen Bewegungen der Gliedmaßen (Arm, Finger, Hand), mit denen Objekte manipuliert und bewegt werden“<sup>203</sup>.

Das Spielen eines Instrumentes gilt aber insofern als besonders, als die Finger isoliert arbeiten und auch gegensinnige Bewegungen in beliebigen Finger- bzw. Gelenkkombinationen ausführen. Auch ungleichartige Finger müssen hier hinsichtlich der Kompliziertheit, Schnelligkeit und Kraft gleichwertige Aufgaben übernehmen<sup>204</sup>.

#### **4.1 Motorisches Lernen und motorisches Gedächtnis**

Motorisches Lernen kann als eine „Veränderung beobachtbaren Verhaltens“ oder auch als ein Erwerb von Fertigkeiten definiert werden. Der Begriff bezieht sich auf das gesamte menschliche Bewegungsrepertoire, wobei die Spannbreite dieses Repertoires „von der Konditionierung eines Reflexes bis zum Erwerb hochkomplexer Bewegungssequenzen wie beispielsweise Klavierspielen“ reicht. Motorisches Lernen ist zwar Bestandteil impliziter Lernarten<sup>205</sup>, wird aber gerade bei komplexen Bewegungsformen meist von einer mentalen Bewegungsvorstellung und somit von einer bewussten bzw. kognitiven Komponente begleitet<sup>206</sup>.

Roth schlägt hier vor, unterschiedliche Willkürbewegungen auf einem Kontinuum zwischen Automatisierung und höchster Konzentriertheit anzunehmen, wo Klavierspiel, je nach Könnensstand weiter rechts oder links angesiedelt werden müsste<sup>207</sup>. Einerseits benötigt ein Pianist automatisierte Handlungsabläufe<sup>208</sup>, andererseits

---

<sup>198</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 195

<sup>199</sup> ebd.; S. 207

<sup>200</sup> Müller-Bech, Werner (1991); S. 1

<sup>201</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 313

<sup>202</sup> Illert, Michael (1993); S. 639

<sup>203</sup> ebd.; S. 639

<sup>204</sup> Spitzer, Manfred (2005); S. 298

<sup>205</sup> Konczak, Jürgen (2003); S. 669

<sup>206</sup> Sloboda, John (1987); S. 220

<sup>207</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 444

<sup>208</sup> ebd.; S. 443

aber auch höchste Konzentration, um die Bewegungen dem momentanen emotionalen Ausdruck anzupassen.

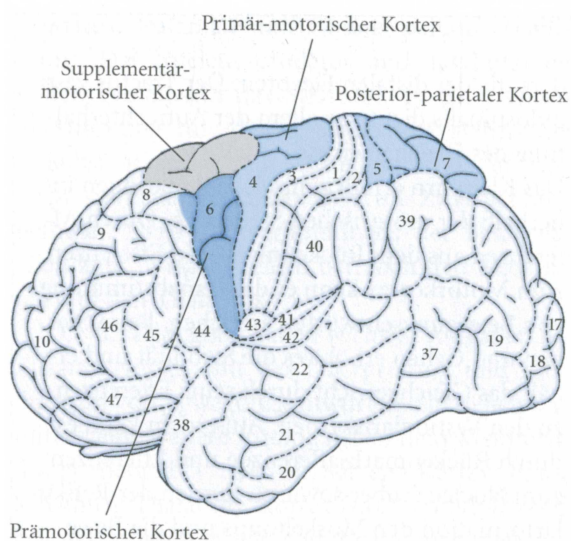
Motorisches Lernen wird vom motorischen System geleistet, dass die Vorbereitung und Steuerung von motorischen Aktionen und Reaktionen übernimmt<sup>209</sup>. Klavierspielen bringt die Leistungsfähigkeit des motorischen Systems (Feinmotorik) des Menschen an seine Grenzen, da für Virtuosenwerke 15-20 unterschiedliche Einzelereignisse pro Sekunde mit jeder Hand gleichzeitig und unabhängig voneinander erzeugt werden<sup>210</sup>.

Die Bedeutung der einzelnen Bestandteile des motorischen Systems, wie z.B. des primären und sekundären Motorcortexes (s.Abb.11), des Kleinhirns und der Basalganglien, die diese komplexen Bewegungen in Zusammenarbeit leisten können, soll hier aufgezeigt werden.

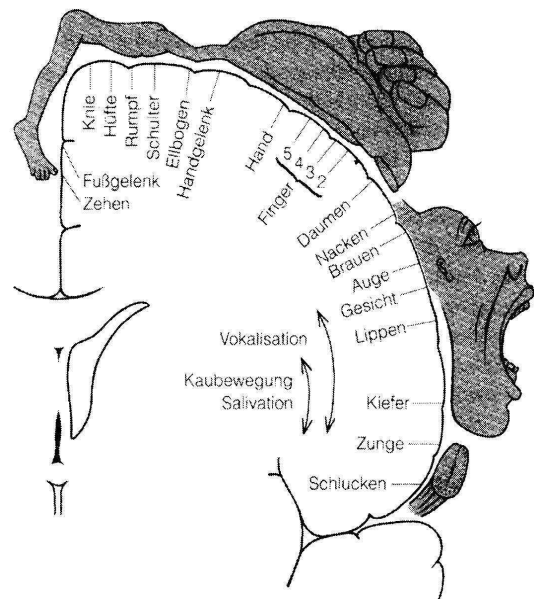
Der primäre Motorkortex (s.Abb.12) bildet die Körpermotorik kontralateral ab, alle willkürlichen Körpermuskeln sind im Gyrus praecentralis angeordnet. Handgelenk, Hand, Finger und Daumen finden sich dabei im außen liegenden Gyrus praecentralis<sup>211</sup>. Wird dort ein kleiner Bereich elektrisch gereizt, können bis zu 12 Muskeln zucken: „Es gibt dort keine Stelle, die beim Spielen von Arpeggios oder Trillern oder auch nur beim Anschlagen des mittleren C Aktivität zeigt“.

212

213



**Abbildung 11: Areale des motorischen Systems nach den Bezeichnungen von Brodman**



**Abbildung 12: Motorischer Homunculus; Hände und Finger nehmen wegen der stark ausgeprägten Feinmotorik große Bereiche ein**

Die einzelnen Neuronen im primären motorischen Cortex tragen jeweils Teilinformationen einer komplexen Bewegung<sup>214</sup>, sie kodieren Kraftentwicklung, Geschwindigkeit und Beschleunigung<sup>215</sup> sowie die Bewegungsrichtung<sup>216</sup>.

<sup>209</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 442

<sup>210</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 302

<sup>211</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 445

<sup>212</sup> Schandry, Rainer (2006); S. 214

<sup>213</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 447

<sup>214</sup> Jourdain, Robert (2001); S. 262

<sup>215</sup> Muellbacher, W. (2001); S. 20

Die Höhe der Entladungen der Neuronen codiert dabei die Kraftmenge, die für die Bewegung des entsprechenden Körperteils eingesetzt wird, während die Richtung, in der die Neuronen einer kortikalen Säule verstärkt feuern, der Bewegungsrichtung entspricht, in der sich ein Muskel bevorzugt bewegen lässt<sup>217</sup>. Diejenigen Neuronen, die die Muskeln steuern und Bewegungen berechnen, arbeiten ohne die Kenntnis von Differentialgleichungen, bedrohlichen Schwingungen und Dämpfungsfaktoren<sup>218</sup>, sondern über motorisches Lernen passten sie sich immer mehr an die gewollte Zielhandlung an. Neuronen im primären Motorcortex sind deshalb beim motorischen Lernen und beim Ausführen gelernter Sequenzen gleichermaßen aktiviert, da es sich dort um die gleichen motorischen Elemente handelt<sup>219</sup>.

Schon die Kontrolle jeder einzelnen Fingerbewegung ist hier von der Aktivität eines ganzen Netzwerks von Neuronen abhängig, das weit über das Hand-Areal des primären motorischen Cortexes verteilt und nicht auf ein „Finger-Areal“ beschränkt ist<sup>220</sup>. Nach Schädigung des primären motorischen Cortexes können Patienten deshalb Körperteile, z.B. Finger, nicht mehr unabhängig voneinander bewegen<sup>221</sup>. Die Funktion des primären Motorcortex ist somit die unmittelbare Vorbereitung und Auslösung einer Bewegung<sup>222</sup>.

Neurone des dorsolateralen prämotorischen Cortex steuern dann komplexere Aktivitäten der Rumpfmuskulatur sowie der rumpfnahen Muskeln der Gliedmaßen und des Kopfes, vor allem in Reaktion auf äußere visuelle oder akustische Reize<sup>223</sup>.

Der dorsolaterale prämotorische Cortex hat eine wichtige Rolle bei der Ausführung motorischer Sequenzen unter bewusster Kontrolle, und ist deshalb nur bei Ausführung der neu gelernten Sequenz in frühen Stadien motorischen Lernens aktiv<sup>224</sup>. Er ist zuständig für die Steuerung zwischen Arm, Hand und Auge. Die Entscheidung für eine willentliche Bewegung fällt dort aufgrund sensorischer Informationen, die aus Projektionen des posterioren parietalen Assoziationscortex stammen<sup>225</sup>. Hier geben Sensoren in der Haut (Druck, Faltung, Verformung), im Muskel (Länge, Spannung der Faser) und im Gelenk (Gelenkwinkel) sensorisches Feedback<sup>226</sup>. Da im posterioren parietalen Cortex zusätzlich Raum und Bewegung wahrgenommen werden, können Handlungen in Bezug auf Objekte geplant werden bzw. die Wahrnehmung von Objekten kann direkt in eine Handlung, die jene einbezieht, münden. Der posteriore parietale Cortex ermöglicht dort einen nahtlosen Übergang von Perception und Aktion<sup>227</sup>. Dies ist bei Pianisten, die gut im Blattlesen sind, von Nöten: Bereits der Anblick von Noten enthält sozusagen die Information über die Bewegungen bzw. das richtige Greifen der in die Tasten.

Für die Planung und Programmierung von Bewegungen, die von internen Zielen motiviert sind, hat dann das prä-supplementäre motorische Areal (SMA) eine wich-

---

<sup>216</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 448

<sup>217</sup> Mainzer, Klaus (1997); S. 44 f.

<sup>218</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 325

<sup>219</sup> Pinel, John (2007); S. 274

<sup>220</sup> Pinel, John (2001); S. 241

<sup>221</sup> ebd.; S. 243

<sup>222</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 448

<sup>223</sup> ebd.; S. 448

<sup>224</sup> Pinel, John (2007); S. 274

<sup>225</sup> Pinel, John (2001); S. 239

<sup>226</sup> Illert, Michael (1993); S. 641

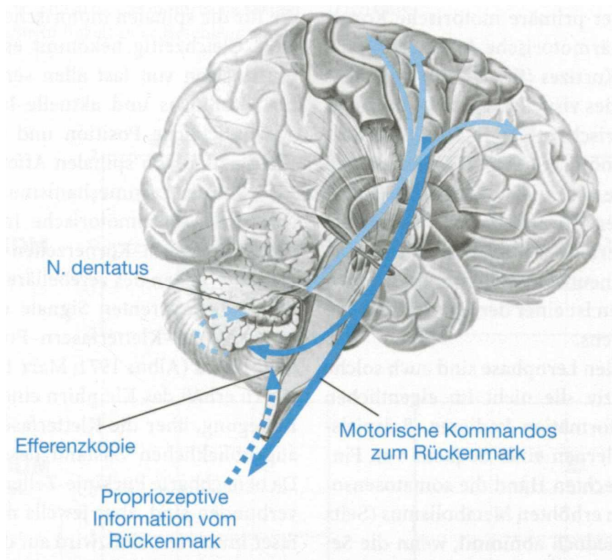
<sup>227</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 451 f.

tige Bedeutung<sup>228</sup>. Hier läuft das Bewegen weitgehend unabhängig von sensorischen Reizen als automatisierter Vorgang ab<sup>229</sup>.

Von besonderer Bedeutung speziell für das motorische Lernen scheint das Kleinhirn (Cerebellum) zu sein. Es erhält Eingänge aus dem motorischen und prämotorischen Cortex und ist für die Feinmotorik und deren glatten und richtigen Ablauf zuständig.

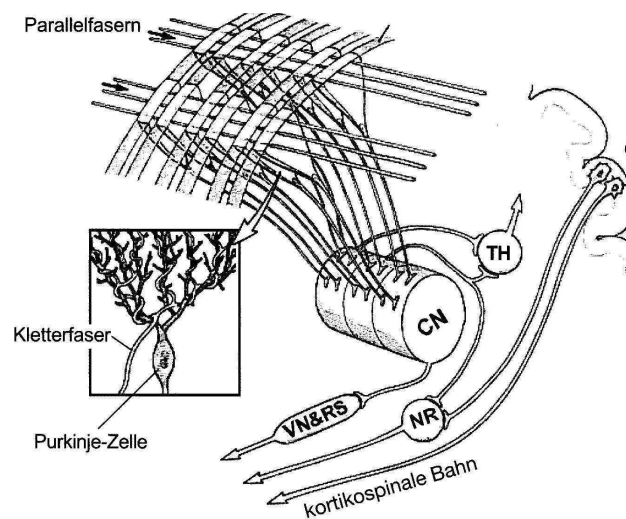
Über die Moosfasern weiß es genauestens über die Stellung des Kopfes, des Körpers und den Zustand der Muskeln, Sehnen und Gelenke<sup>230</sup> Bescheid. Vom Cortex erhält es darüber hinaus eine Kopie der motorischen Kommandos (Efferenzkopie)<sup>231</sup> und vergleicht sie mit sensorischem Feedback (closed loop Lernen)<sup>232</sup> (s. Abb. 13). Über die intralaminären Kerne ist es indirekt mit Striatum und assoziativem Cortex verbunden<sup>233</sup>, und gibt dort Feedback<sup>234</sup> über die Reibungslosigkeit bzw. Glätte der motorischen Handlung<sup>235</sup>.

236



**Abbildung 13: Reziproke Verbindungen des Kleinhirns und der Großhirnrinde**

237



**Abbildung 14: Schematische Darstellung der Parallel- und Kletterfasern im Kleinhirn**

Da die Moosfasern dem Kleinhirn eine Kopie der geplanten Bewegung geben, und das Cerebellum über einen zweiten Pfad, nämlich die unteren Olive-Kletterfasern-Purkinje-Zellen (s. Abb. 14) Informationen über den Zustand des Bewegungsapparates bekommen, können OK- oder Fehlersignale gegeben werden, die dann an motorische und präfrontale Anteile des Cortex projiziert werden<sup>238</sup>. So wird das

<sup>228</sup> Pinel, John (2001); S. 240

<sup>229</sup> Pinel, John (2007); S. 274

<sup>230</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 458

<sup>231</sup> Konczak, Jürgen (2003); S. 673 f.

<sup>232</sup> Illert, Michael (1993); S. 642

<sup>233</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 460

<sup>234</sup> Konczak, Jürgen (2003); S. 673 f.

<sup>235</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 460

<sup>236</sup> Konczak, Jürgen (2003); S. 675

<sup>237</sup> ebd.; S. 674

<sup>238</sup> ebd.; S. 673 f.



zeitliche Sequenzieren einer motorischen Handlung und das Abstimmen bzw. Glätten ihrer Abfolge im Kleinhirn realisiert<sup>239</sup>.

Werden motorische Reaktionen in ihrer Abfolge optimal koordiniert und eingeübt, dann können sie im Kleinhirn zunehmend automatisiert werden und damit bei Ausführung weniger Energie benötigen<sup>240</sup>. Das Kleinhirn steuert deshalb ballistische Bewegungen, die einmal angestoßen automatisch ablaufen und entscheidend für virtuoses Spiel sind, vor allem, weil das Kleinhirn zusätzlich speziell die feinen Handbewegungen überwacht<sup>241</sup>. Deshalb ist es beim Ausüben neu zu lernender Sequenzen aktiver als bei der Ausführung bekannter Abschnitte<sup>242</sup>.

Auch bei der reinen Bewegungsvorstellung ist das Kleinhirn aktiv beteiligt<sup>243</sup>, weshalb es oft als eine Art motorisches Arbeitsgedächtnis gesehen wird.

#### **4.1.1 Üben und Können: unterschiedliche neurophysiologische Korrelate**

Während das Kleinhirn für Willkürbewegungen, die bereits eingeübt wurden und nach Initiierung selbstständig ablaufen (open loop)<sup>244</sup>, zuständig ist, sind die Bahnen zwischen Cortex und Basalganglien für geplante und bewusst gesteuerte Bewegungen wichtig.

Die kontralateralen Basalganglien erhalten Projektionen aus dem präfrontalen, orbitofrontalen und anterioren cingulären Cortex, dem motorischen Cortex, dem prämotorischen und supplementär motorischen Cortex<sup>245</sup>. Wenn neue Bewegungen oder richtige Reaktionen im Verlauf von Übungen gelernt und abgespeichert werden, sind die Basalganglien ebenfalls von Bedeutung<sup>246</sup> - unter anderem passen sie die gesamte Körperhaltung des Musizierenden über lange Sequenzen an<sup>247</sup>. Hier ist ein gradueller Lernfortschritt von Versuch zu Versuch zu beobachten<sup>248</sup>, der jedoch bei Parkinson Patienten, bei denen eine Störung in den Basalganglien vorliegt, nicht festgestellt werden kann<sup>249</sup>.

Festzuhalten bleibt, dass die Rückkopplung aus Handlung, Empfindung und erneuter Handlung für motorisches Lernen verantwortlich ist: Im parietalen Cortex treffen Körper- und Umweltsignale ein, motorische Pläne werden entwickelt und in Zusammenarbeit von kortikalen (primärer und sekundärer motorischer Cortex) und subkortikalen Zentren (z.B. Basalganglien) ausgeführt. Diese motorischen Pläne werden dann über Feedback und Koordinationsprozesse (Kleinhirn) wiederum verändert und angepasst<sup>250</sup>.

„Während der Anfangsstadien des motorischen Lernens wird jede einzelne Reaktion unter bewusster Kontrolle ausgeführt. Dann, nach viel Übung, werden einzelne Reaktionen in kontinuierliche, integrierte Handlungssequenzen organisiert, die glatt

---

<sup>239</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 462

<sup>240</sup> ebd.; S. 460

<sup>241</sup> ebd.; S. 462

<sup>242</sup> Pinel, John (2007); S. 274

<sup>243</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 461

<sup>244</sup> Illert, Michael (1993); S. 644

<sup>245</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 463

<sup>246</sup> Markowitsch, Hans-Joachim (2005); S. 103

<sup>247</sup> Jourdain, Robert (2001); S. 266

<sup>248</sup> Pinel, John (2001); S. 244

<sup>249</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 468 f.

<sup>250</sup> Jourdain, Robert (2001); S. 273

ablaufen und über sensorisches Feedback ohne bewusste Regulationsprozesse korrigiert werden“<sup>251</sup>.

Zu Anfang führt motorisches Lernen zwar zu einer raschen Verbesserung des Bewegungsablaufes, diese wird dann aber von einer länger andauernden Konsolidierungsperiode gefolgt. Vor allem im primären Motorkortex nimmt nach 4-wöchigem Training die Größe der Aktivitätszonen zu, was für eine erfahrungsabhängige Reorganisation während langsameren motorischen Lernens spricht<sup>252</sup>.

Dafür sind anschließend nach dem Üben weniger Energien nötig: die Aktivität im Frontallappen verringert sich mit zunehmender Bewegungsautomatisation auf das primär motorische Areal, und die Aktivität des am Anfang stark einbezogenen somatosensorischen Cortex wird reduziert<sup>253</sup>. Pianisten weisen in einer Studie von Krings 2000 bei Fingerübungen eine deutlich geringere Aktivierung motorischer Areale (nicht primärer Kortex) als die Kontrollpersonen auf<sup>254</sup>.

Muellbacher geht hier davon aus, dass gerade Langzeitpotenzierung im primär motorischen Cortex eine wichtige Rolle für motorisches Lernen spielt, weil die LTP-Fähigkeit der Neuronen im hoch trainierten primären Motorcortex im Gegensatz zu einem untrainierten wesentlich herabgesetzt ist<sup>255</sup>.

Wenn etwas implizit gelernt wurde und anschließend beherrscht wird, dann geht es wie von selbst, ohne bewusste Kontrolle. Deshalb „können sich ausgebildete Pianisten auf die Interpretation eines Musikstückes konzentrieren, da sie sich nicht bewusst mit dem Drücken der richtigen Tasten beschäftigen müssen“<sup>256</sup>. Das Ziel des Übens am Klavier besteht unter anderem ja auch darin, Mitbewegungen von Fingern unterlassen zu lernen, die unnötig Energie und Konzentration verbrauchen würden<sup>257</sup>. Außerdem würde der Pianist möglicherweise durcheinander kommen, wenn er sich plötzlich auf einzelne Fingerbewegungen konzentrieren würde: “By concentrating attention on his fingers, a pianist can paralyze himself; the motions of his fingers no longer bear then on the music performed, they have lost their meaning”<sup>258</sup>. Polanyi geht hier davon aus, dass beim motorischen Lernen zunächst bestimmte Einzelheiten ins Fokalbewusstsein gerückt werden müssen: “In the exercise of a skill, we are aware of its several muscular moves in terms of the performance to which our attention is directed”<sup>259</sup>. Anschließend müssen diese einzelnen Bewegungen, um eine gemeinsame Bedeutung, hier einen harmonischen Bewegungsablauf zu erreichen, ins Hintergrundbewusstsein absinken: “We are relying on our awareness of a combination of muscular acts for attending to the performance of a skill. We are attending from these elementary movements to the achievement of their joint purpose, and hence are usually unable to specify these elementary acts”<sup>260</sup>.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass sich kein „neuroanatomisch lokalisiertes Zentrum motorischen Lernens“ im Vergleich zur Temporallappen-Hippocampus-Basis beschreiben lässt, dass aber das Kleinhirn bei impliziten Lern-

---

<sup>251</sup> Pinel, John (2007); S. 246

<sup>252</sup> Muellbacher, W. (2001); S. 23

<sup>253</sup> Pinel, John (2007); S. 272

<sup>254</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 326

<sup>255</sup> Muellbacher, W. (2001); S. 24

<sup>256</sup> Pinel, John (2007); S. 272

<sup>257</sup> Spitzer, Manfred (2005); S. 299

<sup>258</sup> Polanyi, Michael (1961); S. 146

<sup>259</sup> Polanyi, Michael (1983); S. 11

<sup>260</sup> ebd.; S. 10

vorgängen erhöhte Aktivität zeigt, weil es das Automatisieren beim Üben fördert, sodass sich die Aktivität mit dem Erreichen der Könnensphase weitgehend auf den primär-motorischen Kortex beschränkt<sup>261</sup>.

#### **4.1.2 Aktivierungseffekte zwischen auditorischem und motorischem Cortex**

Bleibt noch klarzustellen, dass rein motorisches Lernen bei Musikern offensichtlich nicht festzustellen ist<sup>262</sup>: unter anderem konnten Altenmüller et al. Aktivierungseffekte zwischen auditorischem und motorischem Cortex feststellen. Nicht-Musiker lernten zunächst, einfache melodische Tonfolgen auf dem Keyboard nachzuspielen und nach fünf Übungseinheiten zeigten sich schon zusätzliche Aktivierungen im fronto-lateralen und temporalen Cortex (Areale zur auditorischen Verarbeitung) als sie die Finger auf ausgeschaltetem Keyboard bewegten. „Dies bedeutet, dass man mit dem Erlernen der Fingerbewegungen am Instrument immer zugleich auch die damit korrespondierenden akustischen Ereignisse mitlernt“. Das Gehirn vernetzt die einzelnen Fertigkeiten so zu einer komplexen Fähigkeit<sup>263</sup>, zur Bewegung addieren sich bildhafte und emotionale Vorstellungen des Interpreten<sup>264</sup>. Diese Verknüpfung wird auch als „Musikalisches Priming“<sup>265</sup> definiert: Bestimmte Hirnregionen (auditorischer Cortex) können auch auf Reize anderer Wahrnehmungsmodalitäten (motorischer Cortex)<sup>266</sup> reagieren.

Bei gut ausgebildeten Pianisten genügt im Übrigen schon das Hören von Musik, um die motorische Gehirnrinde zu aktivieren, was Haueisen und Knösche 2001 zusätzlich feststellen konnten<sup>267</sup>.

#### **4.2 Neuroplastizität im sensomotorischen auditorischen Cortex**

Wenn wir motorisch lernen, passt sich unser Gehirn auch plastisch an die neuen technischen Anforderungen an. „Der Lernende wird verändert durch die Information“, die ihm widerfährt<sup>268</sup>.

Wenn Gehirne von Musikern untersucht werden, können diese neuroplastischen Veränderungen beobachtet werden: Die Areale der Hände im primären motorischen Cortex sind größer ausgeprägt und auch aktiver (tieferer Sulcus centralis). Außerdem ist der Unterschied zwischen rechter und linker Hand (Asymmetrie der Sulcus centralis Tiefen) wesentlich kleiner<sup>269</sup>, sodass Musiker sich in Richtung Beidhändigkeit bewegen.

Die Verstärkung der Beidhändigkeit wird auch dadurch gefördert, dass sich bei Musikern im Vergleich zu Nicht-Musikern das Corpus callosum vergrößert, weil die Verbindungsfasern zwischen den beiden Hirnhälften stärker ausgeprägt sind. Dies ist vor allem dann zu beobachten, wenn die musikalische Ausbildung bereits vor

---

<sup>261</sup> Konczak, Jürgen (2003); S. 676

<sup>262</sup> Ribke, Wilfried (1993); S. 548

<sup>263</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 80

<sup>264</sup> Ribke, Wilfried (1993); S. 548

<sup>265</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 184

<sup>266</sup> ebd.; S. 222

<sup>267</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 313

<sup>268</sup> Müller-Bech, Werner (1991); S. 4

<sup>269</sup> Jäncke, Lutz (2003): Hirnanatomische Asymmetrien; S. 630

dem siebten Lebensjahr begonnen hat. Gerade „Pianisten müssen die Arbeit der Hände sehr genau aufeinander abstimmen“ und benötigen deshalb eine besonders gute funktionale Integration zwischen rechter und linker Hand<sup>270</sup>.

Plastische Veränderungen im primär motorischen Cortex lassen sich aber schon bereits nach 5 Tagen erreichen: werden täglich 2 Stunden 5-Fingerübungen durchgeführt, vergrößert sich das Gehirnareal der Finger, wird aktiver<sup>271</sup> und auch die Synapsendichte erhöht sich in diesen Regionen<sup>272</sup>.

Der vermehrte Gebrauch eines Gliedes oder vermehrte verhaltensrelevante Stimulation eines sensorischen Bereichs führt somit zu einer Expansion der zugehörigen kortikalen Repräsentation und zu einer Schärfung der rezeptiven Felder der entsprechenden Neuronen. Eine Vergrößerung der motorischen Felder bewirkt dann folglich eine Verfeinerung der Bewegungsfähigkeit. Genauso kann auch die zeit-synchrone, verhaltensrelevante Stimulation von zwei Regionen z.B. zwei Fingern in einem Doppelgriff eine Fusion der Repräsentationen bedingen<sup>273</sup>.

Aber auch Veränderungen im auditorischen Cortex lassen sich beim motorischen Lernen am Instrument beobachten. Bei Musikern ist der auditorische Cortex um 25% größer als bei Nicht-Musikern<sup>274</sup> und auch die Reaktion auf Klaviertöne ist bei Musikern 25% stärker ausgeprägt als bei Nichtmusikern<sup>275</sup>. Die Reaktionen auf Instrumentaltöne waren dabei besonders groß, wenn das ertönende Instrument von der entsprechenden Person selbst gespielt wird<sup>276</sup>.

Somit kann neuronale Plastizität auch als ein Top-down-Prozess interpretiert werden, bei dem der Cortex die Feinstruktur funktioneller thalamischer Organisation dominiert, sozusagen durch Übung bestimmt, was er scharf sehen, hören oder fühlen möchte<sup>277</sup>.

Trotzdem sind diese plastischen Veränderungen des Gehirns nicht für immer gefestigt, sie müssen durch tägliches Training aufrechterhalten werden<sup>278</sup>. Eine Basis für ein Gedächtnis motorischer Fähigkeiten stellen hier möglicherweise die Basalganglien dar<sup>279</sup>, wobei dennoch das Prinzip „use it or lose it“ gilt, was virtuosos Können anbelangt. Praxis ist nötig, um die neuronalen Repräsentationen zu sichern. Wenn Verbindungen lange nicht benutzt werden treten, wie oben bereits angesprochen, Prozesse der Langzeitdepression ein, die Raum für Neues lassen.

### **4.3 Empfehlungen der Neurowissenschaft zum Üben eines Instrumentes**

#### **4.3.1 Wie das Gehirn übt**

Eben wurde geschildert, wie sich motorisches bzw. prozedurales Lernen und seine Ergebnisse neurologisch beschreiben lassen. Jedoch blieb die Frage unbeantwortet, wie der Lernende zu positiven Ergebnissen kommen könnte. Beim Instrumen-

---

<sup>270</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 210 f.

<sup>271</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 184

<sup>272</sup> Becker, Nicole (2006); S. 161

<sup>273</sup> Elbert, Thomas; Rockstroh, Brigitte (2003); S. 692

<sup>274</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 181

<sup>275</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 188

<sup>276</sup> Elbert, Thomas; Rockstroh, Brigitte (2003); S. 692

<sup>277</sup> ebd. S. 697

<sup>278</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 185

<sup>279</sup> ebd.; S. 199

talspiel wird dieser Vorgang des prozeduralen Lernens als "Üben"<sup>280</sup> bezeichnet, wobei hier Lernen und Ausüben untrennbar miteinander verbunden sind: wir üben das Gelernte später auch so aus, wie wir es eingeübt haben<sup>281</sup>.

Wie wichtig Üben für das Erlernen des Instrumentalspiels ist, zeigt die Expertiseforschung von Ericsson, Krampe und Tesch-Römer (1993), die zu dem Ergebnis kommt, „dass ein wirklich guter Musiker bis zum etwa 20. Lebensjahr mindestens 10.000 Stunden mit seinem Instrument zugebracht hat“<sup>282</sup>. Das Expertiselevel ist hier eine direkte Funktion der geübten Zeit<sup>283</sup>, wobei höher begabte Schüler mehr geübt hatten<sup>284</sup>. Die Begabung hatte wahrscheinlich Einfluss auf die Dauer der Übeaktivitäten, sie förderte eine stärkere Selbstmotivation, die in einer regelmäßigen, stabilen Übeaktivität resultierte<sup>285</sup>.

Kontinuierliches und langfristiges Training scheinen somit grundlegend zu sein für motorisches bzw. instrumentales Lernen<sup>286</sup>, mit einem kurzen Prozess weiser Einsicht ist der Virtuose selbst bei hoher musikalischer Begabung noch nicht gemacht<sup>287</sup> (abgesehen von musikalischen Savants und Genies).

Doch besteht hier ein grundsätzliches Problem: Da motorisches Lernen unbewusst abläuft, lassen sich schwer Patentrezepte finden, wie am besten geübt werden kann. Der Lerner wird sich seiner automatisierten Prozesse schwerlich bewusst, sodass er kaum ein ideales Training aufgrund von Übererfolgen erschließen kann<sup>288</sup>. Sicher ist, wie oben aufgezeigt, dass mehr Übung zu einer geringeren Ressourcennutzung im Gehirn bzw. zu einem geringeren Aufmerksamkeits-Bewusstsein führt<sup>289</sup>.

Nicole Becker kritisiert an dieser Stelle, dass die Befunde der Neurowissenschaften zwar für die große Bedeutung von Übung sprechen, aber unbeantwortet lassen, wie Übung am besten gestaltet wird<sup>290</sup>. Üben wird deshalb öfter mehr als eine Kunst als eine Wissenschaft angesehen<sup>291</sup>.

Entgegen der Meinung Beckers lassen sich jedoch Schlüsse aus neurowissenschaftlichen Untersuchungen für das Üben ziehen bzw. gehirngerechte Übemethoden finden.

Zunächst kann auf die Entwicklung sensomotorischer Programme geschaut werden: komplexe Bewegungen entstehen durch einfache Bewegungsprogramme, die bereits ohne die direkte Kontrolle übergeordneter Strukturen ablaufen können. Komplexe Bewegungsprogramme können somit durch Üben gebildet werden, wenn einzelne Verhaltenselemente in längere Sequenzen bzw. „chunks“ Stück für Stück integriert werden.

Für das Üben am Instrument bietet sich deshalb an, mit kleinen Einheiten, z.B. Motiven zu beginnen, dann weiter zu arbeiten an Phrasen, Abschnitten und diese schließlich zu ganzen Sätzen zu integrieren, was aber Zeit benötigt. Erst wenn

---

<sup>280</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 315

<sup>281</sup> Illert, Michael (1993); S. 640

<sup>282</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 316 f.

<sup>283</sup> Sloboda, John (2005); S. 279

<sup>284</sup> ebd.; S. 281

<sup>285</sup> ebd.; S. 283

<sup>286</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 325

<sup>287</sup> vgl. Hartogh, Theo (2005); S. 37

<sup>288</sup> Sloboda, John (1987); S. 229

<sup>289</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 187

<sup>290</sup> Becker, Nicole (2006); S. 162

<sup>291</sup> Sloboda, John (1987); S. 231

größere Bewegungseinheiten durch Übung gebildet wurden, kann deren bewusste Kontrolle reduziert werden und die Geschwindigkeit gesteigert werden<sup>292</sup>.

Ebenso wird von den Neurowissenschaften geraten, Pausen und Schlafpausen zwischen dem Üben einzulegen, weil sich, wie bereits ausgeführt, neuronale Repräsentationen im Ruhezustand reorganisieren und festigen<sup>293</sup>. Nach dem Lernen spielen sich noch weitere Verarbeitungsschritte des Gelernten ab, die zu einer Verbesserung der Lernleistung führen<sup>294</sup>. Gerade „der Hippocampus fungiert im Schlaf als Lehrer des Cortex“, sodass die „wiederholte und selektiv hippocampal beeinflusste Aktivierung zugleich aktivierter neuronaler Zustände in der gesamten Großhirnrinde während des Tiefschlafs“ die Reorganisation bzw. Konsolidierung von Gedächtnisinhalten ermöglicht<sup>295</sup>.

Aber trotz dieser Erleichterungen des Übevorgangs, zu denen die Neurowissenschaft rät, ist Üben weit davon entfernt, angenehm zu sein - um seine musikalischen Ziele zu erreichen muss sich der Übende intrinsisch motivieren<sup>296</sup>. Rein mechanisches Üben von Griffweisen, Handhaltung und Körperposition wirkt desorganisierend und auch demotivierend<sup>297</sup>, wenn nicht auch einer musikalischen Vorstellung gearbeitet wird<sup>298</sup>.

Dennoch muss an dieser Stelle angeführt werden, dass rein automatisches Üben am Instrument streng genommen nicht existiert (s. P. 4.1.2), da die gespielten Töne während des Übeprozesses mit der dazugehörigen Bewegung korreliert werden. Es entsteht eine motorisch-akustische Antizipation, die sich zu einer musikalischen Vorstellung entwickeln kann.

#### **4.3.2 Rechtshirniges Lernen, Nachahmung und mentales Training**

Kritisch zu sehen ist dabei die Ansicht, das Instrumentallernen könne stark vereinfacht werden, wenn nur die rechte Hemisphäre stärker als die linke Hemisphäre angesprochen würde<sup>299</sup>. Um die rechte Hemisphäre besser mit einzubeziehen, wird vorgeschlagen, im Unterricht möglichst lange freies Spiel ohne Noten, Nachsingen von Melodien, freies und experimentelles Improvisieren sowie nachspielendes Tun<sup>300</sup> zu praktizieren, womit danach alles leichter von der Hand ginge. Hier wird auch empfohlen, mit Gefühlen von Gangarten<sup>301</sup>, Bildvorstellungen oder Emotionen wie Trauer, Wut oder Angst im improvisierten Zwiegespräch zu arbeiten, z.B. einen regelmäßigen Triller durch flimmerndes Licht zu erklären<sup>302</sup>.

Im Zuge der Diskussion um die Lateralisation der Gehirnfunktionen, deutet sich aber an, „dass viele der nonverbalen Aufgaben durch räumlich verteilte Netzwerke und nicht durch lateralisierte fokale Netzwerke verarbeitet werden“<sup>303</sup>. Möglich ist zwar, dass die linke Hemisphäre lokale, fokale bzw. detaillierte Aspekte bevor-

---

<sup>292</sup> Pinel, John (2001); S. 255

<sup>293</sup> Müller-Bech, Werner (1991); S. 19

<sup>294</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 121

<sup>295</sup> ebd.; S. 125

<sup>296</sup> Sloboda, John (1987); S. 225

<sup>297</sup> Lewin, Kurt (1963); S. 116

<sup>298</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 90

<sup>299</sup> Wiedemann, Herbert (1985); S. 37

<sup>300</sup> ebd.; S. 77 f.

<sup>301</sup> ebd.; S. 88 f.

<sup>302</sup> ebd.; S. 94 f.

<sup>303</sup> Jäncke, Lutz (2003): Funktionale Links-rechts- Asymmetrien; S. 642

zugt, während die rechte Hemisphäre globale Verarbeitungsstrategien bevorzugt<sup>304</sup>, aber eine Aufgabenteilung lässt sich nicht ohne weiteres behaupten. „Kategorien wie Sprache, Emotion, musikalische Fähigkeit und räumliche Fähigkeit [sind] jeweils aus dutzenden von unterschiedlichen individuellen kognitiven Aktivitäten zusammengesetzt“<sup>305</sup>. Zum Beispiel ist das Planum temporale bei Musikern mit absolutem Gehör stärker linkslateralisiert als bei Nicht-Musikern, wobei viele andere musikalische Fähigkeiten jedoch stärker rechtslateralisiert sind. Diese Befunde deuten darauf hin, dass Kategorien über Lateralisierung von Funktionen wie Sprache und Musikalität viel zu grob sind<sup>306</sup>. Dies wird auch von anderen Musikpädagogen hervorgehoben<sup>307</sup>. Selbst wenn die von Wiedemann vorgeschlagenen Methoden an sich wirkungsvoll sind, so läge das wahrscheinlich nicht daran, dass die sträflich vernachlässigte rechte Hemisphäre endlich miteinbezogen wird. Auch eine Verkürzung und Erleichterung des Übeprozesses scheint ein leeres Versprechen in Anbetracht der notwendigen Zeit für Anpassungsprozesse des sensomotorischen Systems zu sein.

Im Gegensatz zum Ausgleich der Hemisphärenasymmetrie scheint die altbewährte Lernstrategie der Nachahmung durch neurowissenschaftliche Befunde eher bestärkt zu werden. Klavierspielen gehört unbestreitbar zu den Fertigkeiten, die man ohne Nachahmung nicht lernen könnte<sup>308</sup>.

Beim Nachahmen bzw. schon beim bloßen Anblick einer zielgerichteten Handlung feuern Spiegelneurone (mirror neurons) im prämotorischen Cortex. Nicht nur beim Selbst-Ausführen, sondern auch bei der Bewegungsbeobachtung sind diese prämotorischen Areale aktiv. Das Gehirn spiegelt also wider, was es sieht, und das umso stärker, je mehr das anschließende Nachahmen gewollt ist<sup>309</sup>. Diese Nachahmung konnte bis jetzt bei Joystick-Handhabung und Fingeroppositions-Bewegungen, z.B. Greifen, überprüft werden<sup>310</sup>. Ob die Aktivierung von mirror neurons bei Bewegungsbeobachtung auch auf das Klavier übertragen werden kann, wurde bis jetzt noch nicht untersucht, wobei die Vorbedingungen der Manipulation eines Objektes (das Drücken der Tastatur) und der Intentionalität der Handlung gegeben wären<sup>311</sup>. Trotzdem schließt die Imitation musikalisches Lernen noch nicht automatisch mit ein<sup>312</sup>.

Musikalisches Lernen kann mitunter durch mentales Training erreicht werden, dessen neuronale Grundlagen ebenfalls bereits untersucht wurden. Stellt sich ein Musiker die Bewegungen am Instrument im Kopf vor, so führt das schon alleine zu einer Kräftigung der betreffenden Muskeln sowie einer Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit. Denn bei der Bewegungsausführung und –vorstellung sind motorische Zentren supplementär-motorischer und prämotorischer Cortex sowie der Parietallappen beteiligt<sup>313</sup>. Neurophysiologische Erregungszustände von Bewe-

---

<sup>304</sup> Jäncke, Lutz (2003): Funktionale Links-rechts- Asymmetrien; S. 642

<sup>305</sup> Pinel, John (2007); S. 545

<sup>306</sup> Pinel, John (2001); S. 471

<sup>307</sup> vgl. Hartogh, Theo (2005); S. 35

<sup>308</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 230

<sup>309</sup> ebd.; S. 226

<sup>310</sup> ebd.; S. 227 f.

<sup>311</sup> Roth, Gerhard (2003); S. 450

<sup>312</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 203

<sup>313</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 231 f.

gungsvorstellung und Bewegungsausführung korrelieren bei einer Studie an Pianisten miteinander (Pascual-Leone et al. 1995)<sup>314</sup>.

Auch eine innere Vorstellung bestimmter Töne bzw. ein akustisches Vorstellungsvermögen ist vorhanden: In einem Experiment von Hubbard & Stoeckig (1988) erkannten Versuchspersonen den vorgespielten Akkord am schnellsten, wenn sie ihn wegen des vorherigen Hörens „noch im Ohr“ hatten<sup>315</sup>.

Außerdem kann beim Vorstellen von Melodien zusätzlich eine deutliche Beteiligung motorischer Komponenten verzeichnet werden, die durch Übung bzw. neuronale Koppelung entstand<sup>316</sup>.

Somit spricht die Neurologie dem mentalen Training einiges an Erfolg zu, weil das Gehirn auch ohne Instrument trainiert werden kann, erstens auf Grund von Aktivierung der betreffenden motorischen Areale und zweitens in Bezug auf die Verbindung von Klang- mit Bewegungsvorstellung. So können beim mentalen Training körperliche Ressourcen gespart werden und zusätzlich erfolgt eine zunehmende Integration von korrespondierenden Klang- und Bewegungsinformationen im Gedächtnis<sup>317</sup>. Dieses Zusammenwirken von akustischen und motorischen Repräsentationen bzw. Vorstellungen sind auch für das Auswendigspiel besonders wichtig, um Sicherheit zu erreichen<sup>318</sup>.

#### **4.4 Motivation für das Lernen: Kommunikation mit dem Experten**

Schließlich können neurobiologische Erkenntnisse auch für die Kommunikation im Instrumentalunterricht angewendet werden.

Zunächst gibt es hier ein Verbalisierungsproblem: Nicht nur unser implizites Wissen, sondern auch unsere Wahrnehmung lässt sich als Prozess schwer begrifflich erfassen, steht man doch vor der Schwierigkeit, einen bestimmten Moment herausgreifen zu müssen, die Bewegung gewissermaßen kurz anzuhalten<sup>319</sup>. „Rules of art can be useful, but they do not determine the practice of art; they are maxims, which can serve as a guide to an art only if they can be integrated into the practical knowledge of the art. They cannot replace this knowledge“<sup>320</sup>, Polanyis Kommentar hierzu.

Hinzu kommt, dass bei Schüler und Lehrer unterschiedliche Arten der Bedeutungserzeugung vorliegen, die zum Teil auf unterschiedlichem Vorwissen aber auch zum anderen Teil angeboren sind. Häufig treten Verständnisprobleme auf<sup>321</sup>: „Nur in dem Maße, in dem zufällig oder durch Einübung dasselbe Vorwissen und derselbe Bedeutungskontext in den Gehirnen des Sprechers und des Zuhörers, des Lehrenden und des Lernenden herrschen, entstehen auch ungefähr dieselben Bedeutungen“<sup>322</sup>, so Roth. „Dinge, die für den Lernenden neu, d.h. nicht anschlussfähig sind,

---

<sup>314</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 200

<sup>315</sup> Spitzer, Manfred (2007); S. 170 f.

<sup>316</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 199

<sup>317</sup> Ribke, Wilfried (1993); S. 548 f.

<sup>318</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 199

<sup>319</sup> Sexl, Martin (2003); S. 59

<sup>320</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 50

<sup>321</sup> Roth, Gerhard (2006): Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?; S. 55

<sup>322</sup> ebd.; S. 51



fallen durch die Gedächtnisnetze hindurch, weil sie nirgendwo Brücken zu bereits vorhandenen Wissen bilden können<sup>323</sup>.

Der Kommunikation zwischen dem Novizen und Experten sind also einige Steine in den Weg gelegt: Lehrer und Schüler verfügen über unterschiedliche Bedeutungskonstruktionen aufgrund unterschiedlichen Vorwissens, das in neuronalen Repräsentationen gespeichert ist und die Wahrnehmung beeinflusst. Der Novize muss letztlich selbst lernen, nachahmen und praktizieren, der Experte kann durch Vorführen mehr helfen als durch Worte.

Um als nachahmenswertes Beispiel zu fungieren, muss der Experte bzw. Lehrer jedoch Motiviertheit und Glaubhaftigkeit verkörpern: diese schätzt der Novize innerhalb von einer Sekunde unbewusst ein. Gesichtsausdruck, Prosodie und Körperhaltung des Gegenübers werden vom rechten temporal-parietalen Cortex, dem orbitofrontalen Cortex, dem insulären Cortex und der Amygdala verarbeitet<sup>324</sup>. Nur wenn der Novize die fachliche Autorität des lehrenden Experten anerkennt, kann er von seinem Wissen, dem er sich zunächst unwissend anvertrauen muss, profitieren.

Besonders motivierend wirken sich außerdem Verhaltenssequenzen aus, die besser als erwartet ablaufen. Schafft es der Experte zu erkennen, wie er seinem Lehrling ein Erfolgserlebnis beschere kann, läuft das Motivationssystem bei diesem auf Hochtouren (s. P. 3.2.2)<sup>325</sup>. Die Selbstbelohnung mit Opiaten kann das weitere Interesse und Explorationsverhalten fördern<sup>326</sup>, was der Experte beim Lehrling durch Beraten, Evaluieren und Rückmelden anstoßen kann<sup>327</sup>.

#### **4.5 Bezug zu Polanyi: Distal- und Fokalbewusstsein beim Virtuosen**

In einer Studie mit 24 amerikanischen Pianisten zeigte Sosniak (1989), dass die besten Klavierstudenten weniger technische Übungen als die anderen vollführt hatten und auch weniger musikalische Eltern gehabt hatten: die Überzeit nutzen sie häufig zur Entdeckung des Instruments durch Improvisation und Experimente.

Außerdem verschaffte ihnen ein hohes Maß an Lob seitens der Familie große Motivation<sup>328</sup>.

Instrumentales Lernen scheint so, wie das implizite Integrieren bei Polanyi, von der Konzentration auf die musikalische Vorstellung (distaler Fokus) und der Einverleibung einzelner technischer Elemente aufzubauen. Zuviel willentliche Steuerung führt beim Instrumentalspiel häufig zu Verkrampfungen oder Bewegungsblockaden<sup>329</sup>, weil sie die Aufmerksamkeit auf einzelne Aspekte wie z.B. spezielle Finger- oder Handbewegungen lenkt.

Motorisches Lernen verlangt also einen Fokus auf ‚höhere Ziele‘ wobei aber im Hintergrundbewusstsein Unterziele, die für das Globalziel, z.B. das musikalische Gestalten einer Phrase im Tempo, erfüllt werden müssen. Trotzdem sind instru-

---

<sup>323</sup> Roth, Gerhard (2006): Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?; S. 57

<sup>324</sup> ebd.; S. 53

<sup>325</sup> Spitzer, Manfred (2003); S. 177 f.

<sup>326</sup> ebd.; S. 181

<sup>327</sup> Neuweg Georg Hans (2004) ; S. 387 f.

<sup>328</sup> Sloboda, John (2005); S. 270

<sup>329</sup> Wiedemann, Herbert (1985); S. 81 f.

mentaltechnische Gewohnheiten und Automatismen der Bewegungsabfolge erst einzuüben, um als Material für ein gewolltes Ziel fungieren zu können<sup>330</sup>.

Beim Üben, also der instrumentalen Praxis, werden zunächst alle Bewegungsschritte einzeln vollzogen und bewusst mit allen betroffenen Sinnen wahrgenommen<sup>331</sup>, bis dieses Wissen in das Unterbewusstsein absinkt<sup>332</sup>. Musiker benötigen Bewegungsstudien, Analyse von Spielbewegungen sowie das mentale Durchdringen der Musik: "an alteration of analysis and integration leads progressively to an ever deeper understanding of a comprehensive entity". "A skill too is improved by alternate dismemberment and integration, [...] pianists [...] profit from motion-studies, followed by a skilful incorporation of the isolated motions into a complete performance"<sup>333</sup>. Polanyi betont an dieser Stelle ebenfalls, dass diese Lernvorgänge und das Erreichen von Expertise graduell ablaufen, was auch seitens der Neurobiologie bestätigt werden kann<sup>334</sup>: "The assimilation of a tool, a stick or a probe to our body is achieved gradually, as its proper use is being learned and perfected. The more fully we master the use of an instrument, the more precisely and discriminatingly will we localize at the farther end of it the stimuli impinging on our body while grasping and handling the instrument"<sup>335</sup>.

Anschließend geschieht Musizieren zwar bewusst, die einzelnen Detailvorgänge sind dann jedoch aufgrund ihrer Komplexität und Geschwindigkeit nicht mehr bewusstseinsfähig bzw. fokalbewusst. Sie müssen intuitiv erfasst werden, damit das Werk organisch ausgeführt werden kann<sup>336</sup>. Klaus Holzkamp stemmt sich hier zwar dagegen, dass diese Fortschritte als Lernen bezeichnet werden könnten, weil sie ja inzidentuell, unabsichtlich, nicht auf bewusst problemlösende Art und Weise ablaufen<sup>337</sup>, doch kann ein musikpädagogischer Begriff musikalischen Lernens nicht auf unbewusste Aspekte musikalischen Lernens verzichten, so Musikpädagoge Beckers<sup>338</sup>.

Auch aus Polanyis Sicht sind gerade das unbewusste Lernen und Fokussieren eines Zieles ein großer Trumpf für den impliziten Lernprozess an sich, weil dieser so spielerischer und experimenteller ablaufen kann. Der Virtuose brilliert dadurch, dass er eher passiv empfindet als aktiv plant, dass er sich auf übergeordnete Ebenen der musikalischen Wahrnehmung, z.B. der Melodie, Ausdruck und Tempo konzentriert, die Bewegungen aber entstehen lässt<sup>339</sup>.

Aus dieser Sichtweise lassen sich wiederum neue Erkenntnisse für das Üben finden. Zunächst kann es sinnvoll sein, den Kontext des Lernens zu variieren, ein ähnliches Problem auf unterschiedliche Stellen anzuwenden, um dekontextualisiertes Detailkönnen zu vermeiden<sup>340</sup>. Weder die Kenntnis der grammatischen Regeln der Musik, wie z.B. die Harmonielehre<sup>341</sup> noch das ausschließliche Üben von Etüden können den Kontext eines musikalischen Werkes simulieren, Arbeit an Stücken mit ähnlichen Schwierigkeitsanforderungen ist somit von Vorteil.

---

<sup>330</sup> Sloboda, John (1987); S. 220

<sup>331</sup> Illert, Michael (1993); S. 647

<sup>332</sup> Wiedemann, Herbert (1985); S. 62

<sup>333</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 125

<sup>334</sup> Spitzer, Manfred (2006); S. 39

<sup>335</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 128

<sup>336</sup> Müller-Bech, Werner (1991); S. 17 f.

<sup>337</sup> Beckers, Erich (2005); S. 2

<sup>338</sup> ebd.; S. 9

<sup>339</sup> Jourdain, Robert (2001); S. 283

<sup>340</sup> Sloboda, John (1987); S. 227

<sup>341</sup> Müller-Bech, Werner (1991); S. 1

Weiterhin kann ein distaler Fokus erreicht werden, indem die rhythmischen, melodischen und artikulatorischen Parameter vereinfacht werden, also z.B. Vorhalte, Ornamente und zusätzliche Noten reduziert werden<sup>342</sup>, sodass die große musikalische Linie stärker zu Tage tritt und als Gesamtheit empfunden werden kann.

Aber neben dem intuitiven Lernen eines Instruments sind auch Vernunft und Denken von Bedeutung im Lernprozess: die Integration benötigt die Analyse. Fingersätze, Phrasierungen müssen geplant, harmonische Abläufe durchdacht sein, um größere Einheiten auszumachen, Details wollen sorgfältig realisiert sein<sup>343</sup>.

Dieses objektive, strukturelle Bewusstsein ist nötig, um die Gestalt der Musik zu verstehen, jedoch sollte dahinter auch das intentionslose Zuhören entstehen können<sup>344</sup>. Eine Einheit zwischen Ratio und Intuition bzw. Denken und Fühlen sind somit unerlässlich für das künstlerische Instrumentalspiel<sup>345</sup>, der Musiker muss wachsam hören, und trotzdem locker geschehen lassen<sup>346</sup>.

Ist diese Expertise nun lehrbar? Dass Expertise nicht unbedingt eines Lehrers bedarf zeigt das Beispiel zahlreicher autodidaktischer Jazzmusiker<sup>347</sup>. Louis Armstrong besaß z.B. lange Zeit kein eigenes Blasinstrument, sondern lieh sich in vielen Blues Bands immer wieder Instrumente zum Spielen und Improvisieren aus<sup>348</sup>, „training on the job“ war sein Weg zu Lernen. Ein hohes Expertiselevel ist also ohne Anleitung auch zu erreichen<sup>349</sup>.

„Sprachliche Winke kann man bekommen, um das Üben kommt man doch nicht herum, und in diesem Prozeß des Übens dehnen wir unseren Bereich des Erfahrungswissens immer weiter aus, indem wir die Fähigkeit nutzen, Ähnlichkeiten in unseren Handlungen mit denen anderer und in der uns umgebenden Wirklichkeit wahrzunehmen, das heißt, Analogien zu bilden“<sup>350</sup>. Diesen impliziten Lernvorgang kann man also niemanden abnehmen, ihn deshalb auch nur schwer äußerlich beeinflussen, was im kommenden Punkt zu diskutieren sein wird.

Expertise scheint auch aus Sicht der Musikpädagogen selbst schwer zu vermitteln zu sein. Sloboda beklagt hier „I do not know how one could teach children to see structures“<sup>351</sup>. Vielmehr komme laut Sloboda dem musikalischen Umfeld große Bedeutung zu, in der jedes Mitglied der Kultur durch das Hören eine stillschweigende Antizipationsfähigkeit erwirbt (tacit expertise), die dann wesentlich leichter in aktivem Musizieren münden kann<sup>352</sup>.

Feststeht jedenfalls, dass musikalische Expertise, in technischer wie in emotionaler Hinsicht<sup>353</sup> große Entwicklungszeiten in Anspruch nimmt<sup>354</sup>. Zusätzlich zu jahrelanger Übung müssen aber auch Grundvoraussetzungen wie die Existenz einer musikalischen Kultur, häufiger Kontakt mit dieser Musik im Lebensumfeld, Existenz ei-

---

<sup>342</sup> Wieland, Renate; Uhde, Jürgen (2002); S. 56 f.

<sup>343</sup> ebd.; S. 215

<sup>344</sup> ebd.; S. 226 f.

<sup>345</sup> ebd.; S. 214 f.

<sup>346</sup> ebd.; S. 224

<sup>347</sup> Sloboda, John (1987); S. 231

<sup>348</sup> Sloboda, John (2005); S. 252

<sup>349</sup> ebd.; S. 253

<sup>350</sup> Sexl, Martin (2003); S. 71

<sup>351</sup> Sloboda, John (2005); S. 247

<sup>352</sup> ebd.; S. 248

<sup>353</sup> ebd.; S. 256

<sup>354</sup> ebd.; S. 285

ner normalen emotionalen Reaktionsfähigkeit und die Chance, diese Emotionen zu erfahren, gegeben sein<sup>355</sup>.

Wenn Expertise dann einmal erreicht wird, kann sie aber als hauptsächliche Variante impliziten Wissens nicht in Form von Worten weitergegeben werden<sup>356</sup>. Dafür ist es aber umso zuverlässiger, weniger anfälliger für Fehler<sup>357</sup>:

„Im Konzert [...] ist mein Intellekt völlig ausgeschaltet“, so die Worte des Pianisten Murray Perashia, der auch um die Vorteile impliziter Repräsentationen weiß<sup>358</sup>.

## **5. Aus Sicht des Managements: Lernen in Organisationen**

### **5.1 Wissen, Organisation, organisationales Lernen**

Bevor näher betrachtet werden kann, wie der Lernbegriff auf Organisationen angewandt wird, muss aufgezeigt werden, worin Besonderheiten organisationalen Lernens bestehen. Aufgrund des Lernens im Kollektiv ergeben sich im Gegensatz zum oben behandelten individuellen Lernen neue Lernvoraussetzungen und -prozesse, die unter anderem von Gruppendynamik und sozialem Druck beeinflusst werden<sup>359</sup>. Festgehalten werden kann, dass kollektiv geteiltes Wissen durch strukturparallele Handlungsweisen, also ähnliche kognitive und kommunikative Aktivitäten in vergleichbaren Situationen zustande kommt<sup>360</sup>.

Trotz dieser Unterschiede zwischen individuellem und kollektivem Lernen wurde organisationales Lernen häufig anhand allgemeiner Lerntheorien, so z.B. anhand der behavioristischen (Cyert & March) oder der kognitivistischen Lerntheorie untersucht, die sich zunächst am individuellen Lernen orientiert hatten. Auch die Wissens- und Erkenntnistheorie Michael Polanyis findet auf beiden Lernebenen Beachtung.

Um aber den Unterschieden zwischen individueller und kollektiver Wissensaneignung gerecht zu werden, sollen die Begriffe Organisation und organisationales Wissen im Folgenden zunächst genauer eingegrenzt werden.

#### **5.1.1 Was ist eine Organisation?**

In der meisten Literatur zum Wissensmanagement in Organisationen wird dem Begriff Organisation selbst weniger Aufmerksamkeit geschenkt als dem organisationalen Handeln. Doch wie definiert sich eine Organisation als solche? Argyris beschreibt, dass durch Maßnahmen zur gemeinsamen Entscheidungsfindung, durch Vertreter, die die Vollmacht haben, für die Gesamtheit zu handeln und durch das Festlegen von Grenzen zwischen der Gesamtheit und dem übrigen Umfeld Organisationen gebildet werden<sup>361</sup>. Für die Gesellschaft regeln Organisationen überindividuelle und grundlegende Bedürfnisse wie Produktion und Konsum, übernehmen aber auch Sozialisationsaufgaben<sup>362</sup>.

---

<sup>355</sup> Sloboda, John (2005); S. 260

<sup>356</sup> Roth, Gerhard (2006): Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?; S. 58

<sup>357</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 182

<sup>358</sup> Wiedemann, Herbert (1985); S. 35

<sup>359</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 85

<sup>360</sup> Hug, Theo (2003); S. 31

<sup>361</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 24

<sup>362</sup> Wiater, Werner (2007); S. 89

Ihre Identität gewinnen Organisationen unter anderem durch die gemeinsam erlebte Gesichte, vergangene Erfolge und Verluste, Archivaufzeichnungen, Intranet und Kundenmeinungen<sup>363</sup>. Durch die Vielfalt der Mitglieder ergeben sich für das Verhalten von Organisationen große Spielräume<sup>364</sup>, weshalb Organisationen Regeln bedürfen, die die wesentlichen Abläufe und Identität der Organisation bestimmen<sup>365</sup>. Das Umfeld einer postindustriellen Gesellschaft, die Service und Wissen hoch bewertet, erfordert von Organisationen die kreative Integration und Kombination vorhandenen Wissens und die Entwicklung neuer Ideen und Problemlösungen<sup>366</sup>. Deshalb ist die heutige Organisation umso mehr auf verlässliche Kommunikationssysteme und das Internet angewiesen<sup>367</sup>. Nicht ohne Grund verbringen Manager bis zu 80 Prozent ihrer Zeit mit dem Aufarbeiten, Suchen und Weiterleiten von Informationen, indem sie die neuen Medien benutzen<sup>368</sup>: „Managers are inundated with information from all sides, with too rapid changes“<sup>369</sup>. Die hohe Bedeutung der Wissensarbeit konnte auch Quinn (1992) in einer Studie belegen, wo der Wettbewerbsvorteil einer Organisation auf wissensbasierte Fähigkeiten und Know-how rückzuführen war<sup>370</sup>.

### **5.1.2 Wissen: wichtigste Ressource der Organisation**

Wissen stellt für die heutigen Organisationen einen ökonomisch hohen Wert dar, es wird deshalb häufig als die „neue Form des Kapitals“ bezeichnet<sup>371</sup>. Wissen kann zunächst als eine Verknüpfung von Aussagen angesehen werden, für die eine Begründung gegeben wird, die ein wissenschaftlich anerkanntes Prüfverfahren durchlaufen hat<sup>372</sup>. Schreyögg besteht hier auf wissenschaftlichen Normen der systematischen Naturbeobachtung, Rationalität, Widerspruchsfreiheit, Überprüfbarkeit und Logik<sup>373</sup>, die für „objektives Wissen“ gelten sollen. Jedoch ist fraglich, ob dieser Wissensbegriff auf heutige Organisationen übertragbar ist, die unter starkem Zeit- und Konkurrenzdruck stehen<sup>374</sup>.

Nonaka und Takeuchi, zwei führende japanische Forscher im Bereich der Entwicklung organisationalen Wissens, definieren Wissen deshalb anders: Sie sehen Wissen als einen dynamischen menschlichen Prozess, bei dem persönliche Vorstellungen über die Wahrheit dargelegt werden, was sich bei den einzelnen Personen wiederum in Bedeutungszuweisungen und Handeln niederschlägt<sup>375</sup>. Information selbst gilt bei ihnen als ein Medium oder Material für Bildung von Wissen, erst die Verbindung mit den Vorstellungen eines Menschen, also eine subjektive Bedeutungszuweisung, erzeugt dann Wissen<sup>376</sup>.

---

<sup>363</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 12

<sup>364</sup> ebd.; S. 48

<sup>365</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 24

<sup>366</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 61

<sup>367</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 536

<sup>368</sup> Büchel, Bettina; Raub, Steffen (2001); S. 518

<sup>369</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 47

<sup>370</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko (2001); S. 491

<sup>371</sup> Schreyögg, Georg (2002); S. 4

<sup>372</sup> ebd.; S. 7

<sup>373</sup> Hug, Theo (2003); S. 19

<sup>374</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 539 f.

<sup>375</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 70

<sup>376</sup> ebd.; S. 70 f.

Von Wissen wird hier also gesprochen, wenn Daten und Informationen Eingang in die Denkstruktur des Menschen gefunden haben und aus diesen Bedeutungen, Werteinsichten und Handlungsweisen ausgehen<sup>377</sup>. Durch das subjektive Verstehen und Zurechtlegen von Informationen entsteht Wissen, das laut Nonaka und Takeuchi trotz des Ausbleibens wissenschaftlicher Überprüfung, innerhalb von Unternehmen Handlungsrelevanz hat.

Sie sehen Erfahrungswissen (griech. „doxa“)<sup>378</sup> als eine wichtige Ressource einer Organisation an: Erfahrung bzw. individuelle Handlungskompetenz in einem spezifischen Arbeitsbereich ergibt sich meist aus der Summe vieler erlebter Situationen. Es gründet auf den Kompetenzen einzelner Individuen und bleibt an diese und deren Handlungen gebunden, kann aber durch sprachliche Darstellung, z.B. Daumenregeln, oder auch die Erzählung von Fallbeispielen teilweise übertragen werden<sup>379</sup>. Die Versprachlichung fällt deshalb schwer, weil Wissen innerhalb eines situativen Kontextes vorhanden ist und sinnliche Wahrnehmungsprozesse einer Vielzahl von Faktoren beteiligt sind, die niemals vollständig explizit gemacht werden können. Höchstens könnten sie durch Formen metaphorischen Zeigens angedeutet werden<sup>380</sup>.

Somit kann Wissen innerhalb von Organisationen nicht einfach übertragen werden, sondern muss wegen seiner subjektiven und kontextspezifischen Natur<sup>381</sup> „im Gehirn eines jeden Lernenden neu geschaffen werden“<sup>382</sup>.

Diese personale Komponente des Wissens macht Organisationen oft zu schaffen<sup>383</sup>, weshalb sie häufiger an der Verarbeitung neuer Informationen, weil klarer kalkulierbar, anstatt der Generierung von Erfahrungs- oder stillschweigendem Wissen arbeiten: „The uncoded is left to mythology“<sup>384</sup>.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass organisationales Wissen zu einem wichtigen Teil „im Kopf einzelner Mitglieder“, in deren Aktionen, Entscheidungen, Maßnahmen, Plänen und materiellen Objekten enthalten ist<sup>385</sup>. Organisationales Wissen, auch systemische Expertise genannt, ist jedoch auch in intelligenten Operationsweisen und Organisationsstrukturen enthalten; es zeigt sich deshalb in vielen Gesichtern<sup>386</sup>, sei es in Regeln, sozialen Zwängen, Abläufen, Gewohnheiten oder Führungsstrukturen<sup>387</sup>.

## **5.2. Theorien zum organisationalen Lernen**

Im kommenden Punkt werden nun einige Theorien zum organisationalen Lernen aufgeführt, die stillschweigendes organisationales Wissen vorwiegend ausblenden und Michael Polanyis Begriff des tacit knowledge außer Acht lassen.

---

<sup>377</sup> Wiater, Werner (2007); S. 16

<sup>378</sup> Hug, Theo (2003); S. 17 f.

<sup>379</sup> Sexl, Martin (2003); S. 65

<sup>380</sup> ebd.; S. 67

<sup>381</sup> Nonaka, Ikujiro ; Toyama, Ryoko (2001); S. 493

<sup>382</sup> Roth, Gerhard (2006): Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?; S. 49

<sup>383</sup> Büchel, Bettina; Raub, Steffen (2001); S. 519

<sup>384</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 21

<sup>385</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 27 f.

<sup>386</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 23

<sup>387</sup> Wiater, Werner (2007); S. 25 f.

### **5.2.1 Definitionen zum organisationalen Lernen**

Der Begriff des organisationalen Lernens wird häufig durch einen Lernvorgang der Mitglieder definiert<sup>388</sup>, die sich Wissen aneignen und dieses in Diskussionen mit anderen Mitgliedern offen besprechen und teilen<sup>389</sup>, sodass dann die gesamte Organisation Wissen erwirbt: „Organizations learn only through individuals who learn. Individual learning does not guarantee organizational learning. But without it no organizational learning occurs“<sup>390</sup>.

Wie das generelle Ziel, nämlich die Übertragung des individuell erworbenen Wissens, sei es nun kognitiver, kultureller oder praktischer Natur<sup>391</sup>, auf Gruppen- oder Organisationsebene, erfüllt werden kann<sup>392</sup>, wird in zahlreichen Theorien unterschiedlich angegangen. Oft rekurren die Theorien auf Interaktionszyklen, die Beobachtung, Reflexion des beobachteten Verhaltens und anschließende Handlung als grundlegenden Ablauf des Wissenstransfers auf die Gruppe betrachten. Hier gäbe es zahlreiche Modelle, wie z.B. erfolgreiche Kollegen oder Vorgesetzte, von denen andere Organisationsmitglieder lernen können<sup>393</sup>. Dennoch stellt sich das Problem, dass Mitglieder über unterschiedliches Vorwissen und Realitätsauffassungen verfügen, die ein Lernen am Modell erschweren<sup>394</sup>. Außerdem birgt Nachahmungslernen die Gefahr, dass die Mitglieder sich gegenseitig im Verhalten kopieren und dadurch etablierte Prozesse die Suche nach Neuem erschweren<sup>395</sup> und dadurch ein Kreativitätsleck entsteht<sup>396</sup>.

Alles in allem scheint organisationales Lernen somit einen komplexer Prozess, eine Gradwanderung zu sein, deren generelles Ziel die Akquisition, Verteilung und die Aufbewahrung neuen Wissens innerhalb des Unternehmens ist<sup>397</sup>.

### **5.2.2 Behavioristisches Modell**

Im behavioristischen Modell zum organisationalen Lernen werden die Theorien Watsons und Skinners auf Organisationen übertragen: die Reize sind dabei extern bzw. außerhalb der Organisation anzusiedeln, die Reaktion wird als adaptives Lernen der Organisation interpretiert. So kann eine Organisation beispielsweise durch externe Schocks, z.B. den Einbruch des Absatzes lernen, dass sie sich in Zukunft nicht auf eine einzelne Produktparte konzentrieren sollte. Dieser Ansatz wurde von March & Simon 1956 initiiert, und von Cyert & March 1963 fortgeführt<sup>398</sup>.

Die Organisation wird dort als eine „black box“ gesehen, die mit konstantem und variierenden Input aus der Umwelt zurechtkommen und sich daran ausrichten muss, Wissen kommt ausschließlich von außen<sup>399</sup>.

---

<sup>388</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 537

<sup>389</sup> Dierkes, Meinolf (2001); S. 25

<sup>390</sup> Senge, Peter (1990); S. 139

<sup>391</sup> Pawlowsky, Peter; Forslin, Jan; Reinhardt, Rüdiger (2001); S. 777

<sup>392</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 75

<sup>393</sup> Dierkes, Meinolf (2001); S.19

<sup>394</sup> ebd. S. 24 f.

<sup>395</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 543

<sup>396</sup> Scherer, Klaus R.; Tran, Véronique (2001); S. 380

<sup>397</sup> Bücherl, Bettina; Raub, Steffen (2001); S. 519

<sup>398</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 66 f.

<sup>399</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 7

Über das Stimulus-Response Modell lernen Organisationen somit nur, indem Reiz-Reaktions-Zusammenhänge abgespeichert werden und bei neuen Entscheidungen mitbedacht werden<sup>400</sup>. Hauptziel ist die Anpassung organisationaler Regeln und Standardprozesse an die "Regeln der Umwelt"<sup>401</sup>.

Starbuck und Hedberg beschreiben in einer Studie vier mögliche Lernsituationen einer Organisation, die sich unterschiedlich auf das organisationale Lernen auswirken. Hatten die Unternehmen mäßigen Erfolg, so zeigten sie erhöhte Risikobereitschaft und Experimentierfreude, die vermutlich zum Erfolg führenden Handlungen wurden zu Standardabläufen erhoben. Dauerhafter Erfolg führte dagegen zu einer Art Kompetenzfalle: die Bereitschaft der Mitglieder, umzulernen bzw. auf Warnsignale in der Umwelt zu achten, machte einem Verharren in vertrauten Denk- und Handlungsmustern sowie einer größeren Unaufmerksamkeit Platz<sup>402</sup>. Im Gegensatz zur Konservierung organisationaler Realität zog mäßiger Verlust die Aufmerksamkeit auf mögliche Problemstellen und deren Lösungen, und erhöhte die Reflexionsbereitschaft der Mitglieder. Krisen und potentielle Gefahren schufen dort Möglichkeiten für das Lernen und konnten die etablierte Unternehmensauffassung widerlegen<sup>403</sup>.

Direkt negativ wirkte sich erst dauerhafter Verlust aus, der oft in einem Mangel an Motivation und Selbstvertrauen, einem Abzug von Experten endete. Manchmal konnte an dieser Stelle aber auch ein rettendes, radikales Umlernen verzeichnet werden<sup>404</sup>. Schocksituationen können den Vorteil haben, dass sie Handeln bzw. die Kritik am Status quo fördern, das Verschließen der Augen vor der Realität verhindern: „Disaster situations enable us to approach our concept differently, no longer in terms of ‚blocking‘ reality“<sup>405</sup>.

Der Nachteil dieses behavioristischen Modells besteht darin, dass es nicht erklärt, warum Organisationen auch ohne externen Schock oder Reiz auf eine völlig unbekannte, neue Art und Weise handeln können<sup>406</sup>. Ein Positivbeispiel hierfür wäre die Firma IKEA, die aufgrund von Kreativitätsnormen die Wiederholung eines Erfolgsmodells verbietet und ähnlich wie japanische Unternehmen das „daily-learning-at-work“, die kontinuierliche Verbesserung am Arbeitsplatz fordert<sup>407</sup>.

### **5.2.3 Systemtheoretische und kognitionspsychologische Perspektive**

In der Systemtheorie werden Organisationen nicht mehr als black-box, sondern als offenes System definiert. Die Organisation sieht sich mit großen Mengen Informationen konfrontiert, die innerhalb der Organisation selektiert und dekomplexifiziert werden müssen<sup>408</sup>. Organisationales Lernen wird deshalb als ein „problem-solving

---

<sup>400</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 66

<sup>401</sup> ebd.; S. 67

<sup>402</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 34

<sup>403</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 548

<sup>404</sup> Starbuck, William H.; Hedberg, Bo (2001); S. 339

<sup>405</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 35

<sup>406</sup> Starbuck, William H.; Hedberg, Bo (2001); S. 330 f.

<sup>407</sup> ebd.; S. 337

<sup>408</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 68



potential of social systems“<sup>409</sup> gesehen, also die Fähigkeit zur Problemlösung durch Analyse der Umweltdaten<sup>410</sup>.

Erfolgreiches Lernen beruht hier auf einer stimmigen Interpretation der Umweltsituation, vorrangiges Ziel ist, die Komplexität von Informationen zu reduzieren und sie auf ihre Richtigkeit hin zu überprüfen<sup>411</sup>.

Wiederum tut sich ein Nachteil auf: die Entstehung bzw. Generierung neuen Wissens findet keinen Platz, sondern vielmehr die Verarbeitung äußerer Informationen. Diese führt jedoch nicht zwangsweise zu einer adäquaten Formulierung und Sicherung des Wissens, geschweige denn zu einer Anwendung dieses Wissens<sup>412</sup>.

Was die kognitive Perspektive anbelangt, so fokussiert sie, ähnlich wie die Systemtheorie darauf, dass die Organisation die Umwelt durch Lernvorgänge besser versteht und einschätzt<sup>413</sup>. Dieses Lernen vollzieht sich jedoch nicht alleine durch adäquate Informationsverarbeitung, sondern auch durch eine Konsensbildung unter den unterschiedlichen Realitätsinterpretationen der Mitglieder. Die Organisationsmitglieder werden als „interpreters of reality“, also realitätskonstruierende Individuen gesehen, deren Handlungen subjektive Normen, Strategien, Annahmen und Weltbilder widerspiegeln<sup>414</sup>.

Im wechselseitigen Dialog sind deshalb Diskussionen über Realitätswahrnehmung bzw. –einschätzung nötig, damit neue Ziele, Bedürfnisse und Identitäten kommuniziert und aufeinander abgestimmt werden<sup>415</sup>. Um dieses oft stillschweigende Wissen zu teilen, soll eine Kultur gegenseitigen Vertrauens geschaffen werden<sup>416</sup>.

Deshalb wird die Fähigkeit zur Selbstreflexion der Angestellten und eine dazugehörige Metakommunikation<sup>417</sup> in der kognitiven Perspektive als entscheidend für eine Verbesserung des Verstehens und Bewertens äußerer und innerer Umwelten bzw. Umweltbedingungen angesehen<sup>418</sup>. Und je realistischer diese Einschätzung, desto erfolgreicher das Unternehmen.

Kritisch anzumerken wäre hier, dass Umweltwahrnehmungen von Managern und Mitgliedern häufig stark differieren<sup>419</sup>, dass durch unterschiedliche Realitätskonstruktionen sogenannte „puzzled organizations“, ‚verwirrte‘ Organisationen entstehen<sup>420</sup>, sodass keine Durchschnittsauffassung gebildet werden könnte, wobei diese Unternehmen teilweise dennoch erfolgreich agieren<sup>421</sup>. Hier könnte vermutlich eine behavioristische Theorie Erfolg bzw. eine richtige Reaktion auf die Umwelt besser erklären: „contemporary cognitive research has focused on the representation and utilization of knowledge, neglecting the study of its acquisition in natural conditions“<sup>422</sup>.

---

<sup>409</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 7

<sup>410</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 68

<sup>411</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 9

<sup>412</sup> ebd.; S. 10 f.

<sup>413</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 69 f.

<sup>414</sup> ebd.; S. 69

<sup>415</sup> Rothman, Jay; Friedman, Victor J. (2001); S. 591

<sup>416</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 76

<sup>417</sup> Lehmstuhl, Kirsten (2002); S. 18

<sup>418</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 70

<sup>419</sup> vgl. Payne, John W. (1976)

<sup>420</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 42

<sup>421</sup> Starbuck, William H.; Hedberg, Bo (2001); S. 327 f.

<sup>422</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 54

Der Vorteil einer solchen kognitiven Sicht organisationalen Lernens ist jedoch, dass eine Verhaltensänderung auch ohne Aufmerksamkeit erregende äußere Reize allein durch eine Veränderung der Realitätswahrnehmung entstehen kann<sup>423</sup>.

Diese Vorstellung einer Wissensentwicklung kann an Michael Polanyis Erkenntnistheorie angelehnt werden, wo unter anderem durch Aussprache stillschweigender Haltungen, Einschätzungen und Meinungen Realitätswahrnehmungen innerhalb der Gruppe verändert werden können: „knowledge creation lies in mobilizing the tacit knowledge and transferring it to the [...] group“<sup>424</sup>.

Seine Theorie legt auch nahe, Verhalten und Kognition in der Realität nicht wie in den obigen Theorien voneinander zu trennen, sondern als Einheit zu sehen: Veränderungen im Denken und Wahrnehmen sind für eine Verhaltensänderung bzw. ein Umlernen von großer Bedeutung, und in neuartigen Situationen müssen sich manchmal auch Denkstrukturen der Mitglieder den neuen Verhaltensweisen erst langsam anpassen<sup>425</sup>. Letzteres schlägt die action-learning Perspektive vor: zunächst lernen Mitglieder durch gemeinsames Handeln und sammeln gemeinsame Erfahrungen, die dann anschließend durch Reflexion verstanden werden<sup>426</sup>. Für Polanyi sind jedoch beides, Analyse und Integration von Bedeutung, weshalb sich aus einer Kombination der behavioristischen und kognitiven Perspektive möglicherweise eine zutreffendere Beschreibung organisationalen Lernens erreichen ließe.

### **5.3 Voraussetzungen organisationalen Lernens**

Aus den bis jetzt geschilderten Perspektiven zum organisationalen Lernen wurden mehrfach Förderinstrumente oder –strukturen entwickelt, die Lernprozesse initiieren oder aufrechterhalten sollen. Bevor aber näher auf Medien und Tools eingegangen wird, soll zunächst einer grundlegende Voraussetzung für organisationales Lernen Platz eingeräumt werden: der Zeit.

#### **5.3.1 Zeit**

Wenn Organisationen lernen möchten, muss der Lernvorgang an sich als die essentielle Aktivität innerhalb des Unternehmens gelten, weshalb genügend Zeit und Ressourcen bereitgestellt werden müssen<sup>427</sup>. Zeit gilt als begrenzender Faktor des Lernens, weshalb nur durch kontinuierliches Ausbilden neuer Fähigkeiten der Anschluss an andere Unternehmen gehalten werden kann<sup>428</sup>. Kurzzeitige Lernphasen verfehlen ihren Zweck. Gerade das Aneignen von Expertise bzw. komplexer Fähigkeiten wie im Punkt zum instrumentalen Lernen exemplarisch geschildert, benötigt schlichtweg längere Zeitperioden. Doch könnte z.B. innerhalb von Allianzen und Partnerschaften mit anderen Unternehmen kontinuierliches Lernen durch einen ständigen, regen Austausch, z.B. Job Rotation gefördert werden<sup>429</sup>.

---

<sup>423</sup> Starbuck, William H.; Hedberg, Bo (2001); S. 334 f.

<sup>424</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 72

<sup>425</sup> Starbuck, William H.; Hedberg, Bo (2001); S. 344 f.

<sup>426</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 74

<sup>427</sup> Friedman, Victor J.; Lipshitz, Raanan; Overmeer, Wim (2001); S. 763

<sup>428</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 539 f.

<sup>429</sup> ebd.; S. 539 f.

Denn erst in größeren Zeiträumen werden neue Handlungsabläufe etabliert, und alte Programme entfernt bzw. ersetzt: „unlearning is almost always difficult“. Insgesamt wird also die Zeit, die für organisationales Lernen und Umlernen erforderlich ist, immer bedeutsamer: es gilt hier, zu untersuchen, welche Lernprozesse, vermutlich expliziter Natur, beschleunigt werden könnten, und welche dagegen im Lerntempo gedrosselt werden müssten<sup>430</sup>.

### **5.3.2 Medien und Tools**

Wenn Organisationen über passend kalkulierte Zeit zum Lernen verfügen, so bedarf es außer dieser, insbesondere mit zunehmender Mitarbeiteranzahl, Strukturen für die Akquisition, die Verteilung und Benutzung von Wissen und Fertigkeiten. Diese Strukturen können unter anderem Medien oder Wissenswerkzeuge sein, die ermöglichen, dass relevante Informationen systematisch gesammelt, analysiert, gelagert, verteilt und benutzt werden<sup>431</sup>.

Vorab soll jedoch angemerkt werden, dass die Ausstattung mit einer größeren Anzahl an unterschiedlichen Medien und Tools nicht automatisch die Leistung des Unternehmens verbessert (Fulk & DeSanctis, 1995). Auch die Menge der angehäuftten Daten und Informationen kann keine Rückschlüsse auf das erfolgreiche Verhalten der Organisation erlauben<sup>432</sup>. Häufig werden Informationen fehlinterpretiert, ein Übermaß an Informationen angehäuft oder Informationstechnologien werden unangemessen eingesetzt.

Ziel muss also sein, Medien und Tools bzw. Wissenswerkzeuge so auszuwählen, dass sie organisationales Lernen tatsächlich fördern und stimulieren. Die erhöhte Übertragungsgeschwindigkeit, die geringeren Kosten sowie die Zunahme virtueller Kommunikation garantieren allein noch nicht den Lernerfolg<sup>433</sup>.

Büchel und Raub schlagen deshalb Modell vor, um Medien zu bewerten: Zunächst teilen sie Medien nach „media richness“, und „media scope“, ein. Informationstechnologien werden so einerseits nach der Reichhaltigkeit der übertragenen Information und andererseits hinsichtlich ihrer Reichweite beurteilt. Hoher Informationsgehalt kann über face-to-face Kommunikation vermittelt werden, ein etwas niedrigerer durch Telefon und Emails, der geringste Informationsgehalt findet sich in Texten<sup>434</sup>. Hohe Reichweite wird dadurch bestimmt, wie viele Personen in kurzer Zeit über das Medium erreicht werden können und welche Speichermöglichkeiten für Informationen geboten werden<sup>435</sup>.

Für die unterschiedlichen Prozesse organisationalen Lernens müssen media richness und media scope passend zugeschnitten werden<sup>436</sup>. Bei der Informationsaufnahme aus dem Umfeld empfehlen Büchel und Raub hauptsächlich „Rich Media“: um Bedrohungen und Möglichkeiten auf dem Markt möglichst schnell zu identifizieren, sind ein hoher Anteil an personaler Kommunikation, Telefongesprächen oder Videokonferenzen nötig<sup>437</sup>. Auch Konsens über die Interpretation dieser Informatio-

---

<sup>430</sup> Weber, Christiane; Berthoin Antal, Ariane (2001); S. 351

<sup>431</sup> Friedman, Victor J.; Lipshitz, Raanan; Overmeer, Wim (2001); S. 758 f.

<sup>432</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 45

<sup>433</sup> Büchel, Bettina; Raub, Steffen (2001); S. 519

<sup>434</sup> Büchel, Bettina; Raub, Steffen (2001); S. 521

<sup>435</sup> ebd.; S. 522

<sup>436</sup> ebd.; S. 523 f.

<sup>437</sup> ebd.; S. 524 f.

nen bzw. das neue Wissen benötigt reichhaltige Kommunikationsformen, z.B. Informationsveranstaltungen oder Meetings<sup>438</sup>.

Dagegen ist die Informationsverteilung vorrangig auf erhöhte Reichweite angewiesen, hier müssen nicht nur räumliche, sondern auch hierarchische Barrieren überwunden werden. Durch Intranet und Email kann gesichert werden, dass die Mitglieder wichtige Informationen gleichzeitig bekommen und eine anonymere Kommunikation mit Vorgesetzten möglich ist<sup>439</sup>.

Die Wissensspeicherung benötigt beides, reiche Kommunikation und hohe Medienreichweite: Standardabläufe, Routinen, Regeln und Scripts müssen in Archiven, Datenbanken oder Chroniken gespeichert werden. Unternehmensphilosophie und Realitätseinschätzungen festigen sich jedoch nur durch kontinuierlichen Austausch "in den Köpfen der Mitglieder". Auch für die Förderung von Gruppenkultur ist es notwendig, dass bedeutsames Unternehmenswissen bzw. Informationen von allen Mitgliedern besessen werden, die Wahrscheinlichkeit einer Gruppendiskussion steigt so an<sup>440</sup>.

Ebenso wie Medien müssen auch Tools, also Instrumente des Organisationslernens bzw. Wissensmanagements neue Lernprozessphasen einläuten<sup>441</sup> bzw. auf die Phasen Identifikation, Generierung, Verteilung und Speicherung von Wissen zugeschnitten werden<sup>442</sup>.

Um internes Wissen sichtbar zu machen, bzw. auf externe Informationsquellen, z.B. Börseninformationen zuzugreifen, können „Gelbe Seiten“ bzw. ein Handbuch, wo personales Wissen der Angestellten und von Partnerunternehmen vorzufinden ist<sup>443</sup>, erstellt werden. So werden innerhalb einer Organisations-Karte auch Quellen für tacit knowledge, stillschweigendes Wissen aufgezeigt<sup>444</sup>.

Auch Navigationsinstrumente innerhalb des organisationalen Intranets können dabei helfen, in der Wissensbasis zu recherchieren, Dokumente und Aufnahmen von Expertenprojekten und somit unternehmenseigenes Wissen ausfindig zu machen<sup>445</sup>.

Eine Möglichkeit, Lernphasen in Projekten oder Experimenten darzustellen sind „Learning Histories“, die die Lernerfahrung aus Sicht einzelner Teilnehmer dokumentieren. Hierzu werden Interviews mit den Teilnehmern geführt, aus deren Rohmaterial ein Textdokument entsteht, das nach einer gemeinsamen Validitätsprüfung zur Basis neuer Workshops werden kann<sup>446</sup>. Gelernte Lektionen können aber auch in „Global best practices“ im Intranet des Unternehmens abgelegt werden<sup>447</sup>.

Wenn es darum geht, von Kollegen, z.B. des Partnerunternehmens zu lernen, können Angestellte den Kollegen bzw. Experten beim Arbeiten zusehen, teilnehmen und durch positive Kritik eigenes Handeln optimieren. Bei diesem „Shadowing“ muss der Kollege dann als Vertrauensperson und Treuhänder agieren, damit sich

---

<sup>438</sup> Büchel, Bettina; Raub, Steffen (2001); S. 528

<sup>439</sup> ebd.; S. 526

<sup>440</sup> Dierkes, Meinolf (2001); S. 26

<sup>441</sup> Pawlowsky, Peter; Forslin, Jan; Reinhardt, Rüdiger; S. 776

<sup>442</sup> ebd.; S. 777

<sup>443</sup> ebd.; S. 779

<sup>444</sup> Friedman, Victor J.; Lipshitz, Raanan; Overmeer, Wim (2001); S. 771

<sup>445</sup> Pawlowsky, Peter; Forslin, Jan; Reinhardt, Rüdiger; S. 780

<sup>446</sup> ebd.; S. 785

<sup>447</sup> ebd.; S. 786;

der Lernende auf die offene Bearbeitung seiner Fragen und Fehler einlassen kann<sup>448</sup>.

Praktische Erfahrungen können auch in „Learning Laboratories“ und „Mikrowelten“, gesammelt werden, wo realistisch simulierte Probleme bearbeitet werden<sup>449</sup>.

Um zukünftige Entwicklungen zu diskutieren, wird häufig auch „scenario planing“ eingesetzt, bei dem die Organisationsmitglieder Zukunftsbilder und –imaginationen frei aussprechen und Szenarios des Zukunftsunternehmens entwickelt werden, die mögliche Wege andeuten<sup>450</sup>, so z.B. die Erschließung eines neuen Marktes.

Diese Werkzeuge nehmen auch in den noch vorzustellenden Theorien einen wichtigen Platz für das Organisationslernen ein.

### **5.3.3 Einfluss von Emotionen**

Der Primat der Rationalität hat heutzutage teilweise zu organisationalen Mechanismen geführt, die Emotionen der Organisationsmitglieder ignorieren bzw. neutralisieren. Diese Ausklammerung von Emotionen beim Betrachten von Lernprozessen scheint jedoch insofern unrealistisch zu sein, als Emotionen integraler und untrennbarer Bestandteil des organisationalen Lebens sind<sup>451</sup>. Ein emotionales Klima bzw. bestimmte Emotionen betreffen die gesamte Organisation, so z.B. die Freude bei Erfolgen, Traurigkeit bei Verlusten – sie ergibt sich aus gruppenspezifischen Effekten<sup>452</sup>.

Es scheint von hoher Relevanz für das Management zu sein, diese Emotionen ständig zu beobachten und zu beachten, weil im positiven emotionalen Klima von Hoffnung und Interesse ein großes Lernpotential steckt<sup>453</sup>, was auch seitens der Neurobiologie im ersten Punkt deutlich wurde.

Außerdem ermöglichen Emotionen das Erschaffen von Beziehungen am Arbeitsplatz und den Aufbau von Vertrauen<sup>454</sup>, das wie bereits angesprochen, wichtig für die Kommunikation stillschweigenden Wissens ist.

Hinzu kommt, dass Emotionen als wichtige Relevanzindikatoren dienen, die den Organisationsmitgliedern helfen, die Informationssammlung zu strukturieren, und Informationen in Bezug auf ihre Bedeutung zu selektieren<sup>455</sup>. Große Mengen neuer Information lösen zumeist Überraschung, Irritation oder Verwirrung aus, bisweilen auch Stress, wobei Emotionen anschließend aber die Bestimmung der Wichtigkeit jener Informationen erleichtern können<sup>456</sup>. Hier sei Antonio Damasio erwähnt, der diese Aufgabe von Emotionen bei Entscheidungen hervorgehoben hat<sup>457</sup>.

Bis jetzt wurden Emotionen in Organisationen jedoch meist nur in Form des operanten Konditionierens eingesetzt, wo Anerkennungen wie Preise und Bonusleistungen sowie Tadel oder Sanktionen zum Weiterausführen bzw. Unterlassen eines Verhaltens führen sollten. Der Nachteil besteht hier ähnlich wie bei der behavioris-

---

<sup>448</sup> Lehmstuhl, Kirsten (2002); S. 351

<sup>449</sup> Pawlowsky, Peter; Forslin, Jan; Reinhardt, Rüdiger; S. 789

<sup>450</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 547

<sup>451</sup> Scherer, Klaus R.; Tran, Véronique (2001); S. 369

<sup>452</sup> ebd.; S. 372 f.

<sup>453</sup> ebd.; S. 387

<sup>454</sup> ebd.; S. 371

<sup>455</sup> Scherer, Klaus R.; Tran, Véronique (2001); S. 376

<sup>456</sup> ebd.; S. 375

<sup>457</sup> vgl. Damasio, Antonio R. (2005)

tischen Perspektive darin, dass es nicht zu einer Analyse des Verhaltens und der darunterliegenden Denkmuster kommt und dass sich ankonditionierte Verhaltensweisen als untauglich erweisen<sup>458</sup>, wenn eigene, kreative Impulse für einen Erfolg notwendig wären. Theorien, die Emotionen mit einbeziehen, und weiter als behavioristische und kognitive Theorie gehen, sollen im Folgenden ausführlicher besprochen werden.

## **5.4 Unbewusstes bewusst machen: Die Theorien von Argyris und Nonaka**

In den Theorien zum organisationalen Lernen von Argyris und Nonaka/Takeuchi hat implizites oder unbewusstes Wissen, „tacit knowledge“ einen hohen Stellenwert. Ein Teil dieses stillschweigenden Wissens ist in theoretischer Form, so z.B. dem Sprachgebrauch im Allgemeinen, in Überzeugungen, Leitbildern und Wertesystemen vorzufinden. Ein anderer Teil „kann als prozedurales Wissen charakterisiert werden“<sup>459</sup>. Doch wenn dieses Wissen „schweigt“, also nicht verbalisiert bzw. externalisiert wird oder werden kann, wie kann trotzdem sein Potential in einem Lernprozess an andere Organisationsmitglieder weitergegeben werden? Dies ist eine der brennenden Fragen, die sich Argyris und Nonaka stellen, wobei sie mit teilweise unterschiedlichen Problemlösungsmöglichkeiten schließen.

### **5.4.1 Argyris und die lernende Organisation**

Ausgangspunkt bei der Theorie von Chris Argyris ist, dass organisationales Wissen zu einem bedeutsamen Teil in Verfahrensvorschriften für Handeln, den sogenannten Handlungstheorien besteht, die die Aktivitätsmuster eines Organisationsmitgliedes rechtfertigen<sup>460</sup>. Diese Handlungstheorien beruhen auf mentalen Modellen, so z.B. der individuellen Realitätswahrnehmung: „Thus it is only on a selective basis that we accept information to which we are exposed, staying faithful to our own pre-established cognitive patterns“<sup>461</sup>.

Die Angestellten handeln aufgrund von Prinzipien bzw. Aktionstheorien, deren Regeln sie bereits früh im Leben innerhalb von Sozialisation und Enkulturation erlernt haben und die von der gesellschaftlichen wie auch der organisationalen Kultur gestützt werden<sup>462</sup>. Hier gibt es viele Möglichkeiten für handlungsleitende Theorien, z.B. das Aufrechterhalten von Tabus, das Verbergen wahrer Absichten und Ansichten, um andere nicht in ihrem Verhalten zu verletzen. Dies kann sich aus Argyris Sicht jedoch negativ auf das organisationale Lernen auswirken<sup>463</sup>.

Der Nachteil dieser organisationalen bzw. auch gesellschaftlichen Regeln liege darin, dass sie nicht artikuliert würden, schwer beschreibbar seien, und somit oft implizit bzw. stillschweigend blieben<sup>464</sup>. Sie schlagen sich zwar umgehend in Verhalten nieder, so z.B. der Interpretation und Analyse neuer Information, die von

---

<sup>458</sup> Scherer, Klaus R.; Tran, Véronique (2001); S. 378 f.

<sup>459</sup> Hug, Theo (2003); S. 24

<sup>460</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 28 f.

<sup>461</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 59

<sup>462</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 87

<sup>463</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 35

<sup>464</sup> ebd.; S. 29 f.

Vorwissen und mentalen Schemata mitbestimmt werden<sup>465</sup>, die Beweggründe dessen bleiben jedoch unausgesprochen. Dies kann auch an der Unbewusstheit innerer Motivation liegen: „Because the non-rational implicit will probably never penetrate the immediate level of consciousness we end up justifying our actions with an explanation that has little in common with our initial motivation, even though we could give no reason for wanting to disguise the truth. We are simply unaware of it. Our motivation escapes our conscious rationality“<sup>466</sup>.

Um aber Lernprozesse bzw. Veränderungsprozesse in Gang zu bringen, müssen einzelne Mitglieder gegensätzliche Ansichten offen legen, Rückschlüsse erklären, Bilder einer erstrebenswerten Zukunft beschreiben. Nur so können sich handlungsleitende Theorien, die Vorstellungen von der Organisation und somit ihr Auftreten verändern<sup>467</sup>. Argyris fordert eine öffentliche Untersuchung und Diskussion von Uneinheitlichkeiten, Unsicherheiten und Mehrdeutigkeiten, Kausalanalysen sollen „abergläubisches Lernen“ bzw. Irrtümer korrigieren<sup>468</sup>.

Dass sich die offene Darlegung von Interessen streitender Parteien positiv auswirkt, zeigt eine Untersuchung von Eisenhardt (1997): erfolgreiche Teams steckten sehr viel öfter in substantiellen Grundlagenkonflikten als die harmoniebetonenden, weil Konflikte die Selbst- und Fremdwahrnehmung fördern<sup>469</sup> und bedeutende Komponenten in die Konfliktlösung mit einbeziehen, die ohne Konflikt gefehlt hätten<sup>470</sup>.

Wenn sich Unternehmen nicht eine optimale Unsicherheit aneignen, wo Diskurse heterogener Gruppen, Experimente und Infragestellung zur Gewohnheit werden<sup>471</sup>, dann kann laut Argyris höchstens Einschleifen-Lernen von statten gehen.

Bei diesem „single loop“ Lernen werden Lücken und Fehler im Betriebsablauf nach dem behavioristischen S-R bzw. Anpassungsprinzip korrigiert<sup>472</sup>. Darunter liegende Ansichten, Wertvorstellungen und Normen der Organisation, z.B. Produktqualität, Umsatzniveau und Personalfuktuation bleiben unverändert. Nur die Effektivität bestehender Abläufe wird gesteigert<sup>473</sup>.

Erst durch das Ändern von Weltbildern, Interpretationen und Verhaltensmustern, die organisationales Verhalten regeln und bestimmen, kann Zweischleifen-Lernen, double loop learning, realisiert werden, das der Organisation größeren Erfolg beschert<sup>474</sup>. Wenn Metaregeln, Situationen, Reaktionen und Handlungsabläufe radikal umformuliert werden, z.B. innerhalb von kognitiven Konflikten unter den Mitgliedern<sup>475</sup>, können Innovationen an die Stelle von konditionierten Antworten bzw. Anpassungseingriffen treten: Gefordert sind „radical remodeling or innovative responses that go beyond the existing repertoire of behaviors“<sup>476</sup>. Lernen und Innovation neuer Produkte bzw. Erschließen neuer Marktpositionen wird nicht als Reaktion auf

---

<sup>465</sup> Dierkes, Meinolf (2001); S. 19

<sup>466</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 58

<sup>467</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 31 f.

<sup>468</sup> ebd.; S. 252 f.

<sup>469</sup> Rothman, Jay; Friedman, Victor J. (2001); S. 592

<sup>470</sup> ebd.; S. 588

<sup>471</sup> Friedman, Victor J.; Lipshitz, Raanan; Overmeer, Wim (2001); S. 769 f.

<sup>472</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 544

<sup>473</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 36 f.

<sup>474</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 538

<sup>475</sup> Rothman, Jay; Friedman, Victor J. (2001); S. 582 f.

<sup>476</sup> Hedberg, Bo; Wolff, Rolf (2001); S. 538

die Umwelt, sondern schon viel früher, nämlich als ein Ergebnis von Einsicht, Reflexion und Reifen erreicht<sup>477</sup>.

Wenn handlungsleitende Theorien verändert werden, können neue Strategien formuliert werden, wie z.B. die Herstellung und Distribution neuer Güter, die Entwicklung neuer Marketingansätze, was zu kürzeren Produktlebenszyklen und schnelleren Wechsel der Tätigkeitsmuster führt<sup>478</sup>.

Ursachen für das Klammern am Einschleifen-Lernen sieht Argyris in den defensiven Strategien der Organisationsmitglieder. Hierunter versteht er Regeln für die zwischenmenschliche Kommunikation und Verhalten, die sich ungünstig auf das organisationale Lernen auswirken. Meistens schweigen die Individuen über diese Prämissen und Einstellungen, sodass die Wahrscheinlichkeit von Missverständnissen steigt. Fragen werden zurückgehalten, Lernen wird verhindert, um das Gesicht der anderen zu wahren<sup>479</sup>. So werden z.B. häufig Konfrontationen, die Diskussion heikler Fragen sowie das Infragestellen der Annahmen anderer vermieden, woraus schließlich ein Zurückhalten der eigenen Meinung folgt, deren öffentliche Untersuchung verhindert wird: „Actors in organizations guard their own personal vital lies“, um Unannehmlichkeiten oder Konflikte zu umgehen<sup>480</sup>. Emotionen dürften hier eine entscheidende Rolle einnehmen.

Dies beengt das organisationale Lernen jedoch immens<sup>481</sup>, weil durch Ausschweigen bestimmter Informationen und Meinungen eine Reflexion dieser verhindert wird<sup>482</sup>. Mitglieder gehen aus Sicht Argyris' so vor, um ihren Eigengewinn zu maximieren, den Ausdruck und die Konfrontation mit negativen Gefühle zu minimieren<sup>483</sup>.

Als mögliches Hilfswerkzeug entwickelte Argyris eine Seminarmethode bzw. ein Forschungs- und Unterrichtsinstrument, bei dem Dialoge zwischen Angestellten oder Angestelltem und Chef von den Mitgliedern selbst entworfen werden. In einer linken Spalte findet sich das tatsächlich Gesagte, in der rechten Gedanken und Gefühle. So kann den Mitgliedern die Häufigkeit defensiver Strategien vor Augen geführt werden, Widersprüche und unterschiedliche Interessen treten zu Tage<sup>484</sup>.

Aber nicht nur die Mitglieder sondern auch das organisationale Umfeld mit ihnen muss sich verändern, wenn Zweischleifen-Lernen ermöglicht werden soll. Probleme dürfen nicht nur in Bereichen bestimmt werden, über die ohne Infragestellung handlungsleitender Theorien gesprochen werden kann, z.B. Organisationsstrukturen oder Informationssysteme<sup>485</sup>. Denn wie oben bereits angesprochen erbringen Interventionen mit Techniken und Informationssystemen nur teilweise oder vorübergehend bessere Organisationsergebnisse, gerade wenn ansonsten widersprüchliche Ziele und Interessen des Managements aufeinander treffen<sup>486</sup>.

Das Organisationsumfeld muss die Mitglieder außerdem auch ermuntern und unterstützen, Gedanken, Meinungen, Fragen, Sorgen offenzulegen. Wenn Strategien angezweifelt werden, sollten Beweise für bzw. gegen diese Denkweise vorgebracht

---

<sup>477</sup> Pawlowsky, Peter (2001); S. 76 f.

<sup>478</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 36 f.

<sup>479</sup> Sternberg, Robert J. (1999); S. 127

<sup>480</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 84 f.

<sup>481</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 81

<sup>482</sup> ebd.; S. 82

<sup>483</sup> ebd.; S. 105

<sup>484</sup> ebd.; S. 157 f.

<sup>485</sup> ebd.; S. 285 f.

<sup>486</sup> ebd.; S. 249



werden<sup>487</sup> oder ihre Umsetzbarkeit erneut diskutiert werden. Auch ein offenes Zugeben von Fehlern und eine Verantwortlichkeit für die eigenen Handlungen sind hier von Nöten<sup>488</sup>. Wenn Fehler zugegeben werden, sollten sie nicht bestraft werden bzw. Arbeitsplätze in Frage gestellt werden, da dies wiederum defensive Strategien zur Folge hätte<sup>489</sup>.

Bei Konflikten innerhalb von Teams muss außerdem ein hoher sachlicher Level beibehalten werden, und den Mitgliedern eine gleichwertige Verantwortlichkeit zugesprochen werden<sup>490</sup>. So kann mehr Selbstkontrolle im Lernprozess gefördert werden, gemeinsam setzt die Gruppe Ziele und Ergebnisse des Lernprozesses fest<sup>491</sup>.

Trotzdem muss in Frage gestellt werden, ob es nicht doch illusorisch ist, eine Reflexion eigener kognitiver Muster bei den Angestellten zu fordern. In der Psychologie wird häufig das Gegenargument eingebracht, dass emotionale Schutzmechanismen Reflexion eigener Handlungen verhindern, um eine Selbst-Enttäuschung zu vermeiden: „Although actors could become at least to some extent aware of these frameworks, notably through reflexive practice, the revelation of one cognitive framework can beget its successor“. Dies stellt die Machbarkeit der Forderungen von Argyris zumindest in Frage: „This leads us to question of the feasibility of recommendations such as those that encourage organizations to operate to a third order change by teaching organizational members to be aware of their own cognitive structures“<sup>492</sup>. Möglicherweise erschweren Ängste vor der Autorität, so z.B. des Chefs, eine offene Äußerung von Kritik: „actors act and express themselves according to criteria on which they feel they are judged“<sup>493</sup>.

#### **5.4.2 Wissensgenerierung in japanischen Unternehmen**

Während Argyris eine konsequente Frage- und Forscherkultur bzw. ein Offenlegen und Infragestellen handlungsleitender Theorien für erfolgreiches organisationales Lernen erforderlich sieht, legen japanische Unternehmen nach Forschungen von Ikujiro Nonaka und Hirotaka Takeuchi etwas andere Schwerpunkte.

Als entscheidende Aufgabe für die Wissensschaffung bzw. das Lernen einer Organisation sehen sie die Überwindung der Barriere zwischen implizitem und explizitem Wissen. Möglichst viel gewinnbringendes tacit knowledge einzelner Mitglieder soll über Externalisierungs- und anschließende Internalisierungsprozesse weitergegeben werden. „Im Hinblick auf die epistemologische Dimension beziehen wir uns auf Michael Polanyis (1985) Unterscheidung zwischen implizitem Wissen und explizitem Wissen“<sup>494</sup>, führen Nonaka und Takeuchi auf.

Doch dass japanische Unternehmen implizitem Wissen einen hohen Stellenwert zubilligen, liegt auch in der fernöstlichen Philosophie begründet, wo durch eine Einheit von Körper und Geist die persönliche, körperliche Erfahrung höherwertig

---

<sup>487</sup> Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006); S. 264 f.

<sup>488</sup> Friedman, Victor J.; Lipshitz, Raanan; Overmeer, Wim (2001); S. 762

<sup>489</sup> ebd.; S. 762

<sup>490</sup> ebd.; S. 763

<sup>491</sup> ebd.; S. 770

<sup>492</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 81 f.

<sup>493</sup> ebd.; S. 83

<sup>494</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 72

eingeschätzt wird als intellektuelle Abstraktion<sup>495</sup>: „what is known explicitly is truly only the tip of the iceberg of the whole body of knowledge“<sup>496</sup>.

Der Lernprozess vollzieht sich im Kopf und Körper, nachhaltigstes Lernen entspringt der unmittelbaren Erfahrung<sup>497</sup>. Zum impliziten Wissen gehören dort schwer mitteilbare, subjektive Einsichten, Ahnungen, Wirklichkeitsauffassung, Zukunftsvision, Wahrnehmung und Intuition, die sich tief in der Tätigkeit und Erfahrung des einzelnen verankert haben. Ähnlich wie Baumard unterscheiden Nonaka und Takeuchi davon aber auch eine technische Dimension impliziten Wissens, die nicht verbalisierbare Fertigkeiten und Know-how bezeichnet<sup>498</sup>.

Wie können nun Barrieren zwischen diesen Arten von Wissen überwunden und neues Wissen geschaffen werden? Nonaka und Takeuchi schlagen hier einen Prozess von Sozialisation, Externalisierung, Verteilung und Internalisierung des Organisationswissens vor: den Prozess der Wissensspirale. Dieses Lernen ist Ergebnis eines Prozesses, der „das von den einzelnen erzeugte Wissen verstärkt und es im Wissensnetz des Unternehmens verankert“<sup>499</sup>. In Sozialisationsprozessen findet innerhalb von Dialogen, Diskussionen und gegenseitiger Beobachtung ein Erfahrungsaustausch innerhalb von Gruppen statt<sup>500</sup>. Dies kann aus Nonakas Sicht während gemeinsamer Aktivitäten, Meetings oder in einem Meister-Lehrlingsverhältnis geschehen. Ziel ist, Mitglieder in einem sozialen Prozess zusammenzubringen<sup>501</sup>, sodass sie ihr stillschweigendes Wissen, Ideale, Wissen über Verbraucherbedürfnisse und Ideen<sup>502</sup> durch gemeinsame Erfahrungen, so z.B. durch Nachahmungshandlungen und Praxis, kommunizieren und teilen<sup>503</sup>. Auch das Wissen externer Partner, Zulieferer, Kunden, Konkurrenten und Spezialisten sollte hier hinzugezogen werden<sup>504</sup>.

Da sich implizites Wissen bzw. Erfahrungswissen nicht problemlos mitteilen lässt, ist besonders das „bei einem Experten in die Lehre gehen“ von hoher Bedeutung für Sozialisationsprozesse<sup>505</sup>. Expertenwissen kann sich hier einerseits auf Möglichkeiten der Produktion, des Absatzes, aber auch auf den Einsatz von Personal im Betrieb oder Kontrollstrategien beziehen<sup>506</sup>. Nonaka und Takeuchi empfehlen den Experten dabei, mit Metaphern und Analogien zu arbeiten, um für den Lernenden an Bekanntem anzuknüpfen, und die Vieldeutigkeit komplexer Situationen offen zulassen. Hier orientieren sie sich auch an den Ausführungen Michael Polanyis. Dieses Lernen voneinander in Organisationen „erfordert ein hohes Maß an Vertrauen in die Fähigkeiten und auch moralische Verantwortung eines Lehrers oder einer Lehrerin, das einem in unserer Gesellschaft vorherrschenden Wissensverständnis, in dem Wissen unabhängig von handelnden Personen überprüfbar sein soll, teilweise widerspricht“<sup>507</sup>. Aber auch Polanyi betont die Bedeutung der Anerkennung der Autorität des Lehrers für das implizite Lernen: „To learn by example is

---

<sup>495</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 42

<sup>496</sup> Nonaka, Ikujiro (1994) in: Baumard, Phillipe (1999); S. 82

<sup>497</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 20

<sup>498</sup> ebd.; S. 18 f.

<sup>499</sup> ebd.; S. 71

<sup>500</sup> ebd.; S. 23 f.

<sup>501</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko; Byosière, Phillipe (2001); S. 495 f.

<sup>502</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 22

<sup>503</sup> ebd.; S. 75

<sup>504</sup> ebd.; S. 22

<sup>505</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 101

<sup>506</sup> Wiater, Werner (2007); S. 25 f.

<sup>507</sup> Sexl, Martin (2003); S. 72

to submit to authority. You follow your master because you trust his manner of doing things even when you cannot analyse and account in detail for its effectiveness”<sup>508</sup>.

Um in Externalisierungsprozessen neue, explizite Konzepte aus stillschweigendem Wissen zu generieren, sind Metaphern, Analogien, Hypothesen und Modelle unabdingbar<sup>509</sup>. „Viel von dem, was Michael Polanyi als implizites Wissen bezeichnet hat, lässt sich – wenn überhaupt – als Metapher ausdrücken“ (Nisbet, 1969)<sup>510</sup>, weil sonst die gemeinsame Bedeutung der einzelnen Elemente verloren ginge: “Since we originally gained control over the parts in question in terms of their contribution to a reasonable result, they have never been known and were still less willed in themselves, and therefore to transpose a significant whole into the terms of its constituent elements is to transpose it into terms deprived of any purpose or meaning”<sup>511</sup>. “Deductive reasoning may be altogether ineffable and [...] even the most completely formalized logical operations must include an unformalized tacit coefficient”<sup>512</sup>. Ohne das implizite Verstehen der expliziten Konzepte seitens der Mitarbeiter, so Polanyi, seien diese Konzepte wenig nützlich für das Unternehmen. Um die einzelnen Elemente des generierten expliziten Wissens anschließend zu verbinden, werden sie innerhalb von Dokumenten zusammengefasst<sup>513</sup>. Im Intranet können neue Einsichten, Produktideen oder Produktionsabläufe in Datenbanken einsortiert und abgespeichert werden<sup>514</sup>. Hier ist die Autonomie der Mitarbeiter von Bedeutung, die einen freien Zugriff auf das neu entwickelte Wissen über verschiedene Eben und Grenzen der Organisation hinweg ermöglicht<sup>515</sup>.

Bis sich das neu generierte, explizit vorliegende Wissen jedoch in Handlungen der Mitglieder niederschlägt, muss Internalisierungsprozessen Zeit gegeben werden. Explizites Wissen wird hier wieder ver-körpert bzw. „embodied“, und zwar durch Handlung und Praxis in Simulationen, Experimenten oder virtuellen Räumen<sup>516</sup>. Die Eingliederung expliziten Wissens in das implizite Wissen erfordert ein learning-by-doing, neue Routinen werden in das Handeln eingebettet<sup>517</sup>.

Wenn Erfahrungen durch Sozialisation, Externalisierung und Kombination in Form von gemeinsamen mentalen Modellen oder technischem Know-how internalisiert werden, werden sie zu einem wertvollen Wissenskapital<sup>518</sup>, unter anderem können Produkte verbessert oder neu entwickelt werden<sup>519</sup>.

Bei Nonaka und Takeuchi liegt der Schwerpunkt somit auf der Veränderung von Wissensmodalitäten und dem Nutzen daraus: in der Externalisierung soll einerseits implizites Wissen formuliert werden, in der Internalisierung dagegen ist Ziel, explizites Wissen abzusenken und Routinen anzueignen<sup>520</sup>.

---

<sup>508</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 53

<sup>509</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko; Byosière, Phillipe (2001); S. 496

<sup>510</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 79

<sup>511</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 63

<sup>512</sup> ebd.; S. 257

<sup>513</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko; Byosière, Phillipe (2001); S. 497

<sup>514</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 81

<sup>515</sup> ebd.; S. 104 f.

<sup>516</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko; Byosière, Phillipe (2001); S. 497

<sup>517</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko (2001); S. 501 f.

<sup>518</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 82

<sup>519</sup> ebd.; S. 86

<sup>520</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 29

Vielfältige Karrieremöglichkeiten innerhalb der Organisation, eine reiche Bandbreite von Talenten und Experten<sup>521</sup>, ein energiegeladenes Interaktionsfeld, z.B. durch Veranstaltungen und Camps<sup>522</sup> oder auch ein funktionierendes Wissensnetz mit der Außenwelt, zu Kunden, Zulieferern, Konkurrenten, Händler, Kommune und Staat<sup>523</sup> sollen die Zirkulation und die Aneignung neuen Wissens fördern und motivieren.

Aber diese Prozesse benötigen, wie bei Argyris, eine Organisationsstruktur, die sie ermöglicht: Nonaka und Takeuchi schlagen hierzu eine Hypertextorganisation vor, in der das mittlere Management eine wichtige Führungsrolle übernimmt.

Die Hypertextorganisation baut auf drei Bereichen auf: der Wissensbasis, die Dokumente und Datenbanken enthält oder auch als Vision und Kultur des Unternehmens in den organisatorischen Einheiten verankert ist, das Geschäftssystem, wo Routineabläufe und Bürokratie bearbeitet werden sowie die Projektgruppen, in denen vornehmlich neues Wissen generiert wird<sup>524</sup>. In der bürokratischen Struktur wird meist das neue Wissen durch Internalisierung und Kombination in Standardabläufe umgesetzt. Die Arbeitsgruppen widmen sich in Sozialisations- und Externalisierungsprozessen der Erzeugung neuen Wissens. Innerhalb der Wissensbasis kann dann altes mit neu geschaffenen Wissen kombiniert und in neue Kategorien und Kontexte übersetzt werden<sup>525</sup>.

Das mittlere Management besitzt hier die Aufgabe, zwischen den Visionen der Führungsschicht und den Arbeitsgruppen zu vermitteln, indem es konkrete Konzepte entwickelt. In diesem middle-up-down Modell überprüfen Angestellte und Teammitglieder dann die Realisierbarkeit der Konzepte aus dem mittleren Management<sup>526</sup>, das eine „Synthese des impliziten Wissens von Führung und Mitarbeitern“ leistet, es in neue Produkte und Technologien übersetzt<sup>527</sup>.

Wenn dann Wissenswerker, die implizites Wissen erzeugen, z.B. Verkäufer oder Vorarbeiter und Wissensspezialisten, die explizites Wissen strukturieren, z.B. Entwicklungs-, Softwareingenieure oder Marktforscher<sup>528</sup> mit dem mittleren Management zusammenarbeiten, dann können die Wissensvisionen der Führungsschicht erfüllt werden<sup>529</sup>. So verbindet das Middle-up-down-Management die Vorzüge des hierarchischen und partizipativen Managements miteinander<sup>530</sup>.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Argyris seinen Schwerpunkt des stillschweigenden Wissens eher auf mentale Modelle und daraus entstehende Verhaltens- und Handlungsweisen legt, während Nonaka und Takeuchi auch dem technischen und praktischen Können, dem Erfahrungswissen einen hohen Stellenwert zuweisen.

---

<sup>521</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 256 f.

<sup>522</sup> ebd.; S. 260

<sup>523</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 264 f.

<sup>524</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko; Byosière, Phillipe (2001); S. 512

<sup>525</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 192 f.

<sup>526</sup> Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko; Byosière, Phillipe (2001); S. 504 f.

<sup>527</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 27

<sup>528</sup> ebd.; S. 172 f.

<sup>529</sup> ebd.; S. 177

<sup>530</sup> ebd.; S. 179

## **5.5 Tacit knowledge: Fluch und Segen eines stillschweigenden Wissens**

Wenn in Organisationen stillschweigendes Wissen vorhanden ist, wird es für das Management schwierig, genau zu bestimmen, wie es angeeignet wurde bzw. werden könnte, oder welche Wettbewerbsvorteile daraus zu gewinnen wären<sup>531</sup>. Viele Organisationen neigen deshalb dazu, sich auf hard facts, auf explizites Wissen zu konzentrieren, möchten aufgrund von Daten, z.B. durch Archivstudien, Beobachtung, Analyse von internen Dokumenten und Interviews mit Angestellten das Verhalten der Organisation vorhersagen: „We work within the observable, and are afraid to stray from it for fear of threatening the internal validity of our research“<sup>532</sup>. Diese Ansicht stützt sich mitunter darauf, dass die aufwendige Explizierung organisationalen Wissens nicht zwingend Erfolg und Profit bringen muss (Grinyer&Norburn, 1975)<sup>533</sup>.

Dennoch findet in der heutigen Zeit eine Trendwende statt: implizites Wissen wird zurzeit als „Erfolgsrezept zur Generierung organisatorischen Wissens“ gesehen, Könnerschaft, embodied knowledge<sup>534</sup>, verkörpertes Expertenwissen und Verstehen sowie der Erfahrungsschatz der Mitarbeiter werden stärker in den Blickpunkt gerückt. Dies zeigen auch die Theorien von Argyris und Nonaka, die sich große Aufmerksamkeit verschafften.

Aber was könnte aus der Sicht von Polanyi, auf den sich Nonaka und Takeuchi auch berufen, bezüglich impliziten Lernens in Organisationen noch hinzugefügt werden?

Nach Polanyi kann implizites nicht direkt in explizites Wissen überführt werden, oft sind Handlungsweisen nicht oder nicht mehr bewusstseinsfähig<sup>535</sup>: „The curious thing is that we have no clear knowledge of what our presuppositions are and when we try to formulate them they appear quite unconvincing“<sup>536</sup>. „When we learn to handle something we become unconscious of the actions by which we achieve this result“<sup>537</sup>. Außerdem sind häufig die Beziehungen zwischen unterschiedlichen Kontextvariablen nicht in Formen der Sprache, z.B. Konditionalsätzen („Wenn-Dann“) ausreichend zu beschreiben<sup>538</sup>.

Georg Schreyögg schließt daraus, dass die Wissensspirale von Nonaka und Takeuchi in deutlichem Widerspruch zu Polanyis Theorie stünde<sup>539</sup>, Externalisierung von Wissen sei eben nicht immer möglich. Doch übersieht er hier zunächst, dass implizites Lernen innerhalb von Sozialisationsprozessen und Internalisierungsprozessen geschieht, wo gerade der implizite Modus des Wissens beibehalten wird. Außerdem, und das haben Nonaka und Takeuchi erkannt, kann eine Nicht-Formalisierbarkeit bzw. –Verbalisierbarkeit nicht ein Grund sein, implizites Wissen und Könnerschaft in Organisationen zu ignorieren, über Metaphern und Analogien müssen zumindest explizite Hinweise auf Handlungsvorgänge gegeben werden

---

<sup>531</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 23

<sup>532</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 78

<sup>533</sup> ebd.; S. 23

<sup>534</sup> Storch, Maja (2006); S. 14

<sup>535</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 235

<sup>536</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 59

<sup>537</sup> ebd.; S. 61

<sup>538</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 241

<sup>539</sup> Schreyögg, Georg (2002); S. 10

### **5.5.1 Tacit knowledge: Chancen und Probleme**

Tacit knowledge nimmt für Michael Polanyi zwei Erscheinungsformen oder auch Aggregatzustände ein: zunächst eine kognitive Dimension, die unter anderem Paradigmen, mentale Modelle, Repräsentationen der Umwelt beinhaltet, und des weiteren eine prozedurale Dimension, die know how und kontextgebundene Expertise einbezieht<sup>540</sup>. Beispielsweise kann es sich hier um „Wissen über den Umgang im Geschäftsverkehr, das innerbetriebliche Zusammenleben, das Zeitmanagement, die Einstellung zur Arbeit, die Einschätzung von Lieferanten und Abnehmern“ handeln.

Tacit knowledge besteht in Organisationen somit häufig in Handlungsregeln, die wichtig für den Erfolg in einem bestimmten Bereich sind<sup>541</sup>.

Der Vorteil daran, dass sie sich so schwer explizieren lassen ist, dass sie so nicht an Konkurrenten verloren werden können<sup>542</sup>. Produktformeln und Herstellungsweisen können nicht einfach publik gemacht oder weitergegeben werden, wenn der nötige Umgang damit nicht erlernt wurde: „industrial recipes [...] are difficult to imitate because of their strongly tacit content“<sup>543</sup>. Der Einsatz von tacit knowledge ist hochgradig kontextabhängig und steht und fällt mit der richtigen Deutung von Situationsmerkmalen, sodass Experten angemessener reagieren als Novizen, die komplexe Informationen oder Situationen häufig fehldeuten<sup>544</sup>.

Der Nachteil an tacit knowledge und implizitem Lernen bzw. Integrieren besteht jedoch in seiner Irrtumsanfälligkeit: Korrelation kann mit Kausalität verwechselt werden, fehlerhafter Transfer alter Situationen auf neue Situationen können dem Unternehmenserfolg schaden<sup>545</sup>. Implizite Schlüsse sind außerdem zunächst nicht rational, die Regelextraktion vollzieht sich außerhalb unserer analytischen Kontrolle, Irrtümer können durch Vereinfachungen im Gefüge und durch Überbetonung von einzelnen Variablen entstehen<sup>546</sup>.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass beim Verschweigen impliziten Wissens, z.B. individuellen Daumenregeln, nicht nur das Lernen der gesamten Organisation (s. 5.4.1), sondern auch eine Korrektur jener Irrtümer verhindert wird<sup>547</sup>.

### **5.5.2 Tacit knowledge lehren bei Michael Polanyi**

Im folgenden Punkt sollen noch einmal diejenigen Strategien zur Weitergabe bzw. Explizierung impliziten Wissens zusammengefasst werden, die sich auch innerhalb der Wissenstheorie von Michael Polanyi finden lassen.

„Mit dem systematischen Training [impliziten] Wissens haben wir erst geringe Erfahrung, mit seinem völligen Austausch überhaupt keine – oder jetzt allenfalls die, daß man es nicht als explizites Wissen behandeln und mit abgepackten Wissenspäckchen namens Marketing-Kurse in die Köpfe der gern als ‚unbeholfen‘ und ‚inef-

---

<sup>540</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 59

<sup>541</sup> Wagner, Richard; Sujana & Mita Harish; Rashotte, Carol; Sternberg, Robert J. (1999); S. 171

<sup>542</sup> Sternberg, Robert J (1999); S. 231

<sup>543</sup> Baumard, Phillipe (1999); S. 81

<sup>544</sup> Sternberg, Robert J (1999); S. 234

<sup>545</sup> Hatsopoulos, Nicholas G. und George N. (1999); S. 149

<sup>546</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 213

<sup>547</sup> Starbuck, William H.; Hedberg, Bo (2001); S. 335

fizient' Beschriebenen knallen kann<sup>548</sup>. So wird die Schwierigkeit der Weitergabe impliziten Wissens von Dieter Simon zwar salopp, aber dennoch treffend vorgetragen.

Aufgrund der Theorie Polanyis kann ein „Entdeckungsklima“ in Organisationen<sup>549</sup>, in dem Neugierde für Abläufe, „curiosity about how things work“<sup>550</sup> gefördert wird, als positiv für implizites Lernen gesehen werden: Motivation nach einem guten, ästhetisch befriedigenden und rundem Eindruck soll geweckt werden, die Organisationsmitglieder müssen für die Suche nach prototypischen Ideen belohnt werden<sup>551</sup>. Mitarbeiter sollten „die Aufgaben in einer passiv-entspannten“ Weise<sup>552</sup>, in einem fehlerfreundlichen Lernmilieu<sup>553</sup> lösen können. Fehler sind wichtig für das Lernen, sie ermöglichen ein besseres Verstehen um die Prinzipien und Kausalitäten der Abläufe<sup>554</sup>.

Was aus Polanyis Sicht ebenso für gut geheißen werden kann, ist das Ausrichten von Trainings und das Arbeiten an Fallstudien, in denen realistische Situationen zu Märkten, Kunden, Firmenabläufen dargestellt werden<sup>555</sup>. „Die unverstellte Direktheit in der Konfrontation mit praktischen Erfordernissen des Urteilens und Tuns sind nicht bloß nachträgliche Beigaben, sondern durchgängiges Herzstück einer Erziehung zum Können“<sup>556</sup>. Wenn Elemente, Kontexte und Situationen ähnlicher Probleme variiert werden, so können das Erkennen von Ähnlichkeiten und ein Kennerblick geschult werden<sup>557</sup>. Theorie- und Praktikumsphasen sollten deshalb abwechselnd unter geringem Zeitdruck und Risiko stattfinden<sup>558</sup>.

Wenn Praxiserfahrung zusätzlich in Zusammenarbeit mit einem Experten innerhalb einer Meister-Lehrling Beziehung erworben wird, so sieht Polanyi gute Chancen für die Weitergabe impliziten Wissens: „An art which cannot be specified in detail cannot be transmitted by prescription, since no prescription for it exists. It can be passed on only by example from master to apprentice“<sup>559</sup>. Der Kollege lernt hier durch Nachahmung und Einfühlung in den Experten, der immer wieder vorzeigt, kommentiert und Rückmeldung gibt (Sprache-Sache-Parallelisierung): „By watching the master and emulating his efforts in the presence of his example, the apprentice unconsciously picks up the rules of art, including those which are not explicitly known to the master himself“.

Letztlich muss aber doch der Kollege selbst verstehen, auf seine Art und Weise lernen, wie nun ein bestimmter Vorgang am geschicktesten auszuführen sein könnte: „But in the last resort we must rely on discovering for ourselves the right feel of a skilful feat. We alone can catch the knack of it; no teacher can do this for us“<sup>560</sup>. Wenn er die Handlung oder Urteilsfähigkeit internalisiert hat, wird der Schüler selbst nicht mehr verbalisieren können, wie er handelt: „The pupil must discover by

---

<sup>548</sup> Simon, Dieter (1999); S. 22

<sup>549</sup> Wagner, Richard; Sujan & Mita Harish; Rashotte, Carol; Sternberg, Robert (1999); S. 177 f.

<sup>550</sup> Hatsopoulos, Nicholas G.; and George N. (1999); S. 150

<sup>551</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 388

<sup>552</sup> ebd.; S. 31

<sup>553</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 387

<sup>554</sup> Dierkes, Meinolf (2001); S. 16

<sup>555</sup> Wagner, Richard; Sujan & Mita Harish; Rashotte, Carol; Sternberg, Robert (1999); S. 177 f.

<sup>556</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 376

<sup>557</sup> ebd.; S. 384

<sup>558</sup> ebd.; S. 378

<sup>559</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 53

<sup>560</sup> Polanyi, Michael (1961); S. 126

an effort of his own that there is something we could not tell him. And he knows it then in his turn but cannot tell it”<sup>561</sup>.

Polanyi hebt hier hervor, dass der Experte seine Aufgabe auch vor allen darin zu sehen hat, dem lernenden Kollegen ein Wechselspiel des Lernens zwischen Analyse der Einzelheiten und Integration zu einem Ganzen aufzuzeigen.

Der Mentor oder Coach sollte so einerseits auf das Ausprobieren und Variieren des Verhaltens mit Konzentration auf das Ziel, aber auch auf das Verstehen des inneren Kontextes und der Beziehung der Fokalelemente Wert legen<sup>562</sup>: „Destructive analysis remains also an indispensable weapon against superstition and specious practices“<sup>563</sup>. Deklaratives und prozedurales Wissen sollten sich so gegenseitig stützen und überlagern<sup>564</sup>.

Hier wird ersichtlich, dass Nonaka und Takeuchi zwar Meister-Lehrlings-Beziehungen fordern, jedoch aber nicht so stark in die Tiefe gehen wie Polanyi, der die impliziten Lernmechanismen innerhalb dieser Konstellation sehr genau und ausführlich darstellt.

Was die kognitive Seite impliziten Wissens anbelangt, so könnten alternativ zu den Maßnahmen bei Argyris auch Techniken der Psychoanalyse nach Sigmund Freud herangezogen werden. Implizite Grundannahmen könnten durch Techniken der „freien Assoziation“ (mind-mapping) sowie „szenische Interpretation“, in der das aktuelle Beziehungsgefüge thematisiert wird, bewusster gemacht werden. Hier steht im Vordergrund, die potentielle Konflikthaftigkeit von Wünschen, Realitäts- und Über-Ich-Anforderungen wahrzunehmen und diese in einem realitätsgerechten Kompromiss aufzuheben<sup>565</sup>. Eventuell könnte hier ein neuer Ansatz neben dem Zwei-Spalten Tool von Chris Argyris in Trainings oder Seminaren umgesetzt werden.

Zusammenfassend lässt sich schließen, dass das Lernen von Organisationen aus der Sicht Polanyis immer wieder neue Lernziele benötigt<sup>566</sup>, damit die Aufmerksamkeit nicht auf das Lernen bzw. „Mehr Wissen“ an sich, sondern auf die optimale Lösung einer aktuellen Aufgabe fokussiert wird<sup>567</sup>. Gerade diese distale Orientierung ist das Kennzeichen impliziter Lernvorgänge, derer Organisationen immer mehr bedürfen. Dem Lernenden muss, „insbesondere durch Teilhabe an einer Expertenkultur, in nicht-partikularisierter Weise das Ziel sichtbar [gemacht werden], auf das er sich hinentwickeln soll“<sup>568</sup>. Möglicherweise wäre die Fokussierung der Organisationsliteratur auf den Lernprozess an sich gar nicht so sehr in Polanyis Sinne, der implizite Lernvorgänge als Ergebnis einer Arbeit an einem Problem sieht: “knowledge is structurally similar to the knowledge of a problem”<sup>569</sup>.

---

<sup>561</sup> Polanyi, Michael (1961); S. 142

<sup>562</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 395f.

<sup>563</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 51

<sup>564</sup> Dierkes, Meinolf (2001); S. 21

<sup>565</sup> Lehmstuhl, Kirsten (2002); S. 272 f.

<sup>566</sup> Wagner, Richard; Suján & Mita Harish; Rashotte, Carol; Sternberg, Robert (1999); S. 177 f.

<sup>567</sup> Friedman, Victor J.; Lipshitz, Raanan; Overmeer, Wim (2001); S. 768

<sup>568</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 392

<sup>569</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 132



## 6. Synthese: Polanyis Wissenstheorie – ein Scharnierbegriff für das Lernen?

*“We do not receive wisdom, we must discover it for ourselves, after a journey through the wilderness, which no one else can spare us, for our wisdom is the point of view from which we came at last to regard the world” (Marcel Proust)<sup>570</sup>.*

Auch der französische Schriftsteller Marcel Proust (1871-1922) sah Weisheit ähnlich wie Michael Polanyi als das Ergebnis einer Suche des Menschen nach Wahrheit, die er selbst bestreiten muss.

Doch kann der Gedanke, dass Formen höherer Kognition ähnlich wie bei Kurt Lewin „eng mit den Gesetzen, die die Wahrnehmung [...] bestimmen, verknüpft“<sup>571</sup> sind, interdisziplinär angewendet werden? Kann Polanyis Wissens- und Lernbegriff die unterschiedlichen Herangehensweisen an das Lernen aus neurobiologischer, musikpädagogischer und organisationstheoretischer Perspektive integrieren?

Zunächst sind Argumente aufzuführen, die gegen solch eine interdisziplinäre Anwendung sprechen.

Erstens kann argumentiert werden, dass die Termini, gerade was unbewusstes und bewusstes Lernen betrifft, in Neurobiologie, Musik und Organisationspsychologie durchaus unterschiedlich verwendet werden und somit eine Synthese unter Polanyis Theorie erschweren. Spricht die Neurobiologie von unbewusstem Lernen, so bezieht sie sich meist auf nicht-assoziatives Lernen, klassisches und operantes Konditionieren oder auch prozedurales Lernen. Unbewusste mentale Schemata, die durch Sozialisation und Enkulturation entstanden, werden so nur in der Organisationspsychologie unter unbewusstem, stillschweigendem Wissen subsumiert. Außerdem werden gerade auch beim Erlernen eines Instrumentes meist prozedurale Aspekte impliziten Wissens beleuchtet, z.B. Motorik und Virtuosität, jedoch weniger die kognitiven Anteile, so z.B. die Sozialisation in die europäische Musikkultur.

Ein weiteres Begriffsproblem ergibt sich aus dem Terminus implizites Wissen. Nicht nur Neurobiologen (Manfred Spitzer), sondern auch Wissenstheoretiker halten es für irreführend, implizites Wissen wegen des Handlungserfolges wie Polanyi zu Wissen zu qualifizieren<sup>572</sup>. Könnerschaft sei hier angebrachter<sup>573</sup>, so unter anderem Schreyögg.

Dann stellt sich außerdem die Frage, ob die Neurobiologie tatsächlich schon soweit ist, die Empfindungen während des Lernprozesses am Instrument oder in Organisationen zu beschreiben, denen sich Musik- und Organisationspsychologie ihrerseits durchaus widmen. Michael Polanyi spricht von dem Gefühl plötzlicher Einsicht (Integration), dem Erahnen einer Sache (Imagination), die noch im Dunklen liegt, der antizipativen Intuition<sup>574</sup> sowie dem Wunsch nach Kohärenz des intentionalen Subjekts<sup>575</sup>.

Doch bei solchen Begriffen und möglichen neurophysiologischen Korrelaten tut sich die Neurobiologie wiederum schwer. Deshalb gibt es hier zahlreiche Kritiker, die die Befunde der Neurobiologie in Bezug auf ihre Relevanz für tatsächliches Erleben, sei es das Lernen in Musik oder Organisationen, in Frage stellen: “Wir

---

<sup>570</sup> Horvath, Joseph A. (1999); xi

<sup>571</sup> Lewin, Kurt (1963); S. 110

<sup>572</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 12

<sup>573</sup> Schreyögg, Georg (2002); S. 11

<sup>574</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 209 f.

<sup>575</sup> ebd.; S. 224

erleben keine physikalischen Schallwellen oder neuronale Erregungsmuster, sondern erleben phänomenal einen Bewusstseinszustand, der nur zum Teil versprachlicht bzw. verbildlicht werden kann, [...] eine neurophysiologische Beschreibung geht an der Charakteristik der Ereignisse vorbei“<sup>576</sup>. “Die ungeheure Variabilität der neuronalen Verknüpfungen ist die Grundvoraussetzung für das Lernen und das Kombinieren immer neuer Sachverhalte und Problemlösungen, aber sie sind mit diesen oder mit kreativen künstlerischen Aktivitäten nicht gleichzusetzen“. Auch Polanyi bezieht das Qualia Problem ein, das sich damit beschäftigt, ob die Qualität von Bewusstsein mit Systemeigenschaften neuronaler Netze beschreibbar ist <sup>577</sup>: “Imagine a physiologist to have mapped out completely all that takes place in the eyes and brain of a seeing man. Why do his observations not make him see that which the man sees? Because he looks at these happenings, while the subject attends from or through them to that which they mean to him“. Polanyi betont hier, dass die Analyse neurobiologischer Erkenntnisse noch nicht ausreicht, um deren gemeinsame Bedeutung zu verstehen<sup>578</sup>.

Lernen alleine aus neurobiologischer Perspektive zu betrachten, wäre so ohne Bedeutung, ohne Zusammenhang, wenn wir Lernen nicht schon selbst erlebt hätten. Wahrscheinlich bräuchten wir noch höher entwickelte Gehirne, um die Bedeutung rein aus Untersuchungen am Gehirn extrahieren zu können<sup>579</sup>.

Weiterhin bleibt, gerade in Bezug auf die Neurobiologie fraglich, ob die Dichotomie bzw. strenge Unterscheidung zwischen explizitem und implizitem Wissen so aufzuzeigen ist, denn Blakemore stellt fest, dass wir uns immer in einer Mischung von Gedächtnissystemen erinnern<sup>580</sup>. Möglicherweise lernen wir auch in einer Mischung von impliziten und expliziten Bereichen. Polanyi betont dagegen die Ausschließlichkeit von Analyse und Integration beim Denk- oder Lernvorgang<sup>581</sup>, wobei aber möglicherweise beide Gehirnsysteme benutzt werden, wenn z.B. eine Handlung simultan verbal erklärt und vorgezeigt wird. Dies gilt es noch weiter zu untersuchen.

Schließlich kann noch angeführt werden, dass Michael Polanyi nicht vom kollektiven Lernen ausgeht, organisationales Lernen seiner gruppenspezifischen und Sozialisationsprozesse weniger berücksichtigt wird. In Neurobiologie und Musik wurden zwar Individuen beim Lernen betrachtet, bei Organisationen jedoch müsste ein kognitives Moment miteinbezogen werden, welches Polanyi uns schuldig bleibt. Trotz dieser Argumente, die gegen eine Verlinkung der Lerntheorien mittels Michael Polanyis Theorie sprechen, lassen sich Punkte finden, die die integrative Kraft seiner Theorie nützen.

Zunächst kann angemerkt werden, dass sich Behaviorismus und Informationsverarbeitung als Lerntheorien weder in Neurologie, Musik noch Organisationen umfassend bewährt haben. Weder unterschiedliche Arten der Bedeutungszuweisung, eher erfolgloses rein mechanische Üben am Instrument<sup>582</sup> noch das radikale Umdenken und Kreativität aus eigenem Antrieb in Organisationen können durch sie erklärt werden. Polanyi kritisiert dies ebenso: “Behaviourism tries to make psychology into an exact science“. “The claim of cybernetics to generate thought

---

<sup>576</sup> Hartogh, Theo (2005); S. 39

<sup>577</sup> ebd.; S. 41 f.

<sup>578</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 147

<sup>579</sup> Simon, Dieter (1999); S. 17

<sup>580</sup> Blakemore, Sarah-Jayne (2006); S. 209

<sup>581</sup> Neuweg, Georg Hans (2004); S. 200

<sup>582</sup> Muellbacher, W. (2001); S. 22

and feeling rests likewise on the assumption that mental processes consist in explicitly identifiable performances which, as such, would be reproducible by a computer. This assumption fails, because mental processes are recognized to a major extent tacitly”<sup>583</sup>.

Dann kann hinzugefügt werden, dass Polanyis Differenzierung in implizites, unbewusstes und explizites, bewusstes Lernen und Wissen große Freiräume lässt und deshalb für Neurobiologie (Gerhard Roth), Musik (Wilfried Gruhn) und Organisationspsychologie (Nonaka&Takeuchi) von Nutzen ist. In der Neurobiologie lassen sich implizite und explizite Lernprozesse genauso wie in der Musik unterscheiden und in Organisationen zumindest explizites Wissen und tacit knowledge. Zwar variiert der Bereich und der Modus impliziten Lernens häufig, entweder prozedural oder kognitiv, dennoch ist die Struktur des Erlernten aus Sicht der Neurobiologie, Musik- und Organisationspsychologie vergleichbar: Das in Wahrnehmung, Übe- und Arbeitshandlungen, Kultur und Sozialisation erworbene implizite Wissen bleibt meist unbewusst, lässt sich schwer in Worte fassen und kann umso schwieriger z.B. über symbolhafte Darstellungen wie Sprache direkt an den nächsten weiter vermittelt werden<sup>584</sup>. Der Lernvorgang hierfür benötigt Zeit, Ausdauer und oft einen guten Lehrer oder Kollegen<sup>585</sup>. Die Neurobiologie kann diese Annahmen auch insoweit stützen (s. P. 3.5), als parallele Signalverarbeitung und Automatismen, sei es in Motorik oder Wahrnehmung angelernt werden, um die Energie des bewusst arbeitenden Neocortex für komplexe kognitive Vorgänge zu sparen.

Schließlich ließe sich noch anknüpfen, dass Polanyi das Lernen in den Bereichen Neurobiologie, Musik und Organisationen insofern vereint, als alle drei auf der Suche nach einer Auflösung des Dualismus bzw. einer Vereinigung des Denkens und Handelns sind. Es entsteht hier die Forderung, nicht-kognitives bzw. körperliches Lernen mit analytischem, vergeistigtem Denken zu vereinen bzw. zu verbinden. „Dem wissenschaftlichen Verstand, der mit großem Erfolg immer neue Rätsel löst, ist es weitgehend immer noch ein Rätsel, wie er zu seinen Einsichten kommt. Natürlich gibt es blitzblanke Methoden und eingefahrene Forschungswege, und doch erklären auch diese meist nicht, woher der wissenschaftliche Einfall kommt, wie man sein Werden befördern könnte und warum er nur allzu oft ausbleibt“<sup>586</sup>. Polanyis Theorie kann diese Vorgänge jedoch innerhalb der impliziten, verstehenden Integration in Kombination mit der zerlegenden und prüfenden Analyse erklären<sup>587</sup>.

In der Neurobiologie ist hier Maja Storch aufzuführen, die mit ihrem Buch Embodiment genau diesen Aspekt hervorhebt. In zahlreichen Untersuchungen fand sie unter anderem heraus, dass auch der Körper, sein Ausdruck und seine Haltung Kognition und Emotionen beeinflusst<sup>588</sup>: „Intelligentes Denken findet immer in einem dichten Geflecht von Bezügen statt, ist eingebettet in einen Kontext. Menschen arbeiten ihr ganzes Leben daran, ihre vielfältigen und täglich verfeinerten Erfahrungen mit ihrem Kontext, ihrer Einbettung, zu intuitivem Wissen und Handeln zu destillieren; menschliche Experten richten sich nicht nach Regeln, mit denen sie isolierte Fakten und Informationen verknüpfen, sie haben ihr Wissen verkörpert:

---

<sup>583</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 152

<sup>584</sup> Polanyi, Michael (1969); S. 84

<sup>585</sup> ebd.; S. 53

<sup>586</sup> Mittelstraß, Jürgen (1999); S. 25

<sup>587</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 129

<sup>588</sup> Tschacher, Wolfgang (2006); S. 16

Experten fühlen, wenn sie richtig liegen, und sehen einen guten Lösungsweg, schulgerechtes Schlussfolgern ist ein klapperiges Hilfsmittel des Anfängers<sup>589</sup>.

Auch innerhalb der Musik fordert Wilfried Gruhn, dass explizites und implizites Wissen zu einer Einheit formiert werden müssen, einerseits sollte der Schüler musikalische Bedeutung erwerben, diese dann aber auch explizit benennen können<sup>590</sup>, so z.B. anhand von Regeln der Harmonielehre. Ebenso für die Wissensgenerierung in Unternehmen fordern Nonaka und Takeuchi ein Wissen, das aus Einheit von Körper und Geist entspringt<sup>591</sup>.

Polanyi scheint somit als Vorbild für ausgewogenes Lernen zu stehen, das eine analytische wie auch praktisch-verstehende Komponente beinhaltet. Hierin wird er auch von anderen Wissensforschern bestärkt: Jürgen Mittelstraß betont z.B., dass es darauf ankomme, „sehr genau zwischen einem Wissen, das seinen Sitz in einem selbsterworbenen, selbst Wissen produzierenden Sachverstand hat, und einem Wissen, das als mitgeteiltes einfach übernommen und weiter verarbeitet wird, zu unterscheiden<sup>592</sup>. „Das Medium Wissen, in dem sich die moderne Gesellschaft bewegt und immer intensiver bewegen wird, speist sich aus vielen Quellen. Wissenschaft und Forschung gehören zu diesen Quellen, aber auch der kluge Umgang mit wissenschaftlichem Wissen, ferner Urteilskraft, die sich auf Wissen und Erfahrung stützt“<sup>593</sup>.

Hier kann nun geschlossen werden, dass Michael Polanyis Wissenstheorie durchaus in den unterschiedlichsten Bereichen, seien es Musik oder Organisation angewendet werden kann, und innerhalb der Neurobiologie zumindest grundsätzlich bestätigt wird. Die Neurobiologie des Lernens kann Polanyis wissenstheoretische Ausführungen so eine Basis geben, auf der dann Lernende eines Instrumentes oder innerhalb von Organisationen aufbauen können. In diesen Bereichen wird implizitem Wissen ein immer höherer Stellenwert zugeschrieben, weil die mangelnde Formalisierbarkeit stillschweigenden Wissens erkannt wurde.

Dies macht die Theorie Polanyis umso interessanter für die Zukunft, denn da er abstrakte Prozesse formuliert, wie z.B. Wahrnehmung im Fokal- und Hintergrundbewusstsein, können sie auf weite Bereiche des Lernens, der Wissensaneignung und des Berufs ausdehnt werden. Nicht nur im Instrumentallernen oder Organisationslernen, auch bei Medizinern, Händlern, Juristen und Forschern könnte seine Lerntheorie gewinnbringend als Orientierungskonzept angewendet, was auch das Buch „Tacit knowledge in professional practice“ von Robert Sternberg zeigt.

Sicherlich bleibt die praktische Umsetzung dann den jeweiligen Fachdisziplinen überlassen, doch beschreibt Polanyi die Vorgänge beim impliziten und expliziten Lernen sehr genau, sodass der Wissenserwerb und sein Zeitaufwand in unterschiedlichen Disziplinen an das jeweilig angestrebte Ergebnis, explizites oder implizites Wissen, angepasst werden kann.

Als die grundlegendste Form einer impliziten Denkweise, die nebenbei auch interdisziplinär anwendbar ist, sieht Polanyi hier das Stoßen auf ein Problem, was für ihn den Anfang des Wissens bedeutet: “To hit upon a problem is the first step to any discovery and indeed to any creative act. To see a problem is to see something

---

<sup>589</sup> Tschacher, Wolfgang (2006); S. 14

<sup>590</sup> Gruhn, Wilfried (2005); S. 118

<sup>591</sup> Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997); S. 42

<sup>592</sup> Mittelstraß, Jürgen (1999); S. 28

<sup>593</sup> ebd.; S. 30

hidden that may yet be accessible”<sup>594</sup>: “knowledge is structurally similar to the knowledge of a problem”<sup>595</sup>.

## **7. Ausblick: Musik in Organisationen**

Zum Schluss der Arbeit soll eine weitere Verbindung zwischen Neurobiologie, Musik und Organisationen vorgestellt werden, und zwar die der Musiktherapie in Organisationen.

Wäre es nicht denkbar, dass musiktherapeutische Methoden innerhalb von Organisationen eingesetzt werden könnten, um Stress zu lindern, und dadurch etwa die Lernbereitschaft zu erhöhen und das emotionale Klima zu verbessern?

Einerseits könnte durch Hören von Musik (rezeptive Therapie) Tiefenentspannung herbeigeführt werden und andererseits könnten Ich- und Gruppengefühle<sup>596</sup> durch Instrumental- und Bewegungsimprovisationen (aktiv-produktive Therapie) erreicht werden<sup>597</sup>.

Ausgangspunkt der Musiktherapie ist hier, dass Musik gegenüber Wahrnehmungs- oder Kommunikationsstörungen relativ unempfindlich ist, sozusagen nicht „falsch verstanden“ werden kann, und dadurch Geborgenheitsgefühle wie Phantasie weckt.

Am vorteilhaftesten sind hier freie musikalische Improvisationen mit allen möglichen Arten von Musikinstrumenten, da sich stilabhängige als schwierig und zugleich hemmend erweisen<sup>598</sup>. Bei der Improvisation kann „aus der direkten Emotion eine impulsive kreative Geste [entstehen]“<sup>599</sup>, sodass die Gefühlswahrnehmung „im Ausdruck immer bewusster“ wird<sup>600</sup>. Dadurch, dass diese subjektiven Gefühle und empfundenen Emotionen ausgedrückt werden, können sich Teilnehmer ihrer „ureigene[n] Identität“ bewusst werden<sup>601</sup>. Die Kraft des „Sich-Selbst-Ausdrückens“ in Musik kann somit eine bessere Regulation der emotionalen Spannungen ermöglichen<sup>602</sup>. In ihr „treten Formen in Erscheinung, die Grundmuster des Lebens sind“: Ruhe-Bewegung, Spannung und Entspannung, Übereinstimmung und Unstimmigkeit<sup>603</sup>.

Hier wird also versucht, positiv auf Emotionen und Selbstkonstruktion des Patienten einzuwirken: Einerseits, in dem er als kreativ Schaffender und Ausdrückender Identität und Selbstbewusstsein zurückgewinnt, andererseits, weil er in Kontakt zu den natürlichen Prinzipien seines eigenen Organismus, wie z.B. Spannung und Entspannung treten kann. Ziel ist dann, nicht nur Introspektionsprozesse sondern anschließend auch sozial-kommunikative Prozesse durch Gruppenimprovisationen auszulösen<sup>604</sup>.

---

<sup>594</sup> Polanyi, Michael (1961) ; S. 131

<sup>595</sup> ebd.; S. 132

<sup>596</sup> Hartmann, Eva (1989); S. 60

<sup>597</sup> ebd.; S. 59 f.

<sup>598</sup> Bruhn, Herbert; Decker-Voigt, Hans-Helmut; Frank-Bleckwedel, Eva Maria (1993); S. 419

<sup>599</sup> Timmermann, Tonius (1994); S. 188

<sup>600</sup> Timmermann, Tonius (1994); S. 186

<sup>601</sup> ebd.; S. 185

<sup>602</sup> Luban-Plozza, Boris; Delli Ponti, Mario; Dickhaut, Hans H. (1988); S. 113

<sup>603</sup> Timmermann, Tonius (1994); S. 112

<sup>604</sup> Hartmann, Eva (1989); S. 60 f.

Möglicherweise könnten sich Organisationsmitglieder hier persönlich besser kennen lernen, ein intensiveres Gruppengefühl und gegenseitiges Vertrauen aufbauen, das sich gerade innerhalb der Teamarbeit günstig auf den Wissensschaffungsprozess und die Kommunikation stillschweigenden Wissens auswirken könnte.

Hartmann fordert zudem eine „günstige lernpsychologische Situation“: großzügige Musikräume zur Entfaltung, Möglichkeiten zum Spielen mit den unterschiedlichsten Instrumenten und keine Bewertungen der Versuche des Sich-Ausdrückens<sup>605</sup>.

Um dies zu realisieren, müssten innerhalb von Unternehmen Räumlichkeiten eingerichtet werden, in denen Meditationen oder Improvisationen mit Anleitung in Pausen möglich sind. Aber lässt es sich auch seitens der Neurobiologie bestätigen, dass Arbeit mit Musik den Lernprozess fördernde Entspannung, Glücksgefühle und eine bessere Selbstwahrnehmung ermöglicht?

Sloboda kommentiert hier, dass die Forschung diesbezüglich noch in den Kinderschuhen steckt, „[t]he empirical study of emotional responses to music is in its infancy“<sup>606</sup>. Erwähnt werden muss aber, dass z.B. Jörg Schönberger kurzfristige Glückserfahrungen beim „genießenden Hören“ von Musik, die sogenannten Thrills, genauer untersucht hat. In seiner Studie gaben 91% der befragten Personen an, bereits Thrills erlebt zu haben<sup>607</sup>, wobei am häufigsten Gänsehaut und Schauer über den Rücken als körperliche Reaktion angegeben wurden<sup>608</sup>. Auch Hartmann konnte in einer Studie mit einer psychisch gesunden Gruppe, die Musiktherapieeinheiten besuchte, erhebliche Befindlichkeitsverbesserungen ausmachen: Depressivität, Ängstlichkeit und Müdigkeit nahmen unter den befragten Teilnehmern deutlich ab<sup>609</sup>, sodass die „Kombination musik- und tanztherapeutischer Übungen Gesunden eine echte Hilfe bezüglich der Bewältigung von Stresserscheinungen und Erschöpfungssyndromen bietet“<sup>610</sup>.

Aber wie spielt sich dieser Vorgang in Gehirn und Körper ab?

Zunächst ist ein auswertender Anteil des Cortex, der sekundäre auditorische Cortex im Temporallappen, anschließend ein bewertender Anteil des limbischen Systems beteiligt, das die Information an den Hypothalamus weitergibt, der autonome Reaktionen wie z.B. Herzklopfen, Pulserhöhung oder Gänsehaut auslöst<sup>611</sup>. Angenehme Musik kann über diesen Pfad ganzkörperliche Auswirkungen haben und so z.B. tiefe Entspannung bzw. die Erregung des Parasympathicus hervorrufen<sup>612</sup>.

In Bezug auf das Lernen in Organisationen lässt sich hier schlussfolgern, dass noch ein genauerer empirischer Nachweis der positiven Wirkungen von Musik auf das Befinden und Stressniveau gegeben werden müsste. Erst, wenn es wahrscheinlich ist, dass Musik innerhalb eines Unternehmens die Lern- oder Kommunikationskultur positiv beeinflusst, wird sie dort einen Platz finden. Bis dahin werden Entspannungspausen mit Musik oder halbstündige Improvisationen oder Tanzgruppen in Unternehmen eher ein Fremdwort innerhalb der Managementliteratur bleiben.

---

<sup>605</sup> Hartmann, Eva (1989); S. 76

<sup>606</sup> Sloboda, John A. (2005); S. 213

<sup>607</sup> vgl. Schönberger, Jörg (2006); S. 123

<sup>608</sup> ebd.; S. 87

<sup>609</sup> Hartmann, Eva (1989); S. 232

<sup>610</sup> ebd.; S. 235

<sup>611</sup> Gall, Stefan; Kerschreiter, Rudolf; Mojzisch, Andreas (2002); S. 23

<sup>612</sup> Luban-Plozza, Boris; Delli Ponti, Mario; Dickhaut, Hans H. (1988); S. 113

## Literaturverzeichnis

- Argyris, Chris; Schön, Donald A. (2006): Die lernende Organisation. Grundlagen, Methode, Praxis. 3. Auflage, Stuttgart: Klett-Verlag
- Bandura, Albert (1976): Lernen am Modell. Ansätze zu einer sozial-kognitiven Lerntheorie. Stuttgart: Klett-Verlag
- Bastian, Hans-Günther; Kormann, Adam (1989): Leben für Musik. Eine Biographie-Studie über musikalische (Hoch-)begabungen. Mainz (u.a.): Schott Verlag
- Baumard, Phillipe (1999): Tacit knowledge in organizations. London (u.a): Sage Publications
- Baumgart, Franzjörg (Hrsg.) (2007): Entwicklungs- und Lerntheorien. Erläuterungen, Texte, Arbeitsaufgaben. 2., überarb. Auflage, Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt-Verlag
- Becker, Clemens von (2000): Amusie. Veränderungen musikalischer Fähigkeiten bei Erkrankungen des Gehirns. München
- Becker, Nicole (2006): Die neurowissenschaftliche Herausforderung der Pädagogik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag
- Blakemore, Sarah-Jayne (2006): Wie wir lernen, was die Hirnforschung darüber weiß. München: Deutsche Verlagsanstalt
- Bruhn, Herbert; Oerter, Rolf; Rösing, Helmut (1993): Musikpsychologie. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag
- Bruhn, Herbert; Decker-Voigt, Hans-Helmut; Frank-Bleckwedel, Eva Maria: in: Bruhn, Herbert; Oerter, Rolf; Rösing, Helmut (1993): Musikpsychologie. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag
- Buchner, Axel (2003): Funktionen und Modelle des Gedächtnisses. in: Karnath, Hans-Otto (Hrsg.) (2006): Neuropsychologie. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Heidelberg: Springer Verlag
- Büchel, Bettina; Raub, Steffen: Media choice and organizational learning. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press
- Carlson, Neil R. (2004): Physiologische Psychologie. 8. aktualisierte Auflage. München: Pearson Education Verlag
- Dierkes, Meinolf (Hrsg.); Berthoin Antal, Ariane; Child, J.; Nonaka, Ikjiro (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Elbert, Thomas; Rockstroh, Brigitte: Kortikale Reorganisation. in: Karnath, Hans-Otto (Hrsg.) (2006): Neuropsychologie. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Heidelberg: Springer Verlag

Friedman, Victor J.; Lipshitz, Raanan; Overmeer, Wim: Creating conditions for organizational learning. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Gall, Stefan; Kerschreiter, Rudolf; Mojzisch, Andreas (2002): Handbuch Biopsychologie und Neurowissenschaften – ein Wörterbuch mit Fragenkatalog zur Prüfungsvorbereitung. Bern: Huber Verlag

Ganten, Detlev (Hrsg.) (1999): Gene, Neurone, Qubits & Co. Unsere Welten der Information. Stuttgart: S. Hirzel Verlag

Gruhn, Wilfried (2005): Der Musikverstand. Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens. 2. neu überarbeitete Auflage. Hildesheim: Olms Verlag

Haider-Hasebrink, Frithilde (1991): Explizites versus implizites Wissen und Lernen. Hamburg.

Hartmann, Eva (1989): Stressbewältigende und befindlichkeitsverändernde Strategien. Eine empirische Untersuchung zur Frage der sozial- und heilpädagogisch-therapeutischen Wirksamkeit von musik- und tanztherapeutischen Übungen. Frankfurt am Main, Peter Lang Verlag

Hatsopoulos, Nicholas G. und George N.: The role of tacit knowledge in management. in: Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in professional practice. Researcher and practitioner perspectives. Mahwah, Erlbaum Verlag

Hedberg, Bo; Wolff, Rolf: Organizing, learning, and strategizing: from construction to discovery. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Heister, Werner (2007): Studieren mit Erfolg. Effizientes Lernen & Selbstmanagement. in: ZEIT Campus Magazin, April 2007. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft

Herrmann, Ulrich (2006): Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim, Beltz Verlag

Horvath, Joseph A.: Tacit knowledge in the professions – Preface. in: Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in professional practice. Researcher and practitioner perspectives. Mahwah, Erlbaum Verlag

Hug, Theo; Perger, Josef (Hrsg.) (2003): Instantwissen, Bricolage, Tacit knowledge. Ein Studienbuch über Wissensformen in der westlichen Medienkultur. Innsbruck: Studia Universitätsverlag



Illert, Michael (1993): Die Motorik des Musizierens. in: Bruhn, Herbert; Oerter, Rolf; Rösing, Helmut (1993): Musikpsychologie. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag

Jäncke, Lutz: Hirnanatomische Asymmetrien. in: Karnath, Hans-Otto (Hrsg.) (2006): Neuropsychologie. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Heidelberg: Springer Verlag

Jäncke, Lutz: Funktionale Links-rechts- Asymmetrien. in: Karnath, Hans-Otto (Hrsg.) (2006): Neuropsychologie. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Heidelberg: Springer Verlag

Jourdain, Robert (2002): Das wohltemperierte Gehirn. Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt. Heidelberg, Berlin: Spektrum, Akademischer Verlag

Karnath, Hans-Otto (Hrsg.) (2006): Neuropsychologie. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Heidelberg: Springer Verlag

Konczak, Jürgen: Motorisches Lernen. in: Karnath, Hans-Otto (Hrsg.) (2006): Neuropsychologie. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Heidelberg: Springer Verlag

Lehmkuhl Kirsten (2002): Unbewusstes bewusst machen. Selbstreflektive Kompetenz und neue Arbeitsorganisation. Hamburg, VSA-Verlag

Lewin, Kurt (1963): Feldtheorie in den Sozialwissenschaften. Bern: Huber Verlag

Mainzer, Klaus (1997): Gehirn, Computer, Komplexität. Berlin (u.a.): Springer Verlag

Markowitsch, Hans Joachim; Brand, Matthias: Lernen und Gedächtnis aus neurowissenschaftlicher Perspektive – Konsequenzen für die Gestaltung des Unterrichts. in: Herrmann, Ulrich (2006): Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim, Beltz Verlag

Markowitsch, Hans Joachim (2005): Dem Gedächtnis auf der Spur. Vom Erinnern und Vergessen. Darmstadt: Primus Verlag

Mittelstraß, Jürgen: Information, Kommunikation, Wissen – auf dem Weg zur Wissensgesellschaft. in: Ganten, Detlev (Hrsg.) (1999): Gene, Neurone, Qubits & Co. Unsere Welten der Information. Stuttgart: S. Hirzel Verlag

Mittelstraß, Jürgen; Blasche, Siegfried (1995): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Band 3. Stuttgart: Metzler Verlag

Müller-Bech, Werner (1991): Orientierungsmodelle für den Instrumentalunterricht. Zur Lerntechnik im Bereich des Instrumentalspiels. München: VDMK Verlag

Neuweg, Georg Hans (2004): Könnerschaft und implizites Wissen. Zur lehr-  
lerntheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polanyis.  
Münster, München: Waxmann Verlag

Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1997): Die Organisation des Wissens. Wie  
japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frank-  
furt/Main, New York; Campus Verlag

Nonaka, Ikujiro; Toyama, Ryoko; Byosière, Phillipe: A Theory of Organizational  
Knowledge Creation: Understanding the dynamic process of creating knowledge.  
in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and  
Knowledge. Oxford, University Press

Patel, Vimla L.; Arocha, José F.; Kaufman, David R.: Expertise and Tacit  
knowledge in Medicine. in: Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in  
professional practice. Researcher and practitioner persepectives. Mahwah,  
Erlbaum Verlag

Pawlowsky, Peter: The treatment of organizational learning in management  
science. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning  
and Knowledge. Oxford, University Press

Pawlowsky, Peter; Forslin, Jan; Reinhardt, Rüdiger: Practices and tools of  
organizational learning. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of  
Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Plozza, Boris-Luban; Delli Ponti, Mario; Dickhaut, Hans (1988): Musik und Psyche.  
Hören und Psyche. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser Verlag

Pinel, John (2001): Biopsychologie. 2. Auflage, Heidelberg: Spektrum, Akademi-  
scher Verlag

Pinel, John ; Pauli, Paul (2007): Biopsychologie. 6. aktualisierte Auflage, München  
(u.a.): Pearson Education Verlag

Polanyi, Michael (1983): The tacit dimension. Gloucester, Mass.

Polanyi, Michael (1961): Personal knowledge. Towards a post-critical philosophy.  
Chicago: University press

Polanyi, Michael (1969): Knowing and being. London: Routledge & Paul Verlag

Ribke, Wilfried: Üben. in: Bruhn, Herbert; Oerter, Rolf; Rösing, Helmut (1993): Mu-  
sikpsychologie. Ein Handbuch. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag

Roth, Gerhard (2003): Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten  
steuert. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag

Roth, Gerhard: Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? in: Herrmann, Ulrich (2006): Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim, Beltz Verlag

Roth, Gerhard: Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses. in: Schmidt, Siegfried J. (1996): Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung. 3. Auflage, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag

Roth, Gerhard: Die Konstitution von Bedeutung im Gehirn. in: Schmidt, Siegfried J. (1996): Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung. 3. Auflage, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag

Rothman, Jay; Friedman, Victor J.: Identity, conflict, and organizational learning. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Schandry, Rainer (2006): Biologische Psychologie. Ein Lehrbuch. 2. überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz PVU Verlag

Scherer, Klaus R.; Tran, Véronique: Effects of emotion on the process of organizational learning. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Schmidt, Siegfried J. (1996): Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung. 3. Auflage, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag

Schönberger, Jörg (2006): Musik und Emotionen. Grundlagen, Forschung, Diskussion. Saarbrücken: VDM-Verlag

Schreyögg, Georg: Kann implizites Wissen Wissen sein?. in: Bresser, Rudi; Krell, Gertraude; Schreyögg, Georg (2002): Diskussionsbeiträge des Instituts für Management, Freie Universität Berlin

Sexl, Martin: Die Problematik impliziten Wissens. in: -Hug, Theo; Perger, Josef (Hrsg.) (2003): Instantwissen, Bricolage, Tacit knowledge. Ein Studienbuch über Wissensformen in der westlichen Medienkultur. Innsbruck: Studia Universitätsverlag

Simon, Dieter: Wissen ohne Ende. in: Ganten, Detlev (Hrsg.) (1999): Gene, Neurone, Qubits & Co. Unsere Welten der Information. Stuttgart: S. Hirzel Verlag

Sloboda, John A. (1987): The Musical Mind: The cognitive psychology of music. 2. überarbeitete Auflage, Oxford

Sloboda, John A. (2005): Exploring the musical mind. Cognition, Emotion, Ability, Function. Oxford: University Press

Spitzer, Manfred (2003): Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Heidelberg (u.a.): Spektrum Akademischer Verlag

Spitzer, Manfred (2006): Lernen. Die Entdeckung des Selbstverständlichen. Hamburg, Beltz-Verlag, Archiv der Zukunft

Spitzer, Manfred (2007): Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk. Stuttgart, Schattauer Verlag

Starbuck, William H.; Hedberg, Bo: How organizations learn from success and failure. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in professional practice. Researcher and practitioner perspectives. Mahwah, Erlbaum Verlag

Sternberg, Robert J.: What do we know about tacit knowledge? Making the tacit become explicit. in: Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in professional practice. Researcher and practitioner perspectives. Mahwah, Erlbaum Verlag

Sternberg, Robert J.: Tacit Knowledge in Management. in: Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in professional practice. Researcher and practitioner perspectives. Mahwah, Erlbaum Verlag

Storch, Maja: „Hausaufgaben? Oder lieber nicht! in: Herrmann, Ulrich (2006): Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim, Beltz Verlag

Storch, Maja; Cantieni Benita; Hüther, Gerhard; Tschacher, Wolfgang (2006): Embodiment. Die Wechselwirkung von Körper und Psyche verstehen und nutzen. Bern: Hans Huber Verlag

Timmermann, Tonius (1994): Die Musik des Menschen. München: Piper Verlag

Tschacher, Wolfgang: Wie Embodiment zum Thema wurde. in: Storch, Maja; Cantieni Benita; Hüther, Gerhard; Tschacher, Wolfgang (2006): Embodiment. Die Wechselwirkung von Körper und Psyche verstehen und nutzen. Bern: Hans Huber Verlag

Torff, Bruce: Tacit knowledge in teaching: Folk pedagogy and teacher education. in: Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in professional practice. Researcher and practitioner perspectives. Mahwah, Erlbaum Verlag

Wagner, Richard K. ; Sujana & Mita Harish; Rashotte, Carol A. ; Sternberg, Robert J.: Tacit knowledge in Sales. in: Sternberg, Robert J. (Hrsg.) (1999): Tacit knowledge in professional practice. Researcher and practitioner perspectives. Mahwah, Erlbaum Verlag (1999)

Weber, Christiane; Berthoin-Antal, Ariane: The role of time in organizational learning. in: Dierkes, Meinolf (Hrsg.) (2001): Handbook of Organizational Learning and Knowledge. Oxford, University Press

Wiater, Werner (2007): Wissensmanagement. Eine Einführung für Pädagogen. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften  
Wiedemann, Herbert (1985): Klavierspiel und das rechte Gehirn. Regensburg: Bosse Verlag

Wieland, Renate; Uhde, Jürgen (2002): Forschendes Üben. Wege des instrumentalen Lernens. Über den Interpreten und den Körper als Instrument der Musik. Kassel: Bärenreiter-Verlag

## Internetquellen

<http://www.lernen-heute.de/>

<http://www.lernen-mit-spass.ch>

<http://www.lernen-heute.de/ernaehrung.html>

Beckers, Erich: Aspekte musikalischen Lernens – Frigga Haugs ‚Lernverhältnisse‘ aus musikpädagogischer Sicht. in: Vogt, Jürgen (Hrsg.) (2005): Zeitschrift für kritische Musikpädagogik, 5. Ausgabe; download über <http://home.arcor.de/zfkm/05-beckers.pdf>

Hartogh, Theo: Vernetzt Mozart die Gehirnhälften? Über Sinn und Unsinn neurobiologischer Forschungsergebnisse in der Musikpädagogik. in: Vogt, Jürgen (Hrsg.) (2005): Zeitschrift für kritische Musikpädagogik, 7. Ausgabe; download über <http://home.arcor.de/zfkm/05-hartogh.pdf>

Muellbacher, W. (2001): Die Rolle des Motorkortex beim motorischen Lernen. in: Journal für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie 2001, Nr. 2. download über: <http://www.kup.at/kup/pdf/887.pdf>

Paulus, Jochen: Lernrezepte aus dem Hirnlabor in: DIE ZEIT, Nr. 83, 11.09.2003. download über <http://www.zeit.de/2003/38/B-Neurodidaktik?page=4>