

Julia Düttmann

Lebenslanges Lernen



**Aktuelle Erkenntnisse der
Gehirnforschung zur Unterstützung
der Lernfähigkeit im mittleren Alter**

>> [Buch bestellen](#)

>> [eBook bestellen](#)

Lebenslanges Lernen

Aktuelle Erkenntnisse der Gehirnforschung zur Unterstützung der Lernfähigkeit im mittleren Alter

Autorin:

Julia Düttmann

Verlag:

FQL Publishing, München

Buch: ISBN 978-3-947104-70-3

eBook: ISBN 978-3-947104-71-0

Buchreihe: GEHIRN-WISSEN KOMPAKT

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Grafiken ist nur mit schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet. In diesem Buch werden u. U. eingetragene Warenzeichen, Handelsnamen und Gebrauchsnamen verwendet. Auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind, gelten die entsprechenden Schutzbestimmungen. Das Abbildungsverzeichnis befindet sich auf Seite 95.

Über dieses Buch

Unsere heutige Arbeitswelt ist geprägt von vielfältigen und häufigen Veränderungen. Konsequenz hieraus ist lebenslanges Lernen für alle diejenigen, die am Arbeitsleben teilhaben möchten.

Gerade im mittleren Alter, etwa zwischen 50 und 60 Jahren, wo sich eventuell die ersten Auswirkungen der kognitiven Veränderungen des Alterns zeigen, ist der Erhalt der Lernfähigkeit deshalb umso wichtiger, um mit diesen Veränderungen mithalten zu können.

Neurowissenschaftliche Erkenntnisse helfen hier, die richtigen Strategien zu nutzen. Dabei ist es hilfreich zu verstehen, wie Lernen grundsätzlich funktioniert und welche Veränderungen im Gehirn im mittleren Alter stattfinden.

Daraus lassen sich dann Strategien ableiten, die einen positiven Einfluss auf die Prozesse im Gehirn ausüben, die während des Lernens stattfinden bzw. den Veränderungen im mittleren Alter entgegenwirken.

Schlaf, Herausforderungen, die nicht als Überforderungen wahrgenommen werden, Konzentration und Bewegung sind alles Strategien, die einen positiven Einfluss auf die Lernvorgänge im Gehirn ausüben. Die neurowissenschaftlichen Erkenntnisse können die genauen Vorgänge im Gehirn erklären.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	9
1.1	Problemstellung	9
1.2	Zielsetzung und Struktur des Buches	12
1.3	Lernen	13
1.4	Entwicklung des Gehirns im mittleren Alter	19
2.	Schlaf	25
2.1	Allgemein	25
2.2	Auswirkungen von Schlaf	27
2.3	Neurowissenschaftliche Erkenntnisse und Schlaf	30
2.4	Alter und Schlaf	40
2.5	Umsetzung	43
3.	Herausforderung - keine Überforderung	45
3.1	Allgemein	45
3.2	Auswirkungen von Überforderung	46
3.3	Neurowissenschaftliche Erkenntnisse und Stress	47
3.4	Alter und Stress	50
3.5	Umsetzung	55
4.	Konzentriertes Arbeiten	57
4.1	Allgemein	57
4.2	Ablenkungen und Multitasking	58
4.3	Neurowissenschaftliche Erkenntnisse und Konzentriertes Arbeiten	59
4.4	Umsetzung	63

5.	Bewegung	65
5.1	Allgemein	65
5.2	Auswirkung von Bewegung	66
5.3	Neurowissenschaftliche Erkenntnisse und Bewegung	68
5.4	Alter und Bewegung	72
5.5	Umsetzung	75
6.	Diskussion	77
7.	Zusammenfassung	79
8.	Literatur- und Quellenverzeichnis	83
9.	Abbildungsverzeichnis	95
10.	Abkürzungsverzeichnis	96
11.	Fußnotenverzeichnis	97
	Ihre Gedanken	103

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Wir leben heute in einer Arbeitswelt, die durch den Begriff VUKA treffend beschrieben wird: Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität. Für Mitarbeiter*innen bedeutet dies konkret eine hohe Veränderungsgeschwindigkeit und damit ein ständiges Umlernen. Es gibt Re- und Umstrukturierungen in den Unternehmen, NGOs, Verwaltungen etc. Darüber hinaus verändern sich Arbeitsplätze durch Digitalisierung, neu definierte Prozesse und neu definierte Produkte. Die Liste ließe sich beliebig verlängern. Jede Veränderung bedeutet auch immer ein Lernen von neuen Fähigkeiten, Fertigkeiten und neuem Wissen. Dies gilt für alle Bereiche und für jedes Alter.

Der früher praktizierte Karriereweg mit einer Ausbildung in jungen Jahren, die mit dem Erreichen eines Abschlusses beendet war, reicht heute nicht mehr aus. Wissen und Fähigkeiten der Hochschule beziehungsweise eine Berufsausbildung genügen zunehmend seltener, um eine dreißig bis vierzig Jahre lange Berufslaufbahn erfolgreich zu bewältigen. Lebenslanges Lernen ist heute notwendig, um bei den Veränderungen mitzuhalten. Der Erhalt der Lernfähigkeit auch im mittleren Alter ist damit ein wichtiges Thema, mit dem sich jeder auseinandersetzen sollte.

Mit dem Alter verändert sich unser Gehirn und manches, was in jungen Jahren leicht gefallen ist, wird deutlich schwieriger. Entgegen der häufig vorherrschenden Meinung, dass die Leistungsfähigkeit unseres Gehirns nur noch abnimmt, gibt es

jedoch viele Bereiche, wo wir im Alter, bedingt durch hohe Erfahrung, sogar besser werden. Außerdem gibt es vielfältige Möglichkeiten, auf die Leistungsfähigkeit unseres Gehirns positiv einzuwirken und damit die Lernfähigkeit zu erhalten oder sogar zu verbessern.

Unter Lernen versteht man die Fähigkeit eines Individuums, Wissen und Fertigkeiten zu erwerben, Informationen miteinander zu verknüpfen und das Ergebnis dann so abzuspeichern, dass es bei Bedarf abrufbar ist. Lernfähigkeit meint in dieser Arbeit die Fähigkeit, sich Wissen und Fähigkeiten möglichst schnell und stabil, das heißt langfristig, anzueignen. Grundlage für Lernen ist die Plastizität unseres Gehirns, das heißt, die Eigenschaft einzelner Synapsen, Nervenzellen und ganzer Gehirnareale sich in Abhängigkeit ihrer Nutzung zu verändern.

Donald Hebb postulierte schon vor 70 Jahren, dass Lernen und die Plastizität des Gehirns eng zusammenhängen, insbesondere, dass die Verbindung zwischen Neuronen durch Nutzung verändert und verstärkt wird¹. Die Veränderung des Gehirns in Abhängigkeit von der Nutzung konnte bereits in den 1960er Jahren anhand von Versuchen mit Ratten gezeigt werden, die sich in einer anregenden Umgebung aufhielten. Im Vergleich mit Ratten in einer sehr anregungsarmen Umgebung zeigten die Ratten der anregenden Umwelt ein Gehirn, das physisch größer war, mehr Dendriten aufwies, mehr synaptische Verbindungen und ein höheres Niveau von Neurotransmittern wie Acetylcholin und Wachstumsfaktoren².

Ein weiteres berühmtes Experiment für die Möglichkeit zur strukturellen Veränderung des Gehirns ist die Londoner Taxifahrer Studie. Neurologen vom University College London verglichen den Hippocampus von Taxifahrern, die für Ihre Fahrlizenz zum Taxifahrer 25.000 Straßen rund um das Zentrum kennen und sich im Londoner Straßengewirr zurechtfinden müssen, mit nichttaxifahrenden Personen und stellten fest, dass Erstere einen deutlich größeren Hippocampus besitzen. Im Ruhestand schrumpfte der Hippocampus dann wieder³.

Wie verschiedene Studien zeigen konnten besteht diese Fähigkeit des erwachsenen, menschlichen Gehirns zur strukturellen Veränderung ein Leben lang⁴. Eine Studie unter der Leitung von Irene Nagel, die die Unterschiede von Denkleistungen von jüngeren und älteren Menschen untersuchte, ergab, dass in der leistungsstarken Gruppe, unabhängig vom Alter, die Hirnaktivierung mit steigender Aufgabenschwierigkeit zu-nahm⁵.

Das bedeutet, die kognitive Leistungsfähigkeit und damit die Lernfähigkeit ist nicht nur eine Frage des Alters. Um seine Lernfähigkeit zu erhalten und besser noch zu steigern ist es hilfreich, die neurobiologischen Grundlagen dieser Vorgänge zu verstehen, um dann gezielt daraus Strategien abzuleiten. Dies gilt für jedes Alter. Da die Leistungsfähigkeit des Gehirns mit dem Alter abnimmt, wir auf der anderen Seite jedoch immer länger arbeiten, ist es im mittleren Alter umso wichtiger, seine Leistungsfähigkeit und damit seine Lernfähigkeit bewusst zu erhalten.

1.2 Zielsetzung und Struktur dieses Buches

Dieses Buch soll Antworten auf die folgende Frage geben:

Inwieweit können die neuesten Erkenntnisse der neurowissenschaftlichen Forschung helfen, die Lernfähigkeit im mittleren Alter zu erhalten bzw. sogar noch zu verbessern?

Ziel des Buches ist es, Verhaltensweisen und Strategien unter Berücksichtigung der aktuellen neurowissenschaftlichen Forschung zu beleuchten, die dazu beitragen, die Lernfähigkeit zu erhalten und somit dem hohen Veränderungsdruck in unserem Umfeld gewachsen zu sein. Damit ist automatisch auch eine gute Grundlage geschaffen, um bis ins hohe Alter hinein geistig fit zu bleiben.

Der erste Teil des Buches soll den Leser in das Thema Lernen mit den entsprechenden neurowissenschaftlichen Grundlagen einführen. Es werden unterschiedliche Arten von Wissen, die Phasen des Lernens mit den beteiligten Gehirnarealen für diese unterschiedlichen Wissensarten sowie die zugrundeliegenden Prozesse dargelegt. Dem gegenübergestellt werden Veränderungen ab dem mittleren Alter im Gehirn mit ihren entsprechenden Auswirkungen. Damit wird deutlich, wo es Ansatzpunkte für Strategien und Verhaltensweisen gibt, die zum Erhalt der Lernfähigkeit beitragen.

Der zweite Teil geht dann auf diese Strategien und Verhaltensweisen zur Einflussnahme ein wie Schlaf, Herausforderung ohne Überforderung, Bewegung, und konzentriertes Arbeiten. Es werden jeweils die äußerlichen Auswirkungen dieser Strategien dargelegt, sowie die dazugehörigen Erklärungen aus

neurowissenschaftlicher Sicht, die den dahinterliegenden Mechanismus im Gehirn aufzeigen. Die Möglichkeiten der Umsetzung dieser Strategien werden nur kurz angerissen, sie sind nicht Schwerpunkt dieses Buches.

1.3 Lernen

Lernen ist die Reaktion eines Organismus auf Veränderungen in seiner Umwelt. Komplexere Formen des Lernens benötigen eine Gedächtnisfunktion, um Informationen kurzfristig im Gedächtnis zu halten und diese mit Informationen aus dem Langzeitgedächtnis zu verknüpfen. Diese neue Information muss dann wieder im Langzeitgedächtnis abgespeichert werden und bei Bedarf abrufbar sein. Zur neurobiologischen Erklärung von Lernen ist es hilfreich, die unterschiedlichen Phasen des Lernens zu differenzieren, sowie zu unterscheiden, was gelernt wird. Beim „Was“ kann man unterscheiden in das deklarative und nicht-deklarative Wissen. Deklaratives Wissen beinhaltet Wissen, dass verbal berichtet werden kann. Es wird nochmals unterteilt in episodisches, unsere persönlichen Erlebnisse, sowie semantisches, Faktenwissen. Beim nicht-deklarativen Wissen unterscheidet man zwischen dem prozeduralen und dem emotionalen Wissen.

Bei den Phasen des Lernens kann man unterscheiden in ein Ultrakurzzeitgedächtnis, ein Kurzzeitgedächtnis, ein Intermediäres und ein Langzeitgedächtnis. In jeder Sekunde nehmen wir unzählige Informationen auf. Ein sensorischer Speicher, auch sensorisches Gedächtnis oder Ultrakurzzeitgedächtnis genannt, wird für 1-2 Sekunden reizspezifisch erregt, was als Enkodierung bezeichnet wird. Diejenigen Informationen, die

als interessant oder wichtig eingestuft werden, gelangen in das Kurzzeitgedächtnis, wo sie im Bereich von Sekunden bis Minuten zugänglich sind. Diesem Kurzzeitgedächtnis wird auch das Arbeitsgedächtnis zugeordnet. Beide befinden sich im Präfrontalen Cortex (PC). Hier werden die Informationen gehalten und mit Informationen verbunden, die aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden, um für einen bestimmten Zeitraum präsent zu sein. Sensorische oder mentale Inhalte werden zu einem neuen und bedeutungshaften Ganzen zusammengeführt und zur Durchführung sequenzieller motorischer oder kognitiver Leistungen genutzt. Diese fragilen Repräsentationen müssen von inneren oder äußeren Ablenkungen abgeschirmt werden. Voraussetzung für Lernen ist also ein intaktes Kurzzeitgedächtnis und Arbeitsgedächtnis sowie die Fähigkeit zur Aufmerksamkeit.

Neurophysiologisch ist Aufmerksamkeit extrem energieaufwendig und besteht aus unterschiedlichen Mechanismen. Sie braucht eine Erhöhung der Feuerrate von Nervenzellen in den sensorischen, kognitiven oder limbischen Arealen der Großhirnrinde sowie eine Erhöhung der Synchronisation dieser Entladungen. Dies führt zu einer Erhöhung der sensorischen und semantischen Verarbeitungstärke des beteiligten Nervennetzwerks. Zusätzlich kann die Aktivität konkurrierender Netzwerke unterdrückt werden⁶.

Bei der Konsolidierung von deklarativen Gedächtnisinhalten, also beim Transport vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis, spielt der Hippocampus mit den anliegenden Cortexarealen, dem entorhinalen, parahippocampalen und perirhinalen Cortex als intermediäres Gedächtnis eine wichtige Rolle. Vom

Hippocampus haben wir zwei Stück, links und rechts je einen. Der Hippocampus verfügt über reziproke Verbindungen zu allen Assoziationskortexen, die als Langzeitspeicherorte gelten. Außerdem besitzt er aufgrund von Langzeitpotenzierung die Fähigkeit, Informationen über kürzere oder längere Zeiträume – Stunden bis Wochen – zwischenspeichern. Auch wenn noch nicht alle Vorgänge für die Gedächtnisbildung geklärt sind, weiß man von Patienten mit Läsionen im Hippocampus, dass dies Auswirkungen auf die Gedächtnisbildung hat (siehe der berühmte Fall H.M.). Diese Patienten zeigen typischerweise eine anterograde Amnesie. Eine wichtige Aufgabe des Hippocampus ist die Verknüpfung von einzelnen Informationen in ein größeres Netzwerk, welches sich im Cortex befindet. Durch die Verknüpfung einer Information mit einem größeren Netzwerk gibt es anschließend viel mehr Möglichkeiten, diese Information wieder abzurufen⁷. Für den Abruf neuer Erinnerungen ist der Hippocampus nötig. Sobald das Wissen jedoch einmal im Langzeitgedächtnis verankert ist, ist dessen Abruf ohne den Hippocampus möglich⁸.

Neurobiologisch bedeutet Konsolidierung, also die Bildung von Gedächtnis, eine Änderung der synaptischen Übertragungsmechanismen innerhalb kleinerer oder größerer Netzwerke. Ein wichtiger Mechanismus für die Veränderung der synaptischen Übertragungsmechanismen ist die Langzeitpotenzierung (LTP), über die viel geforscht wurde⁹. Der Nachweis von LTP in Neuronen des Hippocampus konnte bisher bei unterschiedlichen Tieren nachgewiesen werden¹⁰. Die LTP ist eine Eigenschaft einzelner Synapsen oder Synapsenpopulationen. Sie ergibt sich dann, wenn eine Synapse hochfrequent gereizt

wird. Das führt zu einer höheren Koppelungsstärke, das heißt einer höheren Effektivität zwischen Prä- und Postsynapse mit der Folge, dass die Postsynapse stärker auf diesen Reiz antwortet. LTP erfolgt nicht nur im Hippocampus, sondern auch in anderen Hirnregionen. Auch das Gegenteil, die Langzeitdepression, kann eintreten. Diese führt dann zu einer Verminderung der Koppelungsstärke. Längerfristig führt die LTP zu einer anatomischen Veränderung an der Synapse wie die Verkleinerung oder Vergrößerung bestehender Dornensynapsen an den Pyramidenzellen, die Ausbildung neuer oder die Eliminierung vorhandener Synapsen oder die Neubildung oder der Abbau von Transmitterzeptoren an der postsynaptischen Membran. Dies ist die sogenannte Synaptogenese. Dieser Vorgang trägt zur Stabilität des Langzeitgedächtnisses bei. Das Langzeitgedächtnis hat eine große Speicherkapazität und funktioniert nicht wie eine statische Festplatte, sondern ist dynamisch. Das heißt, neue Erlebnisse und Erfahrungen führen zu ständigen Veränderungen¹¹.

Ein weiterer Beitrag des Hippocampus zur Lernfähigkeit ist die Bildung neuer Nervenzellen, die sogenannte Neurogenese. Im Erwachsenenalter gibt es nur zwei Gehirnbereiche, in denen neue Neuronen gebildet werden können: im Hippocampus, dort genauer im Gyrus dentatus, und im olfaktorischen Bulb¹². Die Neurogenese kann beispielsweise bei Induktion einer LTP erfolgen, wenn sogenannte NMDA-Rezeptoren beteiligt sind oder bei Anwesenheit neuroaktiver Proteine wie dem Wachstumsfaktor Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF). Aus dem Hippocampus gelangen diese neuen Zellen in andere Bereiche des Gehirns. Sie sind verantwortlich für die

Instandhaltung und Reparatur von Neuronen. Zusätzlich werden sie bei erhöhter Beanspruchung des Gehirns, beim Lernen, gebraucht. Dann gehen Signale an den Hippocampus zur verstärkten Produktion neuer Stammzellen, die dann dorthin geschickt werden, wo sie benötigt werden¹³. Die neuen Zellen erhöhen die Dichte der grauen Masse und führen bei Stimulierung und Verknüpfung zu erhöhter kognitiver Leistung¹⁴.

Das prozedurale oder auch implizite Gedächtnis umfasst Fertigkeiten, die wir verbal nicht beschreiben können. Dazu zählen Fertigkeiten kognitiver Art wie das schnelle Erkennen von Fehlern in einem Ablauf, motorische Fähigkeiten wie Tennisspielen oder Musizieren, als auch die Ausbildung von Gewohnheiten. Das prozedurale Gedächtnis ist nicht vom Hippocampus abhängig, sondern von subcortical gelegenen Strukturen wie den Basalganglien und dem Kleinhirn. Auch hier wird zuerst der Cortex mit bewusster Durchführung und Konzentration benötigt.

Mit zunehmender Wiederholung werden die Vorgänge automatisiert und benötigen immer weniger Aufmerksamkeit und Aktivität des Cortex. Mit der Automatisierung wird auch die sprachliche Beschreibung immer schwieriger¹⁵. Das emotionale Gehirn bewertet Erlebnisse nach positiv und negativ. Ereignisse mit starken negativen Emotionen können fast unauslöschliche Erinnerungen hervorrufen. Dies ist jedoch kein festgeschriebenes Gedächtnis, denn wie oben bereits erwähnt, werden unsere Erinnerungen durch Erinnerung, Wiederholen, Besprechen immer wieder verändert.

Für die emotionale Bewertung von Reizen ist die Amygdala verantwortlich, die in solchen Momenten stark aktiv ist¹⁶.

Entgegen den Erwartungen, dass eine strukturelle Veränderung des Gehirns durch Lernen ein langfristiger Prozess ist, zeigen Studien, dass strukturelle Veränderungen im Gehirn bereits nach kurzer Lernzeit auftreten. Ein Beispiel hierfür ist eine Studie, bei der täglich das Lesen von Spiegelschrift geübt wurde. Bereits nach zwei Wochen Training war eine Veränderung im rechten dorsalen Hinterhauptslappen sichtbar¹⁷.

Auch bei der weißen Masse zeigen sich Veränderungen durch Lernen. Eine Studie zeigte dies nach sechs Wochen Jongliertraining, eine andere nach einigen Monaten Lesetraining und eine weitere nach zwei Monaten täglichen Trainings des Arbeitsgedächtnisses¹⁸.

Lernen ist ein hochkomplexer Vorgang, der viele Bereiche im Gehirn involviert. Lernen selbst stärkt diese Bereiche und ist damit ein Beitrag, die Lernfähigkeit des Gehirns zu erhalten, gemäß dem berühmten Spruch „use it or lose it“ oder wie Manfred Spitzer es formuliert: „Das Hirn ist ein paradoxer Schuhkarton. Je mehr drin ist, desto mehr kriegt man rein“¹⁹.

1.4 Entwicklung des Gehirns im mittleren Alter

Mit der Überschreitung des 50. Lebensjahres zeigen sich erste Hinweise auf eine abnehmende Leistungsfähigkeit des Gehirns. Dies entspricht für die meisten Menschen den Erwartungen, die sie mit dem Altern verbinden. Die Veränderungen in unserem Gehirn mit dem Alter sind jedoch viel komplizierter als gedacht. Sie verlaufen individuell höchst unterschiedlich, sind über die Zeit nicht linear, und vollziehen sich je nach Hirnregion sehr unterschiedlich. Es gibt eine große Varianz bezüglich der Veränderung der kognitiven Fähigkeiten im Alter²⁰.

Die meisten Forscher sind sich darin einig, dass ein normaler Alterungsprozess mit reduzierten kognitiven Fähigkeiten in unterschiedlichen Bereichen verbunden ist, insbesondere geistige Geschwindigkeit, episodische Gedächtnisfunktion, exekutive Funktionen und non-verbales Problemlösen²¹.

Die Beeinträchtigung der sogenannten exekutiven Funktionen, wie die für das Lernen wichtige Fähigkeit seine Aufmerksamkeit zu steuern, zeigen sich dadurch, dass ältere Menschen leichter ablenkbar sind und zum Beispiel schneller den Faden verlieren, wenn Sie beim Nachdenken oder Erzählen unterbrochen oder abgelenkt werden.

Eine Möglichkeit, diese Fähigkeit zu testen, ist der N-back Test. Dabei wird dem Probanden eine Abfolge von Reizen präsentiert, Zahlen oder Buchstaben. Die Aufgabe besteht darin, anzuzeigen, wenn der gegenwärtige Reiz mit dem Reiz übereinstimmt, der in der Reihe n Schritte vorher vorkam. Der Faktor n kann angepasst werden, um die Aufgabe schwerer oder leichter zu machen, je höher n ist, umso anspruchsvoller ist ...

-
- ¹ Vgl. HEBB, D. (1949).
- ² Vgl. SUZUKI, W. (2015), S. 18.
- ³ Vgl. MAGUIRE, E. u.a. (2000), S. 4398.
- ⁴ Vgl. BOYKE, J. u.a. (2008), S. 7031.
- ⁵ Vgl. NAGEL, I. u.a. (2009), S. 22554.
- ⁶ Vgl. AON FM-Lernprozesse (2015), zitiert nach Dicke, U. 2015, S. 20 f.
- ⁷ Vgl. Suzuki, W. (2015), S. 68.
- ⁸ Vgl. AON FM-Lernprozesse (2015), zitiert nach Dicke, U. 2019, S. 23.
- ⁹ Vgl. REYMANN, K. (2018), S. 161.
- ¹⁰ Vgl. SCHANDRY, R. (2011), S. 480.
- ¹¹ Vgl. AON FM-Lernprozesse (2015), zitiert nach Dicke, U., 2015, S. 24.
- ¹² Vgl. SUZUKI, W. (2015), S. 33.
- ¹³ Vgl. MACEDONIA, M. (2018), S. 36.
- ¹⁴ Vgl. MACEDONIA, M./REPETTO, C. (2017), S. 2.
- ¹⁵ Vgl. AON FM-Lernprozesse (2015), zitiert nach Dicke, U., 2015, S. 25.
- ¹⁶ Vgl. AON FM-Lernprozesse (2015), zitiert nach Dicke, U., 2015, S. 28.
- ¹⁷ Vgl. ILG, R. u.a. (2008), S. 4210.
- ¹⁸ Vgl. SCHOLZ, J. u.a. (2009), S. 1371; TAKEUCHI, H. u.a. (2010), S. 3297;
KELLER, T. /JUST, M. (2009), S. 624.
- ¹⁹ Vgl. SPITZER, M. (2002).
- ²⁰ Vgl. LUPIEN, S. /WAN, N. (2004), S. 1414.

²¹ Vgl. FJELL, A. /WALHOVD, K. (2010) S. 204.