

Esther Brunner

Welchen pädagogischen Nutzen bzw. welche Einsichten bieten neurowissenschaftliche Studien?

Eine kritische Auseinandersetzung über die fehlende Interdisziplinarität im Feld der Neurowissenschaften anhand des Themenbereichs Dyskalkulie

Zusammenfassung

Obwohl interdisziplinäre Fragestellungen klar einer interdisziplinären Bearbeitung bedürfen, werden die Neurowissenschaften meist isoliert betrachtet. Am Beispiel des Themenbereichs der Dyskalkulie zeigt die Autorin auf, dass neurowissenschaftliche Erkenntnisse für die Mathematikdidaktik durchaus interessant wären, Interdisziplinarität aber an einige Voraussetzungen geknüpft ist.

Résumé

Bien que des thématiques interdisciplinaires exigent un traitement interdisciplinaire, les neurosciences sont souvent considérées de manière isolée. En prenant comme exemple la dyscalculie, l'auteure nous démontre que les avancées du domaine des neurosciences pourraient être intéressantes pour l'enseignement des mathématiques, mais que l'interdisciplinarité est néanmoins liée à certaines conditions préalables.

«Warum konzentriert sich die Pädagogik nicht auf eine gute Vermittlung und Umsetzung der bereits existierenden und teilweise schon lange bekannten exzellenten Erkenntnisse aus der kognitiven und experimentellen Psychologie?» (Jäncke, 2009, S. 8).

Mittels bildgebender Verfahren belegen v. Aster und Kucian (2005), dass Kinder mit Rechenschwäche beim Schätzrechnen, d. h. beim Abschätzen einer Grössenordnung, für das Resultat einer Additionsaufgabe gleiche Hirnregionen schwächer aktivieren als dies kompetente Kinder ohne Rechenschwäche und Erwachsene tun. Ein interessanter Befund, der zwei zentrale Fragen aufwirft:

1. Welche Definition von Rechenschwäche legen die beiden Forschenden ihrer Arbeit zu Grunde? Und inwieweit stimmt diese mit Ansätzen aus der Mathematik-

didaktik und/oder der Sonderpädagogik überein?

2. Wie kann die Lokalisation der Hirnaktivität bei einer komplexen Tätigkeit in einer bestimmten Hirnregion pädagogisch bzw. sonderpädagogisch nutzbar gemacht werden? Und welche pädagogischen und sonderpädagogischen Implikationen sind daraus abzuleiten?

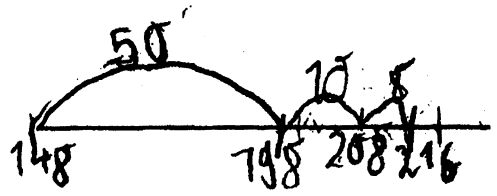
V. Aster und Kucian (2005) stützen sich bei der Definition von Rechenstörung auf die ICD-10 der WHO ab und nehmen damit eine medizinisch orientierte Sichtweise des Phänomens Rechenstörung ein. Diese Definition ist nicht kompatibel mit den meisten aktuellen Publikationen aus dem Bereich der Mathematikdidaktik (z. B. Moser Opitz, 2007), welche eine in der Sonderpädagogik verankerte systemische Betrachtungsweise

fordern. Eine systemische Betrachtungsweise des Phänomens Rechenstörung würde bedeuten, dass Kontextvariablen einbezogen werden. Dadurch wird die Störung im Sinne einer ungünstigen Disposition verstanden, welche sich in einem ungünstigen Kontext zeigt. In diesem Verständnis sind Veränderungsprozesse auch durch eine Veränderung oder Modifikation des Kontextes denkbar und möglich. Zudem spricht die Mathematikdidaktik in aller Regel nicht von einer globalen Rechenstörung im Sinne eines globalen Krankheitsbildes (vgl. Grisse-mann, 1996) oder von Dyskalkulie, sondern von einer fachlich präzise beschreibbaren Störung in ganz bestimmten Inhaltsgebieten bzw. Anforderungsbereichen.

Betrachtet man die Befunde von v. Aster und Kucian (2005), fällt auf, dass sie sich zwar auf präzise inhaltliche Anforderungsbereiche abstützen, dabei aber auf ein ganz bestimmtes Bild von Mathematik zurückgreifen. Mathematik wird hier mit Rechnen gleichgesetzt und anhand von Additionsaufgaben wird der erreichte Automatisierungsgrad geprüft. Es geht also weniger um das Verstehen als um den bereits erreichten Automatisierungsgrad einer Operation.

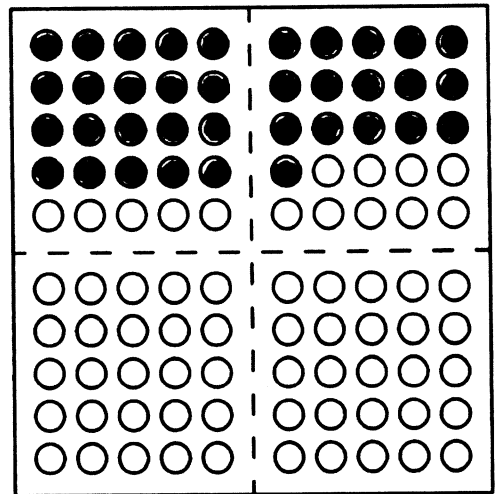
Die beiden Forscher erklären ihren Befund mit dem mentalen Zahlenstrahl von Dehaene (1999) und schliessen aus den Ergebnissen, dass Kinder mit Rechenstörungen bei dieser Aufgabenstellung vermutlich noch keine «automatisierte abstrakt-räumliche Zahlenverarbeitung» (v. Aster & Kucian, 2005, S. 7) aufweisen.

Wenn nun Kinder mit Rechenstörungen beim Abschätzen der Resultate von Additionsaufgaben eine schwächere neuronale Aktivität zeigen als dies kompetente Kinder tun, dann wäre aus einer medizinischen Sicht heraus zu fragen, wie diese schwache neuronale Aktivität erhöht werden könnte.



Aus pädagogischer oder sonderpädagogischer Sicht hingegen stellt sich sowohl die Frage wie die Implikation anders: Wenn Kinder mit Rechenstörungen offensichtlich nachweisbar Schwierigkeiten beim Automatisieren der abstrakt-räumlichen Zahlenvorstellung haben, dann müsste ein Unterricht in einer systemischen Betrachtungsweise sich darauf abstützen und reagieren. Das bedeutet, dass man diesen Kindern bestimmte Angebote bezüglich guter, einfacher Veranschaulichungsmittel geben muss, die über die Kardinalität hinausweisen. Ein solches Veranschaulichungsmittel wäre beispielsweise der Rechenstrich, der eine ordinale Situierung von Zahlen ermöglicht und gleichzeitig als Protokoll einer Operation genutzt werden kann.

Kinder mit Rechenstörungen sollten also vermehrt nicht nur mit Materialien wie dem Zwanziger- oder Hunderterfeld arbeiten, welche von ihnen in den meisten Fällen



vermutlich kardinal interpretiert werden, sondern zunehmend auch mit ordinalen Veranschaulichungsmitteln, die allerdings nicht zum zählenden Rechnen verleiten dürfen.

Zudem bedeutet der Befund, interpretiert für Veranschaulichungsmittel, dass Cuise-naire-Stäbe mit ihrer abstrakten Repräsentation einer Anzahl durch eine Länge – was ja auch mathematisch durchaus problematisiert werden kann – mitnichten ein taugliches Veranschaulichungsmittel für Kinder mit Rechenstörungen sein kann.

Neurowissenschaften können damit sehr wohl – wenn sie von der entsprechenden Disziplin kompetent und fachspezifisch interpretiert werden – einen Beitrag leisten, um das Denken von Kindern mit Rechenstörungen besser zu verstehen und didaktisch besser zu fördern. Eine solche Nutzung neurowissenschaftlicher Erkenntnisse für die Mathematikdidaktik setzt aber voraus, dass die aufnehmende Disziplin Mathematikdidaktik die Befunde der Neurowissenschaften präzise kennt und mit den eigenen theoretischen Grundlagen in Übereinstimmung bringen und für die eigene Disziplin nutzbar machen kann.

Zu erwarten, dass die Neurowissenschaften ihre Ergebnisse auch für die einzelnen (betroffenen) Disziplinen nutzbar machen, ist wohl vermessen und nicht Auftrag der Neurowissenschaften. Dafür wäre interdisziplinäres Arbeiten dringend notwendig. Allerdings findet ein solches wohl noch nicht in dem Masse statt, wie es nötig wäre. So bleiben neurowissenschaftliche Erkenntnisse oft in einem isolierten Feld, statt dass z. B. die Mathematikdidaktik die Neurowissenschaften gezielt als Bezugsdisziplin in ihre eigenen Arbeiten einbeziehen würde.

Interdisziplinäres Arbeiten würde allerdings auch bedingen, dass im Vorfeld –

z. B. auf der Ebene von grundlegenden Definitionen – geklärt wird, inwiefern diese Ergebnisse für andere wissenschaftliche Disziplinen nachvollziehbar und haltbar sind.

Eine fruchtbare Weiterentwicklung der Arbeit von v. Aster und Kucian und anderen wäre demnach, zu Beginn einer Studie zur Dyskalkulie mit der Mathematikdidaktik zu klären, welches die relevanten theoretischen fachlichen Grundlagen sind, welches die neuralen Aufgabenstellungen sind und welches fachliche Verständnis vorherrschend ist.

So arbeiten zahlreiche Forschende aus den Bereichen Neurowissenschaften oder Kognitionspsychologie mit einem Bild von Mathematik, welchem nur wenige Mathematiker/innen und Mathematikdidaktiker/innen zustimmen würden. In den meisten Fällen gehen Forschende aus anderen Disziplinen von der Eindeutigkeit einer Lösung in Mathematik aus (vgl. Stern, 1998, S. 12.) Mathematik hat aber einen Prozess- und einen Produktcharakter und schon Polya (1949, S. 9) hat zwischen der «werdenden» und der «fertigen» Mathematik unterschieden. Der Prozesscharakter, die Offenheit eines Problemraums wird aber überall dort ausgeblendet und damit auch nicht in Untersuchungen einbezogen, wo ein eingeschränktes Mathematikverständnis und damit eine Fokussierung auf die eindeutige Lösbarkeit geschieht. Eine fruchtbare, interdisziplinär getragene weiterführende Fragestellung für Folgestudien könnte beispielsweise sein, inwiefern sich die Leistungen der von v. Aster und Kucian (2005) untersuchten Kinder mit Rechenstörungen durch den Einbezug des Rechenstrichs verbessern lassen bzw. ob sich dadurch die neuronale Aktivität erhöhen lässt oder sich die Aktivität während der Nutzung des Veranschaulichungsmittels steigert.

So gesehen kann Jäncke seine eingangs zitierte Frage gar nicht selbst beantworten, sondern muss sie zwingend an die jeweiligen Disziplinen zurückgeben, welche Neurowissenschaften als Bezugsdisziplin für ihr eigenes Feld nutzbar machen wollen.

Notwendigkeit und Nutzen der Interdisziplinarität

Notwendig ist eine interdisziplinäre Bearbeitung von interdisziplinären Fragestellungen. Eine solche stellt die Frage der Dyskalkulie aus neurowissenschaftlicher Perspektive dar.

Interdisziplinarität in der Bearbeitung dieser Frage würde sich in den drei Forschungsphasen unterschiedlich gestalten:

In der Vorbereitungsphase der Studie könnte der Einbezug der Mathematikdidaktik einen Beitrag leisten, die Fragestellung selbst präzise zu formulieren. Im Fall der Studie von Kucian ging es darum, den Grad der Automatisierung einer bestimmten Operation zu untersuchen. Ein Einbezug der Mathematikdidaktik in dieser Phase könnte bedeuten, dass diese Disziplin präzise darstellt, mit welchen Aufgaben genau der Automatisierungsgrad getestet werden kann und in welcher didaktischen Stufenfolge diese Aufgaben gestellt werden müssten.

Ein zweiter Beitrag seitens der Mathematikdidaktik betrifft die Phase der Interpretation der Befunde. Neurowissenschaften könnten sich auf die Beschreibung und Ausprägung der betreffenden Hirnregion (hier: ein Bereich des Scheitellappens) bzw. deren Aktivitäten konzentrieren und dabei insbesondere die Unterschiede in der Entwicklung dieser Hirnregion bei Kindern mit und ohne Dyskalkulie darlegen. Zudem muss die Neurowissenschaft hier Angaben machen können, inwiefern diese Hirnregion im Kindesalter überhaupt noch beein-

flussbar ist. Dann ist die Mathematikdidaktik gefragt, die sich mit der Frage befasst, welche Kontextfaktoren (z. B. ein unangemessener Unterricht) die mangelnden Fähigkeiten beeinflusst haben.

Und schliesslich wird die Mathematikdidaktik in der Phase der Planung und Durchführung von Massnahmen zentral, um nicht zu sagen federführend: Wie oben beschrieben, geht es um Fragen der Gestaltung von Lehr-/Lernprozessen aufgrund bestimmter – von den Neurowissenschaften beschrieben – Lernvoraussetzungen.

Ein solches interdisziplinäres Verständnis hätte nicht nur vertiefte Einsichten für beide Disziplinen zur Folge, sondern wäre letztlich auch für die Betroffenen von grösserem Nutzen: Man weiss dann nicht einfach nur mittels bildgebender Verfahren, welche Hirnregion schwach aktiviert ist, sondern man weiss dann auch genauer, mit welchen didaktischen Möglichkeiten (z. B. Veranschaulichungsmittel) man diese mangelnden oder eingeschränkten Fähigkeiten optimieren kann.

Voraussetzungen der Interdisziplinarität

Nebst der Bereitschaft zum interdisziplinären Arbeiten und der Akzeptanz, von einer anderen Disziplin zu lernen, braucht es noch mehr, damit Interdisziplinarität z. B. in der Frage der Dyskalkulie gelingen kann: Die Mathematikdidaktik muss von der tendenziell verbreiteten Empiriefindlichkeit Abstand nehmen und kann sich nicht mehr länger in den schöngestigen Elfenbeinturm der «Design science» (Wittmann, 1995) zurückziehen und dort schöne, reichhaltige Lernumgebungen entwickeln, sondern muss sich aktiv mit empirischen Forschungsmethoden und empirisch orientierten Disziplinen auseinandersetzen, um eine glaubwürdige und kompetente Partnerin für diese Wissen-

schaften zu werden. Diese müssen ihrerseits Abschied davon nehmen, dass sie einen Inhaltsbereich oder einen Fachbereich wie beispielsweise die Mathematik allein aufgrund der eigenen Schulbildung genügend gut kennen würden, um ihn als Ausgangslage für eigene Forschungsarbeiten zu verwenden. Fundierte Kenntnisse zu Lehr-/Lernprozessen in diesem Inhaltsbereich stellen eine zentrale Gelingensbedingung dar. Und diese Kenntnisse sind nicht nur in der Mathematikdidaktik vorhanden, sondern können dort auch eingefordert und abgerufen werden.

lic. Phil. Esther Brunner
 Dozentin für Mathematik-
 didaktik, Pädagogik und
 Sonderpädagogik
 Pädagogische Hochschule
 Thurgau
 Unterer Schulweg 3
 8280 Kreuzlingen
 esther.brunner@phtg.ch



Literatur

- Aster, M. v. & Kucian, K. (2005). *Entwicklung und Ursachen von Rechenstörungen, neueste Forschungsergebnisse*. SAL-Tagung.
- Dehaene, S. (1999). *Der Zahlensinn oder Warum wir rechnen können*. Basel: Birkhäuser.
- Grissemann, H. (1996). *Dyskalkulie heute. Sonderpädagogische Integration auf dem Prüfstand*. Bern: Huber.
- Jäncke, L. (2009). *Neurowissenschaften und Lernen*. Manuskript.
- Moser Opitz, E. (2007). *Rechenschwäche/Dyskalkulie*. Bern: Haupt.
- Polya, G. (1995). *Schule des Denkens. Vom Lösen mathematischer Probleme* (4. Aufl.). Tübingen: Francke.
- Stern, E. (1998). *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Lengerich: Pabst.
- Wittmann, E. C. (1992). Mathematics education as a «design science». *Educational studies in mathematics*, 29 (4), 355–374.