

DOSSIER

Die Spuren der Handschrift im Gehirn

Das Schreiben mit Stift und Papier hat auch im digitalen Zeitalter seine Berechtigung und ist kein überkommenes Relikt. Dies erläuterte der Psychologe und Hirnforscher Prof. Dr. Markus Kiefer in einem Vortrag auf dem Mülheimer Kongress von Lehrer nrw.

Vor über 5.000 Jahren begannen Menschen in Mesopotamien und Ägypten, Gedanken, Fakten oder Verträge mit Schriftzeichen festzuhalten. Sie ritzen mit einem Stift Symbole in den Ton oder malten mit Schilfrohr oder Feder Zeichen auf Papyrus und Pergament. Später wurde mit Füller, Bleistift oder Kugelschreiber auf Papier geschrieben. Auch wenn diese Schreibwerkzeuge im Lauf der Zeit durch Druckerpresse und Schreibmaschine ergänzt wurden, war die Schriftsprachkultur über Tausende von Jahren hinweg durch Handschreiben geprägt.

In den letzten Jahren hat sich die Art des Schreibens jedoch massiv gewandelt. Digitale Schreibgeräte wie Computer, Tablets oder Mobiltelefone ersetzen zunehmend die Handschrift. Aufgrund der Allgegenwart von digitalen Geräten in Privathaushalten kommen Kindergartenkinder zunehmend durch Tippen auf digitalen Geräten in Kontakt mit der Schriftsprache. Gleichzeitig ist ein auch politisch gewollter Trend vorhanden, digitale Geräte an Kindergärten, Grundschulen und weiterführenden Schulen in großem Umfang einzuführen, befördert nicht zuletzt durch den DigitalPakt Schule von Bund und Ländern. Da Lese- und Schreibfähigkeit wichtige Voraussetzungen für den Schul- und Berufserfolg darstellen, ist es wichtig, die Folgen der Digitalisierung des Schreibens für diese Fähigkeiten aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse abzuschätzen. Klar ist jetzt schon, dass häufiges Tippen auf einer Tastatur anstelle von Handschreiben mit einer verringerten Feinmotorik einhergeht, wie eine Arbeitsgruppe um den Dortmunder Psychologen Herbert Heuer herausgefunden hat.

Schreiben im digitalen Zeitalter

Fakt ist: Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung des Alltags wird immer mehr auf digitalen Geräten

getippt und immer weniger mit Stift und Papier geschrieben. Es gibt sogar Stimmen, die dafür plädieren, den »Tod der Handschrift« aktiv herbeizuführen, indem Kinder Handschreiben erst gar nicht mehr in der Grundschule erlernen, sondern die Schriftsprache per Tippen auf einem Laptop oder Tablet-Computer erwerben. So wird im SZ Magazin (06/2012) argumentiert, dass das Erlernen einer flüssigen Handschrift für Kinder ein mühsamer Prozess sei, der viel Unterrichtszeit beanspruche. Gleichzeitig habe die Handschrift im Erwachsenenalter eine immer geringere Bedeutung. Auch bräuchten die Kinder immer weniger feinmotorische Fähigkeiten mit, die für das Handschreiben unabdingbar sind. Da Kindern das Tippen auf einer Tastatur leichter falle als das Schreiben mit Stift und Papier, seien digitale Schreibgeräte für den Schriftspracherwerb von Vorteil. Wenn das mühsame Erlernen einer Handschrift an den Grundschulen entfallende, könne auch mehr Unterrichtszeit für textgestalterische Aspekte oder für andere Unterrichtsinhalte verwendet werden, so das Argument.

Basierend auf diesen Ideen haben einige Pilotschulen in der Stadt Sollentuna in Schweden den Schriftspracherwerb per Handschrift in der ersten Klasse der Grundschule abgeschafft. Das Erlernen der Handschrift erfolgt erst in der zweiten Klasse. Evaluationsbefunde der wissenschaftlichen Begleitung dieser Schulen durch ein Team um Annika Genlott und Åke Grönlund zeigen, dass der computergestützte Unterricht, in dem die Kinder auf einer Tastatur Schreiben per Tippen erlernen, dem traditionellen Unterricht per Handschreiben in Bezug auf Schreib- und Leseleistung der Kinder überlegen ist. Interessanterweise war dies aber nur dann der Fall, wenn der digitale Unterricht in ein aufwändiges pädagogisches Konzept eingebettet war, in dem reichhaltige Interaktionen zwischen den Kindern untereinander und zwischen den Kindern und den Lehrkräften vorgesehen waren. Wurde der Laptop ohne dieses pädagogische Konzept in den Klassen zum Schreiben verwendet, waren die Leistungen der Kinder im digitalisierten Unterricht mit denen der →

Kinder im traditionellen Unterricht vergleichbar bzw. in manchen Bereichen (zum Beispiel Mathematik) sogar schwächer.

Dies zeigt, dass vor allem das pädagogische Konzept für den Lernerfolg entscheidend ist und nicht die Verwendung eines digitalen Gerätes im Unterricht. Obwohl es keine eindeutige Evidenz für den Vorteil des Tippens auf digitalen Geräten für den Schriftspracherwerb gibt, wird Handschreiben immer wieder als Kulturtechnik aus vergangenen Jahrhunderten belächelt, die im Unterricht des digitalen Zeitalters keinen Platz mehr hat. Gibt es wissenschaftlich fundierte Gründe für das Beibehalten der Handschrift im Schulunterricht, die über Sentimentalität hinausgehen?

Qualität motorischer Programme beim Handschreiben vs. Tippen

Bei der Beurteilung von Vor- und Nachteilen von Schreibgeräten für den schulischen Unterricht sollten allerdings nicht nur die höheren Anforderungen an die Feinmotorik beim Schreiben mit Papier und Stift im Vergleich zum Tippen auf einer Computertastatur betrachtet werden. Genauso wichtig, wenn nicht gar wichtiger, ist die Qualität der kognitiven Prozesse, die beim Schriftspracherwerb oder auch beim flüssigen Schreiben durch ein Schreibgerät gleichsam beiläufig ausgelöst werden. Hier ist zu beachten, dass beim Handschreiben jeder einzelne Buchstabe durch eine spezifische Schreibbewegung geformt werden muss. Das motorische Programm beim Schreiben greift somit die Gestalt der Buchstaben auf. Das hat zur Konsequenz, dass die durch das Handschreiben angelegte motorische Gedächtnisspur die visuelle Gedächtnisspur zur Buchstabenform unterstützen kann. Die Bewegung beim Tippen auf einer Tastatur variiert zwar räumlich je nach gedrückter Taste, steht aber in keinem inhaltlichen Zusammenhang mit der Buchstabenform. Der Informationsgehalt der beim Schreiben angelegten motorischen Gedächtnisspur ist somit beim Tippen auf einer Tastatur geringer als beim Schreiben mit Stift und Papier. Hat diese reichhaltige Gedächtnisspur, die beim Handschreiben angelegt wird, eine Bedeutung für Lesen und Schreiben?

Denken und Gedächtnis verkörpert in Sinnes- und Handlungserfahrung

Um diese Frage verständlicher beantworten zu können, wollen wir zunächst die grundlegende Bedeutung von Sinneserfahrungen für Denken und Sprache betrachten. Moderne kognitionswissenschaftliche Ansätze zeigen, dass die Qualität unserer Sinnes- und Handlungserfahrungen einen entscheidenden Einfluss auf Gedächtnis, Sprache und Denken hat. Nach der Vorstellung des 'verkörperten' Denkens ('embodied cognition') ist unser Wissen nicht abstrakt, sondern wesentlich aus Wahrnehmung und Handlung abgeleitet – eine Grundidee, die jeder Lehrkraft zum Beispiel im Zusammenhang mit handlungsorientiertem Unterricht vertraut ist. Das erworbene

Wissen ist in neuroanatomischer Nähe zu den entsprechenden sensorischen und motorischen Bereichen im Gehirn abgespeichert. So ist das Wissen, dass ein Hund vier Beine hat, nach diesen Ansätzen in anatomischer Nähe der visuellen Hirnrinde abgespeichert. Das Wissen, dass man einen Hund streicheln kann, ist dagegen in anatomischer Nähe der motorischen Hirnrinde abgelegt.

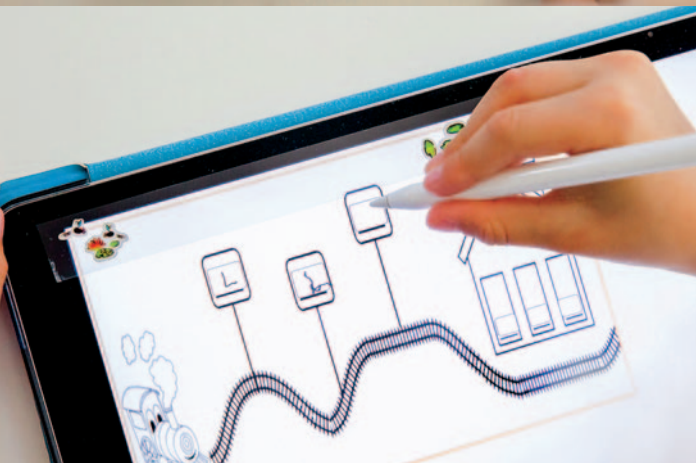
Nach Modellen der verkörperten Kognition sind Denken und Sprache in ihrem Wesen in früheren Sinneswahrnehmungen verankert, auch wenn deren Reaktivierung beim Denken oder bei der sprachlichen Kommunikation nicht notwendigerweise mit einem bewussten Wiedererleben der Sinnesempfindungen einhergehen muss. Zahlreiche neurowissenschaftliche Untersuchungen belegen mittlerweile, dass beim Denken und beim Verstehen von Sprache Bereiche im Gehirn aktiv sind, die für Sehen, Hören, Schmecken und Motorik zuständig sind. Verhaltenspsychologische Studien zeigen, dass abstrakte Zahlbegriffe selbst beim Erwachsenen noch eng mit Fingerbewegungen, die beim Abzählen verwendet werden, verknüpft sind.

Von großer Bedeutung ist die reichhaltige Sinneserfahrung beim Wissenserwerb. So konnten wir in einer Trainings-Studie mit unbekanntem, neu zu erlernenden Objektbegriffen ('nobjects') nachweisen, dass im Gehirn eine motorische Gedächtnisspur nur dann für den Objektbegriff angelegt wird, wenn die Lernenden sinnvolle Handlungen mit dem Objekt vollziehen, nicht aber wenn sie eine sinnfreie Zeigebewegung zu dem Objekt ausführen. Außerdem wurden die Objektbegriffe schneller gelernt, wenn eine sinnvolle Handlung während des Lernens durchgeführt wurde. Diese Befunde zeigen, dass eine zusätzliche motorische Gedächtnisspur, das Lernen der Bedeutung von neuen Wörtern befördert.

Handschrift aktiviert motorische Bereiche des Gehirns

Lassen sich diese Befunde zu Objektbegriffen auch auf das Erlernen von Buchstaben per Handschrift übertragen? Zahlreiche Studien von den Psychologen Marieke Longcamp und Jean-Luc Velay von der Universität Marseille haben gezeigt, dass nicht nur visuelle, sondern auch motorische Bereiche des Gehirns aktiv werden, wenn Erwachsene, die traditionellerweise Handschreiben gelernt haben, Buchstaben betrachten. Diese Aktivierung in den motorischen Bereichen des Gehirns wurde auch beobachtet, wenn Erwachsene unbekannte Buchstaben aus einem asiatischen Alphabet per Handschrift erlernen. Die motorische Aktivierung blieb aber aus, wenn beim Lernen die unbekanntesten Buchstaben auf einer Tastatur getippt werden.

In ähnlicher Weise beobachtete ein Forscherteam um Karin James von der Indiana Universität in einer Trainingsstudie bei fünfjährigen Kindern nur dann eine Aktivierung in motorischen Gehirnbereichen beim Betrachten von Buchstaben,



Wie werden Buchstaben und Lerninhalte am nachhaltigsten verinnerlicht?

Mit Stift und Papier, auf der virtuellen Tastatur eines Tablets oder mit einem Stylus auf dem Touchscreen? Forscher der Universität Ulm stellten fest, dass Stift und Papier als Schreibwerkzeug die meisten Vorteile und die geringsten Nachteile haben.

wenn sie diese zuvor per Handschreiben gelernt hatten. Auch hier blieb die motorische Aktivierung beim Betrachten der Buchstaben aus, wenn die Kinder die Buchstaben beim Lernen auf einer Tastatur getippt hatten. Interessanterweise hatte das Handschreiben beim Lernen auch einen positiven Einfluss auf die Verarbeitung der Buchstaben im Sehsystem der Kinder. Nur wenn die Buchstaben mit Stift auf Papier beim Lernen geschrieben wurden, zeigte sich nach dem Training eine Aktivierung in einem Bereich des Sehsystems der linken Hirnhälfte, in dem bei Erwachsenen bekanntermaßen Buchstaben verarbeitet werden.

Die Befunde lassen vermuten, dass Handschreiben eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass sich bei Kindern die für das Buchstabenerkennen typischen Schaltkreise des Gehirns herausbilden. Im Einklang mit den oben beschriebenen Modellen der verkörperten Kognition zeigt sich, dass für Buchstaben, die mit Handschreiben erlernt wurden, nicht aber für Buchstaben, die per Tippen trainiert wurden, neben der visuellen Gedächtnisspur eine motorische Gedächtnisspur angelegt wird. Ist diese zusätzliche motorische Gedächtnisspur, die beim Handschreiben angelegt wird, in der Tat förderlich für das Lesen und Schreiben Lernen bei Kindern nach dem Motto 'Doppelt genäht hält besser'?

Stift, Tastatur oder Tablet Stylus beim Schreiben lernen

Um diese Frage zu beantworten, wurde bei Kindergartenkindern eine Reihe von Trainingsstudien durchgeführt, in denen die Kinder Buchstaben per Handschreiben mit Stift und Papier oder per Tippen auf einer Computertastatur lernten. In den Studien wurden Kindergartenkinder und keine Schulkinder als Probanden gewählt, da diese noch nicht in einem Unterricht Lesen und Schreiben gelernt haben. Nur so besteht überhaupt eine Chance, die Wirkung der verschiedenen Schreibgeräte zu unterscheiden. Die Befunde, unter anderem auch von unserer Arbeitsgruppe, legen nahe, dass Handschreiben im Vergleich zum Tippen das Buchstabenerkennen, Wortschreiben- und -lesen verbessert. Obwohl Handschreiben motorisch anspruchsvoll ist, fand sich in keiner Studie ein Vorteil für das Tippen auf der Tastatur. Allerdings waren in diesen Studien die Stichprobengröße und die Anzahl der trainierten Buchstaben gering sowie der Trainingszeitraum kurz (ein Tag bis vier Wochen), so dass die Aussagekraft der Studien begrenzt ist.

Um belastbare Daten zu erhalten, führten wir eine umfangreiche Studie mit 147 Kindergartenkindern durch, die innerhalb von sieben Wochen sechzehn Buchstaben und daraus gebildete Wörter lernten. →

Eine Trainingsgruppe schrieb die Buchstaben mit Stift und Papier, und eine zweite Gruppe tippte die Buchstaben auf der virtuellen Tastatur eines Tablet-Computers. Da Handschreiben mit einem Stylus auf einem Tablet zunehmend an Bedeutung gewinnt, lernte eine dritte Trainingsgruppe, die Buchstaben mit diesem Gerät zu schreiben. Die Kinder lernten die Buchstaben anhand von standardisierten Sprachspielen kennen, die sich nur hinsichtlich des Schreibwerkzeugs unterschieden. Lese- und Schreibfähigkeit auf Buchstaben- und Wortebene wurde vor und nach dem Training mit Tests erhoben.

Es zeigte sich, dass Handschreiben mit Stift und Papier im Vergleich zum Tippen auf der Tastatur Buchstabenerkennen und visuell-räumliche Fähigkeiten fördert. Schreibtraining mit Stylus auf dem Touchscreen führte dagegen zu schlechteren Leistungen als das Tastaturtraining beim Wortlesen und Wortschreiben, vermutlich aufgrund der rutschigen Oberfläche des Touchscreens, die hohe Anforderungen an die Bewegungskontrolle stellt. Die Kinder der Stift- und Papier-Gruppe unterscheiden sich beim Wortlesen und Wortschreiben nicht von den Kindern der Tastatur-Gruppe.

In der Gesamtschau der Ergebnisse sind Stift und Papier das Schreibwerkzeug mit den meisten Vorteilen und den geringsten Nachteilen. Schreiben mit Stift und Papier fördert das Erkennen von Buchstaben sowie nicht-sprachliche visuell-räumliche Fähigkeiten, da die Kinder beim Handschreiben sich die räumliche Anordnung der Striche bei einem Buchstaben präzise merken müssen. Dies ist beim Tippen auf einer Tastatur nicht der Fall. Das Schreiben mit dem Stylus auf dem Touchscreen eines Tablets weist im Vergleich zu Stift und Papier sowie Tastatur das ungünstigste Leistungsprofil auf. Wahrscheinlich erfordert die Kontrolle der Schreibbewegungen auf der rutschigen Tabletoberfläche viel Aufmerksamkeitskapazität, welche den Lernerfolg reduziert. Möglicherweise ändert sich diese Bewertung, wenn zukünftig Tabletoberflächen produziert werden können, die eine papierähnliche Reibung beim Schreiben aufweisen. Bis dahin lässt sich sagen, dass Stift und Papier im Vergleich zu digitalen Geräten die für den Lernerfolg günstigsten, aber auch die mit Abstand preiswertesten und wartungsärmsten Werkzeuge für das Schreiben Lernen darstellen.

Handschrift vs. Tippen beim Notieren: Die Entdeckung der Langsamkeit

Aber nicht nur beim Erwerb der Schriftsprache in der Grundschule, sondern auch beim Notieren während des Unterrichts, nachdem das Schreiben erlernt wurde, scheint Handschreiben mit Stift und Papier im Vergleich zum Tippen auf einer Laptoptastatur Vorteile zu haben. Die Psychologen Pam Mueller und Daniel Oppenheimer von der Universität Princeton bzw. der Universität Kaliforniens in Los Angeles wiesen in einer experimentellen Studie bei Studie-

DIE AUTOREN

Markus Kiefer: Universität Ulm, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie III, Sektion für Kognitive Elektrophysiologie.

Carmen Mayer: Universität Ulm, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie III, Sektion für Kognitive Elektrophysiologie. TransferZentrum für Neurowissenschaft und Lernen.

Petra A. Arndt: Universität Ulm, TransferZentrum für Neurowissenschaft und Lernen.

renden nach, dass auf einem Laptop getippte Vorlesungsnotizen zwar länger waren und mehr Wörter beinhalteten als handschriftliche. Allerdings schnitten die Studierenden, die handschriftliche Notizen gemacht hatten, in Verständnistests besser ab als die Studierenden in der Laptopgruppe.

Der Grund für den Vorteil der handschriftlichen Notizen beim Verständnis beruhte auf der Art der Niederschrift mit dem jeweiligen Schreibgerät: Getippte Notizen stellten wortgetreue Wiedergaben der Vorlesung dar. Handschriftliche Notizen, deren Anfertigung im Vergleich zum Tippen aufgrund der geringeren Schreibgeschwindigkeit langsamer erfolgte, beruhten dagegen auf Zusammenfassungen der Inhalte. Diese aktive Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt beim Handschreiben führte offensichtlich zu einem tieferen Verständnis. Diese Studie zeigt: Langsamkeit hat manchmal durchaus Vorteile. Wenn es um Verständnis und nicht um wortgetreue Protokolle geht, sind Stift und Papier dem Laptop beim Anfertigen von Notizen überlegen.

Die Handschrift ist tot? Es lebe die Handschrift!

Handschreiben mit Stift und Papier ist somit keine veraltete Kulturtechnik aus den letzten Jahrtausenden, sondern hat eine kognitionswissenschaftliche fundierte Berechtigung als Schreibmethode im schulischen Unterricht. Im Vergleich zu digitalen Schreibgeräten weist Handschreiben sowohl im Elementarbereich als auch im weiteren Verlauf des Bildungsprozesses einige nennenswerte Vorteile auf. Dies zeigt, dass der Einsatz digitaler Geräte im Schulunterricht keinen Selbstzweck darstellt, sondern ein pädagogisches Konzept erfordert, das einen Mehrwert gewährleistet. Gleichzeitig ist mehr Forschung zu Stärken und Schwächen eines digitalen Unterrichts im Vergleich zu analogen Unterrichtsmethoden nötig, insbesondere zu Langzeiteffekten über Jahre hinweg. Unstrittig ist die Bedeutung eines Fachs Informatik in den höheren Klassenstufen: Programmierkenntnisse, Wissen über die Hardware eines Computers und Strategien für einen sicheren und sinnvollen Umgang mit digitalen Medien sind von wichtiger Bedeutung in unserem digitalen Zeitalter.