

# GROSSE PLÄNE FÜR KLEINE KÖPFE

Warum fällt Kindern das Erlernen einer Fremdsprache leicht? Wie erwerben sie soziale Kompetenz? Kann ein Training am PC normalen Unterricht unterstützen? In den USA ist das weltweit umfangreichste Projekt zur Erforschung kindlichen Lernens angelaufen. GEO WISSEN hat drei daran beteiligte Wissenschaftszentren besucht

Ganz schön verkabelt:  
Um die Gehirnaktivität eines  
acht Monate alten Kindes  
beim Betrachten verschiede-  
ner Gesichtsausdrücke auf-  
zuzeichnen, haben Forscher  
der University of Minnesota  
ihm eine Elektrodenkappe  
über den Kopf gestülpt





**W**o men yao jiang yi ge gu shi...“, sagt die Frau. Die beiden neun Monate alten amerikanischen Babys wirken ratlos angesichts der ungewohnten Laute. Unruhig rutschen sie auf den Schößen ihrer Mütter herum. Ihnen gegenüber sitzt die Kognitionswissenschaftlerin Huei-Mei Liu und liest ungerührt weiter eine Kindergeschichte in der chinesischen Hochsprache Mandarin vor: „Gu shi you guan chi-chi xiao...“

Vor wenigen Monaten noch konnten die Säuglinge, wie überhaupt alle Neugeborenen, die Laute beliebiger Sprachen akustisch auseinander halten – ob in Deutsch gesprochen, in den afrikanischen Khoisan-Sprachen oder in Englisch und obwohl sie die Bedeutung der Laute noch nicht verstanden. Doch man weiß längst, dass dieses polyglotte Talent schwindet, sobald Babys Kettenlaute wie „dada“ oder „baba“ als Einstieg in ihre Muttersprache zu brabbeln beginnen.

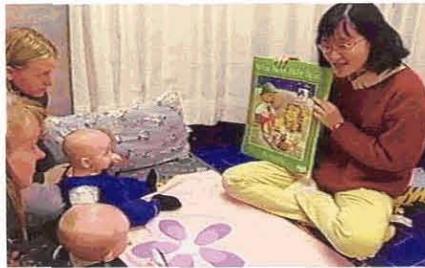
### »Babys sind nicht konfus im Kopf. Sie sind auch nicht eine Art lebendes Gemüse«

Die Taiwanerin Huei-Mei und die US-Amerikanerin **Patricia Kuhl** erkunden mit ihrem Vorleseversuch, ob sich die Fähigkeit, den Lauten fremder Sprachen aufmerksam zu folgen, länger bewahren lässt. Nach einigen Sitzungen in dem kleinen, schallisolierten Testlabor am „Institute for Learning and Brain Sciences“ der University of Washington in Seattle verändert sich das Verhalten der Kinder: Reaktionstests zeigen, dass sie die Mandarin-Laute wieder gut auseinander halten können.

**EXPERIMENT GEGLÜCKT** – zufrieden klappt **Patricia Kuhl** den Laptop zu, auf dem sie den Film über die Versuchsreihe abgespeichert hat. Die weltweit angesehene Expertin für frühkindlichen Spracherwerb weiß ihre Forschung in Szene zu setzen. Und auch

sich selbst: Ein dunkelblaues Kostüm trägt sie im Institut, an den Wänden Fotos von ihr und ihrem Ehemann und Kollegen, dem Entwicklungspsychologen **Andrew Meltzoff**, zu Gast im Weißen Haus – bei den Clintons ebenso wie bei Bush junior. Im Regal der von ihr mitverfasste Bestseller „The Scientist in the Crib“, der in mehrere Sprachen übersetzt worden ist; unter dem Titel „Forschergeist in Windeln“ auch ins Deutsche.

„Früher hieß es, Babys seien konfus im Kopf, im Grunde so etwas wie lebendes Gemüse“, sagt die Wissenschaftlerin. Seit etwa 30 Jahren je-



Babys nehmen die Nuancen einer Sprache nur im direkten Kontakt mit anderen Menschen wahr, fanden Kognitions-wissenschaftler der University of Washington heraus. Nicht aber, wenn die Stimme aus dem Fernsehapparat kommt

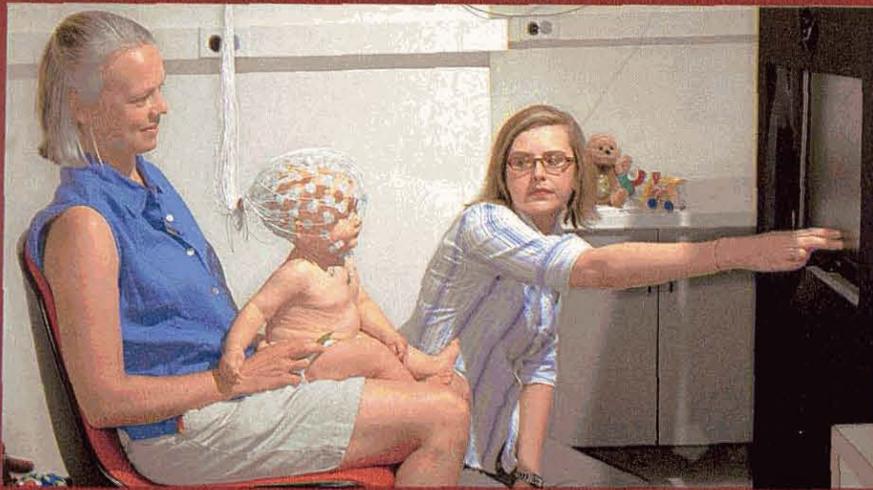
doch würden Kindheitsforscher immer deutlicher erkennen, wie intelligent und von Entdeckergeist beseelt schon Neugeborene seien. „Sprache, Empathie, Physik – Kinder eignen sich die Welt Stufe für Stufe an“, sagt **Kuhl**. „Eltern wollen natürlich wissen, wie sie diese Entwicklungsphasen bestmöglich fördern können. Doch ohne naturwissenschaftliche Grundlage bleibt jedes pädagogische Konzept ein Experiment.“

Auf zufällige Bildungsreformen in Kindergärten und Schulen will sich die in den USA für Grundlagenforschung zuständige „National Science Foundation“ (NSF) jedenfalls nicht länger verlassen. Deshalb hat sie im Jahr 2005 vier neu gegründete Zentren für Lernforschung – „Science of Learning Centers“ – mit über 90 Millionen Dollar ausgestattet. Das breit angelegte Projekt bringt hochkarätige Neurobiologen, Genforscher, Computerwissenschaftler und Entwicklungspsychologen zusammen. Sie sollen die Grundlagen des Lernens erkunden und schließlich pädagogische Konzepte für Kinder vom Krippen- bis ins Teenageralter formulieren.

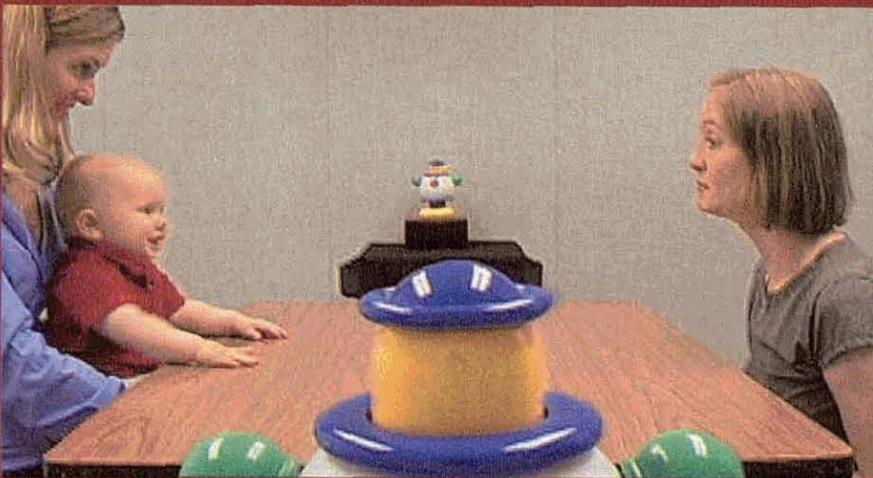
„Die Wissenschaft vom Lernen steht vor einem Durchbruch“, sagt **Andrew Meltzoff**, der zusammen mit Kuhl in leitender Position am „Institute for Learning and Brain Science“ arbeitet, einem der vier NSF-Zentren. „Und der wird uns gelingen, indem wir mehr und mehr kleine Brücken zwischen den Wissenschaftsdisziplinen bauen, statt auf die eine zentrale Verbindung von den Neuro- zu den Erziehungswissenschaften zu hoffen.“

An den Forschungseinrichtungen sollen innerhalb von zehn Jahren Fragen wie diese beantwortet werden: Wann soll ein Kind eine Fremdsprache erlernen? Wie erwirbt es soziale Kompetenz? Ist pädagogische Lernsoftware für Kleinkinder ratsam? Wie erhalten Kinder eine Grundlage an Wissen, das sich nicht in Formeln und Fakten erschöpft, sondern im Alltag und im Berufsleben anwendbar ist?

Um Antworten auf die Spur zu kommen, setzen die Forscher auf unterschiedliche Methoden: klassische Labor-Experimente zum Lernverhalten; bildgebende Verfahren wie die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRI), die detaillierte Aussagen über Gehirnaktivitäten erlaubt; die Magnetenzephalographie (MEG), die schwache Magnetfelder von Hirnneuronen aufspürt; Software-Tutoren-Programme für den PC, die Schülern mit Lernschwächen helfen sollen. Die Forscher wollen auch das außerschu-



Trotz Elektrodenkappe schaut sich das Baby aufmerksam Gesichtsausdrücke an (links). Die Psychologin Rechele Brooks (unten) von der University of Washington testet, ob das zwölf Monate alte Kind ihrem Blick folgt, wenn sie ihn zum Spielzeug im Vordergrund wendet. Gibt das Kind beim Blickrichtungswechsel auch Laute von sich, ist das ein wichtiges Indiz für ein rasches Erlernen der Sprache



lische Lernen einbeziehen, indem etwa Ethnologen die Familien besuchen und das Verhalten von Kindern auf dem Spielplatz beobachten.

**DIE VORLESEPROBE** von Patricia Kuhl hat ergeben, dass Babys, die ihr Gehör bereits der englischen Sprache angepasst hatten, nach nur zwölf Sitzungen neue neuronale Netzwerke im Hirn entwickelten oder alte reaktivierten. Mehrere Studien lassen vermuten, dass Kinder diese Fähigkeit bis zum fünften Lebensjahr behalten, sagt

Kuhl. Während dieser Zeit legt das Gehirn eine neue Sprache in denselben Arealen der Großhirnrinde ab wie die Muttersprache. In späteren Jahren müssen dafür eigene Sprachzentren geschaffen werden.

Das Kleinkindalter ist demnach ideal, um ein Kind gezielt zu fördern, etwa in einem zweisprachigen Kindergarten, in dem beide Sprachen möglichst gleichberechtigt und von Muttersprachlern gesprochen werden sollten. Später prägt sich meist ein Akzent in den Sprachfluss ein. So haben Chine-

sen bekanntlich die Schwierigkeit, den Buchstaben „r“ auszusprechen – allerdings nur, wenn sie eine Fremdsprache mit solchen „r“ erst nach dem fünften Geburtstag erlernen.

Ohnehin ist das menschliche Gehirn in der frühen Lebensphase so formbar wie später nie wieder. Zwar verfügt ein Säugling mit rund 100 Milliarden Nervenzellen über ebenso viele wie ein Erwachsener. Doch bilden sich Kontakte zwischen den Neuronen vor allem in den ersten Jahren aus; den Höhepunkt erreicht die Zahl ihrer Ver-

*Lesen Sie bitte weiter auf Seite 72*



Die befruchtete Eizelle, anfangs nur ein Zellklumpen, nistet sich innerhalb von zehn Tagen vollständig in der Gebärmutter-schleimhaut ein. Nach drei Wochen schlägt das Herz des zwei Millimeter kleinen Embryos



Am zwei Monate alten Embryo beginnen sich die Geschlechtsmerkmale zu differenzieren. Er zeigt erste Bewegungen. Einen Monat später gähnt, räzelt und streckt sich der Fötus bereits



Der sechs Monate alte Fötus hat tägliche Wach- und Ruhephasen. Sein Gehirn verschaltet sich mit den Sinnesorganen. Er erkennt erste Geräusche wie Herzschlag und Stimme seiner Mutter

**GEBURT** Das Neugeborene ist mit vielen Aufgaben konfrontiert: Es muss eigenständig atmen, Kreislauf und Verdauung regulieren sowie die Körperwärme stabilisieren. Trotz schwacher Muskeln zeigt es reflexartige Bewegungen



Im Alter von drei Monaten entwickelt der Säugling wichtige Funktionen im Zentralnervensystem und bildet einen eigenen Tag- und Nachtrhythmus aus. Dank wachsender Kraft im Oberkörper beginnt er den Kopf aufrecht zu halten



Mit sechs Monaten lernt das Baby, ohne fremde Hilfe zu sitzen. Die beginnende Kooperation der beiden Gehirnhälften ermöglicht ihm unter anderem das beidhändige Greifen



Um den neunten Lebensmonat erprobt das Kind erste Formen der Fortbewegung, um sich einem Gegenstand zu nähern. Es rutscht im Sitzen, rollt sich über den Boden und krabbelt



KÖRPER

GEIST

SPRACHE

SOZIALVERHALTEN

bis 1 Monat	bis 2 Monate	bis 3 Monate	bis 4 Monate	bis 5 Monate	bis 6 Monate	bis 7 Monate	bis 8 Monate	bis 9 Monate	bis 10 Monate
Erkennt bereits nach wenigen Stunden <b>Stimme und Geruch</b> der Mutter	<b>Unterscheidet</b> das Gesicht der Mutter von anderen	Verfolgt zunehmend <b>Details und Bewegungen</b>	Merkt sich Gelerntes eine Woche	Zeigt vermehrt Interesse an seinem <b>Spiegelbild</b>	Untersucht gezielt Gegenstände mit <b>beiden Händen</b>	Beginnt, der <b>Blickrichtung</b> eines Erwachsenen zu folgen	Erste Anzeichen für <b>Nachdenken</b> über Ursache und Wirkung	<b>Sucht jetzt aktiv</b> nach verstecktem Spielzeug	Kann noch nach 24 Stunden einfache, bei Erwachsenen beobachtete <b>Handlungen nachahmen</b>
»Intuitive Mathematik«: kann zwischen zwei und drei gleichen Objekten unterscheiden	Gewinnt Vorstellungen durch <b>Tastsinn</b> : erkennt seinen im Mund gefühlten Schnuller optisch wieder	Versteht <b>Objektpermanenz</b> : weiß, dass Objekte nicht verschwinden, wenn sie verdeckt werden	Erkundet die Umgebung mit den Augen	Hat dasselbe <b>Farbspektrum</b> wie ein Erwachsener	Versteht einfache <b>Rechenaufgaben</b> mit wenigen Objekten: reagiert erstaunt auf falsche Ergebnisse			Beginnt <b>Funktionen</b> von Gegenständen zu begreifen: versucht, sie »richtig« zu nutzen	
Kommuniziert durch <b>Schreien</b>	Beginnt zu <b>gurren</b>	<b>Artikuliert Bedürfnisse</b> durch verschiedenartige Schreie	<b>Reagiert unterschiedlich</b> auf freundliche und ärgerliche Stimmen	Lauter nehmen <b>muttersprachliche Färbung</b> an	Experimentiert mit verschiedenen <b>Betonungen und Tonhöhen</b>	Beginnt zu lallen, verdoppelt Silben zu »dada« oder »baba«	Begreift einfache <b>grammatische Regeln</b> : zieht Sätze mit sinnvollen Pausen vor	Brabbeln beginnt <b>sprachliche Züge</b> anzunehmen, Laute ähneln denen der Muttersprache	Reagiert auf <b>einfache Anforderungen</b>
Zieht Laute der <b>Muttersprache</b> denen anderer Sprachen vor	<b>Erster Austausch</b> : reagiert mit Ansprache	Beginn des <b>Lippenlesens</b> : Bringt Lippenbewegung mit Vokalen in Zusammenhang	Kann <b>lächeln</b> , ahmt lallend vorgesprochene Vokale nach		<b>Unterscheidet Laute</b> fremder Sprachen besser als Erwachsene	Reagiert auf seinen <b>Namen</b>		Versteht »Nein«	Kann »Mama« und »Papa« sagen
Zeigt <b>Interesse an Gesichtern</b>	Entwickelt <b>soziales Lächeln</b> : reagiert auf menschliche Stimmen und Gesichter	Sucht oder meidet den <b>Blick des Gegenübers</b>	Kann durch <b>Mimik</b> Entzücken, Traurigkeit und Überraschung zeigen	<b>Begrüßt Betreuer</b> durch Strampeln und Zappeln	Beginnt, fröhliche oder ärgerliche <b>Stimmen</b> dem entsprechenden <b>Gesichtsausdruck</b> zuzuordnen	<b>Emotionale Bindungen</b> zu einer Person oder mehreren beginnen sich zu verstärken	<b>Fremdelt</b> : verhält sich unterschiedlich gegenüber vertrauten und unbekanntem Menschen	»Affektverstärkung«: blickt in ungewohnten Situationen zur Vertrauensperson, um in deren Mimik zu lesen, wie es reagieren soll	Liebt <b>Versteckspiele</b>
Imitiert Augenblinzeln und <b>Zungeherausstrecken</b>	Beruhigt sich, wenn es <b>auf den Arm</b> genommen wird	<b>Erwartet Interaktion</b> : Kommuniziert über Mimik, Gestik und Laute	Drückt Freude durch lautes <b>Lachen und Quietschen</b> aus					Erkennt, worauf eine Person <b>emotional reagiert</b>	Zeigt <b>Zuneigung</b>

# Stufen der Entwicklung

Die hier gezeigten Stufen der körperlichen, geistigen und sozialen Reifung des Menschen dienen als Orientierungshilfe. Fachleute erstellen damit ein Profil des aktuellen Könnens und Wissens eines Kindes und können auch Hinweise finden, ob dieses Kind in irgendeinem Bereich besondere Unterstützung braucht. Laien müssen dazu wissen: Es ist völlig normal, dass ein Kind mal mehr oder auch weniger kann, als die Tabelle vorgibt. Und je älter es wird, desto vielfältiger sind seine Entwicklungsvarianten. Sie spiegeln die Individualität des Kindes wider, seine Lebensgeschichte und seine Kultur

Von Martin Paetsch (TEXT) und Siegmund Münk (ILLUSTRATION)



Etwa im Alter von **zwölf Monaten** verfügt das Kind über die nötige Gelenkigkeit, Muskelkraft und Balance für einen wichtigen Entwicklungsschritt: Es **erlernt das selbstständige Laufen**



**Dreijährige** sind motorisch bereits so geschickt, dass sie Dreirad fahren können, springen, **auf einem Bein hüpfen** und Treppen steigen



Mit **sechs Jahren**, zur Zeit des Schuleintritts, meistert das Kind bereits schwierige Bewegungsabläufe. Es **fährt Fahrrad ohne Stützräder**, läuft Rollschuh und spielt Fußball

bis 11 Monate	bis 12 Monate	bis 18 Monate	bis 2 Jahre	bis 3 Jahre	bis 4 Jahre	bis 5 Jahre	bis 6 Jahre	bis 7 Jahre	bis 8 Jahre	bis 9 Jahre
Schaut Bilder an und weist mit dem Finger auf Gegenstände	<b>Sehqualität</b> entspricht der eines Erwachsenen  Kann einen <b>Gegenstand identifizieren</b> , wenn dessen Name genannt wird	Entwickelt <b>Symbolspiel</b> : deutet Gegenstände und Personen zu Spielfiguren um	<b>Ich-Bewusstsein</b> ist entwickelt: erkennt sich selbst im Spiegel	Kann <b>Puzzle-spiele</b> mit drei oder vier Teilen lösen  Interessiert sich für <b>mechanisches Spielzeug</b> , Lichtschalter und Geräte	Entwickelt Zeitverständnis und <b>autobiografisches Gedächtnis</b>  Begreift, dass verschiedene Menschen ein Objekt aus <b>verschiedenen Perspektiven</b> sehen	Versteht, dass sich <b>eigene Gedanken und Gefühle</b> von denen anderer Personen unterscheiden  Kann bewusst <b>lügen</b>	Kann zunehmend <b>Schein und Wirklichkeit</b> besser trennen: versteht etwa Verkleidung  <b>Merkfähigkeit</b> wächst nun langsamer	Hohe <b>Kreativität</b>  Entwickelt <b>Metagedächtnis</b> : ist sich bewusst, dass Erlerntes auch wieder vergessen werden kann	<b>Komplexes Denken</b> : erwägt mehrere Herangehensweisen an ein Problem; kann <b>eine Handlung im Geist umkehren</b>	<b>Metakognition</b> ist weit entwickelt: Nachdenken über die eigenen Gedanken
Beginnt, vorgespochene <b>Wörter nachzusagen</b>	Beginnt, <b>erste klare Wörter</b> zu sprechen	<b>Vokabular</b> : bis zu <b>20 Wörter</b>	<b>Benennungsexplosion</b> : Erreicht 50-Wörter-Marke, danach rapide Aneignung neuen Vokabulars  Bildet <b>Sätze aus zwei Wörtern</b>	Erfreut sich zunehmend an <b>Reimen und Liedern</b>  Formuliert einfache, grammatikalisch <b>korrekte Aussagesätze</b>  Vokabular: etwa <b>300 Wörter</b>	Kann grammatikalisch <b>korrekte Fragen</b> stellen und Sätze aus fünf bis sechs Wörtern bilden  Entwickelt <b>Kritzelschrift</b>	Erzählt <b>komplexere Geschichten</b>  Vokabular: bis zu <b>8000 Wörter</b>	<b>Gebraucht Sprache</b> weitgehend korrekt  <b>Kommuniziert erfolgreich</b> , ohne über Sprache zu reflektieren	<b>Korrigiert Fehler</b> spontan während des Sprechens  Setzt Buchstaben und Laute in Beziehung: <b>schreibt, wie man spricht</b>	Wendet <b>erste Rechtschreibregeln</b> an	Beherrscht grundlegende Rechtschreibregeln wie <b>Großschreibung</b> am Satzanfang  Kann grammatikalische <b>Fehler erklären</b>
Reagiert mit <b>lebhaftem Protest</b> , wenn ihm ein Lieblingsspielzeug weggenommen wird	Lernt durch Nachahmung <b>neue Verhaltensweisen</b> wie Klatschen und Winken	<b>Begrüßt</b> und umarmt vertraute Personen  Erste <b>Anteilnahme</b> , aber auch Verstellung  Beginn des <b>Trotzverhaltens</b>	<b>Spielt</b> mit anderen Kindern  Zunehmende <b>Unabhängigkeit</b> von den Eltern	Entwickelt Schuldgefühle, <b>zeigt Zuneigung</b> zu vertrauten Spielpartnern  Eigensinnigkeit lässt nach: kann <b>beim Spielen kooperieren</b>	Spielt gern <b>Rollenspiele</b>  Kann kooperieren, <b>teilen</b> und schenken  Spiel wird zum <b>Wettbewerb</b>  <b>Erste Freundschaften</b>	Möchte <b>Freunden gefallen</b> , lernt andere Ansichten kennen  Konzept von <b>»Gut«</b> und <b>»Böse«</b> ausgebildet	Organisiert <b>Gruppen-spiele</b> , versucht, Konflikte zu lösen  <b>Identifizierung mit dem eigenen Geschlecht</b> : zeigt zunehmend typisches Verhalten	Lehrer und Mitschüler werden <b>neue Bezugspersonen</b>	<b>Vergleicht seine Leistung</b>  <b>Zunehmende Gruppenarbeit</b> an organisierten Sp.	<b>Entwickelt tiefere Freundschaften</b> Kontakt zu Gleichaltrigen

Mit etwa zehn bis zwölf Jahren setzt bei Mädchen die Pubertät ein: Durch die hormonelle Umstellung wachsen **Brüste und Hüften**, kurz darauf die Geschlechtsorgane. Die Menstruation setzt im Schnitt mit 12,2 Jahren ein



Ab etwa zwölf Jahren wachsen beim Jungen Muskelmasse und Geschlechtsorgane; mit durchschnittlich 12,5 Jahren hat er den **ersten Samenerguss**. Gegen Ende der Pubertät ist der Stimmbruch erfolgt

Im Alter zwischen 16 und 19 Jahren ist das Längenwachstum abgeschlossen. Mädchen erreichen die **Erwachsenengröße** etwa zwei Jahre früher als Jungen



bis 10 Jahre

Zeichnet perspektivisch und **drei-dimensional**

Entwickelt Verständnis für **Metaphern**, Doppeldeutigkeiten und Sprachwitz

bis 11 Jahre

Kann Aufmerksamkeit **besser fokussieren** und irrelevante Informationen ausblenden

Beginnt, **Lernstrategien** zu entwickeln und anzuwenden

Beherrscht, **Geschichten** auf einen Höhepunkt hin zu erzählen

bis 12 Jahre

Anfänge des **formalen Denkens**: kann systematisch Hypothesen aufstellen und überprüfen, versteht abstrakte Konzepte, bewertet und erläutert eigene Denkprozesse

Mit der Pubertät beginnt die **Identitätssuche**: entwickelt differenziertes Selbstbild, entdeckt persönliche Vorlieben und Hobbys, zeigt vermehrt Selbstzweifel (vor allem Mädchen) und destruktives Verhalten (vor allem Jungen)

Lernt, sein **Sprachverhalten** verschiedenen Situationen besser anzupassen

Eignet sich **Jugendsprache** an

bis 13 Jahre

bis 14 Jahre

bis 15 Jahre

bis 16 Jahre

bis 17 Jahre

bis 18 Jahre

danach

Zunehmende **geistige Flexibilität** und Fortschritte im abstrakten Denken, betrachtet Probleme aus vielen Perspektiven, beschäftigt sich intensiv mit politischen, sozialen und religiösen Themen

Ausgeprägte Identitätssuche; hinterfragt Meinungen und Konventionen, entwickelt **eigene Vorstellungen und Werte**

**Verfeinertes Sprachverhalten**: Schilderung abstrakter Sachverhalte, gegliedertes **Argumentieren**, um eigene Standpunkte darzulegen

Deutscher Wortschatz von etwa **80 000 Wörtern**

**Identität** beginnt sich zu festigen

Plant und trifft Entscheidungen für die **Zukunft**

ngen mit denen anderer

**vität**: verstärktes Interesse teilen und Ausflügen

**schaften**, hat aber wenig en anderen Geschlechts

**Konflikte mit den Eltern** nehmen zu, Entfremdung gegenüber Zärtlichkeiten in der Familie

Wachsendes **Interesse am anderen Geschlecht**

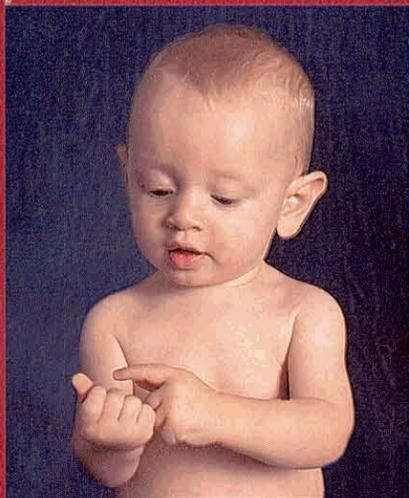
**Cliquenbildung**: bemüht sich um Anerkennung in der Gruppe

**Ausgeprägtes Sozialleben**: besucht mit Freunden Partys, Clubs und Konzerte

Zunehmend **eigenständige Tagesplanung** und verantwortliches Handeln

Hat im Durchschnitt ab 15 Jahren **zum ersten Mal Sex**

Beginnende **Loslösung vom Elternhaus**



In den Handbewegungen von Babys – hier ein sechs Monate altes Kind – spiegelt sich der charakteristische Rhythmus der Sprache, die sie tagtäglich hören. Das entdeckte Laura-Ann Petitto vom amerikanischen Dartmouth College. Ein wichtiger Hinweis darauf, wie wertvoll Reime, Rhythmusspiele und der elterliche Singsang für den Spracherwerb sind

bindungen schon mit etwa acht Monaten, wie Hirnforscher wissen.

Dann lichtet sich das Gestrüpp der bis zu 100 Billionen Verknüpfungen wieder; bei Kindern und Jugendlichen sinkt die Zahl der Synapsen um etwa 20 Milliarden am Tag. Manche Signalwege sterben ab, andere werden durch Erfahrungen des Kindes verstärkt. Eine liebevolle Umarmung festigt etwa die Verbindungen im emotionalen Zentrum, dem limbischen System tief im Gehirn; aber auch Gefühlskälte hinterlässt dort ihre Spuren. Das Durchblättern eines Bilderbuches wiederum stärkt Verbindungen, die optische Signale leiten. Und häufig gehörte Laute legen im Schläfenlappen jene feingesponnene Grundlage, die es erlaubt, charakteristische Silben einer Sprache zu Wörtern zusammensetzen. All das ist prägend für die Persönlichkeit des Kindes.

### DIE VORSCHNELLE ÜBERTRAGUNG

neurowissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Erziehung führt jedoch leicht zu Fehlschlüssen, wie **Patricia Kuhl** selbst erfahren hat. Als sie vor zehn Jahren das Forschungsergebnis veröffentlichte, wonach Babys Laute aller Sprachen erfassen, beschallten ehrgeizige Eltern ihre Kinder mit Sprachkassetten. Etwas bewirken konnte das nicht, wie Kuhl später mithilfe der amerikanischen Babys entdeckte, die Mandarin hörten. Denn Kleinkinder lernen die Nuancen einer Sprache nur im direkten Kontakt mit den Eltern und anderen Bezugspersonen. Hörten sie den Text vom Band oder aus dem Fernsehapparat, blieb der Effekt aus.

### Strecken Sie einem Baby die Zunge heraus. Es wird sich bei Ihnen revanchieren

Kuhls Mann, **Andrew Meltzoff**, hat das nicht sonderlich überrascht. Schließlich erforscht er, wie der Umgang mit Menschen die Lernbemühungen von Babys und Kleinkindern fördert. Demnach finden diese ohne Probleme heraus, dass ihre Mitmen-

schen nicht, so **Meltzoff**, „in Tuchstücke gestopfte und auf Stühle drapierte Hautsäcke sind“, sondern dass sie Gefühle haben und Absichten, die mitunter den eigenen zuwiderlaufen.

Um das zu erkennen, verfügen Kinder über ein verblüffendes Instrument: die Imitation. Bereits in den 1970er Jahren führte der Kognitionspsychologe ein Experiment durch, das auf einer eher respektlosen Geste basierte: Der Forscher streckte Babys die Zunge heraus. Als Reaktion taten selbst Neugeborene es ihm bald gleich, obwohl sie die eigene Zunge noch nie erblickt hatten und nicht einmal besonders scharf sehen konnten.

**Meltzoff** erklärt sich die Reaktion damit, dass Menschen die Fähigkeit



Der Entwicklungspsychologe Andrew Meltzoff von der University of Washington erforscht das Imitationsverhalten von Kleinkindern: Nachahmung ist eine der Grundvoraussetzungen für soziales Lernen

zur Nachahmung angeboren ist. Dies erlaube dem Kleinkind die Schlussfolgerung, dass hinter den Handlungen der Menschen Absichten stecken. Schritt für Schritt, so **Meltzoff**, entwickeln Kinder die Einsicht, dass ihre Mitmenschen geschaffen sind wie sie selbst. So wird auch verständlich, dass ein erst drei Jahre altes Kind mitunter seine Mutter mit einer Umarmung tröstet – und nicht nur als Egomane handelt, wofür Kleinkinder lange Zeit gehalten wurden.

Speziell fördern lasse sich die Entwicklung sozialer Kompetenz allerdings kaum, sagt Meltzoff: „Eltern haben alles, was nötig ist, um Kinder

zur Entdeckung ihrer sozialen Umwelt anzuregen: Gesichter und Mimik, eine Stimme, Hände, Körperwärme. Keine Software, kein elektronisches Spielzeug kann das ersetzen.“

Nutzlos ist die weitere Grundlagenforschung dennoch nicht. So könnten deren Ergebnisse eines Tages helfen, Lernschwierigkeiten eines Kindes bereits im Laufstall zu entdecken. Schon Ende 2005 veröffentlichte **Meltzoff** eine Studie, mit der er zeigen konnte, dass neun- bis elfmonatige Kinder, sobald sie dem Blick einer Bezugsperson folgen können, auch deren Sprache erlernen. Sagt etwa die Mutter „Schau mal, das Feuerwehrauto!“ und folgt das Kind ihrem Blick, so begleitet es die Entdeckung des Fahrzeugs häufig mit einem glücklichen Ausruf. Hat es hingegen große Schwierigkeiten, die Blickrichtung seiner Mutter zu erkennen, ist das ein Hinweis auf Probleme beim Spracherwerb.

**AUCH DAS ZÄHLENLERNEN** wollen Wissenschaftler im Rahmen des NSF-Projekts erforschen. Etwa Daniel Ansari, der deutsche Kognitionspsychologe, der am Center for Cognitive and Educational Neuroscience am Dartmouth College in Hanover im US-Bundesstaat New Hampshire arbeitet. „Im Alter von drei Jahren können Kinder oft schon Zahlenfolgen aufsagen“, erklärt Ansari, „sie wissen aber noch nicht, was Zählen bedeutet.“ Dies zu lernen sei viel komplexer, als gemeinhin angenommen.

Ansaris Forschung soll dazu dienen, eine Rechenschwäche früh zu diagnostizieren. Derzeit studiert er, auf welche Weise ein Kind die Kunst des Zählens meistert. Besuchern demonstriert er dazu gern eines seiner Experimente: Ein dreijähriges Mädchen sitzt an einem Tisch. Ihr gegenüber hält eine Kollegin eine Handpuppe, einen grauen Hasen mit großen Schlappohren. Zwei rote Schalen stehen vor dem Plüschtier, die eine ist leer, die andere mit kleinen Plastikdinosauriern gefüllt.

Das Mädchen soll dem Tier eine bestimmte Anzahl Plastiktiere in die

leere Schale legen – erst zwei, dann drei, vier, fünf und so weiter. Bis zur Zahl drei nimmt das Mädchen die Menge an Figuren sicher heraus. Ab vier greift es jedoch wahllos eine Hand voll – wie die meisten gleichaltrigen Kinder, die an der Untersuchung teilgenommen hatten. Für Ansari heißt das: Kleine Zahlmengen nehmen Kinder schon frühzeitig auf einen Blick wahr. „Simultanerfassung“ nennt der Forscher das. Dreijährige haben jedoch keine Vorstellung davon, wie Zahlbegriff und Menge mathematisch zusammenhängen. Erst im Laufe der Zeit lernen sie, dass man beim Zählen etwa von Spielzeugfiguren jeder Einzelnen eine unterschiedliche Zahl zuordnet und dass die letzte die Gesamtmenge bezeichnet.

Ansaris Erkenntnisse weisen darauf hin, dass Kinder, die kleine Mengen optisch rasch abschätzen können, auch schneller lernen, richtig zu zählen. Wie

das im Einzelnen zustande kommt, ist noch unklar – und eine jener Fragen, die Ansari beantworten will. Der Psychologe geht davon aus, dass diese Kinder frühzeitig die Verbindung zwischen Menge und Zahlwort herstellen. Damit sei auch ein Fundament gelegt, einfache Rechenoperationen wie Subtraktion und Addition zu begreifen.

## Tanzen, Musizieren, zwei Sprachen beherrschen – und die dritte wird einfacher?

Kinder, denen Mathematik in der Grundschule schwer fällt, können – wie andere Untersuchungen belegen – oft schon die Anzahl kleiner Mengen nicht benennen; vielleicht ist ihre Simultanerfassung gestört. „Erkennt man dieses Problem rechtzeitig, lässt sich die Fähigkeit womöglich noch trainieren“, sagt Ansari.

**NICHT IMMER BEDARF ES** psychologischer Grundlagenforschung, um tragfähige pädagogische Konzepte zu entwickeln. Mitunter reicht schon der Vergleich von Versuchsgruppen, um die beste Unterrichtsstrategie zu erkennen. Auf diese Weise erforscht die Neuropsychologin Laura-Ann Petitto, nur wenige Türen von Ansari entfernt, den Einfluss von Musikunterricht und frühem Erwerb einer Fremdsprache auf das Erlernen einer Drittsprache. Die bisherigen Ergebnisse ihrer Studie zeigen: Wer zweisprachig aufwächst und dazu früh ein Musikinstrument intensiv zu spielen lernt, der eignet sich auch weitere Sprachen vergleichsweise leicht an. Der Studie zufolge muss es aber nicht unbedingt ein Instrument sein; Tanzunterricht kann eine ganz ähnliche Wirkung entfalten (siehe auch Seite 152).

Demnächst will Petitto den Gehirnen ihrer Versuchspersonen mithilfe

## Aufnahmefähiger, belastbarer, konzentrierter

### Mental aktiv das Leben gestalten



**Vielfältige Anregungen aufnehmen. Präsent sein. Sich konzentrieren, wenn es darauf ankommt. Die richtigen Entscheidungen treffen. Dazu benötigen die Nervenzellen des Gehirns genügend Energie.**

Und es lohnt sich, dafür etwas zu tun. Denn ohne die richtige Unterstützung lassen die Kraftwerke der Zellen („Mitochondrien“) im Laufe der Jahre nach. Den Nervenzellen fehlt Energie. Das spüren wir: Man wird

„fahrig“, Konzentration und Gedächtnis werden zum Problem. Genau hierfür wurde das pflanzliche Medikament Tebonin® entwickelt. Sein Ginkgo-Spezialextrakt EGb 761® schützt die Zellkraftwerke vor Leistungs-

abfall, ihre Energieproduktion bleibt aktiv. Und selbst angegriffene Nervenzellen können wieder regeneriert werden!

Wenn die Gehirnzellen die Informationen wieder schneller leiten, wird auf natürliche Weise die mentale Leistungsfähigkeit verbessert. Sie sind konzentrierter und aufnahmefähiger. Ausgeglichen und belastbar können Sie das Leben besser genießen. Tebonin®: 2 x 120 mg pro Tag nutzen die volle Kraft des Ginkgo-Spezialextraktes. Fragen Sie Ihren Apotheker nach Tebonin® (apothekenpflichtig, rezeptfrei). Pflanzlich. Gut verträglich. Spezielle Übungen und weitere Informationen erhalten Sie unter [www.mental-aktiv.de](http://www.mental-aktiv.de).

## Mit der Kraft der Natur



**Stärkt Gedächtnis und Konzentration**



**Intensiv 240 mg täglich**

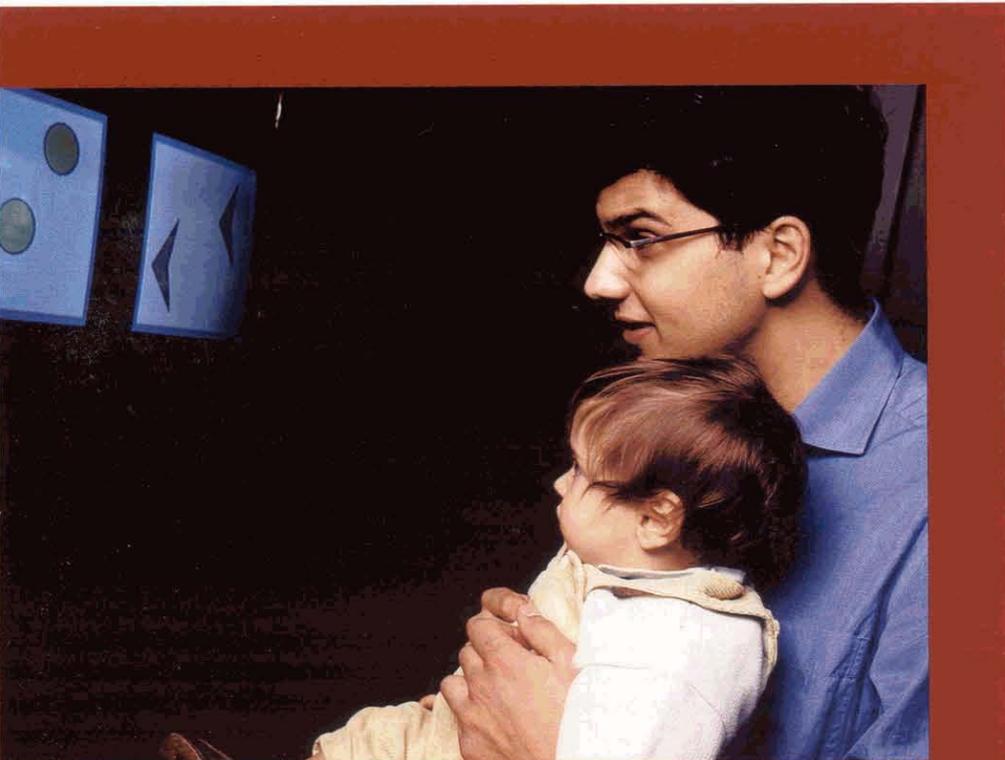


**Mit der Natur. Für die Menschen.**

Dr. Willmar Schwabe Arzneimittel  
[www.tebonin.de](http://www.tebonin.de)

**Tebonin® intens 120 mg.** Wirkstoff: Ginkgo-biloba-Blätter-Trockenextrakt. **Anwendungsgebiete:** Zur Behandlung von Beschwerden bei durch altersbedingte Arterienverengung himorganisch bedingten geistigen Leistungsstörungen im Rahmen eines therapeutischen Gesamtkonzeptes mit den Hauptbeschwerden: Rückgang der Gedächtnisleistung, Merkfähigkeit und Konzentration, Kopfschmerzen, Schwindelgefühle, Ohrensausen. **Hinweise:** Bevor die Behandlung mit Ginkgo-Extrakt begonnen wird, sollte geklärt werden, ob die Krankheitsbeschwerden nicht auf einer spezifisch zu behandelnden Grunderkrankung beruhen. **Zu Risiken und Nebenwirkungen lesen Sie die Packungsbeilage und fragen Sie Ihren Arzt oder Apotheker.** Dr. Willmar Schwabe Arzneimittel, Karlsruhe. Stand: 12/05

T/12/05/3/1



Der deutsche Kognitionspsychologe Daniel Ansari beobachtet, ob das Kleinkind mit Symbolen dargestellte Zahlmengen unterscheiden kann

der funktionellen Magnetresonanztomographie beim Lernen zusehen und so die beteiligten Gehirnareale näher erkunden. Eine Erklärung für ihre vorläufigen Ergebnisse hat sie schon: „Wer tanzt oder ein Musikinstrument spielt, muss seine Aufmerksamkeit rasch umstellen und Eindrücke verarbeiten können – eine generelle Fähigkeit, die auch für den Spracherwerb wichtig ist.“

Sollten deshalb zweisprachige Kindergärten und Instrumentalunterricht Pflicht werden? „Es geht nicht darum, Menschen vorzuschreiben, wie sie ihre Kinder erziehen sollen“, sagt Petitto. „Wir wollen überhaupt erst einmal Möglichkeiten aufzeigen, wie man Kinder fördern kann.“

**AUCH OHNE VERBORGENE** Gehirnwindungen auszuloten, lässt sich an der Verbesserung des Lernens feilen. Wie wäre es mit einem Klassenzim-

mer, in dem jeder Schüler einen eigenen Lehrer hat? Einen, der nicht aus der Haut fährt, wenn der Schüler einen Fehler wiederholt. Der jeden Fortschritt mit Wohlgefallen betrachtet und Fehler geduldig korrigiert. Diese Vision versucht der Computerwissenschaftler und Psychologe Ken Koedinger am NSF-geförderten „LearnLab“ zu verwirklichen.

Sein Team von der Carnegie Mellon University in Pittsburgh im US-Bundesstaat Pennsylvania hat bereits mehrere Jahre lang die Lernschritte von Kindern und Jugendlichen beim Lösen mathematischer Aufgaben erforscht. „Wer über ein mathematisches Problem nachdenkt, verfährt meist sprunghafter, als es der formale Lösungsweg auf dem Papier nahelegt“, erklärt Koedinger. Von dieser Erkenntnis ausgehend, hat sein Team den virtuellen „Cognitive Tutor“ entwickelt, ein Lernprogramm, das Schülern hel-

fen soll, sich besser in Algebra und Geometrie zurechtzufinden.

Offenbar mit Erfolg. Bereits mehr als 1800 Schulen in den USA nutzen die Software-Hilfe ergänzend zum Unterricht. Eine der Schulen liegt nur wenige Kilometer vom Campus der Carnegie Mellon University entfernt: im Pittsburger Stadtteil Wilkinsburg, einem ärmlichen Schwarzenviertel. Die Schulen hier müssen alljährlich staatliche Leistungsstandards erfüllen, sonst drohen Konsequenzen bis zur Schließung.

## Weiß ein Schüler nicht weiter, gibt der virtuelle Hilfslehrer Denkanstöße

Die Wilkinsburg Middle School und die im gleichen Gebäude befindliche High School hinken den Anforderungen hinterher. Der „Cognitive Tutor“ für Algebra soll nun die Lehrqualität verbessern helfen. Den entwickeln Koedinger und seine Forschungsgruppe an diesen und anderen Schulen weiter – neben Hilfsprogrammen für Physik, Chemie und Geometrie. Als Gegenleistung erhält die Schule das Software-Paket kostenlos.

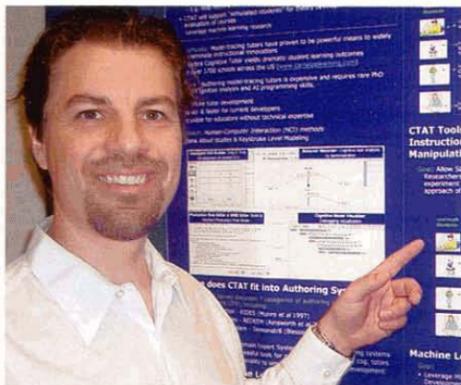
In Aktion zu erleben ist der virtuelle Hilfslehrer in einem Computerraum mit grauem Teppich, blauen Plastikstühlen und Neonröhren. Die Tafel an der Stirnseite ist blank wie die weiße Wand. An den Tischen sitzen 20 Mädchen und Jungen der 7. Klasse und blicken auf die Bildschirme. Dort sehen sie mehrere Fenster: eines zeigt die Aufgabenstellung; in ein weiteres tragen sie die Rechenergebnisse ein; das Dritte bewertet die Leistung – grüne Balken, die sich in Gold verfärben, sobald ein Lösungsschritt oder gar die Lösung selbst gefunden ist, eine Art „Wissensthermometer“.

Ein Junge brütet still über der Frage, wie weit ein Schwertransporter, der mit 20 km/h über die Autobahn kriecht und bereits 100 Kilometer hinter sich hat, in weiteren zwei Stunden gefahren sein wird. Terry Schnur, der Mathematiklehrer, steht hinter dem

Schüler und gibt Tipps, wie dieser die Software nutzen kann.

Sie ersetzt den regulären Mathematikunterricht nicht, ergänzt ihn aber. Kommt ein Schüler nicht weiter, kann er das Programm um abgestufte Hinweise bitten, die von allgemein formulierten Denkanstößen – Wie kürzt man einen Bruch? – bis zur Preisgabe der Lösung reichen. Doch stets den Weg des geringsten Widerstands zu gehen ist nicht ratsam – klickt sich der Schüler einfach zum Ergebnis durch, registriert das Wissensthermometer das, und die Bewertung fällt rasch in den Keller.

Schnur ist begeistert von der Software, mit der er seit drei Jahren arbeitet: „Der Tutor fördert die Schüler gezielter, als ich es bei so vielen Kindern allein je könnte, und er informiert über den genauen Leistungsstand jedes Kindes.“ Tests haben gezeigt, dass Schüler mit den virtuellen



Ken Koedinger, Computerwissenschaftler, hat ein Lernprogramm entwickelt, das Schülern helfen soll, sich Algebra und Geometrie leichter anzueignen

Helfern um 50 Prozent schneller Algebra lernen, als es in einer Kontrollgruppe ohne die Lernsoftware gelingt; außerdem verbessert sie die Leistung – gemessen an der Zahl korrekter Lösungen – um bis zu 25 Prozent. Gute Aussichten für die Schüler von Wil-

kinsburg – vorausgesetzt, sie erscheinen überhaupt zum Unterricht. „Einige kommen aus schwierigen Familienverhältnissen“, sagt der Lehrer knapp.

## FÜR VERLÄSSLICHE ANTWORTEN

auf viele Fragen der Lernforscher ist es noch zu früh. Und von einer Neuausrichtung des Lernens in den Familien, an Kindergärten und Schulen sind die Wissenschaftler sicherlich noch Jahre entfernt. Doch der Optimismus der Amerikaner ist fast grenzenlos: „Die Ergebnisse der Lernforschung“, sagt Joseph Bordogna, stellvertretender Direktor der NSF, „werden in den nächsten Jahrzehnten unser Erziehungssystem fundamental verändern.“ □



**Hubertus Breuer**, 38, lebt als freier Wissenschaftsjournalist in New York. Im Gespräch mit Ken Koedinger stellte er fest, dass es mit den eigenen Kopfrechenkünsten offenbar nicht mehr weit her ist. Zurück im Büro, hat er deshalb einen „Cognitive Tutor“ auf seinem Computer installiert.