

# Wenn Kinder ihre Nerven bündeln – Lernen im Zahlenland

Gerhard Friedrich

## Menschenbilder

"Wüchsen die Kinder fort, wie sie sich andeuten, wir hätten lauter Genies" (Goethe, zitiert aus Elschenbroich, 2001, S. 7). Diese Aussage stammt von keinem Geringeren als von Johann Wolfgang von Goethe. Er wollte damit meines Erachtens zum Ausdruck bringen, dass das Entwicklungspotenzial, was in jedem Menschen angelegt ist, im Laufe des Erwachsenwerdens zunehmend verkümmert. Schließlich würden ja die Wenigsten von sich behaupten, sie wären Genies.

Hat Goethe in meiner Interpretation recht? – was tragisch wäre – und – wenn er recht hat – wer hätte dies zu verantworten? Was machen wir Erwachsenen falsch bzw. was genau läuft hier dann schief? Elterliche Erziehung, Schule oder Kindergarten? Oder stellt sich der Verkümmierungsprozess zwangsläufig ein und lässt sich deshalb überhaupt nicht vermeiden?

Oder hatte Goethe Recht, und heute ist das ganz anders? Dass etwas schief läuft bemängelte Goethe nämlich vor ca. 200 Jahren. Aber wer wollte heutzutage seine Hand dafür ins Feuer legen, dass wir unseren Kindern das Beste an Entwicklungsmöglichkeiten zu Verfügung stellen, und – was ist überhaupt das Beste? Wählt ein Kind nicht vielmehr selbstständig das Beste für sich aus? Gehört zum Besten etwa auch ein gewisses Grundverständnis elementarer Mathematik, dem Inbegriff menschlicher Logik und abstrakter Weltbeschreibung? Ist eine mathematische Frühförderung nicht eher sogar schädlich, weil die Kinder mit der Beschäftigung mit Zahlen nur Frustrationen erleben?

Diese Fragen sind, mit Ausnahme der beiden letzten, recht schwer zu beantworten. Wenn im Folgenden nach Antworten gesucht wird, so kann es sich auch nur um Teilantworten oder Annäherungen handeln, da die Summe an Einflussmöglichkeiten vielschichtig ist. Dennoch lohnt es sich, diesen Fragen nachzugehen. Versprochen wird an dieser Stelle allerdings, die beiden letzten konkret zu beantworten.

Bündelt man die oben gestellten Fragen zu einer einzigen Kernfrage, so lautet diese: Was macht einen Menschen zu dem Menschen, der er ist? Diese vordergründig einfache Frage beschäftigt die Menschheit seit dem Beginn des Nachdenkens über sich selbst und wahrscheinlich auch jeden einzelnen von uns gelegentlich, wenn wir etwa darüber nachdenken, warum wir uns in einer Situation gerade so und nicht anders verhielten.

Die Wissenschaften kennen Antworten auf diese Frage, die, je nach Disziplin, verschieden ausfallen. Die Philosophie etwa trifft die Unterscheidung zwischen Geist- und Naturwesen. Wir wissen heute natürlich, dass wir *sowohl* Geist- *als auch* Naturwesen sind, und müssen diese Erkenntnis auch oft bitter erfahren, etwa wenn wir uns dank unseres freien Willens vornehmen, ein paar Pfunde abzunehmen, mehr Sport zu treiben oder das Rauchen aufzuhören. Die Problemlage ist bekannt, und der Volksmund formuliert: "Der Geist war willig nur das Fleisch war schwach."

Nun geht es also offensichtlich nicht um die Frage Natur- oder Geistwesen, sondern um die Frage des Zusammenhangs. Auch hier liefern die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, etwa die Verhaltensbiologie, die Psychologie oder die Anthropologie, aufgrund der unterschiedlichen Schwerpunkte der Forschung unterschiedliche Antworten.

Die Pädagogik, um die es hier in erster Linie gehen muss, formuliert zu der Frage des Zusammenhangs eine sehr treffende Annäherung. Wir Pädagogen gehen davon aus, dass sich dieses Verhältnis im Laufe der Zeit ändert. Es existiert eine Zeitschiene, die uns Menschen unter optimalen Voraussetzungen dem Ziel der freien Selbstbestimmung näher bringt, wenn wir sie auch nie vollständig erreichen werden.

Heinrich Pestalozzis anthropologischer Dreischritt als Kennzeichnung des Menschen (Naturzustand, gesellschaftlicher Zustand und sittlicher Zustand) scheint mir hier, bei aller antiquiert wirkender Begrifflichkeit, aktueller zu sein denn je: Der Mensch beginnt sein Leben als ein "Werk der Natur" und bleibt dies auch zeitlebens, Sozialisationsprozesse machen ihn zugleich zu einem "Werk der Gesellschaft", und auch dies bleibt er zeitlebens, schließlich kann und vor allem soll er letztlich durch den Prozess der Personalisation zum "Werk seiner selbst" werden.

Wie lässt sich dieses Bild veranschaulichen?

Nach der Geburt verhält sich der Säugling zunächst als ein ‚Werk der Natur‘. Der Begriff ‚Werk‘ deutet hier an, dass der Mensch in diesem Stadium restlos durch seine Anlagen gesteuert wird. Das geht auch gar nicht anders. Ein Säugling z.B. hat Hunger, er friert, hat Bauchschmerzen und das Bedürfnis nach emotional liebevoller Zuwendung. Willentlich wird er nicht zu der Überzeugung kommen können, dass es vielleicht besser wäre, erst in einer halben Stunde zu essen. Ohne darüber nachdenken zu können wird er schreien und dadurch ein angeborenes Verhaltensrepertoire aktivieren, welches die Eltern oder die Pflegeperson wiederum veranlasst, seine Bedürfnisse zu befriedigen.

Je älter wir werden, desto mehr werden wir durch Lernprozesse aber auch zu einem ‚Werk der Umwelt und Gesellschaft‘. Ein fünfjähriges Kind ist durchaus gut in der Lage, seine Bedürfnisse kurzfristig zu unterdrücken, weil es vielleicht weiß, dass das Essen noch nicht ganz fertig gekocht ist und die Mama oder der Papa nur noch eine kurze Zeit zur Fertigstellung braucht. Es kann derweil ja den Tisch decken. Letztlich hat es das Kind in den zurückliegenden Jahren durch vielfältige Erfahrungen gelernt, solche Situationen einzuschätzen und verhält sich dementsprechend.

Lernprozesse beginnen vom ersten Tag der Geburt an und werden zunehmend bedeutender. Es ist der Umwelteinfluss, der sich hier zeigt, und unschwer erkennen wir hinter den beiden Metaphern des ‚Werks der Natur bzw. der Gesellschaft‘ die pädagogische Fassung der alten Anlage-Umwelt Debatte, wenn auch diese inhaltlich nicht identisch geführt wird.

Wir wissen wir heute, dass Umwelt und Erbgut, also die Anlage, keineswegs "summativ" zusammenwirken, wie die Angabe bestimmter Prozentsätze glauben machen wollen (z.B. 70% erbbedingt und 30% umweltbedingt). Dass würde ja bedeuten, dass sich die Erbanlagen auch ohne Umwelt entfalten können. Das ist natürlich falsch. Tatsächlich ist der Zusammenhang "multiplikativ". Lautet einer der Faktoren "Null", so bleibt auch das Ergebnis immer "Null". Wie wichtig gerade in der frühen Kindheit umweltbedingte Lernprozesse sind, ist durch die Hospitalismusforschung hinreichend belegt.

Die Vorstellung einer multiplikativen Verknüpfung verdeutlicht die immense Verantwortung, die wir Erwachsenen, sei es als Eltern oder Pädagogen, für unsere Kinder tragen. Letztlich sind wir innerhalb dieses Modells für die volle Entfaltung eines Menschen verantwortlich, da die Anlagen für sich alleine genommen – mögen sie auch noch so ‚genial‘ sein – gar nichts bewirken.

Ist der Mensch also das, was in seinen Anlagen steckt und durch die Umwelt hervorgebracht wurde? Die beiden Metaphern ‚Werk der Natur‘ und ‚Werk der Gesellschaft‘ beleuchten sprachlich, was dies zu bedeuten hätte: Der Mensch als ein *Werk*, welches er selbst letztlich gar nicht zu verantworten hat. Der Mensch wäre innerhalb dieser Dualität ‚Anlage – Umwelt‘ stets fremdbestimmt.

Wir Pädagogen haben allen Grund anzunehmen, dass diese zweiteilige Sichtweise zu kurz greift. Es ist das Ziel jeder legitimierbaren Erziehungsbemühung, einen Menschen zu befähigen, ein ‚Werk seiner Selbst‘ zu werden. Es ist unsere Berufspflicht als Pädagogen, die Ketten zu sprengen, die einen Menschen zu einem unmündigen ‚Triebautomaten‘ oder einer fremdbestimmten ‚Lernmaschine‘ macht. Nicht umsonst formulieren wir Pädagogen Ziele unserer Erziehung wie Mündigkeit, Selbstständigkeit, Emanzipation oder Selbstbestimmungsfähigkeit. Emanzipation bedeutet ja gerade, sich von Fremdbestimmung im Sinne eines ‚Werkes der Gesellschaft‘ zu befreien.

Auch die moderne und verbreitete elementarpädagogische Sichtweise des Kindes als ‚Akteur seiner eigenen Entwicklung‘ bzw. als ‚Akteur seiner selbst‘ betont die Autonomie und die Individualität eines jeden Kindes.

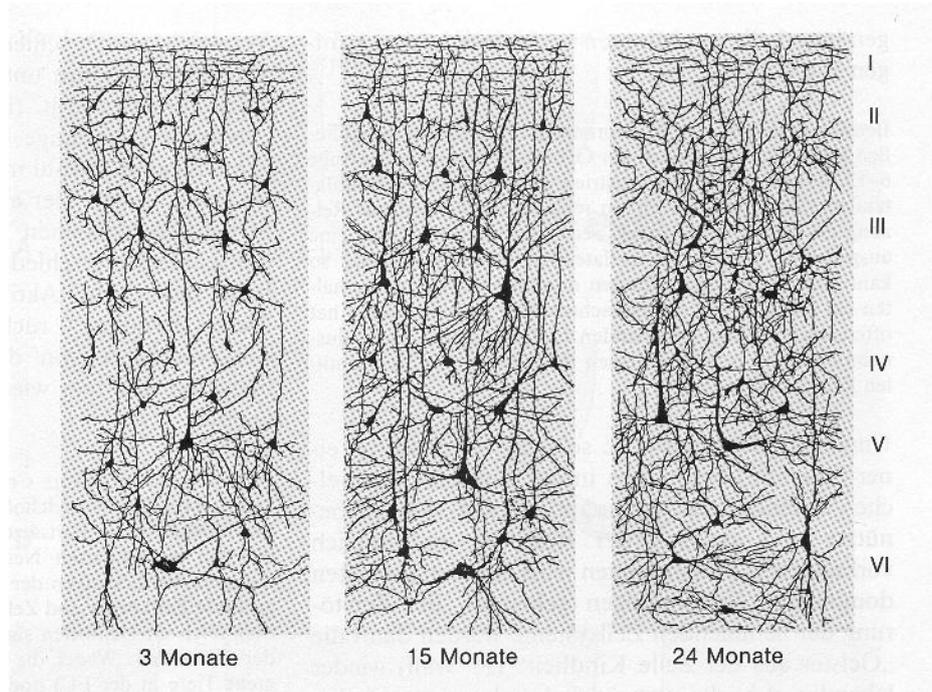
*Wichtig ist dabei jedoch zu wissen, dass dies das Ziel jedweder Pädagogik sein muss. Es ist jedoch nicht deren Ausgangspunkt.*

## **Entwicklung des Gehirns**

Das Organ, welches die Verantwortung für diesen fortschreitenden Veränderungsprozess in sich trägt ist das Gehirn. Wenn wir etwas fühlen, planen oder denken, so liegen diesen Bewusstseinszuständen stets Aktivitäten in sogenannten neuronalen Netzen zu Grunde. Die moderne Hirnforschung liefert nun zu diesem dreiteiligen ‚Menschwerdungsprozess‘ Entsprechungen und betont dabei die Wichtigkeit des Lernens.

Drei Faktoren sind es im wesentlichen, die Lernprozesse bestimmen: Die genetisch vorgegebene Grundverschaltung der Nervennetze im Gehirn (*Natur*), dann die Umwelt, mit denen diese Nervennetze in Wechselwirkung treten (*Umwelt und Gesellschaft*), und schließlich die Bewertung, die das Gehirn selbst aufgrund seines eigenen Zustandes den neu zu bewältigenden Lernsituation gegenüber aufbringt (*Selbst*).

Was passiert bei der Entwicklung des Gehirns und beim Lernen?



(Aus: Birbaumer u. Schmidt, 1989, S. 541)

Die Abbildung zeigt die Entwicklung einer Gehirnstruktur drei Monate nach der Geburt bis hin zum Alter von zwei Jahren. Wir sehen darin Nervenzellen, sogenannte Neurone, und deren Ausläufer. Die Ausläufer sind über sogenannte Synapsen miteinander verbunden. Diese sind auf dieser Abbildung nicht sichtbar.

Von den Ausläufern der Nervenzellen gibt es zwei Typen. Der eine Typ, es ist sozusagen die Empfangsantenne des Neurons, ist stark verzweigt und erinnert an die Wurzeln eines Baumes. Es handelt sich um sogenannte Dendriten. Der andere Typ erinnert an den Stamm eines Baumes. Man nennt diesen das Axon. Dies ist quasi der Sender des Neurons. Ähnlich einem Baumstamm verzweigt sich das Axon ebenfalls in viele Gabelungen, um auf diese Weise sein Signal an viele andere Neurone zu übermitteln. Mit Hilfe dieser beiden Strukturen – Dendritenbäumchen und Axon – tauschen die Nervenzellen über die Synapsen Informationen aus.

Wenn man nun das obige Bild genau betrachtet sieht man, dass die Sende- und Empfangsstrukturen an Dichte deutlich zunehmen, wohingegen sich die Anzahl an Nervenzellen dabei nicht verändert. Dies ist in der Tat so. Gehirnnervenzellen teilen sich – von wenigen aber dafür recht bedeutenden Ausnahmen abgesehen – nach Abschluss der embryonalen Entwicklung nicht mehr. Die Gehirnnervenzellproduktion im Erwachsenenalter wird Neurogenese genannt und wird derzeit intensivst erforscht. Das Erlahmen dieser Neurogenese wird beispielsweise mit der Alzheimerkrankheit und mit verschiedenen Depressionsformen in Verbindung gebracht.

Man kann aber durchaus sagen, dass jeder von uns mit nahezu dem gleichen Vorrat an Nervenzellen auf die Welt kam, die er heute noch besitzt. Bei der Geburt besaßen wir sogar mehr Nervenzellen als wir heute im Erwachsenenalter, gut geschützt, unter unserer Schädeldecke tragen. Es können also nicht die Nervenzellen selbst sein, sondern deren Verbindungen untereinander bzw. deren Verknüpfungsmuster, die für bestimmte Verhaltensweisen, Denkstrukturen usw. verantwortlich sind. Erst auf der funktionellen Beschreibungsebene neuronaler Vernetzung wird der Begriff des Lernens in der neurobiologischen Betrachtung ergiebig.

Der Aufbau solcher Verknüpfungsmuster ist ein lebenslänglicher Prozess und gleichbedeutend mit dem, was neurobiologisch unter ‚Lernen‘ verstanden wird. Wenn wir etwas lernen, so verändern sich genau solche Sende- und Empfangsstrukturen in unseren Gehirnen. Sie werden aufgebaut, und die, die sich nicht bewähren, werden abgebaut. Dabei ist das Strukturbildungsgesetz bei aller Komplexität des Gehirns durchaus einfach: Die Strukturen, die benutzt werden, stabilisieren sich und die, die nicht benutzt werden, schwächen sich oder werden abgebaut.

Das menschliche Gehirn entwickelt sich also aktivitäts- und erfahrungsabhängig, salopp formuliert könnte man sagen "bedienungsabhängig". Unschwer erkennt der Pädagoge hier eine tieferliegende Begründung für das didaktische Prinzip der Wiederholung und Übung. Dieser neuroplastische Mechanismus stellt letztlich auch die biologische Entsprechung der alten Volksweisheit "Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr" dar, wobei aus neurobiologischer Sicht der Satz je nach Aufgabenstellung gewiss in seiner Radikalität abgemildert werden müsste: "Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr so schnell, so gut, so elegant oder virtuos." In den ersten Jahren eines Menschenlebens sind diese Strukturbildungsprozesse massiv. Sie erreichen im späteren Alter nie mehr das ungeheure Ausmaß der frühen Kindheit.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang zu wissen, dass neue Erfahrungen, die die Kinder machen, stets zu Strukturveränderungen in bereits vorhandenen Netzen oder Netzwerken führen. Neue Lerninhalte werden gemäß der hier dargelegten Vorstellung von neuronalen Netzen in bestehende Netze integriert und nicht etwa völlig neu aufgebaut oder isoliert abgelegt, wie das bei der Festplatte eines Computers der Fall ist. Bei einem Computer werden zu speichernde Inhalte – egal welcher Art – immer auf leere Speicherplätze geschrieben. Der Speicher eines Computers ist gerade nicht assoziativ, d.h. verbindend, aufgebaut, im Gegensatz zu unserem Gedächtnis.

Beim menschlichen Gehirn repräsentieren sich Gedächtnisinhalte in der Veränderung der Konnektivität der Synapsenstärken in Netzen, die bereits existieren. Dies bedeutet sinngemäß, dass die Bildungsinhalte der gymnasialen Oberstufe, seien es Lehrsätze der höheren Mathematik oder die tonale Analyse einer Bachschen Fuge, in Strukturen greifen, die im Kindergartenalter – ich spreche hier von Kernstrukturen – grundgelegt wurden. Je sinnvoller ein Netz dabei angelegt ist, desto leichter kann es neue Informationen integrieren. Aus diesem Grund ist Lernen ein sich selbst verstärkender Prozess: *Je mehr man über etwas bereits weiß, desto leichter fällt das Dazulernen.*

Denkt man nun diesen Gedankengang konsequent, so wird man nicht um die Erkenntnis herumkommen, dass die Kindergartenzeit eine große – innerhalb des gesamten staatlich organisierten Bildungssystems wahrscheinlich sogar die allergrößte Bedeutung – für die gesamte Bildungsvita eines Menschen besitzt. Die neuronalen Strukturen, die hier aufgebaut werden, sind Kernstrukturen, in die Weiterführendes integriert wird und in denen wir später bevorzugt denken. Sind sie indessen verkümmert, falsch angelegt oder mit negativen Gefühlen versehen – Emotionen werden beim Lernprozess in diese Kernstrukturen mit eingewoben –, so lässt sich später umso schwerer Neues positiv dazulernen.

Insgesamt lässt sich die für die Pädagogik und Didaktik wichtigste Erkenntnis der Neurobiologie deshalb auch dahingehend zusammenfassen, dass die frühen Jahre im schulischen Entwicklungs- und Bildungsprozess eine zentrale Rolle für alles weitere spielen. Denn ebenso wenig, wie sich ein stabiles Haus auf zu dünnen und instabilen Fundamenten errichten lässt, wird sich eine erfolversprechende und aussichtsvolle Schulkarriere bei allzu großen Ver-

säumnissen im Vorschul- und Grundschulalter vollziehen können. Gerade diese Erkenntnis, dass Bildung bereits mit der Geburt beginnt, lässt sich durch unsere modernen neurobiologischen Kenntnisse argumentativ gut belegen.

## **Kritische Phasen – optimale Zeitfenster des Lernens**

Lernprozesse können durch innere Prozesse ausgelöst werden, etwa durch Nachdenken, oder aber durch die Signale der Umwelt. Je jünger ein Kind ist, desto stärker ist die Abhängigkeit von den Signalen aus der Umwelt, und es gilt, ein inneres Abbild von dieser zu konstruieren. Dieser Aufbau ist ein aktiver Prozess, bei dem das sich entwickelnde Gehirn Fragen an die Umwelt stellt und die eigenen Antworten wiederum durch Handlungen auf Stimmigkeit überprüft. Es geht darum, der Umwelt Regelmäßigkeiten zu entnehmen, um diese vorhersagen zu können.

Es gibt Zeiten, in denen das Gehirn auf ganz spezifische Antwortreize angewiesen ist. Für das Erlernen des Sehens ist dies am besten erforscht. Hier existiert eine sehr klar definierte Phase, in der sich dieser Lernprozess vollzieht. Bei jungen Kätzchen etwa dauert diese kritische Phase ca. sechs Wochen, wohingegen sie beim Menschen durchaus einige Jahre dauert. Unangemessene optische Reize (was man aus Tierversuchen weiß) oder das Ausbleiben in diesem Zeitraum führen zu einer abnormalen Entwicklung, die sich nicht mehr korrigieren lässt.

Singer gibt weitere Beispiele: "Dass es auch sensible Entwicklungsphasen für den Erwerb motorischer Fertigkeiten gibt, ist Gemeingut der Alltagspsychologie. Fahrradfahren ist ein Beispiel: Erwachsene haben in der Regel größte Schwierigkeiten, im Sattel zu bleiben, wenn sie Fahrrad fahren nicht als Kinder erlernt haben. Auch das Beherrschen von Musikinstrumenten muss früh geübt werden, wenn Virtuosität das Ziel ist. Schließlich gib es Hinweise darauf, dass geschlechtsspezifische Verhaltensweisen und gewisse soziale Kompetenzen früh eingepägt werden und dann nur noch schwer, wenn überhaupt, veränderbar sind" (Singer 2003, S. 72 f.).

Da die Entwicklung des Frontalhirns des Menschen bis in die Pubertät dauert, ist davon auszugehen, dass es beim Menschen auch recht späte Entwicklungsphasen gibt. Dieser Gehirnbe- reich ist insbesondere auch wichtig für das Erlernen komplexer kognitiver Leistungen, zu der unbestritten auch die Mathematik gehört. Da wir über die Frage sensibler oder kritischer Pha- sen des Erlernens elementarer Mathematik noch wenig wissen, ist es meines Erachtens rat- sam, hier einem Vorschlag von Singer zu folgen, um Über- oder – genauso wichtig – Unter- forderungen der Kinder zu vermeiden: "Die Existenz zeitlich gestaffelter sensibler Phasen für die Ausbildung verschiedener Hirnfunktionen führt zu dem Postulat, dass das Rechte zur rechten Zeit verfügbar sein oder angeboten werden muss. ... Da bislang nur wenige Daten darüber vorliegen, wann das menschliche Gehirn welche Informationen benötigt, ist wohl die beste Strategie, sorgfältig zu beobachten, wonach Kinder fragen" (Singer 2003, S. 74).

Beobachtet man nun Kinder im Vorschulalter im Hinblick auf ihr Interesse an der Welt der Zahlen, so kann man feststellen, dass das Interesse sehr ausgeprägt ist. Dies können wir als ein Indiz interpretieren, dass das Gehirn der Kinder durchaus in der Lage ist, mit diesen In- formationen umzugehen. Kehrt man nun zu den beiden Ausgangsfragen zurück – Gehört zum Besten etwa auch ein gewisses Grundverständnis elementarer Mathematik, dem Inbegriff menschlicher Logik und abstrakter Weltbeschreibung? Ist eine mathematische Frühförderung nicht eher sogar schädlich, weil die Kinder mit der Beschäftigung mit Zahlen nur Frustratio- nen erleben? – so scheinen die Antworten nunmehr eindeutig: Wir sollten bereits im Elemen- tarbereich für Kinder die Möglichkeit eröffnen, sich ein gewisses Grundverständnis der Ma-

thematik zu erwerben. Die Gefahr, dabei Frustrationen zu erleben, ist bei einer altersangemessenen Didaktik und Methodik nicht gegeben.

Es ist sogar wahrscheinlich, dass für einen solchen Erwerb optimale Entwicklungsphasen versäumt werden, wenn der Umgang mit Zahlen zu spät angeboten wird. Ziel sollte dagegen sein, die individuellen Ressourcen und Kompetenzen jedes Kindes zu entdecken und zu fördern. Es gilt, auf den natürlichen Lernwillen des Kinder einzugehen und sie möglichst früh für die Welt in ihrer Vielfalt zu begeistern, zu der die Mathematik einen zentralen Schlüssel liefert.

## **Ganzheitliches Lernen**

Was schon Heinrich Pestalozzi (1746-1827) forderte – eine gute Erziehung müsse mit "Kopf, Herz und Hand" erfolgen –, entspricht auch unseren modernen Einsichten. Informationen werden dann am besten gespeichert, wenn sie auf möglichst vielfältige Weise dargeboten und verarbeitet werden. Gerade die moderne Hirnforschung unterstützt nachdrücklich Pestalozzis Forderung.

So berechtigt dieser Anspruch nach "ganzheitlichem Lernen" ist, so ist doch oft unklar, was darunter verstanden werden soll. Meist wird dabei Ganzheitlichkeit – ganz im Sinne von Pestalozzi – auf der *Subjektseite*, also beim Lernenden, angesiedelt. Ganzheitliches Lernen beinhaltet dabei das möglichst vielfältige Zusammenspiel verschiedener Sinne, z.B. Augen, Tastsinn, Gehör, Gleichgewichtssinn und Bewegungssinn. Der Wahrnehmungsprozess bildet dabei ein ganzheitliches Ereignis, bei dem unterschiedliche Sinne eine Gesamtempfindung hervorbringen. Diese entsteht wiederum nicht unabhängig von Gefühlen und Persönlichkeitsmerkmalen und wird mit bisherigen, im Gehirn gespeicherten Erinnerungen und Erfahrungen verbunden.

Es geht aber auch darum, den ganzen Menschen mit der ganzen Sache zusammenzubringen. Bezieht man die Forderung beispielsweise auf den Lerngegenstand des Zahlenraums von 1 bis 10, beinhaltet ganzheitliches Lernen auf dieser *Objektseite* die gesamte sinnliche Erfahrung der Bedeutungsvielfalt dieser zehn Grundzahlen. In unserem elementarpädagogischen Forschungsprojekt "Komm mit ins Zahlenland" thematisieren die verschiedenen Zahlaspekte ebenso, wie wir Verbindungen zu geometrischen Formen, musikalischen Strukturen und – vor allem – zur konkreten Lebenswelt der Kinder einfließen lassen.

Wir sehen also, dass wir die Forderung nach "ganzheitlichem Lernen" sowohl auf den Lernenden selbst (*Subjektseite*) als auch auf den Lerngegenstand (*Objektseite*) beziehen können. Für das lernende Kind bedeutet dies, dass das "ganze Kind" lernt, also mit allen Sinnen, mit seiner Sprache, seiner Motorik usw., und für die Didaktik bedeutet dies, dass es ihr gelingen muss, den Lerngegenstand in seiner gesamten Breite in die Lebenswelt der Kinder einzubetten. Es geht uns darum, den Lerngegenstand des Zahlenraums von 1 bis 10 anhand der gesamten Bedeutungsvielfalt dieser zehn Grundzahlen zu vermitteln und der Vielfalt verschiedener Zahlbedeutungen möglichst umfassend gerecht zu werden.

## **Lernen im Zahlenland**

Bei der Zahl Fünf sieht dies in unserem Projekt etwa so aus: Der Zahlengarten (der konkrete "Wohnort") der Zahl Fünf befindet sich zwischen dem der Vier und dem der Sechs (Ordnungsaspekt der Zahlen). Der Garten selbst ist als regelmäßiges Fünfeck konstruiert (geometrischer Aspekt) und kann an jeder Ecke verziert werden (Eins-zu-Eins-Zuordnung). Im Garten befindet sich ein Haus mit fünf Fenstern (Anzahl- oder kardinaler Zahlaspekt) und aufsteck-

barer Hausnummer (Kodierungsaspekt) sowie ein Zahlenturm, mit dessen Hilfe Zahlzerlegungen (Rechenaspekt: 1+4 oder 3+2) veranschaulicht bzw. konstruiert werden können.



Photo (Wehrfritz): Ein Zahlenlandausschnitt (Garten der Drei, der Vier und der Fünf) mit Zahlengärten, Zahlenhäusern, Zahlentürmen und Zahlentieren.

Weiter erkunden wir die Zahlen in der konkreten Lebenswelt der Kinder ebenso, wie wir sie in narrative Formen übersetzen ("Zahlenmärchen") und in musikalischen Strukturen suchen. So singt etwa eine personalisierte "Eins" ihr Lied mit nur einem einzigen Ton im Einertakt. Die "Zwei" entsprechend mit zwei Tönen im 2/4 Takt, die "Drei" liebt den Walzer und kommt mit genau drei Tönen aus, usw. (Friedrich u. Galgóczy 2004a).

## Fünfer - Lied

Text/Komp: Vio de Galgóczy 03

(2+3) Fünf E-cken hat mein Haus, schau - en fünf Mäus - lein he - raus,  
 fünf Fin - ger hat mei - ne Hand, schön ist's im Zah - len - land,  
 fünf sind mehr als drei, schon ist mein Lied vor - bei!

Noten des Fünfer-Lieds im 5/4-Takt mit dem Tonumfang einer Quinte. (Friedrich u. Galgóczy 2004)

Diese gerade geschilderten Beispiele aus dem Bereich der elementaren Mathematik greifen in Befunde aus der psychologischen Diagnostik. Hier existieren klare Evidenzen dahingehend,

dass die Anfänge des Lesen- und Schreibenlernens ebenso wie das Erlernen mathematischer Denkfähigkeiten nicht erst bei dem systematisch geplanten Lese- Schreib- und Mathematikunterricht in der Grundschule beginnen, sondern weit in den Vorschulbereich hineinreichen.

Insbesondere für den Bereich des Lesen- und Schreibenlernens spricht man in diesem Kontext von schulischen Vorläuferfähigkeiten bzw. von phonologischer Bewusstheit und meint damit die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit von der Bedeutung einer sprachlichen Mitteilung distanzieren zu können und die formalen Aspekte der Sprache zu fokussieren (Küspert/ Schneider 2003). Schulische Vorläuferfähigkeiten geraten auch zunehmend im Hinblick auf den Mathematikunterricht der Grundschulen in den Blick. Es existieren bereits im Vorschulbereich spezifisch mathematische Prädiktoren oder Vorhersagevariablen, die entscheidenden Einfluss auf den Erfolg oder Misserfolg des Mathematikunterrichts der Grundschule haben. Dazu zählen etwa die Fähigkeit zur Seriation oder auch einfache Zählfertigkeiten, wie Vorgänger- und Nachfolgerbestimmung und Mengenvergleiche (Krajewski 2003).

Abweichend von existierenden Trainingprogrammen zur Therapie bzw. Prophylaxe von bereits eingetretenen oder sich anbahnenden Lernschwächen gibt es in und für die Elementarpädagogik indessen kaum didaktische Konzepte, die es erlauben, Kinder ohne vorherige, in der Regel ist es ja eine defizitorientierte Selektion in den ganz normalen altergemischten Stammgruppen zu fördern. Genau dies war aber der Fokus, welchen wir in unserem Projekt "Komm mit ins Zahlenland" verfolgten. Wir erhofften uns dadurch, den Kindern zu einem optimalen Übergang zur Grundschule zu verhelfen.

## **Ergebnisse**

In unserer wissenschaftlichen Untersuchung ging es uns vor allem darum nachzuweisen, dass die Kinder durch solch eine Art der Förderung in zentralen schulrelevanten Kompetenzen einen nachhaltigen Gewinn zu verzeichnen haben (Friedrich/ Munz 2006). Dass solch ein Ansinnen nichts mit übertriebenem pädagogischen Ehrgeiz zu tun hat, wird dadurch untermauert, dass wir heute sehr genau wissen, dass die Anfänge des Zahlenverständnisses ebenso wie die des Lesen- und Schreibenlernens nicht erst mit dem systematischen Mathematik- bzw. Lese- und Schreibunterricht in der Grundschule beginnen, sondern weit in den Vorschulbereich hinein reichen. Dabei sprechen wir heute von sogenannten schulischen Vorläuferfähigkeiten und meinen dabei insbesondere für den Bereich der Mathematik das mengen- und zahlenspezifische Vorwissen. Das sichere Beherrschen dieser Vorläuferkompetenzen, etwa die Fähigkeit zur Seriation (ein Element in eine vorgegebene Reihe einordnen), Mengenvergleiche (erkennen, dass die Anzahl einer Menge nicht durch die Anordnung der Elemente bestimmt wird), Zählfertigkeiten, einfache Rechenfertigkeiten mit konkreten Material und die Kenntnis der Zahlsymbole, ist eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Teilnahme am Mathematikunterricht in der ersten Klasse.

Und so ist es vielleicht auch nicht verwunderlich, dass die Ergebnisse unserer Studie sehr eindrucksvoll belegen, wie erfolgreich sich das Zahlenlandkonzept im Hinblick auf die Förderung mathematikspezifischer Lerninhalte erweist.

## **Ausblick**

Unser Zahlenlandkonzept wird inzwischen in sehr vielen Einrichtungen umgesetzt. Bei den Rückmeldungen, die wir erhalten, freut uns vor allem, dass wir neben Hinweisen, was jeweils aus unserem Konzept übernommen wurde, auch erfahren, was konzeptionell verändert und im Hinblick auf die spezifische Einrichtung jeweils verbessert wurde. Dies ist völlig in unserem

Sinne, da es uns neben der Erhebung der wissenschaftlichen Daten in zentraler Weise darum geht, Erzieherinnen und Erzieher zu ermutigen, sich dem Thema der frühen mathematischen Bildung anzunehmen. Auch würde es unser pädagogischer Ethos nicht erlauben, solch eine Art – ich nenne sie hier einmal Schulpädagogik kompatibel, also vereinbare – Elementarpädagogik zu betreiben, verbürge sich dahinter lediglich ein funktionales Bildungsverständnis (funktional im Sinne die Schule vorbereitend). Ich darf abschließend noch versichern, dass der berechtigte Anspruch der Projektkinder auf eine erfüllte Gegenwart bei dieser Art der Förderung gewiss nicht zu kurz kam. Alle, die wir im Blick hatten, waren bzw. sind noch immer mit immenser Begeisterung und Freude dabei!

## Literatur

- Birbaumer, N./ Schmidt, R.F. (1989): *Biologische Psychologie*. Berlin: Springer.
- Elschenbroich, D. (2001): *Weltwissen der Siebenjährigen*. Wie Kinder die Welt entdecken können. München: Kunstmann.
- Friedrich, G./ Galgóczy, V. (2004a): *Komm mit ins Zahlenland*. Eine spielerische Entdeckungsreise in die Welt der Mathematik. Freiburg: Christophorus.
- Friedrich, G./ Galgóczy, V. (2004b). *Zahlenzwerge*. Wer kann schon Zählen? Ein Lernspiel der Firma HABA-Spiele. Habermaaß: Bad Rodach.
- Friedrich, G. (2005): Bedarf die Elementarpädagogik der Schulpädagogik? In: <http://www.kindergartenpaedagogik.de/1387.html>
- Friedrich, G./ Galgóczy, V. (2006): *Komm mit ins Buchstabenland*. Eine spielerische Entdeckungsreise in die Welt der Buchstaben. Freiburg: Christophorus.
- Friedrich, G./ Galgóczy, V./ Schindelhauer, B. (2006): *Zahlenspiel und Zahlenspaß*. Eine Praxismappe Mathematik für den Kindergarten und die Vorschule. Freiburg: Herder.
- Friedrich, G./ Munz, H. (2006): Förderung schulischer Vorläuferfähigkeiten durch das didaktische Konzept "Komm mit ins Zahlenland". *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 2006, 53, S. 134-146.
- Küspert, P./ Schneider, W. (2003): *Hören, lauschen, lernen*. Sprachspiele für Kinder im Vorschulalter. Göttingen: Vandenhoeck u. Ruprecht.
- Krajewski, K. (2003): *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule*. Hamburg: Kovac.
- Singer, W. (2003): *Was kann ein Mensch wann lernen?* Ein Beitrag aus der Sicht der Hirnforschung. In: Fthenakis, W.E. (Hrsg.): *Elementarpädagogik nach PISA*. Freiburg: Herder.

## Autor

PD Dr. Gerhard Friedrich, Dipl. Pädagoge, Jahrgang 1959, ist Lehrer für die Fächer Mathematik, Technik, Pädagogik und Psychologie, außerdem Mechaniker, Hobbymusiker und Vater von vier Kindern. Er beschäftigt sich seit 1990 mit Hirnforschung und Lernen, zunächst im Rahmen seiner Diplomarbeit in Pädagogik 1991, später in seiner 1995 abgeschlossenen Promotion in Erziehungswissenschaften. 2005 habilitierte er an der Universität in Bielefeld (BRD) in Erziehungswissenschaften mit dem Schwerpunkt Schulpädagogik.

Website/Kontakt: [www.ifvl.de](http://www.ifvl.de) (siehe auch [www.wehrfritz.de](http://www.wehrfritz.de) -> Elementarpädagogik -> Willys Zahlenwelt)

