

MATHEMATIK

auf menschenkundlicher Grundlage

Wolfgang Peter 2002

Was ist Mathematik?

Die selben *ätherischen Bildekräfte*, die zuerst den physischen Leib des heranwachsenden Menschen gestalten, wirken später, wenn die Leibesbildung bis zu einem gewissen Grad abgeschlossen ist (Zahnwechsel als wichtiger Einschnitt), bildend in der Seele. Alle Bildung beruht auf Bildekräften - das ist die bekannte waldorfpädagogische Grundlage, auf der konsequent aufgebaut werden muß. Daher muß man sich als Waldorflehrer eine gründliche Überzeugung von der Realität und Wirksamkeit dieser Bildekräfte aneignen, sie dürfen nicht bloßes theoretisches Lippenbekenntnis bleiben, mit dem man selbst in Wahrheit nicht viel anzufangen weiß! Dazu muß man sich zunächst davon überzeugen, ohne daß einem dabei gleich ein „mystischer Schauer“ überläuft, daß die Sinne nur einen Teil der Welt erfassen können und daß es darüber hinaus auch noch einen viel weiteren Bereich einer *außersinnlichen Wirklichkeit* gibt. Das liegt an sich auf der Hand, denn die Sinnesfähigkeit des Menschen ist ganz offensichtlich sehr beschränkt. Manche Tiere verfügen über ein Wahrnehmungsvermögen, das das des Menschen in mancher Hinsicht übersteigt (z.B. Hören von Ultraschall, Sehen im UV-Bereich, Polarisation des Lichts, Magnetfeld usw.) und manche Wirklichkeitsbereiche werden überhaupt von keinem einzigen Erdenlebewesen direkt wahrgenommen (Radiowellen, Röntgenstrahlung, kosmische Strahlung), weil keines über entsprechende Sinnesorgane verfügt. Daß es *Außersinnliches* in diesem Sinne gibt, wird jeder Physiker oder Biologe zugeben müssen. Von dieser außersinnlichen Wirklichkeit können wir zunächst nur dadurch wissen, daß sie direkt oder vermittelt diverser Meßinstrumente ihre Wirkungen in die uns zugängliche Sinneswelt erstreckt. Das gibt dem modernen Menschen überhaupt erst die Gewißheit, daß diese außersinnliche Welt tatsächlich existiert.

So klar wir damit einerseits eine sehr breite außersinnliche Wirklichkeit anerkennen müssen, so wenig klar sind andererseits die Vorstellungen, die wir uns von ihr machen. Wir können zwar den gesetzmäßigen Zusammenhang erfassen, durch den uns diese außersinnliche Wirklichkeit in ihren sinnlichen oder meßbaren Auswirkungen erscheint, und wir nennen das dann „Naturgesetze“, aber wie diese außersinnliche Wirklichkeit *an sich* ist, können wir uns zunächst nur sehr schwer vorstellen. Zumeist denken wir sie analog zu den sinnlichen Erscheinungen. Und gerade damit verirren wir uns nur allzuleicht! Die außersinnliche Wirklichkeit läßt sich durch sinnliche Modelle keinesfalls adäquat beschreiben. Wer sich etwa „Atome“ als räumliche Gegenstände vorstellt oder gar von „Lichtteilchen“ spricht, liegt ganz falsch - das mußte die moderne Physik ja durchaus erkennen. Tatsächlich kann man ja nicht einmal die Erlebnisse aus einem bestimmten Sinnesbereich adäquat auf einen anderen übertragen. Es ist völlig sinnlos, sich Farben unmittelbar als Töne oder als raumzeitliche Bewegungsvorgänge vorzustellen. Farben können stets nur Farben ähnlich sein, Töne nur Tönen und Bewegungsformen nur Bewegungsformen. Dennoch darf man etwa von „dunklen“ oder „hellen“ Tönen, von „schreienden“, von „kalten“ oder „warmen“ Farben sprechen usw. Aber dann schafft man sich *nicht Abbilder* der Tonwelt in der Farbenwelt usw., sondern man macht sich zutreffende *Sinnbilder*. Und ebenso kann man die außersinnliche Welt niemals sinnlich abbilden, aber man sich zutreffende *sinnbildliche Vorstellungen* von ihr machen.

Die übersinnliche Natur des Lichtes

Wir sehen Leuchtendes und Beleuchtetes, aber wir sehen niemals mit sinnlichen Augen das Licht selbst, durch welches das Leuchtende das Beleuchtete erhellt. Solange die materielle Welt nicht vom Licht erhellt wird, bleibt sie unserem Auge unsichtbar. Umgekehrt sehen wir aber auch in einem vollkommen durchlichteten Raum, in dem sich keine Gegenstände befinden, nicht das geringste. Erst wenn das *übersinnliche Licht* auf die *untersinnliche Materie* auftrifft, entsteht die *sinnliche Farbe*. Diese sinnliche Farbe kann sich aber nur ein lebendiges, beseeltes Wesen zu Bewußtsein bringen, das über entsprechende physische Sinnesorgane verfügt. Und damit es sich diese sinnliche Wirkung des äußeren Lichtes vergegenwärtigen kann, muß es ein inneres seelisches Licht dem äußeren entgegensenden. Im einfachsten Fall zeigt sich das schon an den Blendungsbildern und an den Nachbildern. Starre ich längere Zeit auf eine rote Fläche und wende dann den Blick auf eine neutrale weiße Wand, erscheint mir ein grünes Nachbild. Dieses ist natürlich bereits vorhanden, während ich noch auf die rote Fläche blicke, nur bemerken wir es dabei kaum. Tatsächlich ist aber die Farbe, die mir sinnlich erscheint, immer schon vom äußeren *und* vom inneren Licht zugleich bewirkt. Kinder, darauf hat Rudolf Steiner deutlich hingewiesen, erleben zunächst überhaupt die Komplementärfarbe, in der das Nachbild erscheint, viel deutlicher als die durch das äußere Licht erregte Farbe. Erst nach und nach nimmt die Wirkung des äußeren Lichtes überhand. Deutlich zeigt sich dieses innere Licht in seinen Wirkungen auch dann, wenn wir uns lebendige innere Vorstellungsbilder aufbauen, wenn ein lebhaftes Erinnerungsbild in unserer Seele erscheint oder schließlich auch in den bewegten Bildern der Traumwelt. In all diesen Fällen sehen wir (Farb-)Wirkungen des inneren Lichtes, unabhängig von jedem äußeren Licht. Und ebensowenig wie wir das äußere Licht unmittelbar sehen, ebensowenig werden wir des inneren Lichtes direkt gewahr. Wir unternehmen es umsonst, das Wesen des Lichtes zu beschreiben, sagt Goethe; Wirkungen werden wir gewahr, und eine vollständige Geschichte dieser Wirkungen gibt uns allenfalls das Wesen des Lichts. „Farben sind Taten und Leiden des Lichts“ - des inneren wie des äußeren Lichtes. Und diese Geschichten für das innere und äußere Licht sind vollkommen identisch. Licht ist weder innen noch außen, es bewirkt die äußeren sinnlichen Farberscheinungen genauso wie die inneren seelischen. Licht ist eine übersinnliche Wirklichkeit, die sich in der sinnlichen und in der seelischen Welt gleichermaßen kundgibt. Das hat der Quantenphysiker Wolfgang Pauli, den neben seinem ausgeprägten rationalen mathematisch orientierten Verstand auch ein sehr intensives Traumleben auszeichnete, deutlich geahnt:

„Wenn man die vorbewusste Stufe der Begriffe analysiert, findet man immer Vorstellungen, die aus «symbolischen» Bildern mit im allgemeinen starkem emotionalen Gehalt bestehen. Die Vorstufe des Denkens ist ein malendes Schauen dieser inneren Bilder, deren Ursprung nicht allgemein und nicht in erster Linie auf Sinneswahrnehmungen ... zurückgeführt werden kann

Die archaische Einstellung ist aber auch die notwendige Voraussetzung und die Quelle der wissenschaftlichen Einstellung. Zu einer vollständigen Erkenntnis gehört auch diejenige der Bilder, aus denen die rationalen Begriffe gewachsen sind. ... Das Ordnende und Regulierende muss jenseits der Unterscheidung von «physisch» und «psychisch» gestellt werden - so wie Platos's «Ideen» etwas von Begriffen und auch etwas von «Naturkräften» haben (sie erzeugen von sich aus Wirkungen). Ich bin sehr dafür, dieses «Ordnende und Regulierende» «Archetypen» zu nennen; es wäre aber dann unzulässig, diese als psychische Inhalte zu definieren. *Vielmehr sind die erwähnten inneren Bilder («Dominanten des kollektiven Unbewussten» nach Jung) die psychische Manifestation der Archetypen, die aber auch alles Naturgesetzliche im Verhalten der Körperwelt hervorbringen, erzeugen, bedingen müssten.* Die Naturgesetze der Körperwelt wären

dann die physikalische Manifestation der Archetypen. ... Es sollte dann jedes Naturgesetz eine Entsprechung innen haben und umgekehrt, wenn man auch heute das nicht immer unmittelbar sehen kann.“¹

Hier sieht man an einem ersten Beispiel, wie übersinnliche Bildekräfte sowohl physisch als seelisch wirksam werden können. Von hier ausgehend kann man sich auch an die eigentliche Wirklichkeit der Mathematik herantasten.

Der übersinnliche „Klangäther“

So wie sich das Licht durch die Farben kundgibt, so verkündet sich der Klangäther, den Rudolf Steiner auch als „Zahlenäther“ und als „chemischen Äther“ bezeichnet, durch *rhythmisch geordnete Formen*. Vom Atombau über die kristalline Mineralwelt, vom Einzeller über primitive Pflanzen und Tierformen bis zum Menschen hinauf zeigt sich dieser Klangäther in der ganzen Natur tätig. Vorallem zeigt er sich in der mannigfaltigen zeitlichen Ordnung der Naturrhythmen, vom Gestirnslauf und den daraus resultierenden irdischen Jahreszeiten bis hin zu den vielfältigen inneren Rhythmen der irdischen Lebewesen. Je „primitiver“ ein Lebewesen ist, desto deutlicher zeigt sich dieses rhythmisch strukturierende Prinzip des Klangäthers, etwa in den streng mathematisch geordneten Blattansätzen der Pflanzen, in den hochsymmetrischen Blütenformen oder im segmentalen Bau der Würmer, in den aufeinandergetürmten Wirbeln des Rückgrats usw. Der Mensch hat das Zählen nicht erfunden: durch den Zahlenäther zählt die Natur beständig schon seit Urzeiten und gestaltet danach die Wesen, die sie hervorbringt. Man wird sich dazu aufschwingen müssen, diese in der Natur erscheinenden Formen ähnlich aufzufassen wie die durch das Licht hervorgerufenen Farben. Das übersinnliche Licht erscheint an der untersinnlichen Materie als Farbe und der übersinnliche Klang prägt der untersinnlichen Natur seine Formen auf. Man wird vorallem über das beliebte naturwissenschaftliche Ammenmärchen hinauskommen müssen, daß sich die Materie ihre Form von selbst gibt. Ein verbreitetes Dogma unserer Zeit behauptet ja sogar, daß der „Bauplan“ eines Lebewesens in der materiellen Struktur seiner Gene festgelegt sei. Das ist aber blanker, gedankenloser Unsinn! Tatsächlich ist es noch keinem Molekularbiologen auch nur ansatzweise gelungen, die Form auch nur des einfachsten Tieres oder der einfachsten Pflanze aus ihren Genen folgerichtig abzuleiten. Nicht einmal der äußerliche Kristallhabitus eines Minerals läßt sich, abgesehen von einigen Symmetrien, aus seinem chemischen Aufbau erklären. Es wird auch niemals gelingen, denn das gleiche dem Versuch, aus den Schaltplänen eines Radioempfängers den Inhalt einer Radiosendung deduzieren zu wollen. Das ist nicht möglich, denn beide haben inhaltlich nicht das geringste miteinander zu tun. Beethovens Neunte, die aus dem Lautsprecher tönt, hat mit den elektronischen Schaltungen des Radios nichts gemein - und genau sowenig haben die materiellen Genstrukturen mit der Gestalt eines Lebewesens zu tun! Allerdings, ebenso wie das Radio nötig ist, um eine Sendung empfangen zu können, sind die materiellen Genstrukturen nötig, damit die übersinnlichen Klangätherkräfte erscheinen können. Mathematisch gesprochen: die Gene sind eine *notwendige*, aber *keine hinreichende Bedingung* für das Erscheinen der irdischen Lebensformen. Daß viele Menschen heute dennoch abergläubisch an das Diktat der Gene glauben, liegt keineswegs an den positiv naturwissenschaftlich erforschten Tatsachen, die uns etwa dazu zwingen würden, sondern vielmehr an ihrer schwachen und einseitigen Vorstellungskraft, die sich keine andere Welterklärung, als die durch materielle Dinge beschreibbare, denken kann. Das muß gerade das Lebensblut des Waldorfpädagogen sein, daß er sich zu einer gesteigerten Vorstellungsweise aufraffen kann, die auch an die nichtmaterielle Wirklichkeit herandrängen kann. Waldorfpädagogik muß, schon von der ersten Klasse an, das

allgegenwärtige, jegliches Seelenleben erstickende materialistische Dogma überall dort, wo es nicht berechtigt ist, gründlich überwinden. Das ist ihr zentrales Anliegen, an dem kein Weg vorbei führt. Sonst ist sie nicht mehr als eine kosmetische Auffrischung längst überlebter wissenschaftlicher Vorurteile!

Um zu verstehen, wie der Klangäther formend in die Natur eingreift, muß man von der gegenständlichen zu einer dynamisch orientierten Erkenntnisweise aufsteigen. Nicht die fertige Form, sondern ihr allmähliches gesetzmäßiges Werden muß man geistesgegenwärtig erfassen. Die fertige Form ist das tote Endprodukt eines lebendigen Prozesses, der, ausgehend vom überräumlichen rhythmisch geordneten Zeitfluß, immer wiederkehrend bestimmte typische Bewegungsspuren in die Raumwelt einzeichnet, die endlich zur festen Form erstarren. So beginnt etwa das Leben bei allen Lebewesen bei den rhythmisch pulsierenden lebendigen Zellen, die sich durch wiederholte geordnete Teilung vermehren. Je komplexer das so heranwachsende Gebilde wird, desto deutlicher wird es auch von sehr differenzierten Säfteströmungen durchflutet, deren Bewegungsspur im Organismus sich endlich zu definierten Gefäßen verdichtet, die den pulsierenden Säftestrom aufnehmen. Zu einem noch späteren Zeitpunkt bilden sich endlich bestimmte Zentren in diesem Säftekreislauf, die als typische Hohlorgane, wie beispielsweise Herz, Lunge, Galle, Milz usw., das Leben der höheren Tiere bestimmen. Den Pflanzen fehlen derartige Hohlorgane noch beinahe vollständig.

Das Leben ist das zentrale Prinzip der Natur. Alle Naturwesen sind lebendig, selbst das tot erscheinende Mineralreich ist in die lebendigen Bildekräfte der Natur eingesponnen, die es beständig umgestalten. Tiere und Pflanzen sind gleichermaßen Lebewesen, und doch unterscheiden sie sich in ihrer Lebenstätigkeit wesentlich voneinander. Die Pflanze ist fest in der Erde verwurzelt, an sie gefesselt; das Tier vermag sich frei im Raum zu bewegen, und mehr noch, es ist erfüllt von **innerer Seelenbewegung**, die der Pflanze völlig mangelt. In der Pflanze, die weder Trieb noch Empfindung kennt, läßt sich das Leben selbst am reinsten studieren, und es offenbart sich hier in einer unermüdlich fortgesetzten **Wachstumstätigkeit**. Solange die Pflanze in dieser rein vegetabilen Wachstumsphase ist, breitet sie sich immer weiter in den Raum hinein aus, bildet Blatt um Blatt und wird dabei immer größer. **Erst mit Blüte, Frucht und Samen wird dieses rein vegetabile Wachstum gehemmt**. Hier mischt sich ein neuer Prozeß in das rein vegetabile Leben ein, der diesem in gewisser Weise entgegenwirkt. Genauer gesprochen ist es also das Sproßwachstum mit den sich angliedernden grünen Laubblättern, in denen sich das Leben am reinsten tätig erweist. Alles vollzieht sich hier in rhythmischen Prozessen, immer wieder setzen sich periodisch neue gleichartige oder zumindest sehr ähnliche Blätter an; ein deutliches Zeichen dafür, daß hier der **Klangäther** besonders wirksam ist. Die Laubblätter setzen sich dabei in spiraliger Folge am zentralen Sproß an, wobei sie einer arttypischen streng mathematischen Ordnung folgen. An anderer Stelle^{2,3} wurde darauf hingewiesen, daß sich darin **kosmische Rhythmen**, die **Sphärenharmonie**, wie man sie ehemals nannte, abbilden. Was in der Pflanzenwelt nur ausnahmsweise auftritt, der von der Umwelt weitgehend abgeschirmte Hohlraum, wird für die Tiere zum zentralen Gestaltungsprinzip. Die Pflanze wächst frei in den äußeren Raum hinein, im Tier gestaltet sich der von der Welt abgeschlossene, nach außen begrenzte Innenraum. Das beginnt schon bei der embryonalen Entwicklung. Aus dem befruchteten Ei entsteht durch mehrfache Furchung zunächst der dicht mit Zellen gefüllte Beerenkeim, die **Morula**, die sich aber bald zum hohlen Blasenkeim, die **Blastula**, umgestaltet. Wenn sich dann der Blasenkeim einstülpt und so der Urmund und Urdarm gebildet wird, formt sich die **Gastrula**, der Becherkeim aus, ein Entwicklungsstadium, das die Pflanze niemals erreicht. Sie kann daher niemals ein derartiges körperliches Innenleben entwickeln, wie es für das Tier typisch ist. **Das körperliche Innenleben ist aber nötig, damit im Tier auch seelisches Innenleben**

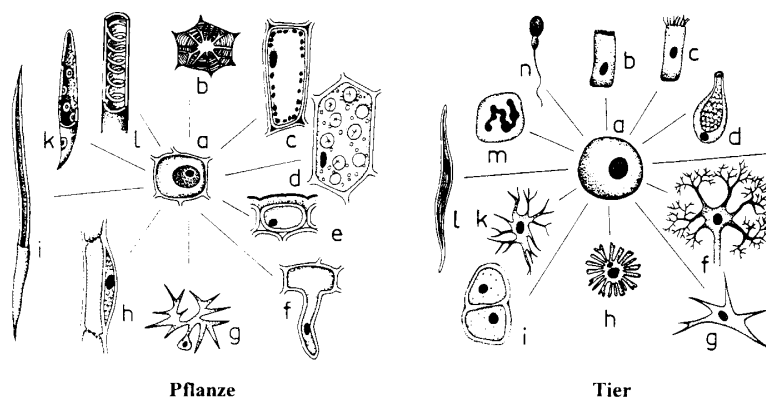
erscheinen kann (man lese hier nur ganz genau: es wird nicht behauptet, daß das körperliche Innenleben das seelische erzeugt, sondern nur, daß das körperliche Innenleben notwendig ist, damit ein inneres Seelenleben **erscheinen** kann!)

Die Pflanze, weil sie sich in den riesigen sie umgebenden Umraum hinein ausbreitet, wächst während ihres ganzen Lebens immer weiter. Je älter sie wird, desto mehr nimmt sie an Größe und Masse zu. Nicht so das Tier; es wächst in einen begrenzten Innenraum hinein, der sich nicht beliebig vergrößern läßt. Einmal, meist einige Zeit nach der Geschlechtsreife, ist jedes Tier ausgewachsen; es nimmt dann nicht mehr an Größe und Masse zu. Das bedeutet aber zugleich, daß dann die Lebenskräfte, die die Pflanze immer weiter wuchern lassen, beim Tier beständig eingeschränkt werden müssen. Sie sind zwar nötig, um den tierischen Leib beständig zu erneuern, aber sie dürfen ihn nicht weiter wachsen lassen. Für jedes Tier ist diese beständige strenge Begrenzung seiner Lebenskräfte charakteristisch. Wo im Tier das Leben über diese engen Grenzen hinaus tätig werden will, ist bösartiges **Krebswachstum** die Folge. Das unaufhaltsame Wuchern, das die gesunde Pflanze auszeichnet, ist für das Tier tödlich. Zwar gibt es auch bei Pflanzen krebsartige Geschwulstbildungen, wenn sich der Wachstumsprozeß an einzelnen Stellen zu sehr beschleunigt, aber sie sind im allg. für die Pflanze nur wenig bedrohlich.

Wenn ein Tier den natürlichen Alterstod stirbt, dann kommt es meist zu einem Multiorganversagen. Mehrere Organe beginnen gleichzeitig ihren Dienst zu versagen. Und das liegt teilweise daran, daß die ihr Gewebe aufbauenden Zellen ihre maximale Teilungsrates erschöpft haben und nicht mehr erneuert werden können. So unterschiedlich die Teilungsrates der verschiedenen Zellen auch sein mögen, so streben sie doch einem gemeinsamen Ziel zu, daß das Leben des Gesamtorganismus unerbittlich beschränkt. Ein weiteres Indiz dafür, wie weisheitsvoll das Leben der einzelnen Zelle auf das des gesamten Organismus abgestimmt ist. In jedem Lebewesen waltet eben eine ungeheure tätige Intelligenz, die wir erst von Ferne zu ahnen beginnen.

Wieviel an Lebenskraft in einer einzelnen Zelle wohnt, das sieht man unmittelbar an ihrer Form. Je reicher und differenzierter, je asymmetrischer und vertrockneter sie erscheint, desto mehr hat der Tod in ihr Gestalt angenommen. Nervenzellen sind dafür ein typisches Beispiel. Je mehr sich eine Zelle der sphärischen Tropfenform nähert, desto stärker wirkt in ihr auch das Leben. Und was ist eine Zelle schon viel mehr als ein

leise gestalteter Wassertropfen? Viele Zellen enthalten 98 oder gar 99% Wasser, das durch eine mehr oder weniger spezifisch durchlässige Membran von seiner Umwelt abgetrennt ist. Aber diese Trennung selbst ist schon der Anfang des Todes, durch den sich aber erst das allgemeine Leben als Einzelwesen verkörpern kann, so daß wir also zu dem scheinbar



Beispiele für Zellendifferenzierungen aus einer einheitlichen »Mutterzelle« bei Pflanze und Tier.

Pflanze: (a) undifferenzierte Zelle; (b) Steinzelle; (c) Assimilationszelle; (d) Speicherzelle; (e) Epidermiszelle; (f) Wurzelhaarzelle; (g) Sternhaar; (h) Siebzelle mit Geleitzelle; (i) Bastfaser; (k) Tracheide; (l) Trachee.

Tier: (a) Eizelle; (b) Epithelzelle; (c) Wimperepithelzelle; (d) Drüsenzelle; (e) Sinneszelle; (f) Nervenzelle; (g) Bindegewebszelle; (h) Farbstoffzelle; (i) Knorpelzelle; (k) Knochenzelle; (l) glatte Muskelzelle; (m) Blutzellen; (n) Samenzelle.

paradoxen Schluß kommen, daß das Wasser selbst das allerlebendigste ist, lebendiger noch als es auch nur die primitivste Zelle je sein kann. Genau so ist es aber auch. Nicht der einzelne Wassertropfen, aber die Wasserhülle der Erde als Ganzes, ob sie sich nun in Bäche und Flüsse ergießt, in Seen und Meeren sammelt, als Dunst aufsteigt oder als Nebel schwebt, als Wolke wie als Regen, dieses große Ganze das vielfach von den verschiedensten kosmischen Rhythmen, von denen die Jahreszeiten nur die aller auffälligsten sind, durchklungen wird und durch seine unermeßliche Kraft die feste Erde entscheidend mitgestaltet, ist noch viel lebendiger als jedes einzelne verkörperte Lebewesen. Die Quelle des irdischen Lebens liegt im Wasser, damit hat schon Thales von Milet nicht ganz unrecht gehabt, und in diesem irdischen Leben spiegelt sich der ganze Kosmos und schafft sich hier sein irdisches Abbild. Es ist ganz willkürlich, den Begriff des Lebens auf das in einem scharf umgrenzten Körper eingegrenzte Einzellebewesen zu beschränken. Vielmehr stellt jede Eingrenzung schon einen beginnenden Todesprozeß dar. Am Anfang steht das kosmische Leben, das, je mehr es sich stufenweise in einzelne herausgesonderte Gebilde ergießt, dabei zwar immer komplexer gestaltete Gebilde hervorbringt, denen aber dadurch zugleich auch immer mehr der Tod innewohnt. Leben ist beständige Umgestaltung und jede festgehaltene, definierte Form ist schon ein Zeichen des Todes. Nicht aus dem toten Stoff ist das Leben entstanden, sondern der tote Stoffe selber ist umgekehrt ein Endprodukt des Lebendigen, ist der Leichnam des einstmals Belebten. Je mehr sich ein Einzellebewesen vom kosmischen Leben abschließt, desto mehr trägt es notwendig den Tod in sich. Die Pflanzen leben dieses große kosmische Leben noch in hohem Maße mit, die Tiere haben sich von ihm schon viel weiter emanzipiert. Das Pflanzenleben wird bis zu einem gewissen Grad stets von neuem durch den Kosmos angefacht, das Tier hat sich zeitweilig eine gewisse Summe an Lebenskraft vom Kosmos geborgt; wenn diese aufgebraucht ist, muß es sterben - und das gilt ebenso für den Menschen, der sich noch viel stärker von seiner Umwelt absondert als das Tier. Aber nur dadurch kann er sich auch als selbstbewußtes, von der Welt wohl unterschiedenes Wesen erfahren!

In der Pflanzenwelt erschöpft sich die Bildekräftetätigkeit darin, die Pflanzen immer mehr und mehr in den äußeren Raum hineinzugestalten. So wie die Wurzeln, sich beständig verzweigend, mehr und mehr die finstere durchfeuchtete Erde durchdringen, so breitet sich spiegelbildlich dazu das Sproß- und Blattsystem immer weiter in die durchwärmte und durchlichtete Atmosphäre aus. Anders ist es schon im Tierreich: weil hier die Bildekräftetätigkeit schon entschieden gehemmt wird, kann sie sich nicht mehr in der physischen Bildung des Leibes allein erschöpfen. Jener frei werdende Teil der übersinnlichen Gestaltungskräfte wirkt in der **Bewegungsfähigkeit** des Tieres fort. Die Pflanze gestaltet sich nach den geometrischen Prinzipien, die namentlich im Klangäther wirken; das Tier geometriert beständig, in dem es seinen eigenen Körper durch den Raum bewegt. Und je ausgeprägter und komplexer diese äußere Beweglichkeit wird, desto stärker wird zugleich der Rückschlag der damit verbundenen Bildekräftetätigkeit in das tierische Seelenleben. Was die Tiere äußerlich bewegt, bildet zugleich die Grundlage für das, was sie innerlich seelisch bewegt. Diese innere und äußere Bewegung ist beim Tier noch ganz von Instinkten geleitet, was nichts anderes bedeutet, als daß die Bildekräfte im Tier noch weitgehend selbsttätig wirken und nur von einem traumartigen Bewußtsein begleitet werden. Und weil es die nämlichen Bildekräfte sind, welche die äußere körperliche und die innere seelische Bewegung leiten, unterscheidet das Tier auch nicht zwischen innerer und äußerer Bewegung. Es erlebt sich noch in ungeschiedener Einheit mit der Welt, unterscheidet nicht zwischen innen und außen und kommt daher auch zu keinem *bewußten* Raumerlebnis. Es lebt noch in einem beweglich flutenden Chaos durcheinanderfließender Sinnesqualitäten, denen noch jegliche räumliche Ordnung und damit auch jeglicher gegenständlicher Charakter mangelt. Das Tier erlebt keine Dinge, es erlebt sich selbst als flutendes Meer unterschiedlichster sinnlicher Eindrücke, in dem sich

innere Wahrnehmungen (etwa Hunger, Durst, Schmerz usw.) mit äußere Wahrnehmungen (Gerüche, Farben, Geräusche, ...) unentwirrbar vermischen. Weil sich das Tier derart als mit der Welt identisch empfindet, kann es sich auch niemals als Ich, als selbstbewußtes Wesen erfassen.

Erst der Mensch ist des Selbstbewußtseins fähig. Erst im Menschen beginnt sich die innere seelische Bildekräftetätigkeit deutlich von der äußeren leibbildenden zu trennen. Damit wird die seelische Entwicklung mehr und mehr unabhängig von der körperlichen Entwicklung. Genau hier beginnt die Aufgabe der Waldorfpädagogik.

Das pädagogische Grundprinzip.

Die Grundfrage, die unsere Unterrichtstätigkeit leiten soll, darf nicht lauten: *Wie bringe ich dem Kind möglichst rasch und effizient die vom Lehrplan geforderten mathematischen Fertigkeiten bei.* Vielmehr müssen wir davon ausgehen:

Wie können wir durch Mathematik die kindliche Entwicklung fördern?

Das ist zwar ein altbekanntes waldorfpädagogisches Prinzip, aber wir müssen uns sehr bewußt sein, daß es in der alltäglichen Unterrichtspraxis nur all zu oft vergessen wird, besonders in den höheren Klassen, wenn es etwa um den Hauptschulabschluß oder um die Matura geht. Dann fühlen wir sehr stark unter Druck gesetzt, unser „Plansoll“ erfüllen zu müssen - aber Unterricht kann nicht „Planwirtschaft“ sein. Trotzdem müssen wir selbstverständlich unser Unterrichtsziel so erreichen, daß wir den öffentlichen Anforderungen gerecht werden. Das ist aber auch jederzeit möglich, wenn wir uns nur wirklich bewußt und fest auf die menschenkundliche Grundlage stellen. Das muß aber ganz konkret geschehen:

Wie wirkt jede einzelne mathematische Tätigkeit fördernd auf *Leib, Seele und Geist* des heranwachsenden Kindes?

Leib

Wie wirkt eine bestimmte mathematische Fähigkeit (etwa das Zählen, das Addieren, die Dreiecksberechnungen usw.) fördernd oder hemmend auf die gesunde Lebenstätigkeit des Leibes (z.B. wirkt die frühzeitige Intellektualisierung entwicklungshemmend und krankmachend)? Wie fördere ich durch jede einzelne konkrete mathematische Tätigkeit etwa die gesunde aufrechte Haltung, die manuelle Geschicklichkeit, das gesunde Atmen, die richtige Durchblutung usw.?

Seele

Wie steigere ich beispielsweise durch Geometrie die Willenskraft? Wie harmonisiere ich durch rhythmisches Zählen, durch symmetrische Formen u. dgl. das Gefühlsleben. Wie fördere ich durch Mathematik die ästhetische Erlebnisfähigkeit des Kindes? Wann und wie kann ich den Intellekt des Jugendlichen unterstützen? Wie leite ich das Kind allmählich von seinem kindlich-traumhaften Erleben zum klaren Wachbewußtsein hin? Wie schule ich Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit? Wie stärke ich das Gedächtnis (etwa beim Einmaleins) und wie wirkt dieses fördernd oder hemmend auf die kindliche Entwicklung? (Formeln oder „Kochrezepte“ auswendig lernen ist schädlich!) Welche wichtige Rolle darf

das „Vergessen“ im Unterricht spielen: was darf und muß das Kind für eine gesunde seelische und leibliche Entwicklung wieder vergessen?

Geist

Wie kann Mathematik schöpferische, *creative* Kräfte wecken? Wie werden durch Mathematik *moralische* Kräfte im Kind erweckt? (vgl. etwa das egoistische Anhäufen bei der Addition, das brüderliche Teilen bei der Division)

Diese und ähnliche grundlegende Fragen müssen wir uns als Lehrer für uns selbst konkret für jede einzelne mathematische Fertigkeit stellen, bevor wir in den Unterricht gehen!

D. h. nicht, daß wir bei allem zu einer vollständigen und umfassenden allgemeingültigen Antwort kommen müssen - das wäre schlechterdings unmöglich. Aber wir sollen uns diese Fragen ernsthaft gestellt und uns ehrlich um eine Antwort bemüht haben - dadurch allein schon treten wir mit ganz anderen Fähigkeiten vor die Kinder hin! Das sind genau die Fragen, die normalerweise in der Lehrerausbildung kaum berührt werden, die aber für die ganze Pädagogik von elementarer Bedeutung sind!

Wie kann man als Lehrer seine Unterrichtsvorbereitung möglichst ökonomisch gestalten?

Wie kann man denn das alles als armer, ohnehin überlasteter Lehrer bewältigen? - wird sich manche oder mancher fragen. Tatsächlich besteht dieses Problem aber gar nicht. Im Gegenteil, je mehr man sich mit solchen elementaren Fragen auseinandergesetzt hat, desto leichter und schneller wird einem die Unterrichtsvorbereitung fallen. Man muß es nur richtig angehen. Völlig verkehrt wird es dabei sein, wenn man nun beginnt die waldorfpädagogische oder sonstige Literatur zu durchkämmen, um Antworten zu finden. Erstens werden einem die Antworten, die man fertig vorfindet und die man sich nicht selbst erarbeitet hat, wenig nützen. Zweitens wird man dann meist Antworten auf Fragen finden, die man sich so gar nicht gestellt hat, während die Fragen, die einem selbst wirklich am Herzen liegen, gar nicht behandelt werden. Und drittens wird man endlos viel Zeit für die mühevollen Literatursuche verschwenden. All das ist völlig unnötig.

Das einzige, was man tun muß, ist folgendes: Man muß aufmerksam beobachten lernen, was in einem selbst vorgeht, wenn man etwa zählt, addiert, mit Zirkel und Lineal umgeht usw. Das tut man nämlich normalerweise nicht; wir rechnen zwar, aber wir beobachten nicht, was sich durch die Rechenstätigkeit in uns abspielt. Mit etwas gutem Willen kann man das aber beobachten. Alle Anregungen, die Rudolf Steiner gegeben hat, entstammen solchen Beobachtungen, die *jeder* selbst anstellen kann (irgend einer „Hellsichtigkeit“ bedarf es dazu nicht, nur Aufmerksamkeit auf etwas, das wir normalerweise verschlafen). Diese Beobachtungen kann man überall und jederzeit machen: in der U-Bahn, während man auf den Bus wartet, in einer Freistunde und - selbstverständlich - während des Unterrichts. Da kann man dann auch ganz genau beobachten, wie die mathematische Tätigkeit auf die einzelnen individuellen Kinder wirkt. Weiters wird man sehr aufmerksam verfolgen müssen, wie die Zahlen und die geometrischen Formen gestaltend überall in der Welt wirken: in den Mineralien, in den Wachstumsbewegungen der Pflanzen, in den so vielfältig geformten Tieren und endlich in der menschlichen Gestalt selbst. Innerhalb kürzester Zeit wird man dann so viele Beobachtungen machen, daß man ganze Bücher damit füllen könnte! Zahlen und Formen begegnen uns überall auf Schritt und Tritt.

Fruchtbar werden solche Beobachtungen aber nur dann sein können, wenn wir ganz naiv und vorurteilsfrei an sie herangehen - d. h. wenn wir all unser mathematisches Wissen und Können bewußt ausschalten, während wir beobachten. Nicht, was wir über Zahlen schon wissen, ist wichtig, sondern gerade das, was bis jetzt noch unserer Aufmerksamkeit entgangen ist. Wir müssen die Zahlen- und Formenwelt mit ganz neuen Augen sehen lernen - dann begegnen wir ihnen auf einer ähnlichen Ebene wie die Kinder, die wir zu unterrichten haben. Allerdings ein wesentlicher Unterschied besteht doch: die Kinder begegnen den Zahlen und Formen zunächst noch mit einem sehr träumerischen Bewußtsein - wir müssen das alles ganz bewußt erleben.

Aller Anfang ist schwer!

„Höhere“ mathematische Bereiche wie Differentialgleichungen, Vektorrechnung oder Trigonometrie sind im Grunde viel leichter zu verstehen als die ganz elementaren Begriffe und Operationen. Das Differenzieren ist leicht zu erlernen, aber was ist eine *Zahl* wirklich? Wie kommt der Mensch vom wesenhaften Zahlenerlebnis zum Zählen und von da weiter zum Rechnen? Fähigkeiten, die sich die Menschheit nur im Zuge vieler Jahrtausende erwerben konnte! Gerade mit diesen Elementarfragen, die kaum wo behandelt werden (die Zahlentheorie sagt nämlich über das *Wesen* der einzelnen Zahlen nicht das geringste aus), müssen wir uns beschäftigen, damit wir wenigstens eine Ahnung von diesen Dingen bekommen und den Kindern dadurch gezielt etwa bei Rechenschwäche oder mangelndem geometrischem Vorstellungsvermögen helfen können. Hier liegen die entscheidenden Hürden für das spätere mathematische Können der Kinder. Wenn Schüler später in der Oberstufe etwa Probleme mit der Trigonometrie haben, dann nur, weil sie die elementaren mathematischen Fähigkeiten nicht vollkommen genug entwickelt haben. De facto haben wir sie als Mathematiklehrer nämlich selbst meist nicht genügend entwickelt. Wir können ja vielleicht perfekt differenzieren, aber wenn wir beim Stricken die Maschen abzählen müssen, verzählen wir uns selbst dreimal!!!! (das ist so ähnlich wie beim Deutschlehrer, der nicht einmal ein Gedicht halbwegs gestaltet und ohne sich zu verlesen vortragen kann - während er in Grammatik und Literaturgeschichte selbstverständlich unbestreitbar ein As ist!) Fangen wir daher wirklich ganz elementar an:

Das Wesen der Zahlen

Dabei darf man die Zahlen nicht als fertige Begriffe nehmen, sondern muß betrachten, was sie tun, etwa wie sie in Natur und Mensch gestaltend wirken (man denke nur an die Dreigliederung des menschlichen Organismus, oder an drei- oder fünfstrahlige Blüten usw.)

Was ist die Einheit (die Eins)?

Die allumfassende Einheit, die Ganzheit, die sich erst allmählich in eine Vielheit gliedert. Sie kann in gewissem Sinn als die größte Zahl aufgefaßt werden, weil sie alle anderen umfaßt. Was ist der Gegensatz zur Einheit? → die isolierte Einzelheit! Die Einheit bedeutet kontinuierliche Ganzheitlichkeit des gesamten Universums (und nach der modernen Physik beruht primär darauf das ganze Weltgeschehen); die Einzelheit bedeutet atomistische Vereinzelung. Was bedeutet das für Begriffe wie *Atom* und *Individuum*, die beide wörtlich ein Unteilbares (also ein Ganzes) bedeuten?

Was ist die Ent-Zweiung (die Zwei)?

Usw. etwa bis zur Zahl Zwölf.

Wie kommt man vom Erlebnis der Zahlenwesen zum Zählen?

Das Zählen hat durchaus etwas mit dem „Erzählen“ zu tun, namentlich mit dem Märchenerzählen. In den Märchen findet man immer wieder sehr charakteristische Zahlengeheimnisse - man denke nur an die 7 Zwerge bei Schneewittchen, oder an das Motiv der drei (oder vier) Brüder, das auch sehr häufig vorkommt.

Beim Zählen hat man es nicht mehr mit einzelnen für sich zu charakterisierenden Zahlenwesen zu tun, sondern mit ihrer gegenseitigen geordneten Beziehung zueinander. Das Zählen und das Rechnen erzählt eigentlich die Geschichten, die diese Zahlenwesen miteinander erleben.

Wie lassen sich die Zahlen schrittweise auseinander entwickeln? Kann nur der Mensch zählen - oder kann auch die Natur in gewissem Sinn „zählen“?

Welche Bedeutung haben die Primzahlen?

Wie komme ich vom Zählen zu den Grundrechnungsarten?

Warum soll man vom Teilen ausgehen und nicht vom Zusammenzählen? Welchen Unterschied macht das für die moralische Erziehung des Kindes?

Das Wesen der elementaren geometrischen Formen

Dabei darf man nicht von den fertigen Formen ausgehen, sondern man muß ihre Entstehung verfolgen. Jede Linie ist eine *Bewegungsspur!*

Wie wirkt das Gerade und das Krumme auf den Menschen? Wie spricht Rundes und Eckiges zu uns? Was sagen uns Kreis, Ellipse, Lemniskate, Dreieck, Quadrat usw.? Wo finden sich diese Formelemente in der Natur und im Menschen?

¹ H. Atmanspacher, H. Primas, E. Wertenschlag-Birkhäuser (Hrsg.), Der Pauli-Jung-Dialog, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1995, S 219

² Wolfgang Peter, Bildekräfte des Lebendigen, 1998, S 32

³ Ernst-Michael Kranich, Pflanze und Kosmos, Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart 1997