



PROJEKT „RIESEN UND ZWERGE“

Helmuth Mayr
Sir-Karl-Popper-Schule

Wien, 2003

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT.....	3
1 SCHULISCHER HINTERGRUND.....	3
2 „EIGENHEITEN“ DER HOCHBEGABTEN	4
3 WARUM „RIESEN UND ZWERGE“ ?	5
4 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES	6
5 ERSTENS KOMMT ES ANDERS UND ZWEITENS ALS MAN DENKT	8
6 ALLER ANFANG IST SCHWER	9
7 EXPERIMENTE MIT BESCHIEDENEN MITTELN	10
8 DIE NICHT-EXISTENZ VON RIESEN UND ZWergen	12
9 NACHBEREITUNG	13
10 PERSÖNLICHE STELLUNGNAHME DES AUTORS	14
ANHANG.....	15

ABSTRACT

Im Folgenden wird der Versuch beschrieben, Grundkenntnisse aus Mechanik an Hand der physikalischen Eigenschaften isometrisch vergrößerter „Riesen“ bzw. isometrisch verkleinerter „Zwerge“ mit einer 5. Klasse eines Realgymnasiums zu erarbeiten. Gleichzeitig wurde damit versucht, einen möglichst hohen Grad an Individualisierung des Lernvorganges der einzelnen Schüler und Schülerinnen zu bewerkstelligen. An Hand selbstgewählter Problemstellungen vertieften sich die Jugendlichen in einen eng umrissenen Detailbereich, der später plenar vorgetragen wurde. Die „roten Fäden“ aller dieser Detailbereiche wurden als verpflichtendes Lernziel für alle Schüler/-innen festgelegt.

1 SCHULISCHER HINTERGRUND

Das Projekt „Riesen und Zwerge“ wurde im Laufe des Schuljahres 2002/03 an der Sir-Karl-Popper-Schule mit der Klasse 5 E / Realgymnasium durchgeführt. Diese Schule ist offiziell ein Schulversuch für Hochbegabte.

Es gibt pro Jahrgang eine gymnasiale und eine realgymnasiale Klasse. Schüler/-innen, die sich für diese Ausbildung melden, werden vom Zentrum für Hochbegabte in Salzburg etwa eine Woche lang getestet. Die Zulassung erfolgt auf Grund der Testergebnisse. Die Lehrer sind also in das Auswahlverfahren nicht eingebunden.

Die Sir-Karl-Popper-Schule (SKP) ist eine Sechs-Tage-Ganztags-Schule. Die Schüler/-innen haben - bis auf einen Nachmittag - täglich (außer Samstag) vormittags und nachmittags Unterricht. Zwischen den Unterrichtsstunden können „Freistunden“ sein. Diese sollten zur Erledigung schulischer Verpflichtungen, wie Hausübungen, Vorbereiten von Präsentationen, Jahresarbeiten u.ä.m. genutzt werden. Bei entsprechender zeitlicher Einteilung sollten die Schüler/-innen nach Verlassen der Schule ihre diesbezüglichen Verpflichtungen erledigt haben.

Die Schule ist großzügig mit Computern ausgestattet. Es befinden sich nicht nur in den Klassenräumen einige Computer, sondern auch in sogenannten „Teilungsräumen“. Im Wesentlichen stehen für je zwei Schüler/-innen ein Computer zur Verfügung.

Für die „Freistunden“ gibt es Aufenthaltsräume. Deren Charme ist zwar begrenzt, aber sie werden durchaus genutzt.

2 „EIGENHEITEN“ DER HOCHBEGABTEN

Auf den ersten Blick unterscheiden sich hochbegabte Jugendliche nicht von Nicht-Hochbegabten. Sie sind genau so pubertär bzw. in ihrem Verhalten individuell unterschiedlich wie andere Jugendliche auch. Bei näherem Hinsehen (und natürlich in der Unterrichtspraxis) kommen jedoch eine Vielzahl von „Eigenheiten“ zu Tage, die bei Nicht-Hochbegabten eher nicht auftreten:

Hochbegabte „strotzen“ üblicherweise vor Neugierde und Bildungswillen. Egal, ob eine Stunde früh am Vormittag oder sehr spät am Nachmittag stattfindet, stets ist die Klasse sozusagen „in den Startlöchern“.

Hochbegabte Schüler/-innen sind zumeist keineswegs auf allen Gebieten hochbegabt. Häufig wird zwar auf diversen Sektoren eine Hochbegabung festgestellt, aber nicht generell. Die Jugendlichen im Realgymnasium sind beispielsweise alle formalwissenschaftlich hochbegabt, keineswegs alle jedoch auf sprachlichem Gebiet.

Am Beginn der fünften Klasse kommen Persönlichkeiten von Schüler/-innen zusammen, die oft eine ausgesprochene Außenseiter-Karriere hinter sich haben. Hat man einmal mitangehört, wie erleichtert sich einzelne darüber äußern, hier und jetzt keine Außenseiter mehr zu sein (auf die früher diverse Klassenkameraden und/oder -kameradinnen mit Fingern gezeigt hatten), hegt man - völlig unabhängig von diversen pädagogischen Theorien oder auch Ideologien - keinen Zweifel mehr an der Sinnhaftigkeit einer Extra-Schule für Hochbegabte.

Hochbegabte Jugendliche zeichnen sich u.a. durch eine „Respektlosigkeit“ vor Ideen bzw. Persönlichkeiten aus. Ein Gedankengebäude wird keineswegs nur deshalb schon angenommen, weil es sozusagen „schulisch“ ist. Vielmehr wird es hinterfragt, gedreht und gewendet und erst nach eingehender Prüfung in den Bereich des „Verwendbaren“ aufgenommen.

Das ist auch der Grund, dass die Einführung diverser Ideen-Gebäude im Unterricht mit Hochbegabten keineswegs „schneller“ als im „Normalunterricht“ erfolgt. Vielmehr benötigt die Präsentation von Grundideen wesentlich mehr Zeit als üblich.

Ist ein Ideen-Gebäude jedoch als akzeptabel angenommen worden, ziehen die Jugendlichen mit erstaunlicher Geschwindigkeit diverse Schlüsse. Koordiniert man diese Phase jedoch einigermaßen, kann das „vollständige Errichten“ eines Gedankengebäudes tatsächlich erstaunlich rasch erfolgen.

Lässt man die Jugendlichen in Eigenarbeiten (etwa Recherchen) möglichst selbständig ein klar umrissenes Gebiet bearbeiten, erhält man im Allgemeinen erstaunlich tiefgehende Ausarbeitungen.

3 WARUM „RIESEN UND ZWERGE“ ?

Elemente des Projektes „Riesen und Zwerge“ hatte ich bereits immer wieder im Regelschulwesen durcharbeiten lassen bzw. mit den Klassen durchgearbeitet. Ich hatte jedoch bisher noch nie konsequent die Grundlagen der Mechanik auf diese Weise in den Unterricht der 5. Klasse eines Realgymnasiums eingeführt. Daher reizte mich die Gelegenheit, dies unter sozusagen „verbesserten Bedingungen“ zu versuchen. Eine allfällige Übertragung ins Regelschulwesen hatte ich von Anfang an mitgedacht.

4 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES

Generell war das Projekt so angelegt, dass ich zunächst lehrerzentriert eine Einführung in die Themenstellung durchführte. Dabei brachte ich den Gedanken ins Spiel, dass wesentliche biologische Eigenschaften, etwa der Zusammenhang zwischen Körperbau und Körpergröße diverser Lebewesen etwas mit Physik zu tun haben müssten. Dies wurde nach eingehender Analyse unwidersprochen akzeptiert. Dann mussten die Lernenden ihre Erwartung schriftlich fixieren, ob es prinzipiell Erwachsene geben könnte, die 5 m groß bzw. 3 dm klein wären. (Diese Erwartungshaltungen wurden gegen Ende des Projektes mit den Gruppen-Ergebnissen verglichen).

Dann wurden die Jugendlichen mit dem Konzept der isometrischen Skalierung vertraut gemacht. Dies führte zu einer Fülle von Folgerungen, die zum Teil schon diverse Ergebnisse von mir geplanter Gruppenarbeiten vorweg nahmen.

Die Lernenden wurden anschließend aufgefordert, einen Fragenkatalog zu erarbeiten und zu verschriftlichen. Daraus wurden dann Themen für Gruppenarbeiten „heraus destilliert“. In dieser Phase musste ich des Öfteren korrigierend eingreifen, da manche Themenstellungen die Möglichkeiten einer sinnvollen Untersuchung mit schulischen Mitteln bei Weitem überschritten hätten.

Insgesamt bildeten sich - ohne Einflussnahme durch mich - Arbeitsgruppen heraus, die fast durchwegs aus drei (und nur in zwei Ausnahmefällen aus zwei) Gruppenmitgliedern bestanden. Diese Arbeitsgruppen legten Interessensgebiete fest. Daraus entstanden dann - durch gegenseitige Absprachen und durch Beratung von mir - die tieferstehend aufgelisteten Thematiken. Unter dem Aspekt der isometrischen Vergrößerung bzw. Verkleinerung wurden nach den Faustregeln „Riese = Mensch mal Zehn“ und „Zwerg = Mensch dividiert durch Zehn“ untersucht:

- Gehirn bzw. Nervensignale
- Springen
- Auge und Sehen
- Stimme und Stimmapparat
- Gehen
- Blutkreislauf und Blutdruck
- Muskelkraft und Knochenbau

Jede Arbeitsgruppe hatte folgende Aufgaben zu bewältigen:

- Recherchen zum Thema
- Erfassen der physikalisch relevanten Vorgänge
- Herausfinden der relevanten Gesetzmäßigkeiten

- Erarbeitung mindestens eines zugehörigen Modell-Experimentes
- Auswertung desselben
- Erarbeitung weiterführender Fragen bzw. Zusammenhänge

Außerdem wurden noch sowohl schriftliche als auch mündliche Zwischenberichte über den bisherigen Arbeitsverlauf verlangt. Nach Fertigstellung der Experimente war eine Präsentation dieser Experimente samt allen Ergebnissen durchzuführen. Darüber hinaus mussten die dahinter stehenden allgemeinen physikalischen Gesetzmäßigkeiten referiert und der restlichen Klasse erklärt werden. Alle diese Arbeitsschritte mussten auch festgeschrieben werden. Die endgültigen Verschriftlichungen wurden als Beitrag zur Schul-homepage geplant.¹

Die Schüler/-innen erhielten diesen Arbeits-„Fahrplan“ von mir schriftlich ausgehändigt.

Zur Evaluation des Projekts wurden vom IMST²-Team an fünf Tagen im November und Dezember 2002 Unterrichtsstunden videographiert. Diese Aufnahmen umfassten sowohl die lehrerzentrierte Einführungsphase, als auch Sequenzen der Gruppenarbeiten. Am Ende des Schuljahres wurden vier Schüler/-innen der Klasse von einem IMST²-Mitarbeiter in Einzelinterviews zum durchgeführten Projekt befragt.

¹ Beispiel siehe Anhang.

5 ERSTENS KOMMT ES ANDERS UND ZWEITENS ALS MAN DENKT

Die „äußeren“ Umstände für die Durchführung dieses Projektes waren ziemlich ungünstig. Eine 5. Klasse Realgymnasium hat zwei Jahreswochenstunden Physik. Dies ist auch in der SKP so. Diese zwei Stunden fanden als Doppelstunde statt. Dies hatte zwar den Vorteil, dass einige Zeit durchgearbeitet werden konnte, allerdings den Nachteil, dass bei Entfall dieser Doppelstunde 100% der wöchentlichen Unterrichtszeit entfallen sind. Und dies kam leider öfters vor, als ursprünglich von mir vorausgesehen und eingeplant war. Einerseits wurde die gesamte Schule - eher knapp nach dem Beginn des Projektes - in ein anders Ausweichquartier übersiedelt (weil das eigentliche Schulgebäude bis 2004 generalsaniert wird) und Schikurse, Exkursionen und ähnliches führten zu weiteren Stundenausfällen. Andererseits fiel durch diverse Verpflichtungen von mir, insbesondere durch die Erarbeitung eines neuen Physiklehrplanes und die Physik-Olympiade, eine unerwartet große Fülle von Doppelstunden aus, sodass sich das Projekt ungeahnt in die Länge zog. Ich selbst empfand dies als riesigen Nachteil. Zu meinem Erstaunen hatten die Schüler/-innen dies durchaus nicht so empfunden, wie die Schlussbesprechung und auch die IMST²-Interviews ergaben.

6 ALLER ANFANG IST SCHWER

Obwohl die Schüler/-innen auch in anderen Unterrichtsgegenständen bereits eigenständige Recherchen durchgeführt hatten, fiel ihnen das Aufsuchen von relevanten Informationen nicht leicht. Fast alle assoziierten - trotz meines Hinweises - den Begriff Recherche eher mit der Verwendung des Internets als mit einem Stöbern in der Bibliothek. Die technische Seite der Internet-Suche war allen mehr oder weniger gut geläufig, aber die Auswahl der Suchbegriffe machte doch ein paar Probleme. Hier war meine dezente Hilfe immer wieder nötig.

Einigen war es unangenehm, bei skizzenhaften Zwischenberichten über die recherchierten Fakten zugeben zu müssen, dass ihre Arbeit hinter ihren eigenen Erwartungen nachhinkte. Andere hatten damit kein größeres Problem.

Doch nach einigen Stunden hatten alle nicht nur wesentliche relevante Fakten und Theoriebereiche herausgefunden, sondern auch Neues hinsichtlich der Verwendung des Internets, Soziales hinsichtlich ihrer eigenen Rolle innerhalb der Gruppe sowie den Umgang mit „Ungeklärtem“ erlernt.

Beim Erfassen physikalisch relevanter Vorgänge neigten einige Gruppen dazu, eher die „Schmutz-Effekte“ als die „eigentlichen Vorgänge“ zu sehen. Hier wurde überaus detailreich gedacht. Es bedurfte vieler Gespräche mit den einzelnen Gruppen, bis alle den Modell-Charakter der Physik erkannt und damit umzugehen gelernt hatten. War diese Hürde aber überwunden, fiel den Schülern/innen das diesbezügliche Recherchieren wesentlich leichter.

Beim Herausfinden der relevanten Gesetzmäßigkeiten wechselten viele Gruppen vom Internet zu diversen empfohlenen Büchern, z.B. von Edeltraud Schwaiger „Größenordnungen in der Natur“. In dieser Phase wurde des Öfteren meine Beratung gewünscht.

7 EXPERIMENTE MIT BESCHEIDENEN MITTELN

Als es so weit war, dass die Jugendlichen ernsthaft ans Experimentieren denken konnten, befand sich die SKP bereits in ihrem zweiten Ausweichquartier (gemeinsam mit der zugehörigen Regelschule). Dies bedeutete, dass im Physiksaal lediglich die Geräte für die Schülerexperimente zur Verfügung standen, aber sonst so gut wie nichts. Daher wurde improvisiert, was bedeutete, dass einiges an Material von zu Hause mitgebracht wurde bzw. ich von meiner Stammschule einiges Notwendige herbeitrug.

Die „Gehirn- und Nerven-Gruppe“ fand keine Möglichkeit, ein zugehöriges Modellexperiment mit vernünftigem Aufwand zu realisieren. Da dieses Thema aber eng mit der Blutversorgung gekoppelt ist, schloss sich diese Gruppe mit der „Blutkreislauf-Gruppe“ zusammen. So entstand für diese Phase eine Vierergruppe. Sie erarbeitete zwei Experimente: Einmal wurde mit einem Thermophor und einem daran befestigten dünnen Schlauch, der in einem Gefäß endete, ein Experiment erarbeitet, in dem der hydrostatische Druckanteil des Blutdrucks eindrucksvoll belegt werden konnte. Darüber hinaus untersuchte die Gruppe das Auslaufverhalten von Wasser durch verschieden dicke Schläuche. Dazu wurden diese an ein Vorratsgefäß angeschlossen und die Zeit gestoppt, während eine genormte Wassermenge durch verschieden dicke, aber gleich lange Schläuche ausfloss. Dies führte zur Abhängigkeit des Flüssigkeitsdurchsatzes vom Rohrradius. Trotz der wenigen Messpunkte konnte die R^4 -Abhängigkeit (wie sie ja im Hagen-Poiseuille-Gesetz vorkommt) gut erkannt werden.

Die „Sprunggruppe“ untersuchte das Aus-dem-Stand-Hochspringen mehrerer Klassenkamerad/-innen. Diese hatten neben der Tafel hochzuspringen und dabei einen Arm stets nach oben gestreckt zu halten. In der betreffenden Hand befand sich ein Kreidestück, mit dem eine Markierung in der gehockten, der gestreckten und der höchsten Stellung anzubringen war. Aus der Vermessung der Wege sowie der Kenntnis der Körpermasse wurde über den Energiesatz ein Ausdruck für die Sprungkraft errechnet. Diese Daten wurden graphisch dargestellt und erfüllten in guter Näherung den theoretischen Ansatz, dass unter diesen Voraussetzungen die relative Sprungkraft (= Sprungkraft pro kg Körpermasse) nahezu konstant sein müsse. Aus der entwickelten Theorie wurde umgekehrt ein Ausdruck für die erzielte Sprunghöhe abgeleitet, der dann mit erwarteten Massen aus dem Bereich Zwerg bis Riese belegt wurde. Eine zugehörige Graphik zeigte einen stark nicht linearen Verlauf (mit einem Knie), der ergab, dass Riesen eine negative Sprunghöhe haben müssten, also sich vom Boden gar nicht lösen können sollten. (Die bekannte Tatsache, dass ein Elefant kein „Sprungtier“ ist, passte gut in dieses Ergebnis).

Die „Auge-und-Sehen-Gruppe“ hatte mit einigen experimentellen Schwierigkeiten zu kämpfen. Der Versuch, das Auflösungsvermögen des Auges modellmäßig zu untersuchen scheiterte einerseits am Mangel an geeignetem Material und andererseits an den doch eher spärlichen optischen Kenntnissen der Schülerinnen. Die Frage, warum die Augen aller „menschenähnlichen“ Lebewesen etwa gleiche Größe hätten, unabhängig von der sonstigen Körpergröße, konnte nur vom Standpunkt der geometrischen Optik untersucht werden. Gemeinsam mit der Theorie der Funktion der Aufbauteile der Regenbogenhaut war ein zufriedenstellendes Ergebnis möglich.

Die Gruppe „Stimme und Sprechapparat“ untersuchte das Verhalten von Modell-Stimmbändern. (Auf mein Anraten hin wurde auf die modellmäßige Untersuchung des Nasen-Rachenraumes verzichtet). Die Abhängigkeit der entstehenden Frequenz von der Quadratwurzel der Stimmband-Masse konnte deutlich heraus gearbeitet werden.

Erst als die Gruppe „Gehen“ den Geh-Vorgang bis zu Fadenpendel-Schwingungen abstrahiert hatte, konnte durch Untersuchungen am Fadenpendel und am physikalischen Pendel der Geh-Vorgang in erster Näherung mittels Modellexperiment erfasst werden. Abgesehen von den erkannten Gesetzen, die die Bewegung eines mathematischen Pendels beschreiben, wurde unter anderem erkannt, dass trotz des doch sehr stark vereinfachenden Modells die Ergebnisse gut auf das reale Geh-Verhalten passen. (In diesem Fall musste ich bei der Modell-Bildung stärker als in anderen Gruppen eingreifen. Die „Realwelt“ und die „Modellwelt“ wurden anfänglich von der Gruppe als doch extrem unterschiedlich bewertet).

Die Gruppe „Muskelkraft und Knochenbau“ kam relativ rasch zu elementaren Fragen aus der Materialkunde. Daher wurden Untersuchungen gemacht, wie sich Druckkräfte (die ja durch das Eigengewicht auf Knochen wirken können) auf das Verformungsverhalten von Körpern auswirken. Dazu wurden Zylinder aus Plastilin geformt, die mit entsprechenden Gewichtsstücken belastet wurden. Die vermessenen Verformungen führten zu elementaren Einsichten in die Materialkunde. Dies wurde auf den Knochenbau von Riesen und Zwergen theoretisch übertragen und ausgewertet.

8 DIE NICHT-EXISTENZ VON RIESEN UND ZWERGEN

In der abschließenden, zusammenfassenden Betrachtung wurde allgemein klar, dass Riesen (als „verzehnfachte“ Menschen) unter ihrem Körpergewicht zusammenbrechen würden, dass ihr Blutdruck nicht zur ausreichenden Versorgung des Gehirns imstande wäre, dass sie sich mit uns nicht sprachlich verständigen könnten, dass sie durch ihre im Vergleich zur Körpergröße winzigen Augen ziemlich fremd aussehen müssten, dass sie weder Gehen noch springen könnten und dass sie - gehirnmäßig betrachtet - eine „lange Leitung“ hätten. Daher mussten Riesen in die Märchenwelt verwiesen werden.

Auch ob Zwerge existieren könnten, wurde diskutiert. Vom Knochenbau her ja, sie wären zwar „Blitz-Kneißer“, aber ob bei einem 1/1000 des Gehirnvolumens alle lebensnotwendigen Gehirnregionen untergebracht werden könnten, war eine offene Frage. In jedem Fall müsste der Blutdruck - infolge der R^4 -Abhängigkeit des Blutflusses durch die Adern - so enorm ausfallen, dass echte Zweifel aufkamen, dass ein um 1/1000 verkleinertes Herz die nötige Pumpleistung aufbringen könnte. Daher mussten auch die Zwerge in den Bereich der Fabelwesen verwiesen werden.

9 NACHBEREITUNG

Nach Abschluss des Projektes, das sich ja fast über das ganze Schuljahr hinzog, stellte sich heraus, dass die Schüler/-innen die Projektlänge und die unvermeidlichen „Pausenzeiten“ zum Unterschied von mir überwiegend nicht als Störung empfunden hatten. Sie stimmten überein, dass es gut gewesen wäre, diversen Gedankengängen gründlich nachgehen zu können. Dies wurde insbesondere mit dem erlebten Physik-Unterricht der Unterstufe verglichen, der oft als „Darüber-hinweg-hudeln“ charakterisiert wurde.

10 PERSÖNLICHE STELLUNGNAHME DES AUTORS

Als in der Anfangsphase dieses Schuljahres mechanische Kenntnisse notwendig waren, verfügte ein Großteil der Klasse problemlos darüber.

Über diese rein fachlichen Aspekte hinaus hatten die Art und Weise der Projektdurchführung jedoch eine wesentlich weitgehendere Individualisierung der bisherigen Lernschritte in diesem neuen Schuljahr möglich gemacht, als dies durch fragend-entwickelnden Unterricht möglich gewesen wäre.

Wäre ich nochmals in der Situation, über eine mögliche Durchführung dieses Projektes entscheiden zu müssen, würde ich es - mit einigen tiefgreifenden Änderungen in der Organisation - wieder durchführen.

ANHANG

Bericht eines Schülers der Gruppe „Gehirn und Nervensignale“:

In folgendem Bericht möchte ich dem Leser ein Bild davon geben zu welchen Erkenntnissen wir bei unserem Projekt gekommen sind. Unsere Gruppe hat sich hauptsächlich mit dem Gehirn des Menschen beschäftigt, und wie dieses bei einem Riesen (=Mensch*10) oder einem Zwerg (=Mensch/10) aussehen müsste.



Kann das Gehirn isometrisch vergrößert oder verkleinert werden? Wir werden dieser Frage auf den Grund gehen.

Wichtige Informationen den Menschen betreffend:

Das menschliche Gehirn wiegt durchschnittlich 1,5 Kilogramm und besteht aus 100 Milliarden Nervenzellen ($=100 \cdot 10^9$). Die einzelnen Nervenzellen sind durch Synapsen miteinander verbunden. Der Großteil der Zellen ist indirekt, über andere Nervenzellen miteinander verbunden. Eine Nervenzelle geht zirka 10- bis 50tausend Verbindungen zu anderen Nervenzellen ein. Die Anzahl der Synapsen im Gehirn ist weit größer als die Anzahl der Nervenzellen.

Die Länge aller Nervenfasern im menschlichen Gehirn misst etwa 500000 km, außerhalb des Gehirns kommen noch mal 380000km hinzu. Die Nervenleitgeschwindigkeit, die Geschwindigkeit mit der die Informationen von Zelle zu Zelle weitergegeben werden, beträgt rund 144 km/h. Das menschliche Gehirn macht etwa 2% des durchschnittlichen Körpergewichts aus und verbraucht 20% des Blutes, das durch den Körper gepumpt wird. Der Mensch wird mit seinem relativen Gehirngewicht nur von Spitzmäusen übertroffen, deren Gehirn etwa 4% ihres Körpergewichts ausmacht.

Ein weiterer interessanter Punkt ist die 2200cm^2 große und 3mm dicke Großhirnrinde. Sie versetzt uns in die Lage zu organisieren, uns zu erinnern, zu verstehen, zu kommunizieren, etwas zu erfinden, etwas wert zu schätzen oder kreativ zu sein.

Übertragung des Systems auf einen Riesen:

Isometrisch vergrößert müsste das Gewicht des Gehirns eines Riesen rund 1,5 Tonnen umfassen ($1,5\text{kg} \cdot 10^3$). Allein diese enorme Masse würde den Riesen mit hoher Wahrscheinlichkeit lebensunfähig machen, da die Nervenzellen solch einer Belastung nicht gewachsen sind. Der Hirndruck würde, wie bei einem Tumor, zu groß sein. Theoretisch würde sich das Gehirn selbst „erdrücken“. Wenn das Gehirn in seiner Konsistenz stabil wäre, würde die Zahl der Verbindungen pro Nervenzelle konstant bleiben (10- bis 50tausend). Allerdings wäre die Kommunikation zwischen den Nervenzellen schwieriger, da mehr Synapsen überbrückt werden müssten. Geistesblitze oder kreative Ausbrüche wären also nicht zu erwarten. Das wäre auch nicht möglich wegen der viel zu großen und damit uneffizienter funktionierenden Großhirnrinde. Sie hat beim Menschen bereits ihre optimale Größe erreicht. Die Entfernungen zwischen den einzelnen Gehirnteilen, die zum Teil andere Aufgaben haben, wären einfach zu groß um einen intelligenten Riesen hervorzubringen. Auch die Trägheit spielt eine wesentliche Rolle. Wenn so ein Riese beispielsweise laufen und anschließend plötzlich anhalten würde, so würde die Trägheit die Gehirnmasse in eine bestimmte Richtung weiter bewegen. Der ohnehin schon zu hohe Druck würde noch höher werden und Adern verschieben oder abzwicken. Das einzige land lebende Säugetier mit einem größeren Gehirn als der Mensch ist der Elefant (ca. 5 kg). Den Elefanten schützen sein massiver Schädelknochen und das Prinzip, dass er sich nicht zu hohen Geschwindigkeiten

aussetzt, vor dem Tod. Den Pottwal mit durchschnittlichen 9 kg Gehirnmasse, schützt die Tatsache, dass er im Wasser lebt, wo Schläge und Stöße stark gedämpft werden.

Übertragung des Systems auf einen Zwerg:

Verkleinert man einen Menschen bis auf die Größe eines Zwerges, so muss man feststellen, dass die Gehirnmasse (1,5 Gramm) wohl nicht ausreicht um an die intellektuellen Fähigkeiten eines Menschen heranzukommen. Sogar eine Ratte hat vergleichsweise eine höhere Gehirnmasse (2 Gramm), ganz zu schweigen von dem Gehirn einer Katze mit 30 Gramm. Zwar hat die Gehirnmasse bei normalgroßen Menschen keinen Einfluss auf die Intelligenz, bei so einer extremen Verkleinerung jedoch schon. Wahrscheinlich wäre es dem Zwerg mit isometrisch verkleinertem Körperbau eines Menschen nicht einmal möglich sich in der Umwelt zu koordinieren, noch die Informationen aller Organe zu bearbeiten oder die Flut von Sinneseindrücken zu verarbeiten, weil sein Gehirn nicht die nötige „Rechenleistung“ besitzt.

Schlussfolgerung:

Weder Riese noch Zwerg wären mit einem isometrisch vergrößerten oder verkleinerten Gehirn lebensfähig. Zwerge müssten mit einem für ihre Größe überdimensionalen Kopf herumrennen, den sie weder tragen noch mit genügend Blut versorgen könnten. Auch bei einem Riesen ist eine isometrische Vergrößerung wegen des zu hohen Gehirndruckes nicht möglich.

So wie es aussieht hat die Evolution eine perfekte Gehirnmasse für den Menschen hervorgebracht, die sich auch im Laufe der weiteren Evolution nicht stark verändern wird.

Verwendetes Material

Bücher: „Faszination Mensch“ von Werner Gitt erschienen 1996 im CLV-Verlag (Seite 85 - 93)

Software: Microsoft Encarta 2003 (alle Rechte vorbehalten)

Internet: <http://www.neuro24.de/synapse.htm>

http://tecfa.unige.ch/perso/staf/notari/Das_Gehirn.html

http://www.loni.ucla.edu/~thompson/MEDIA/NN/gb_nn.htm