

# ARBEITSBLÄTTER ZUR GEHIRNFORSCHUNG

E. DORNER bietet in den folgenden Monaten Arbeitsblätter zum Thema „Gehirn“ an. Diese Arbeitsblätter eignen sich für die 11. und 12. Schulstufe in den Fächern Psychologie und Philosophie (PUP) sowie Biologie. Die Erkenntnisse der modernen Gehirnforschung sind zusammengefasst und didaktisch aufbereitet.

Täglich werden wir mit neuen Ergebnissen der Gehirnforschung konfrontiert. Das ist nicht verwunderlich, denn weltweit werden für Gehirnforschung ungeheure Geldmittel ausgegeben, angeblich steht nach Ausgaben für Rüstung und Kosmetika an dritter Stelle die Gehirnforschung: Dem Gehirn, der komplexesten Materie im Universum, auf die Schliche kommen.

Wenn viel Geld ausgegeben wird, soll auch der Ertrag groß sein. So ist es nicht überraschend, dass ForscherInnen gezwungen sind, ihre Ergebnisse möglichst werbewirksam zu publizieren. Die in letzter Zeit wohl aufsehenerregendsten Ergebnisse wurden von Wolf Singer und Gerhard Roth bezüglich „Willensfreiheit als Illusion“ veröffentlicht (vgl. Arbeitsblätter Willensfreiheit).

## Wie sind die Ergebnisse der Gehirnforschung zu bewerten?

- Moderne Untersuchungsmethoden wie PET oder fMRI messen Durchblutung oder Magnetisierung. Jedes Ergebnis muss bewertet werden. Und hier ergeben sich dann die Schwierigkeiten in mehrfacher Hinsicht: Was ist ein Ruhezustand des Bewusstseins im Vergleich zu einem aktiven Bewusstseinszustand, wenn der Begriff *Bewusstsein* alles andere als klar definierbar ist? Genauso kompliziert ist die Sache bei Definitionsversuchen von *Willensfreiheit*. Spricht man von einem freien Willen, wenn jemandem gesagt wird, er solle den Finger bewegen, oder hat Willensfreiheit etwas mit sehr komplexen Reflexionen auf verschiedenen Metaebenen des Denkens zu tun?
- Die modernen Untersuchungsmethoden sind imstande, Hirnaktivitäten zu visualisieren; der Mensch braucht Bilder fürs Verstehen. In vielen Bereichen stützen die Untersuchungen der modernen Hirnforschung Hypothesen und Theorien, die bisher plausibel waren, jedoch empirisch nicht bestätigt werden konnten. Man denke an die sogenannten Spiegelneuronen, wodurch die Theorien des Modelllernens oder der Motivation verfeinert werden können.
- Wir dürfen von der modernen Gehirnforschung jedoch nicht zu viel erwarten, schon gar nicht Lösungen für komplexe zwischenmenschliche Beziehungen. Wir können allerdings Bestätigungen für die eine oder andere Überzeugung bzw. Theorie erhoffen. *Selbst dann, wenn wir in einem Gehirn spazieren gehen könnten, kämen wir nicht darauf, dass hier Gedanken erzeugt werden.*

## Übersicht zu den Themen der Arbeitsblätter

1. **Grundlagen** (5 Seiten): Messverfahren, Grundbegriffe, Gehirnareale
2. **Motivation** (3 Seiten): Botenstoffe, Spiegelneuronen, Aggression
3. **Moral und Sozialverhalten** (3 Seiten): Moral-conventional-distinction
4. **Wahrnehmung** (5 Seiten): Tendenz zu Sinnvollem, Identität durch Bilder, Die Gegenwart dauert drei Sekunden, Informationswahrnehmung
5. **Sensible Entwicklungsphasen** (5 Seiten): Plastizität des Gehirns, Sprachliche Entwicklung, Beispiele aus der Forschung
6. **Lernen** (4 Seiten): Aspekte der Entwicklung, Lernen und Gedächtnis
7. **Wissen** (4 Seiten): Explizites Wissen, Implizites Wissen, Bildhaftes Wissen
8. **Willensfreiheit** (6 Seiten): Begriffsklärungen, Experimente von LIBET, Deterministische Interpretation, Offene Interpretation

Karl LAHMER, Salzburg

## 1 Messverfahren zur Erforschung des Gehirns

Oberstufe

Die wichtigsten Messverfahren, die zurzeit im Rahmen der Erforschung des Gehirns angewandt werden, sind:

- EEG (Elektroenzephalogramm): Damit wird die Aktivität der Neuronenpopulation gemessen, also die Aktivität der Hirnströme.
- MEG (Magnetenzephalogramm): Es wird die magnetische Aktivität des Gehirns gemessen.
- PET (Positronen-Emissions-Tomografie): Damit werden Volumen und Ort des Blutflusses im Gehirn gemessen. Der Versuchsperson wird ein Tracer injiziert, das sind winzige Mengen einer radioaktiven Substanz, die vom Blut durch den Körper transportiert wird und durch PET lokalisierbar ist.
- MRI (Magnetic Resonance Imaging): Die sogenannte Kernspintomografie arbeitet mit einem sehr großen Magnetfeld und liefert ohne Injektion von radioaktiven Tracern dreidimensionale Bilder der Gehirnstrukturen.
- fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging): Diese Technik ermöglicht es, Bilder vom arbeitenden Gehirn zu gewinnen.

Im Artikel „Ein Blick ins Innere des Körpers“ werden einige Messverfahren genauer beschrieben und durch Grafiken erklärt: [http://www.wissenschaft-online.de/artikel/833889&\\_wis=1](http://www.wissenschaft-online.de/artikel/833889&_wis=1)

## 2 Begriffe

*Amygdala* – Mandelkern: mandelförmige Region in der Mitte des Gehirns, Teil des limbischen Systems; zuständig für die rasche und automatische Verarbeitung von Emotionen, vor allem von Furcht und Notsituationen

*Basalganglien*: Netzwerk von Strukturen tief innen in der Mitte des Gehirns; beteiligt an der Koordinierung von Bewegungen und am Lernen

*Frontallappen oder Frontalkortex*: zuständig für hochentwickelte Prozesse wie Planen, Integrieren von Informationen, Emotionskontrolle und Entscheidungskompetenz

*Hippocampus*: Struktur in Form eines Seepferdchens tief innen im Temporallappen; gehört zum limbischen System und ist am Speichern und am Abrufen von Erinnerungen beteiligt

*Limbisches System*: Gruppe von Gehirnstrukturen, die mit Gefühlen und Gedächtnisbildung zu tun haben

*Myelin*: weiße Schicht aus Fett und Protein, umhüllt jedes Axon und beschleunigt die Übertragung von Impulsen an den Neuronen entlang; wichtiger Prozess in der Gehirnentwicklung

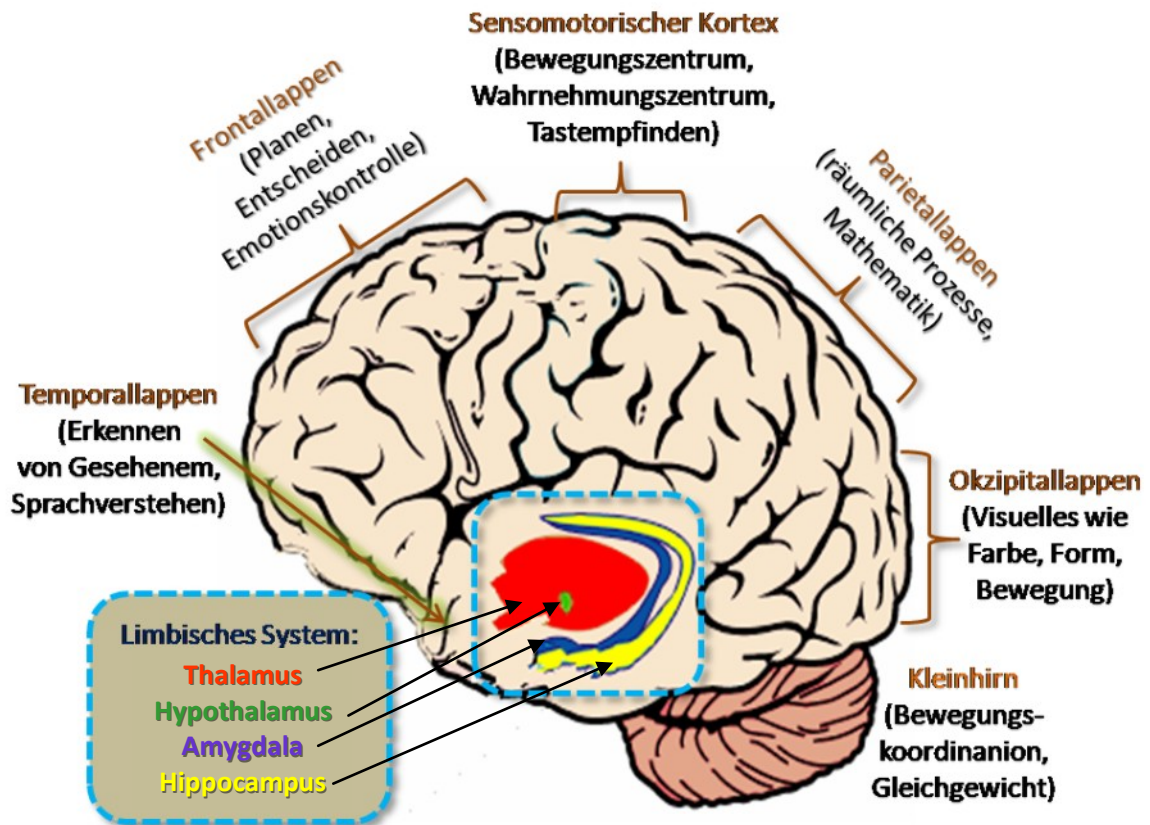
*Synapse*: Verbindungen oder spezialisierte Verknüpfungen, über die Informationen im Nervensystem übertragen werden

*Temporallappen*: Kortexregion in beiden Gehirnhälften; zuständig für das Erkennen von Gesehenem und für das Sprachverstehen

### 3 Gehirnareale

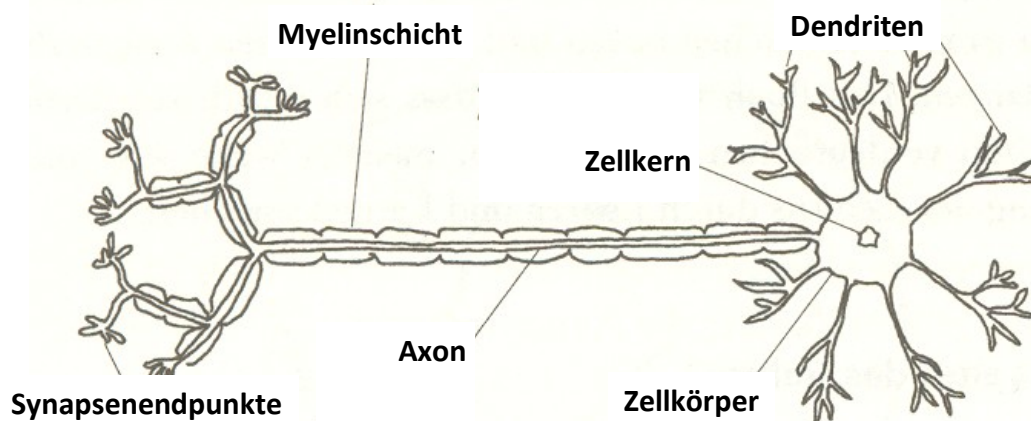
Oberstufe

Das Gehirn ist das komplexeste System in unserem Universum. Wenn wir uns mit einfachen Funktionen wie *Vokabeln lernen* oder *Addieren* beschäftigen, sind immer mehrere Areale in unserem Gehirn aktiv.



### 4 Neuron

Ein Neuron (Nervenzelle) besteht aus einem Zellkörper, einem Axon (langem Stiel) und Dendriten (Ästen). Das Axon ist von einer Myelinschicht überzogen, wodurch die Übertragung von Impulsen beschleunigt wird. Die Synapsen sind die Kontaktpunkte zu den anderen Neuronen.



**A1 Messverfahren**

Oberstufe

Kreuzen Sie das Messverfahren an, das bei den Beschreibungen angewandt wurde.

Beschreibung	EEG	PET	MRI
Verschiedene Strukturen im Gehirn (weiße und graue Substanzen, Blutgefäße etc.) haben unterschiedliche magnetische Eigenschaften und stellen sich deshalb auf dem Computerbild unterschiedlich dar.			
Diese Methode wird eingesetzt, um ereignisbezogene Potenziale aufzuzeichnen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt in Zusammenhang mit einem bestimmten Reiz (z. B. einem Ton) auftreten.			
Die Versuchsperson führt ein Experiment durch, bei dem verschiedenfarbige Holzklötze bewegt werden. Dabei wird die Gehirnaktivität durch den entsprechenden Blutfluss gemessen.			

**A2 Begriffe**

Beantworten Sie die folgenden Fragen. Ergänzend können Sie Definitionen aus dem Internet abrufen, indem Sie in Google z. B. *define:hypothalamus* eingeben.

1. Welche Funktion erfüllt die Myelinschicht?

---

2. Wofür ist die Amygdala zuständig?

---

3. Welcher Teil des Gehirns ist u. a. am Abrufen von Erinnerungen beteiligt?

---

4. Wofür ist der Parietallappen zuständig?

---

5. Wofür ist der Frontallappen zuständig?

---

6. Woran sind die Basalganglien beteiligt?

---

7. Welche Teile des Gehirns gehören zum limbischen System?

---

8. Wofür ist das limbische System zuständig?

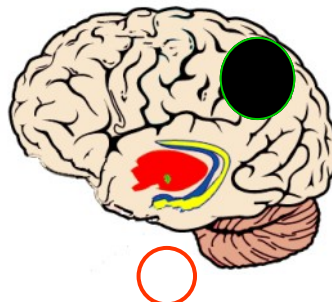
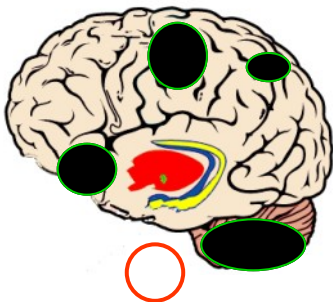
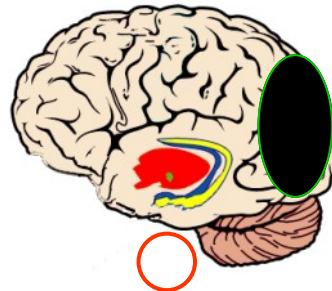
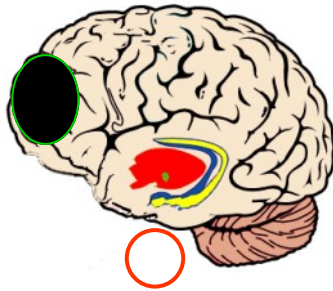
---

**A3** Aktivität der Gehirnareale

Oberstufe

Welche Gehirnareale werden bei welchen Aktionen vorwiegend aktiviert? Lesen Sie die Beschreibungen. Beschriften Sie anschließend die Abbildungen, indem Sie die passenden Nummern einfügen. Die schwarzen Bereiche stellen schematisch die Aktivierungen dar.

1. Wir bewegen die Finger.
2. Wir lösen eine Rechenaufgabe.
3. Wir kontrollieren unsere Aggressionen.
4. Wir sehen einen Baum.

**A4** Neuron

Ergänzen Sie die folgenden Sätze.

1. Die Nervenzelle heißt \_\_\_\_\_.
2. Eine Nervenzelle besteht aus einem Zellkörper, einem \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_.
3. Die Kontaktpunkte unter den Nervenzellen heißen \_\_\_\_\_.

**Literaturhinweise und Internetquellen**

BLAKEMORE, Sarah-Jayne / FRITH, Uta: Wie wir lernen. Was die Hirnforschung darüber weiß, München: DVA 2006

HÜTHER, Gerald : Bedienungsanleitung für ein menschliches Gehirn, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2006

<http://www.geo.de/GEO/mensch/medizin/634.html>

[http://www.scinexx.de/index.php?cmd=focus\\_detail&f\\_id=19&rang=1](http://www.scinexx.de/index.php?cmd=focus_detail&f_id=19&rang=1)

<http://www.lernwelt.at/service/bibliothek/gehirn/index.html>

**L1 Messverfahren**

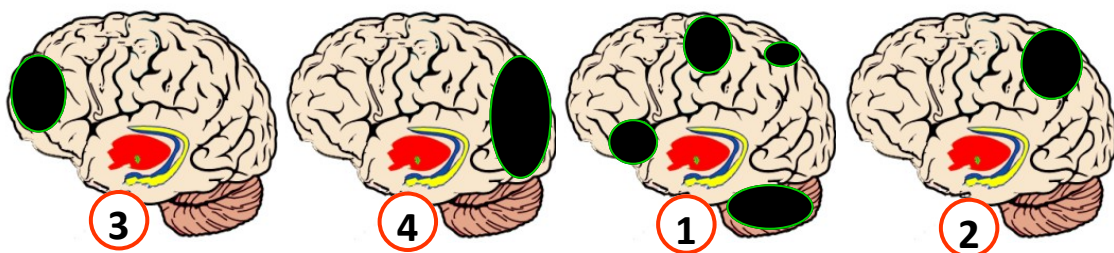
Oberstufe

Beschreibung	EEG	PET	MRI
Verschiedene Strukturen im Gehirn ...			x
Diese Methode wird eingesetzt, um ereignisbezogene Potenziale ...	x		
Die Versuchsperson führt ein Experiment durch, bei dem ...		x	

**L2 Begriffe**

Beantworten Sie die folgenden Fragen. Ergänzend können Sie Definitionen aus dem Internet abrufen, indem Sie in Google z. B. *define:hypothalamus* eingeben.

1. Welche Funktion erfüllt die Myelinschicht? *Übertragung elektrischer Impulse wird beschleunigt.*
2. Wofür ist die Amygdala zuständig? *Vor allem für die Verarbeitung von Furcht und Notsituationen.*
3. Welcher Teil des Gehirns ist u. a. am Abrufen von Erinnerungen beteiligt? *Hippocampus*
4. Wofür ist der Parietallappen zuständig? *Räumliche Prozesse, Mathematik*
5. Wofür ist der Frontallappen zuständig? *Planungen, Entscheidungen, Kontrolle von Emotionen*
6. Woran sind die Basalganglien beteiligt? *Sie sind an der Koordinierung von Bewegungen und am Lernen beteiligt.*
7. Welche Teile des Gehirns gehören zum limbischen System? *U. a. Thalamus, Hypothalamus, Amygdala, Hippocampus*
8. Wofür ist das limbische System zuständig? *U. a. für Gefühle und Gedächtnisbildung*

**L3 Aktivität der Gehirnareale****L4 Neuron**

1. Die Nervenzelle heißt *Neuron*.
2. Eine Nervenzelle besteht aus einem Zellkörper, einem *Axon* und *Dendriten*.
3. Die Kontaktpunkte unter den Nervenzellen heißen *Synapsen*.

## 1 Botenstoffe für Motivation

Oberstufe

Für Motivation sind drei Botenstoffe wichtig: Das Dopamin ist dafür zuständig, dass wir uns anstrengen und Leistung zeigen. Körper eigene Opioide sind für körperliches und seelisches Wohlbefinden zuständig. Das Oxytozin lässt uns mit anderen Menschen in Beziehung treten. „Gemeinsam bilden die Leistungsdroge Dopamin, die Wohlfühldrogen aus der Gruppe der Opioide und das *Freundschaftshormon* Oxytozin ein geradezu geniales Trio. Menschen, die von ihrem Gehirn mit dieser *Mixtur* ausreichend versorgt werden, haben Lust aufs Leben, sind bereit, gemeinsam mit anderen etwas auf die Beine zu stellen, und wollen den Erfolg ihrer Taten genießen.“ (Joachim BAUER, S. 18 f.) Voraussetzungen für das Funktionieren des Motivationssystems sind Interesse und Neugier, soziale Anerkennung und persönliche Wertschätzung, die einem Menschen von anderen entgegengebracht werden.

## 2 Spiegelneuronen

Spiegelneuronen (auch Simulations- oder Empathieuronen genannt) sind Nervenzellen, die im Gehirn während der Betrachtung eines Vorgangs die gleichen Potenziale auslösen, wie sie entstünden, wenn dieser Vorgang nicht bloß passiv beobachtet, sondern aktiv ausgeführt würde. Spiegelneuronen bilden im Gehirn des zuschauenden oder beteiligten Menschen nicht nur Handlungen nach, sondern auch Empfindungen und Gefühle. Es sind also Gesamteindrücke, die wir von anderen Menschen gewinnen, Emotionen, Motivationen, Handlungsstrategien etc. Menschen, mit denen wir intensiv zu tun haben, hinterlassen eine Art von innerem Bild.

## 3 Aggression

Aus Sicht der Neurobiologie scheint der Mensch kein aggressives Wesen an sich zu sein, sondern Aggression wird immer durch Signale ausgelöst. Angst und Aggression sind neurobiologische Zustände, die dann abgerufen werden, wenn eine Bedrohung oder Gefahr erkannt wird. Das menschliche Gehirn bewertet physische wie psychische Verletzungen (Schmerz, Demütigung, Ausgrenzung, Mobbing etc.) immer als Gefahr und antwortet gleichsam mit Aggression.

Quellen:

BAUER, Joachim: Lob der Schule. Sieben Perspektiven für Schüler, Lehrer und Eltern, Hamburg: Hoffmann und Campe 2007, S. 18 f., 25 f. und 84 f.

EISENBERGER, Naomi u. a.: Does rejection hurt? An fMRI study of social education, Science 2003

## **A** Arbeitsaufgaben

Oberstufe

1. Welche Botenstoffe sind für Motivation wichtig?
2. Fassen Sie die grundlegenden Regeln für Zielformulierungen zusammen (vgl. Kernbereiche Psychologie, S. 94).
3. Motivation braucht Faktoren, damit sie in einem Beziehungsgefüge optimal zum Tragen kommt. Erstellen Sie in Form eines Brainstormings optimale Motivationsfaktoren zwischen Lehrpersonen und SchülerInnen.
4. Welche äußeren Faktoren behindern Ihrer Meinung nach Motivation in der Schule am meisten?
5. Die Theorie der Spiegelneuronen bestätigt die Lerntheorie von Albert BANDURA (vgl. Kernbereiche Psychologie, S. 117 f.). Inwiefern wird die Theorie durch die Spiegelneuronen bestätigt?
6. Vorbilder sind für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen wichtig. Welche Charaktereigenschaften oder Fähigkeiten muss ein Mensch haben, damit er zum Vorbild für sie wird?
7. Die wichtigsten Ursachen für Aggression und Gewalt sind selbst erlebte Gewalt und fehlende persönliche Bindungen bzw. fehlende Akzeptanz. Unser Gehirn besitzt ein Netzwerk von Nervenzellen (Spiegelneuronen), die uns Einfühlung (Empathie) ermöglichen. Unser Gehirn ist ein *Sozial-Organ*. Wie bewerten Sie unter Berücksichtigung der oben ausgeführten Behauptung den Einfluss von Computerspielen auf die Entwicklung von Kindern?



**L Lösungshinweise**

Oberstufe

1. Siehe Information 1: Dopamin, Opiode, Oxytozin
2. Zielformulierungen sollen positiv formuliert und von Wünschen unterscheidbar sein.
3. Joachim BAUER (Lob der Schule, a. O., S. 39 und 67) und Hartmut von HENTIG (Bewährung. Von der nützlichen Erfahrung, nützlich zu sein, München: Hanser 2006) beschreiben die optimalen Motivationsfaktoren: Anerkennung, Belohnung, Beziehung, also Interesse, Nachfragen, Ansporn, Forderung (Von dir hätte ich mir diesbezüglich mehr erwartet?); Spiegelungsmöglichkeiten wie Begeisterung des Lehrers für ein Ziel oder umgekehrt, Offensein für Ideen der SchülerInnen (= Resonanz); Kanon von Regeln, die gemeinsam vertreten werden: Höflichkeit, Hilfsbereitschaft, Optimismus, Verzicht auf alle Formen von Gewalt, keine Privatmedien im Unterricht (in der Schule); Regeln dürfen aber nicht zu eng sein, zu enge Reglementierungen führen zu hoher Belastung (high demand and low influence) und sind Auslöser von Depression und Burnout. Die Grundmotivation des Lebens ergibt sich aus dem neurobiologisch verankerten Wunsch, von anderen gesehen und beachtet zu werden.
4. Hier sind zu nennen: Bauliche Defizite, die ein Wohlfühlen im Sinne eines Lebensraumes behindern. Auf der Beziehungsebene zwischen Lehrpersonen und SchülerInnen ist Angst. Nichts behindert Entwicklungsprozesse mehr als Angst (lat. *angustiae* = Enge), sie führt zu einem Tunnelblick, zu einer Scheuklappenmentalität. Beziehungsgefüge werden getrennt. Eine Perspektivenübernahme wird unmöglich gemacht.
5. Siehe Kernbereiche Psychologie, S. 117 f.
6. Vorbilder erzeugen in den Jugendlichen Resonanz. Charakteristika von Vorbildern könnten Neugier, Begeisterung, Spontaneität und Authentizität sein. Vorbilder dürfen auch Fehler aufweisen, weil dadurch das typisch Menschliche hervortritt (vgl. die Theorie von Bruno BETTELHEIM, Kinder brauchen Märchen).
7. Es gilt heute als gesichert, dass sogenannte Killerspiele die Gewaltbereitschaft erhöhen. Vgl. Ingrid Möller, Mediengewalt und Aggression. In: <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2006/773/>. Weitere Informationen in Kernbereiche Psychologie, S. 143 ff. Vor Verallgemeinerungen, dass wir in einer Zeit voller Gewalt leben, sei jedoch gewarnt. Der Kriminologe Manuel EISNER hat festgestellt, dass in Europa im 15. Jahrhundert 41 von 100.000 Menschen im Jahr Tod durch Menschenhand fanden, im 20. Jahrhundert lag die Zahl bei 1,4. Auch die Gewalt zwischen Gruppen ging angeblich dramatisch zurück: Wenn Stämme von Naturvölkern aneinandergerieten, kämpfte ein höherer Anteil an Mitgliedern, ein höherer Anteil starb, und von der unterlegenen Gruppe blieb keiner am Leben. Vgl. <http://diepresse.com/home/techscience/wissenschaft/359756/index.do>