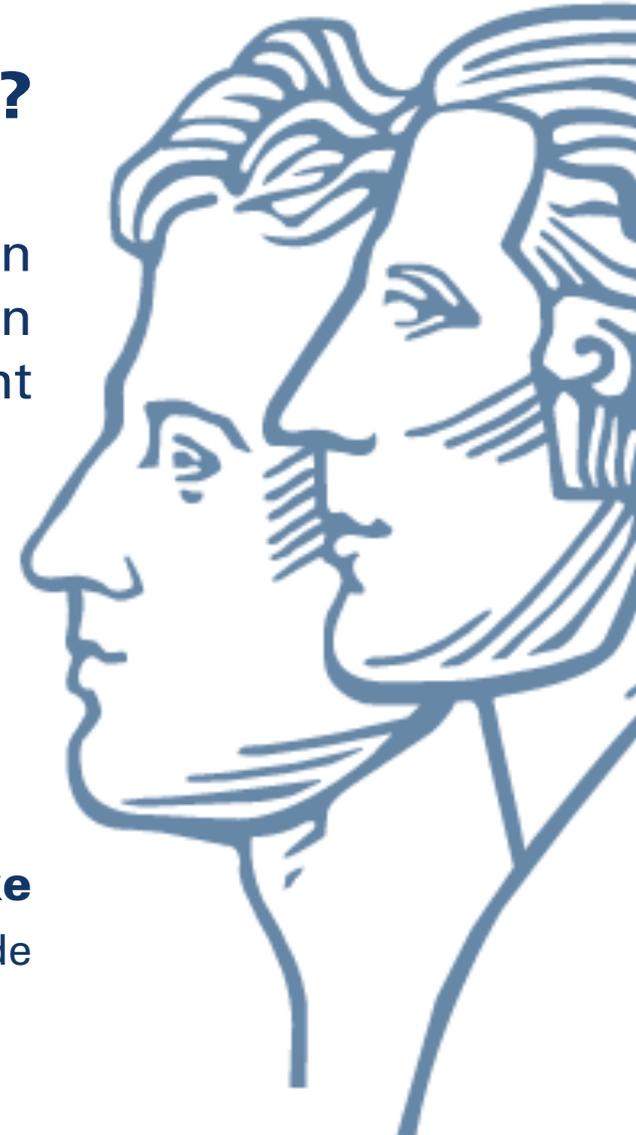


Sagt ein Bild mehr als 1000 Worte?

Herausforderungen beim Lehren und Lernen
mit Fotos und Grafiken
im Geographieunterricht

Yvonne Behnke

yvonne.behnke@geo.hu-berlin.de



*Graphic communication is a mark of membership,
it's a badge that says we are a part of the modern society.*

Neville Brody

aber

Mehr als 30 % der Erwachsenen in OECD Ländern haben
Schwierigkeiten, komplexe Grafiken zu verstehen

OECD, 2013

Visuelle Aufmerksamkeit

- **Aufmerksamkeit = selektiver Prozess**
- **Bottom up** = Kontraste, Farben, Formen, Bewegung
- **Top down** = Erwartungen, Ziele, Vorwissen, Assoziationen
- **Kontextabhängig**
- Die erste **Voraussetzung für Verstehen** ist **bewusste Aufmerksamkeit**
- **Bewusste visuelle Wahrnehmung** ermöglicht **kognitive Verarbeitung** von visuellen **Informationen**
- **Zusammenhang** zwischen **Augenbewegungen**, **visueller Wahrnehmung** + **visueller Aufmerksamkeit** und **kognitiver Verarbeitung von Informationen**

Augenbewegungen

- **2 Arten** von **Augenbewegungen**
- **Saccaden**
- **Fixationen**
- **Vertikale Augenbewegungen** sind **anstrengender** als **horizontale Augenbewegungen**

Augenbewegungen und Verstehen

- **Fixation = Wahrnehmung ermöglicht kognitive Verarbeitung** einer visuellen Information
- Nur **2 % unseres Sehfeldes** werden bei einer Fixation **scharf abgebildet**
- **Saccade = eingeschränkte visuelle Wahrnehmung (Saccadenblindheit)**
- **Theoretischer Grundlage Eye Tracking = Unmittelbarkeitshypothese + Auge-Geist-Hypothese**
- **Augenbewegungen = „window to the mind“**

Erhobene Daten

- **Schriftliche Evaluation**
Fragebögen + Testaufgaben
- **Visualisierungen (Eye Tracking)**
Heat Maps, Blickspuren, Gaze Plots
- **Numerische Daten (Eye Tracking)**
zeitbasierte + reihenfolgebasierte Daten
- **Schulbuchanalyse**
Fotos, Grafiken, Bild-Text-Kombinationen,
Materialverweise, Layout, Typographie, Aufgaben

Heat Map

Lösen der Aufgabe

176

LEBENSBEDINGUNGEN IM TROPISCHEN REGENWALD ERLÄUTERN

Der tropische Regenwald – artenreich und immergrün



In diesem Treibhaus zu arbeiten, reicht ja schon – aber auf Bäumen voller giftiger Spinnen, Schlangen, Frösche, Tausendfüßler und Skorpione herumzuklettern – auf solche Ideen kommen nur wir Regenwaldforscher! Heute bringen uns Krane, in denen eine Art Gondel hängt, in die Gipfel der Urwaldriesen. Früher mussten wir hinaufklettern – auf die schmutzigsten Bäume, die ich kenne. An den Stämmen und Ästen wachsen Moose, Farne und Orchideen. Ihre Wurzeln bilden ein dickes Geflecht, in dem sich Laub, Exkremente sowie tote Kleintiere sammeln und verrotten. Daraus entsteht eine dünne nährstoffreiche Humusschicht. Einige Baumarten treiben Wurzeln aus den Ästen in diese Schicht vor. Zwei Drittel aller Pflanzen und Tiere des Regenwaldes leben im Bereich der Baumkronen in 30 bis 40 Metern Höhe. Deshalb ist dieser Kronenraum für uns Forscher von großer Bedeutung. Hier können wir immer noch neue Arten entdecken, aber auch die Bedeutung der Regenwälder für das Klima der Erde erforschen.

M1 Forscher im Amazonas-Regenwald

- check-it:**
- Merkmal der Vegetation beschreiben
 - Nährstoffkreislauf erklären
 - Ursachen für die Nährstoffarmut der Böden benennen
 - Grafluten auswerten

Der tropische Regenwald

In keiner Region der Erde gibt es so viele Pflanzen und Tiere wie im tropischen Regenwald und täglich werden neue Arten entdeckt. Rund 90 Prozent der Tiere des Regenwaldes sind Insekten. Nach Schätzungen von Forschern gibt es im Regenwald über 10000 Baumarten. Im Vergleich dazu sind in Deutschland nur etwa 50 Baumarten bekannt. In den immerfeuchten Tropen herrscht ein beständig feuchtes, warmes Klima. Wasser und Wärme bewirken ein ganzjährig kräftiges Pflanzenwachstum. Frische und wellende Blätter, Blüten und Früchte können sich gleichzeitig an einem Baum befinden. Der tropische Regenwald ist immergrün.

Der Kampf ums Licht

Auf der Suche nach ausreichend Licht hat sich der Stockwerbau des tropischen Regenwaldes entwickelt. Die bis zu 40 Meter hohen Bäume, deren Kronen ein dichtes Dach bilden, nehmen einen Großteil des Sonnenlichtes auf. Dieses Kronendach ist ein wichtiger Lebensraum für Säugetiere und Vögel. Die Baumschicht wird nur vereinzelt von bis zu 70 Meter hohen Baumriesen überragt, die jedoch nicht überall anzutreffen sind. Unter der Baumschicht befindet sich die Strauchschicht mit Strauchern und jungen Sämlingen. Die am Boden wachsenden Kräuter, Kriechpflanzen und Pilze müssen mit sehr wenig Licht auskommen. Bei ihrem Kampf um das wenig Licht, das durch die Baumkronen fällt, haben die Pflanzen ganz spezielle Blätter entwickelt. Einige, die ganz unten wachsen, haben eine Oberfläche von mehr als einem Quadratmeter. Andere Pflanzen mit kleineren Blättern leben an den Bäumen entlang zum Licht.

LEBENSBEDINGUNGEN IM TROPISCHEN REGENWALD ERLÄUTERN

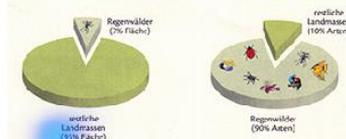
177

Der Boden

Large Zeit vermutete man, dass die Böden des tropischen Regenwaldes besonders fruchtbar seien. Das ist jedoch ein Irrtum. Im warmen und immerfeuchten tropischen Klima verwirren Gesteine wesentlich schneller als im gemäßigten Klima Europas. In dem seit zehn Millionen Jahren kaum veränderten Klima am Äquator hat sich ein sehr tiefgründiger Boden entwickelt. Die täglichen Regengüsse waschen die Mineralien im Boden bis in tiefe Schichten aus, sodass ein harter, weitgehend unfruchtbarer Boden entsteht.

Die „Nährstofffälle“

Auf dem Boden fallende Blätter und Zweige, abgestorbene Äste und Stämme sowie wandernde Tiere werden von Ameisen, Termiten sowie Würmern zersetzt und zersetzt. Diese Zersetzung und Umwandlung in Nährstoffe läuft sehr schnell ab, sodass sich kaum Humus bis hin bilden kann. Die Bäume haben deshalb nur flache Wurzeln, die danktun der Oberflächennähe. Ihre Standfestigkeit erhalten sie durch meterhohe, verzweigte Brettwurzeln über der Erde. Die Wurzeln der Pflanzen sind von Fil-



- **Lebensraum Regenwald:** Er ist Lebensraum für die Dreiwelcker sowie eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten, die zum Teil noch nicht einmal entdeckt sind.
- **Apothek Regenwald:** Obwohl bisher nur etwa ein Prozent aller Pflanzen im tropischen Regenwald auf ihre Heilwirkung untersucht wurden, sind schon mehrere Pflanzen entdeckt worden, die medizinische Wirkstoffe enthalten und in der Arzneimittelindustrie eingesetzt werden, zum Beispiel bei der Antibiotika-Herstellung oder bei Malaria-Medikamenten.
- **Speisekammer Regenwald:** Über 80 Prozent aller weltweit Nutzpflanzen sind tropischen Ursprungs – wie Banane, Tomate, Kartoffel und Kakao.
- **Roboterquelle Regenwald:** Neben den wertvollen Edelholzarten, die im Regenwald wachsen, lagern teilweise dort auch wertvolle Kohlenwasserstoffe wie Fenchon, Geraniol oder Eucal.
- **Klimaregulator Regenwald:** Die tropischen Regenwälder können große Mengen an Kohlenstoffdioxid speichern, das zur globalen Erwärmung beiträgt.

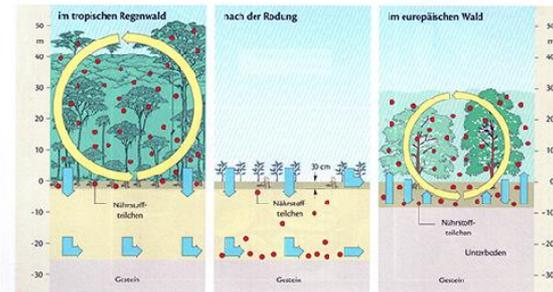
M1 Schatzkammer Regenwald

zwei umkleidet, welche die Nährstoffe abfangen und langsam in die Pflanzen abgeben.

- 1 Beschreiben den Stockwerbau im tropischen Regenwald (M1).
- 2 Charakterisiere den tropischen Regenwald als Schatzkammer (M2).

- 3 Erkläre den Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald vor und nach der Rodung (M3).
- 4 Benenne Ursachen für die Nährstoffarmut der Böden (M3).

WEB CODE: UE64-1688-177



M3 Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald vor und nach der Rodung und im europäischen Wald

Heat Map gemittelt über alle Probanden

Lösen der Aufgabe

176
LEBENSBEDINGUNGEN IM TROPISCHEN REGENWALD ERKLÄREN

Der tropische Regenwald – artenreich und immergrün



Check-it

- Merkmale der Vegetation beschreiben
- Nährstoffzyklus erklären
- Ursachen für die Nährstoffarmut des Bodens erklären
- Größenangaben

Der tropische Regenwald

In keiner Region der Erde gibt es so viele Pflanzen und Tiere wie im tropischen Regenwald und täglich werden neue Arten entdeckt. Rund 90 Prozent der Tiere des Regenwaldes sind Insekten. Nach Schätzungen von Forschern gibt es im Regenwald über 10000 Baumarten. Im Vergleich dazu sind in Deutschland nur etwa 50 Baumarten bekannt. In den immerfeuchten Tropen herrscht ein beständig feucht-warmes Klima. Wasser und Wärme bewirken ein ganzjährig kräftiges Pflanzenwachstum. Frische und weiche Blätter, Blüten und Früchte können sich gleichzeitig an einem Baum befinden. Der tropische Regenwald ist immergrün.

Der Kampf ums Licht

Auf der Suche nach ausreichend Licht hat sich der Stockwerkbau des tropischen Regenwaldes entwickelt. Die bis zu 40 Meter hohen Bäume, deren Kronen ein dichtes Dach bilden, nehmen einen Großteil des Sonnenlichtes auf. Dieses Kronendach ist ein wichtiger Lebensraum für Säugetiere und Vögel. Die Baumschicht wird nur verschleiert von bis zu 20 Meter hohen Baumriesen überragt, die jedoch nicht überall anzutreffen sind. Unter der Baumschicht befinden sich die Strauchschicht mit Sträuchern und jungen Bäumen. Die am Boden wachsenden Kräuter, Kriechpflanzen und Pilze müssen mit sehr wenig Licht auskommen. Bei ihrem Kampf um das wenige Licht, das durch die Baumkronen fällt, haben die Pflanzen ganz spezielle Blüten entwickelt. Einige die ganz unten wachsen haben eine Oberfläche von mehr als einem Quadratmeter. Andere Pflanzen mit mehreren Blüten klammern an den Blüten entlang zum Licht.

Die „Nährstofffälle“

Auf dem Boden fallen Blätter und Zweige abgestorbener Äste und Stämme sowie tote Tiere, welche von Ameisen, Termiten sowie Würmern zersetzt und zersetzt. Diese Zersetzung und Umsetzung in Nährstoffe läuft sehr schnell ab, sodass sich kaum Baumschichten bilden. Die Bäume haben deshalb nur tiefe Wurzeln, die direkt unter der Oberfläche blühen. Ihre Stängelstippen erheben sie durch mehrfache Verzweigung weit über der Erde. Die Wurzeln der Pflanzen sind von Pilzen umhüllt, welche die Nährstoffe abgeben und langsam an die Pflanzen abgeben.

- Beschreibe den Stoffkreislauf im tropischen Regenwald (M1).
- Charakterisiere den tropischen Regenwald als Schatzkammer (M2).

M1 Forscher im Amazonas-Regenwald

177
LEBENSBEDINGUNGEN IM TROPISCHEN REGENWALD ERKLÄREN

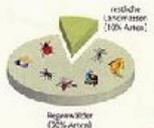
Der Boden

Lange Zeit vermutete man, dass die Böden des tropischen Regenwaldes besonders fruchtbar seien. Bis ist jedoch klar: Im warmen und immerfeuchten tropischen Klima verwirren Gestein, vorwiegend schneller als im gemäßigten Klima Europas. In dem seit zehn Millionen Jahren kaum veränderten Klima am Äquator hat sich ein sehr ergiebiger Boden entwickelt. Die täglichen Regengüsse waschen die Mineralien im Boden so stark fort, bis kaum etwas, sodass er so hart, ungelänglich und fruchtbar wie andere Böden ist.



Regenwälder (90% Fläche)

tropische Erdböden (90% Nährstoffe)



temperale Wälder (10% Fläche)

Regenwälder (20% Nährstoffe)

M2 Schatzkammer Regenwald

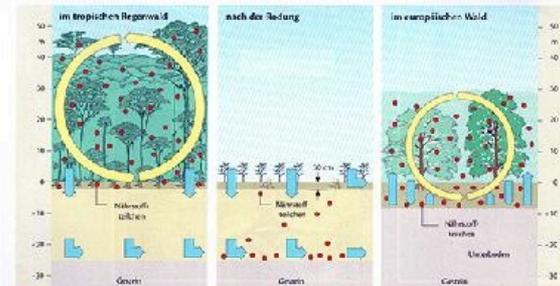
3. Fülle ein Nährstoffkreislauf in einem Regenwald aus und beschrifte die Boden (M3)

4. Beschrifte die Nährstoffkreislauf im Boden (M3)

M3 Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald

1. Beschrifte den Stoffkreislauf im tropischen Regenwald (M1).

2. Charakterisiere den tropischen Regenwald als Schatzkammer (M2).



M3 Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald

im tropischen Regenwald

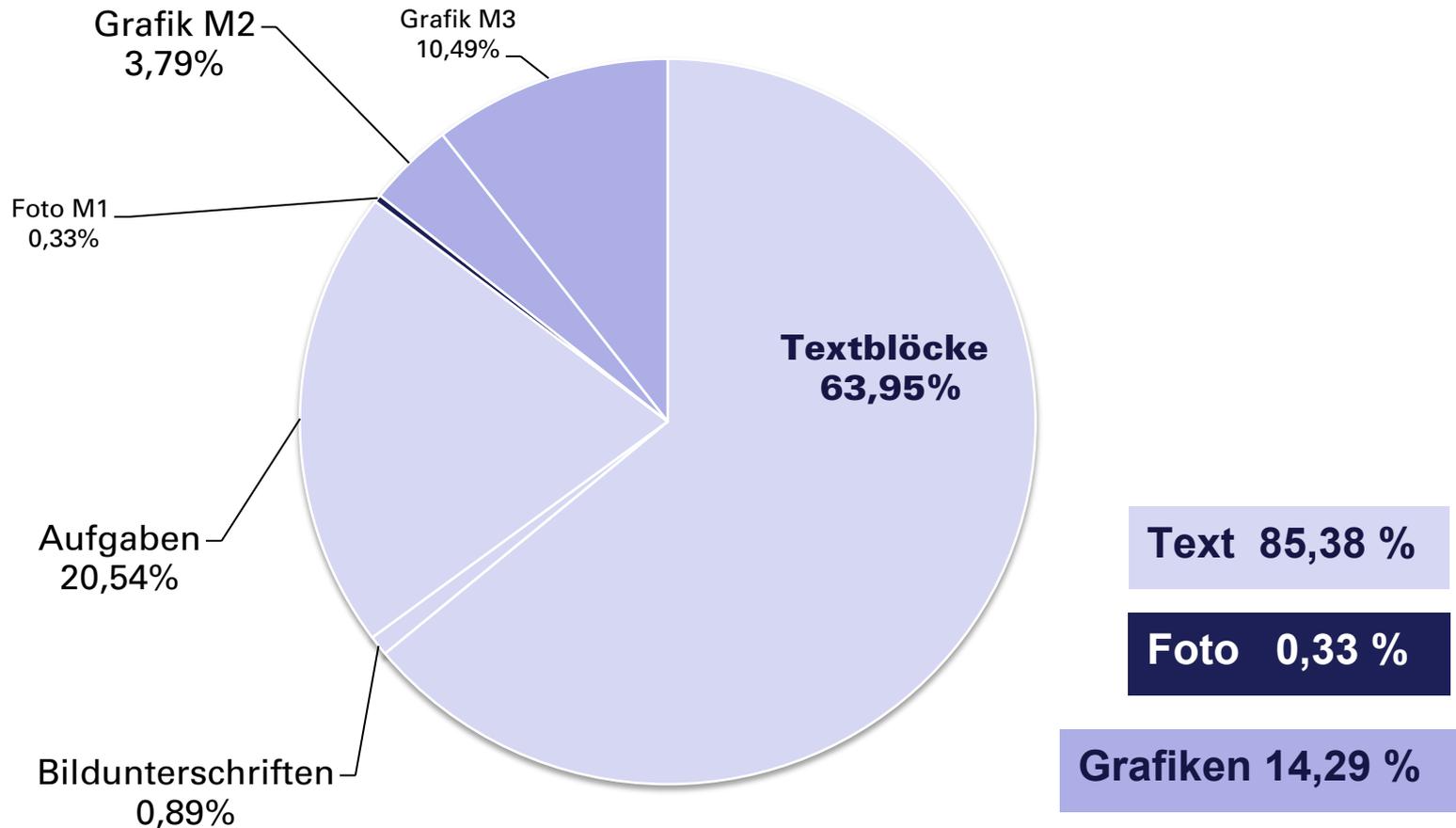
nach der Redung

im europäischen Wald

M5 Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald vor und nach der Redung und im europäischen Wald

Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit

(Fixationen in %, Seite D, alle 20 Probanden, Testaufgabe)



Lernen mit Grafiken

- Lernen mit **Grafiken ist komplex** + eine **kognitive Herausforderung**, weil **verschiedene Zeichen- und Symbolsysteme analysiert, dekodiert** + im Lernkontext **interpretiert werden müssen** (vgl. Bétrancourt et al. 2012; Boucheix et al. 2013; de Vries/Lowe 2010).
- **Voraussetzung: Kenntnis + Beherrschung** verwendeter **Zeichen- und Symbolsysteme**
- **Analyse + Dekodierung von komplexen Grafiken = höherer cognitive load als Lesen von Text**
(Hochpöchler et al., 2012; Oestermeier & Eitel, 2014; Ullrich et al., 2012)
- **Grafiken** sollten **die für den Lernkontext relevanten Informationen enthalten** und **nicht zu viele verschiedene Aspekte eines Themas** in einer Grafik.

Cognitive Load Theory

Chandler und Sweller, 1991

Annahme: Begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses

- 1. Intrinsic cognitive load** – Komplexität des Lernstoffes
- 2. Extraneous cognitive load** – Gestaltung der Lernmaterialien
- 3. Germane cognitive load** – Verstehensprozesse
 - Lehrmaterialien sollten so gestaltet sein, dass sie ***intrinsic load optimieren, extraneous load reduzieren*** und ***germane load fördern***.
 - **Risiko Cognitive overload =**
z.B. Unterrichtsmaterial/Lerninhalt zu komplex,
Aufgaben verweisen auf zu viele Materialien,
zu geringes Vorwissen der SuS

Heat Map gemittelt über alle Probanden

Lösen der Aufgabe

Leben in den feuchten und wechsellagerichten Tropen

2



13 Dreizehnerfalter



13 Blauer Pfeilgiftfrosch



13 Ara



14

Ein grünes Paradies

Vielfalt und Artenreichtum
Die Vielfalt an Pflanzen und Tieren ist nirgendwo so vielfältig wie in den tropischen Regenwäldern. Fast eine halbe Million unterschiedlicher Pflanzen wachsen hier. Bisher wurden 3000 verschiedene Baumarten gezählt. Bis zu 200 auf einem Hektar in unseren Mischwäldern sind es 10 bis 12. Im Regenwald stehen Bäume der gleichen Art oft kilometerweit hintereinander. Etwa 90% aller Insektenarten leben hier. Ähnlich in der Krone eines Urwaldes leben bis zu 2000 verschiedene Tierarten: Eidechsen, Frösche, Fruchtvögel, Schlangen. Aber viele Millionen Jahre haben sich im Regenwald unzählige Lebewesenarten herausgebildet.

Der Mensch greift zunehmend in dieses Ökosystem ein. Wird beispielsweise ein Baum gefällt, säumt er den Waldrand ab. Die Arten, die hier leben, können nicht überleben. Die Arten, die hier leben, können nicht überleben. Die Arten, die hier leben, können nicht überleben.

Stoßwerkhaus
Die kronenartige Baumkrone, die über 50m hoch werden, bilden das oberste Stoßwerk des tropischen Regenwaldes. Darunter befindet sich eine Schicht mittelgroßer Bäume, deren Kronen ein geschlossenes Blätterdach bilden. Die Vegetation ist so dicht, dass die untere Krone- und Strauchschicht nur noch wenig Licht erhält. Hier herrscht ewige Dämmerung.

15

Leben im Netz
Folgebild auf dem Tropischen Regenwald
1044035-0213



15 Im Inneren des tropischen Regenwaldes

Leben im Netz
Stoßwerkhaus und Nährstoffkreislauf
1044035-0214



16 Nährstofffluss auf dem Tropischen Regenwald

17 Boden im Tropischen Regenwald

18

Reiche Vegetation – arme Böden?
Die Böden im tropischen Regenwald sind bis zu einer Tiefe von acht Metern fast steril. Damit fehlen ihnen auch wichtige Mineralien, die in den Gesteinen enthalten sind und die für das Pflanzenwachstum benötigt werden. Die starken Regenfälle schwemmen den Rest der Nährstoffe in die Tiefe des Bodens. Die Baumarten des tropischen Regenwaldes haben sich an diese Bedingungen angepasst. Sie entnehmen mit ihren dichten und flachen Wurzelsystemen die Nährstoffe direkt aus der obersten dünnen Bodenschicht. Wurzelspitzen ersetzen auch die abgetriebene organische Materie auf dem Waldboden. Es hat ein kurzer Nährstoffkreislauf entstanden, bei dem der Unterboden eine untergeordnete Rolle spielt.

19

Könige der Begriffe: Tropischer Regenwald und Stoßwerkhaus
20

Einfluss des Nährstoffkreislaufs im tropischen Regenwald

Wasserhaushalt
Wenn einer der heftigen Regengüsse auf den Tropischen Regenwald niederprasselt, ist am Boden nur ein feines Rauschen zu hören. Lange dauert es, bis die ersten Regentropfen unten ankommen. Der größte Teil des Niederschlags verdunstet wegen der gleichbleibend hohen Temperaturen bereits auf den Blättern der Bäume, deren Oberfläche das Zehnfache der Bodenfläche erreicht. Einen anderen Teil saugen die zahlreichen Schmarotzerpflanzen in den Baumweiten auf. Etwa 35% des Niederschlags versickern im Boden, ungefähr 5% fließen an der Bodenoberfläche ab.

21

Ordnung der Komponenten des Naturraums Klima, Wasser, Boden und Vegetation – Merkmale des Tropischen Regenwalds zu

22

Beschreibung Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Naturraums: Beschreibe, dass es auch Rückkopplungen gibt.

23

Urtsaure Erde wird von einer ganz dünnen Haut umspannt, die für den Menschen von entscheidender Bedeutung ist. Die Pedosphäre (griech. pedos=Boden) ist eine Grenzschicht, in der Lithosphäre, Atmosphäre, Biosphäre und Hydrosphäre aufeinander treffen.

24

Seite 55 Wechselwirkungen im Natur- und Kulturräum

50

51

51

Verweildauer in den AOI in Sekunden

alle 20 Probanden, Testaufgabe

	Seite A	Seite B	Seite C	Seite D	Seite E
Aufgaben	4,84	6,97	3,16	4,74	3,23
Text	17,32	14,23	17,73	18,11	19,98
Überschrift	0,21	0,70	0,34	0,08	0,94
Grafik 1	11,66	3,44	6,64	4,43	9,01
Bildunterschrift Grafik 1	1,21	0,76	1,11	0,36	0,48
Foto	–	0,57	–	–	–
Bildunterschrift Foto	–	0,23	–	–	–
Grafik 2	–	3,39	–	–	–
Bildunterschrift Grafik 2	–	0,77	–	–	–
gesamt	35,24	31,06	28,98	27,72	33,64

Lernen mit Grafiken

- **Aufmerksamkeit ist nicht gleich Verstehen**
“attention comprehension gap” (St. Amant and Meloncon 2015).
- **Grafiken sind lerneffektiv**, wenn sie **in Bezug auf die Lernaufgabe** + in Bezug auf **die Kenntnisse der Lernenden adäquat** sind.
- **Förderung des Wissenserwerbs mit Grafiken:**
visueller, textueller + kontextueller Bezug zu **zugehörigem Text** bzw. Erschließung durch **Aufgaben**
- **Scaffolding**

Graphicacy – eine kommunikative Kompetenz

- Für das **Verständnis** von **Infografiken** ist **Abstraktionsfähigkeit nötig** z.B. die Fähigkeit **räumliche Informationen aus zweidimensionalen Modellen** und **Symbolen zu dekodieren** (vgl. Schnotz, Picard, & Hron, 1993; Wilmot, 1999).
Beispiele: Navigationssysteme, Karten
- Für das **Dekodieren** von **Symbolen und Zeichen** muss deren **Bedeutung bekannt sein**

Bilder und Geographie

The creation and interpretation of visual images has always been important to geography and is what makes geography unique.

(Thornes 2004)

The 'pictorial turn' is associated with a growing relevance of images for communication, meaning-making and knowledge acquisition in our society.

The problem of the twenty-first century is the problem of the image.

(Felten 2008)

Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte?



Bild + Bildunterschrift



M1 Menschen in der Demokratischen Republik Kongo „schürfen“ nach Kobaltherzen. Kobalt ist ein stark glänzendes Metall, das vorrangig bei der Produktion von Akkus und Batterien Verwendung findet. Die weltweiten Kobalt-Reserven reichen noch etwa 100 Jahre.

Heat Map

Seite A (Inhaltsverständnis)

Leben in den feuchten und wechselwarmen Tropen

2



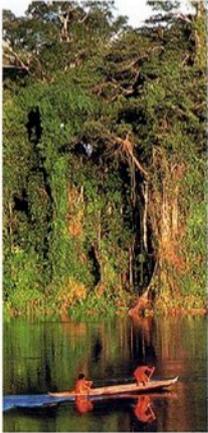
1 Orszehenfalter



2 Blauer Pfeilgiftfrosch



3 Ara



4

Ein grünes Paradies

Vielfalt und Artenreichtum
Die Fälle an Pflanzen und Tieren ist nirgendwo so vielfältig wie in den **Tropischen Regenwäldern**. Fast eine halbe Million verschiedene Pflanzen wachsen hier. Bisher wurden 3000 verschiedene Baumarten gezählt, bis zu 200 auf einem Hektar. In unseren Mischwäldern sind es 10 bis 12. Im Regenwald stehen Bäume der gleichen Art oft kilometerweit ausreihend. Etwas 80% aller Insektenarten leben hier. Allein in der Krone eines Urwaldriesen leben bis zu 2000 verschiedene Tierarten: Eidechsen, Frösche, Faultiere, Vögel, Schlangen, Affen. Sie alle finden hier ihren Lebensraum. Über viele Millionen Jahre haben sich im Regenwald unzählige Lebensgemeinschaften herausgebildet.

Erlösris Regenwald
Wie eine undurchdringliche Mauer steigt der Tropische Regenwald am Flussufer empor. Je weiter wir ins Innere des Waldes vordringen, desto düsterer wird es. Dämmerlicht umfängt uns – grüne Nacht am hellen Tag. Kein Lüftzug regt sich. Überall tropft es von den Bäumen. Es ist stickig und schwül und riecht nach modernem Holz und faulenden Blättern. Da kaum Licht auf den Waldboden dringt, ist der Unterwuchs spärlich: nur wenige Sträucher und Kräuter, dafür unzählige Pilze, Moose und Farne. Auffallend sind die armdicken Lianen, die nach oben zum Licht streben. Und staunend entdecken wir Würgerpflanzen, die mit ihrer Aster riesige Stämme entlocken, sowie dicke, glattrindige Bäume mit mächtigen 3- und 4-seitigen Stelzwurzeln. Größere Tiere sehen wir nicht. Sie sind selten und scheu. Unzählreicher begegnen uns Kleintiere und Insekten. Es wimmelt von Fröschen, Ameisen, Spinnen und Tausendfüßlern. Immer wieder beobachten wir riesige Schmetterlinge. Besonders lässig sind die vielen **Stechnrücker**!

3

Der Mensch greift zunehmend in dieses Ökosystem ein. Wird beispielsweise eine bestimmte Baumart gerodet, verlieren danach alle Arten ihren Lebensraum, die hinsichtlich ihrer Lebensweise auf eben diese Baumart angewiesen waren.

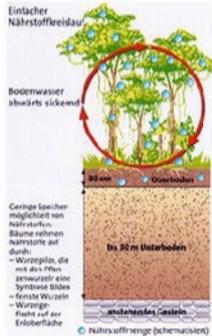
Stockwerkbau
Die Kronen einzelner Bäume ragen, die über 30 m hoch werden, bilden das oberste Stockwerk des tropischen Regenwaldes. Darunter befindet sich eine Schicht mittelhoher Bäume, deren Kronen ein geschlossenes Blätterdach bilden. Die Vegetation ist so dicht, dass die untere Kraut- und Strauchschicht nur noch wenig Licht erhält. Hier herrscht ewige Dämmerung.

Lernen im Netz
Tagesablauf im Tropischen Regenwald
104035-0213



1 Im Inneren des Tropischen Regenwaldes

Lernen im Netz
Strukturklima und Nährstoffkreislauf
104035-0214



2 Nährstoffkreislauf des Tropischen Regenwaldes

3 Boden im Tropischen Regenwald

Reiche Vegetation – arme Böden?
Die Böden im Tropischen Regenwald sind bis zu einer Tiefe von acht Metern fast steril. Damit fehlen ihnen auch wichtige Mineralien, die in den Gesteinen enthalten sind und die für das Pflanzenwachstum benötigt werden. Die starken Regenfälle schwemmen den Rest der Nährstoffe in die Tiefe des Bodens. Die Baumarten des Tropischen Regenwaldes haben sich an diese Bedingungen angepasst. Sie erschließen mit ihrem dichten und flachen Wurzelstreich die Nährstoffe direkt aus der obersten dünnen Bodenschicht. Wurzelpilze zersetzen rasch das abgestorbene organische Material auf dem Waldboden. Es ist ein kurzer Nährstoffkreislauf entstanden, bei dem der Unterboden eine untergeordnete Rolle spielt.

Wasserhaushalt
Wegen einer der heftigen Regengüsse auf den Tropischen Regenwald niederschneit, ist am Boden nur ein feines Krüschchen zu hören. Lange dauert es, bis die ersten Regenpfropfen unten ankommen. Der größte Teil des Niederschlags verdunstet, wegen der gleichbleibend hohen Temperaturen bereits auf den Ästen der Bäume, deren oberhalb das **Lehrfach der Bodenfläche erreicht**. Einen anderen Teil saugen die zahlreichen **Schmarotzerpflanzen** in den Baumwickeln auf. Etwa 35% des Niederschlags versickern im Boden, ungefähr 5% fließen an der Bodenoberfläche ab.

Unsere Erde wird vor einer gund dünnen Haut umspannt, die für den Menschen von entscheidender Bedeutung ist. Die **Phosphäre** (griech. *phos* = Boden) ist eine Gesteinsschicht, in der Lithosphäre, Atmosphäre, Biosphäre und Hydrosphäre aufeinander treffen.

...
Seite 55
Wechselwirkungen im Natur- und Kulturräum

50

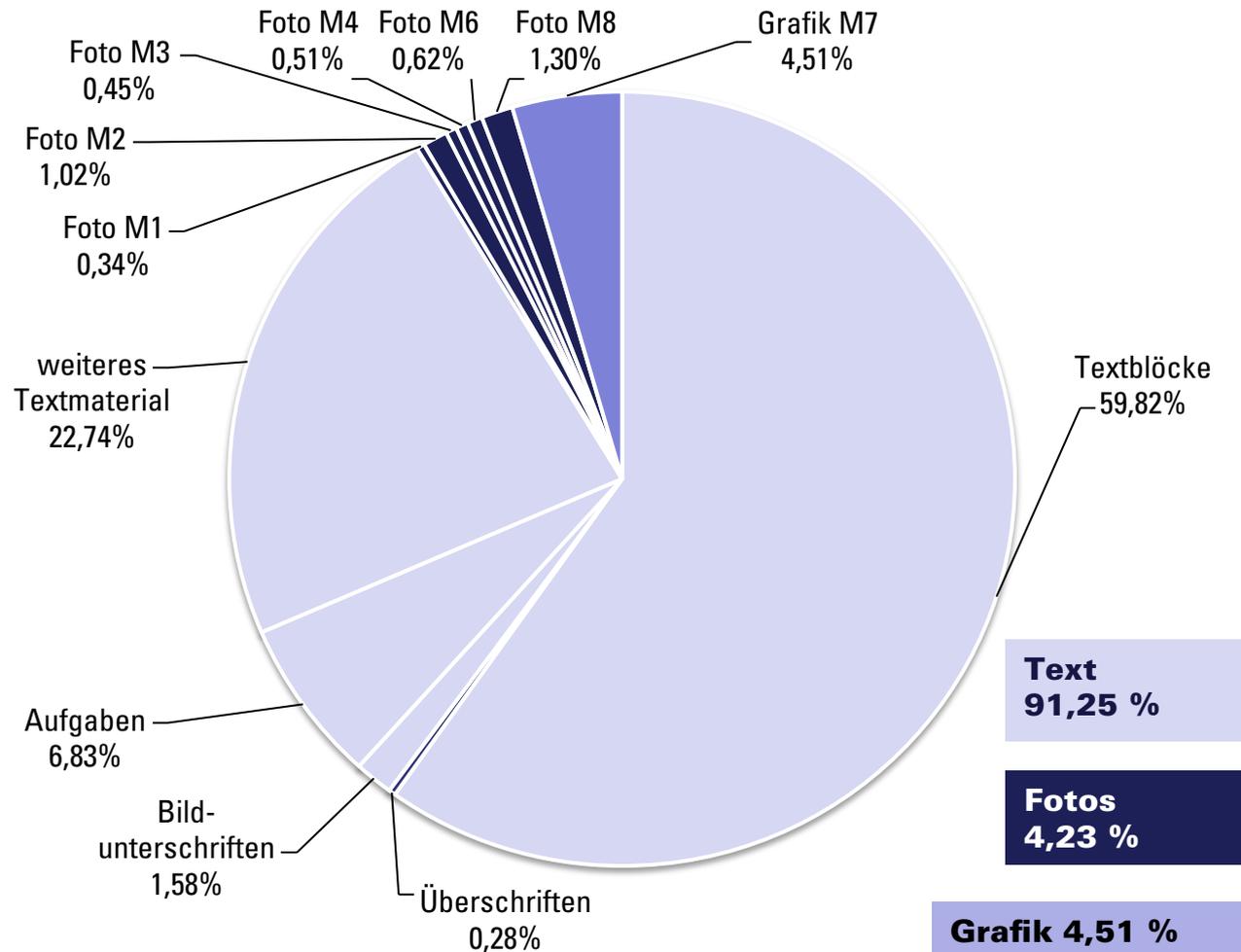
1 Erkläre die Begriffe „Tropischer Regenwald“ und „Stockwerkbau“.
2 Erläutere den Nährstoffkreislauf im Tropischen Regenwald.

3 Ordne den Komponenten des Naturraums Klima, Wasser, Boden und Vegetation Merkmale des Tropischen Regenwaldes zu.
4 Beschreibe Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Naturraums. Beachte, dass es auch Rückkopplungen gibt.

51

Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit

(Fixationen in %, Seite A, alle 20 Probanden, Inhaltsverständnis)



Herausforderungen beim Lernen mit Fotos

- **Ökologisches Bildverstehen vs. Indikatives Bildverstehen**
- **Bottom up vs. Top down** Prozesse
- Ab ca. **300 ms Fixationszeit = bewusste Bildwahrnehmung**
- **„Illusion of full understanding“** (Peeck, 1993)
- **Bilder können je nach Kontext, persönlichem Erleben und Vorwissen unterschiedlich interpretiert werden.**
- **Bildinformationen sind ganzheitlich und vieldimensional**

Lernen mit Fotos

- **Fotos sind wichtig** im Lernkontext, **aber Lernende müssen sie bewusst wahrnehmen + wissen, wie man sie nutzt**
- **Weder die Anzahl noch die Größe** abgebildeter Fotos **ist entscheidend**, welche Aufmerksamkeit Fotos geschenkt wird **sondern Relevanz aus der Perspektive des Betrachters**
- **Technische, inhaltliche und didaktische Qualität** des **Fotos** im Lernkontext
- **Kongruenz** von **Bild-Info + Bildausschnitt + Text + Lernziel**
- **Sinnvolle Ergänzung** von **Bild** und **Bildunterschrift**
- **Hilfreich**: medienspezifische Kompetenzen wie **Visual Literacy**

Heat Map

Lösen der Aufgabe

68



68.1 Bodenoberfläche in einem intakten Regenwald

68.3 Bodenoberfläche in einem jungen Sekundärwald

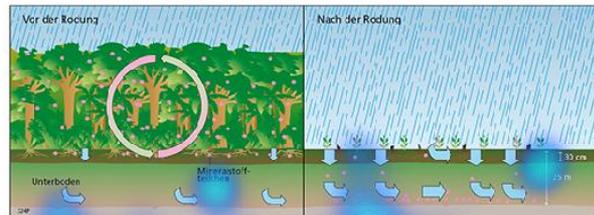
Das Ökosystem des tropischen Regenwaldes

Die Tragfähigkeit des tropischen Regenwaldes scheint angesichts der üppigen Vegetation unerschöpflich zu sein. Doch das System ist anfällig: Wird dieser Wald abgeholzt oder verbrannt, so wird der für dieses Ökosystem typische Nährstoffkreislauf an der entscheidenden Stelle unterbrochen (Abb. 68.2).

Der Grund hierfür sind die tiefgründig verwitterten Böden der inneren Tropen: infolge der hohen Temperaturen und der ständigen Feuchtigkeit, sind die Gesteine des Untergrundes bis in große Tiefen zersetzt. Die Verwitterungsschicht kann bis zu 20 m betragen. Fehlt die dicke Vegetation, versickert das Regenwasser in diese tiefgründigen Böden oder fließt in Bächen und Flüssen ab. Dabei werden die wenigen Nährstoffe aus dem Boden ausgewaschen. Denn der U-Waldboden ist in der Regel nährstoffarm und unfruchtbar. Das weitaus größte Potenzial von Nährstoffen stellt die Biomasse der Pflanzen dar.

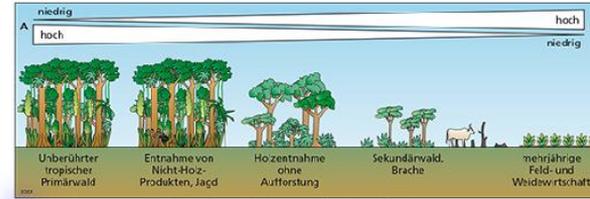
Angesichts der Vielzahl an Waldbewohnern müsste der Boden mit verwesenden Bäumen, altem Laub oder mit Tierkadern übersät sein. Doch die Streuschicht ist nur dünn und der Boden teilweise sogar wie leer gefegt. Umgestürzte Bäume werden durch unzählige Termiten zersetzt; Wärme, Feuchtigkeit, Insekten, Pilze und Bakterien setzen einen schnelleren Umsatz der Nährstoffe in Gang (kurzgeschlossener Kreislauf).

Bedeckungs bei diesem Kreislauf sind die bodenbewohnenden Mykorrhizapilze (Abb. 69.3). Sie leben mit den Pflanzenwurzeln in einer Art Lebensgemeinschaft (Symbiose): Die Pilzfäden umspinnen die kleinen Saugwurzeln der Bäume und geben alle Nährstoffe, die sie während ihrer Zersetzungsbearbeitung entstehen, unmittelbar an die Pflanzen ab. Von den Bäumen erhalten die Pilze als Gegenleistung einen zuckerhaltigen Saft.



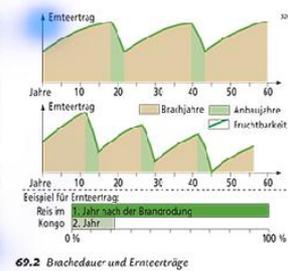
68.2 Der kurzgeschlossene Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald und die Folgen einer Rodung

69 Leben in der feuchten und wechselluftfeuchten Tropen 69



69.1 Veränderungen durch die Nutzung des tropischen Regenwaldes (vgl. Aufgabe 1)

Tatsächlich ist die Artenvielfalt und die entsprechende Nutzung einer Vielzahl ökologischer Nischen (>S. 64–65) auf die Anpassung vieler Pflanzen und Tiere an diese Nährstoffarmut zurückzuführen. Indigene Völker haben längst erkannt, dass der Ackerbau die Fruchtbarkeit des Bodens schnell verringert, während sie durch die natürliche Urwaldvegetation vergrößert wird (Abb. 69.2). Deshalb überlassen sie ihre Anbauflächen nach wenigen Jahren der Nutzung wieder dem wilden Pflanzenwuchs (>S. 66). Nach etwa 20 Jahren ist ein Sekundärwald entstanden. Er ist nicht so hoch, und die Zahl der Baumarten ist deutlich geringer als im ursprünglichen Primärwald. Es dauert über 100 Jahre, bis sich der Wald erneuert hat. Wenn eine Rodung jedoch großflächig ist und der Boden lange ohne den Schutz der Bäume offen liegt, können Flächen entstehen, auf denen nichts mehr wächst (>S. 53).



69.2 Brachdauer und Ernteerträge

AUFGABEN >>

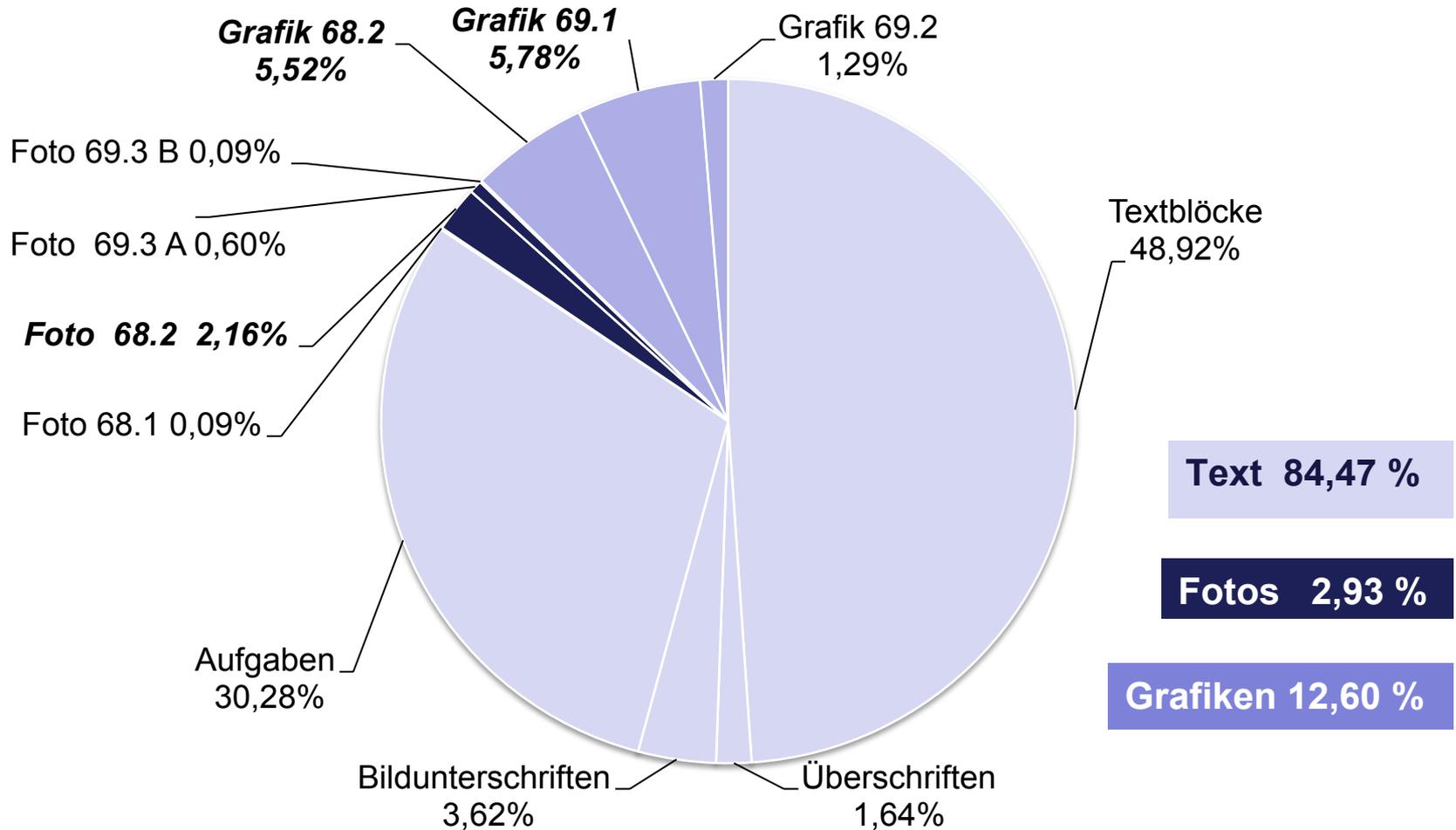
- Ordnen folgende Begriffe den Buchstaben A oder B in Abb. 69.1 zu: Artenvielfalt – Bodenerosion – Ausbreitung des Bodens – Ernteerträge – Luftfeuchtigkeit – Feuergefahr
- Beschreiben den Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald (Abb. 68.2)
- Erläutern die Folgen der Waldrodung im tropischen Regenwald (Text und Abb. 68.2, 68.3, 69.1)
- Erörtern, unter welchen Bedingungen der Wanderfeldbau eine angepasste Nutzung des Regenwaldes ist und wann er zu einer zerstörerischen Wirtschaftsform wird (Abb. 69.2)
- Vergleichen die Nährstoffkreisläufe im tropischen Regenwald, im gemäßigten tropischen Regenwald und im mitteleuropäischen Laubwald miteinander.



69.3 Mykorrhiza-Pilz – Fruchtkörper (A), Lebensgemeinschaft: Pilzfäden im Wurzelbereich einer Pflanze (B)

Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit

(Anteil Fixationen in %, Seite B, alle 20 Probanden, Lösen der Aufgabe)



Herausforderungen beim Lernen mit komplexen Bild-Text-Kombinationen

- Komplexe Bild-Text-Kombinationen = Risiko **cognitive overload**
- Eine **kohärente Präsentation grafischer Informationen (Grafik + Layout)** = ein **wichtiger Faktor** für erfolgreiches **multimediales Lernen**.
- **Aufgaben** sollten **nicht zu viele** verschiedene **Materialverweise enthalten**.
- Untersuchungen zeigten, dass viele Lernende **Schwierigkeiten** haben, **komplexe Bild-Text-Kombinationen zu dekodieren** bzw. **Bilder + Texte sinnvoll aufeinander zu beziehen**

(Ullrich et al. 2012, Schlag 2011)

Wie funktioniert Lernen mit Bild und Text?

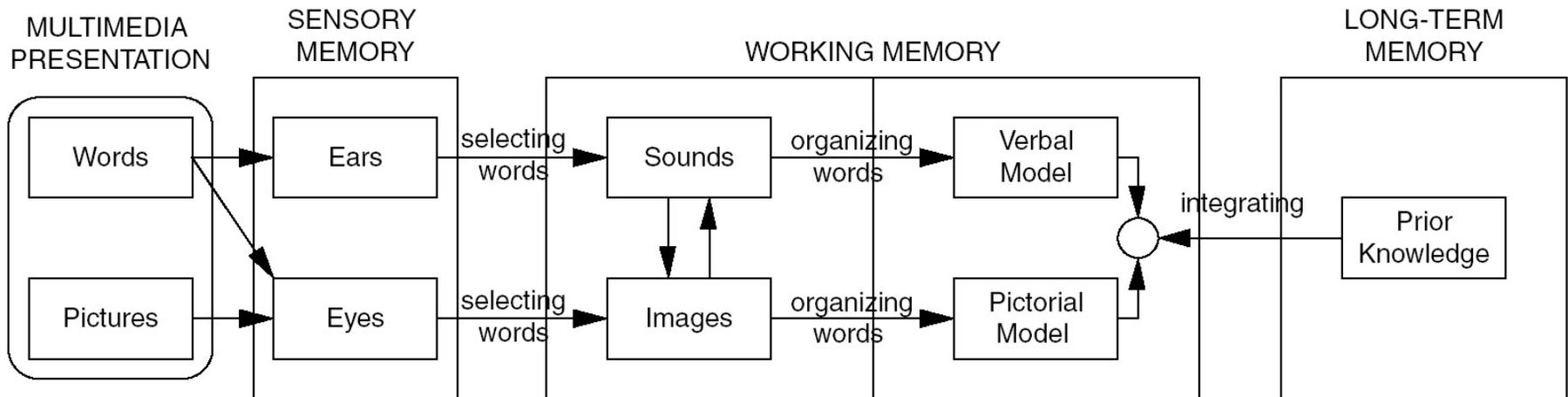


Figure 2. Mayer's cognitive theory of multimedia learning. Taken from 'Multimedia Learning: guiding visoespatial thinking with instructional animations' (Mayer 2005b: 480)

- **Bild- und Textverstehen erfolgt wechselseitig und gemeinsam**

Multimedia-Prinzip

(Mayer 2005, 2009)

- Die **Kombination von Abbildungen + Text unterstützt** und **erleichtert** den **Wissenserwerb** (*Multimedia Prinzip*).
- Dies **geschieht jedoch nicht automatisch, sondern muss regelmäßig geübt werden.**

Dekorative Elemente in Lernmaterial

- **Können leistungsstarke Lernende motivieren**
- **Können weniger leistungsstarke Lernende ablenken**

aber

Emotional Design Hypothese

- Visuell **ansprechendes Lernmaterial** kann **Verarbeitungs- und Verständnisprozesse fördern** (Mayer & Estrella, 2014).
- Eine als **positiv empfundene Lernumgebung** kann die **individuell empfundene Schwere einer Lernaufgabe reduzieren** (Um, Plass, Hayward, & Homer, 2012).

Forschungserkenntnisse

- **Lernende können die Effektivität von Bildungsmedien für den eigenen Lernprozess beurteilen.**
- **Einflussfaktoren für die Akzeptanz von Bildungsmedien: subjektive Normen**, Emotionen, Motivation, Interesse: z. B. Individuell empfundene Selbstwirksamkeit, Nützlichkeit, Benutzerfreundlichkeit
- **Self Determination Theory (SDT)**
Selbstwirksamkeit, Verbundenheit, Autonomie (Ryan & Deci, 2000)

Schlussfolgerungen

- **Aufmerksamkeit ist nicht gleich Verstehen.** Aber: **Aufmerksamkeit** ist eine **Voraussetzung für Verstehen.**
- **Akzeptanz** des **Lernmaterials** kann den **Lernprozess beeinflussen**
- Die **didaktische, gestalterische, informative** und **technische Qualität** von **Visualisierungen ist relevant.**
- **Bilder in Lehrmitteln werden** sowohl in ihrem didaktischen Potenzial, als auch in ihren Herausforderungen **unterschätzt.**
- **Lernen mit Abbildungen + Text ist effektiver (Multimedia Effekt).** Aber: **muss geübt werden**
- **Lernen mit Bildungsmedien** ist ein **komplexer Prozess**, der von **zahlreichen Faktoren beeinflusst** werden kann, (z.B. Vorwissen, Interessen, Lernstrategien, medienspezifische Kompetenzen, Akzeptanz des Mediums).

***Bilder können mehr als 1000 Worte sagen,
wenn Lernende es schaffen, das Bild zum Sprechen
zu bringen indem sie lernen, Bilder im Lernkontext
zu dekodieren und zu interpretieren.***

***Ein Text kann mehr als 1000 Bilder sagen,
wenn unter einem Bild steht und es gelingt
Bild- und Textinformationen sinnvoll zu integrieren.***

Referenzen

- Bétrancourt, M. et al., 2012. Graphicacy: Do Readers of Science Textbooks need it? In E. de Vries & K. Scheiter, eds. *EARLI SIG 2 Meeting 2012, Grenoble, August 28-31*. Grenoble: EARLI, pp. 37–39.
- Boucheix, J.-M.I, J.-P. Thibaut, R. K. Lowe et al. 2013. 'Learning Novel Concepts in E-Media: The Power of Comparison. The Example of Paired Graphics.' In *Proceedings of ICT for Language Learning, Florence, November 14–15 2012*.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.
- de Vries, E., & R. K. Lowe. 2010. 'Graphicacy: What Does the Learner Bring to a Graphic?' In *Proceedings of the EARLI SIG Meeting 2010, Tübingen, August 26–28*. Tübingen.
- Felten, P. (2008). Visual Literacy. *Change*, (December), 60–65.
- Hochpöchler, U., W. Schnotz, T. Rasch, M. Ullrich et al. 2012. 'Dynamics of Mental Model Construction from Text and Graphics.' *European Journal of Psychology of Education* 28 (4)
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31–48). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E., 2009. *Multimedia Learning*, Cambridge.
- Mayer, R.E. & Estrella, G. 2014. Benefits of emotional design in multimedia instruction. *Learning and Instruction*, 33, pp.12–18.
- OECD, 2013. *OECD Skills Outlook 2013*. OECD Publishing.
- Oestermeier, U. & A.Eitel. 2014. 'Lernen mit Text und Bild.' *Online Publikation* 1–36. <http://www.e-teaching.org/didaktik/>.
- Park, B., Plass, J.L. & Brünken, R. 2014. Cognitive and affective processes in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, pp.125–127. doi:10.1016/j.learninstruc.2013.05.005.
- Peck, J. (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated text. *Learning and Instruction*, 3(3), 227–238.
- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation. *American Psychologist*, 55(1), 68–78.
- St. Amant, K. & L. Meloncon. 2015. 'The Attention-Comprehension Gap: A Framework for Rethinking Information Design.' *Intercom*, February: 14–17.
- Thornes, J. E. (2004). The Visual Turn and Geography (Response to Rose 2003 Intervention). *Antipode*, 36(5), 787–794.
- Ullrich, M., W. Schnotz, H., Horz et.al. 2012. „Kognitionspsychologische Aspekte eines Kompetenzmodells zur Bild-Text-Integration.“ *Psychologische Rundschau* 63 (1): 11–17.
- Um, E. 'Rachel' et al. 2012. Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), pp.485–498.

Artikel der Referentin zum Thema

Behnke, Y. 2017: Sagt ein Bild mehr als tausend Worte? Herausforderungen und Potenziale von Fotos in Bildungsmedien. *GeoAgenda* 2017:4, 20–23

Behnke, Y., 2016: How textbook design may influence learning with geography textbooks? *Nordidactica – Journal of Humanities and Social Science Education* 2016:1, www.kau.se/nordidactica

Behnke, Y., 2016: Wie betrachten und bewerten Lernende Geographieschulbuchseiten? *Zeitschrift für Geographiedidaktik (ZGD)* 2016:3

Behnke, Y., 2015: Welchen Grad an visueller Aufmerksamkeit widmen Lernende den Abbildungen in Geographieschulbüchern? *bildungsforschung* 12/1, 54–76

Behnke, Y., 2017: Visuelle Aspekte eines modernen Geographieschulbuches: Visual Literacy und Herausforderungen beim Wissenserwerb mit Bildern, Texten und Bild-Text-Kombinationen. In: Jahnke, H., Schlottmann, A., Dickel, M. (Hrsg.): *Räume visualisieren. Geographiedidaktische Forschungen, Band 62*, Münsterscher Verlag der Wissenschaft, 33–54,

Behnke, Y., 2016: Nutzung und Bewertung visueller Gestaltungselemente in Schulbüchern durch Lernende. Zur Legitimierung von Schulbuchgestaltung aus lernpsychologischer und designtechnischer Sicht. In: Matthes E., Schütze S., Hg. *Bildungsmedien auf dem Prüfstand. Textbooks under Scrutiny*. Bad Heilbrunn, Klinkhardt, 267–278

Die Artikel finden Sie in: www.researchgate.net zum download

Yvonne Behnke

yvonne.behnke@geo.hu-berlin.de