

Keynote

On Biology and Education My Curriculum as a Teacher and Researcher

Outline

Current Project: Dictionary of Everyday Conceptions in Biology Education

Linking Theory and Practice: Educational Reconstruction

Expectations of a Dissertation: Think first

Staying with a Problem: Love your Issue

Current Project



Toward a better
Understanding of Students

Everyday Conceptions
in Biology Instruction

Ulrich Kattmann: On Biology and Education. My Curriculum as a Teacher and Researcher.
Keynote at the International Workshop of LÜP, Kunzehof, Seefeld, 2 June 2015

Current Project

Everyday Conceptions

"I've encountered a lot of student conceptions and their importance for successful instruction. I personally doubted strongly that they can really play such a big role.

I thought by myself: If the instruction goes on in a well structured manner and if I explain the topic in a simple way, then my students should grasp it. I was convinced it would work."

Frau Schwarz, biology teacher

(Jelemenska 2010)

Current Project

Everyday Conceptions

Structure of the Keywords

1 From Word to Concept

Short draft of the use of the word in colloquial language and of the scientific concept

2 Everyday Conceptions

Report of the main findings derived from empirical research and teaching experience

3 Assistance for Teaching

Consequences and clues for fruitful learning with everyday conceptions

Current Project

Everyday Conceptions

Roles in Disciplinary Learning

1 Bridge

2 Link

3 Contrast

4 Change of Perspectives

Conceptual Reconstruction

Linking Theory and Practice

Empirical Research in Disciplinary Education (Fachdidaktik)

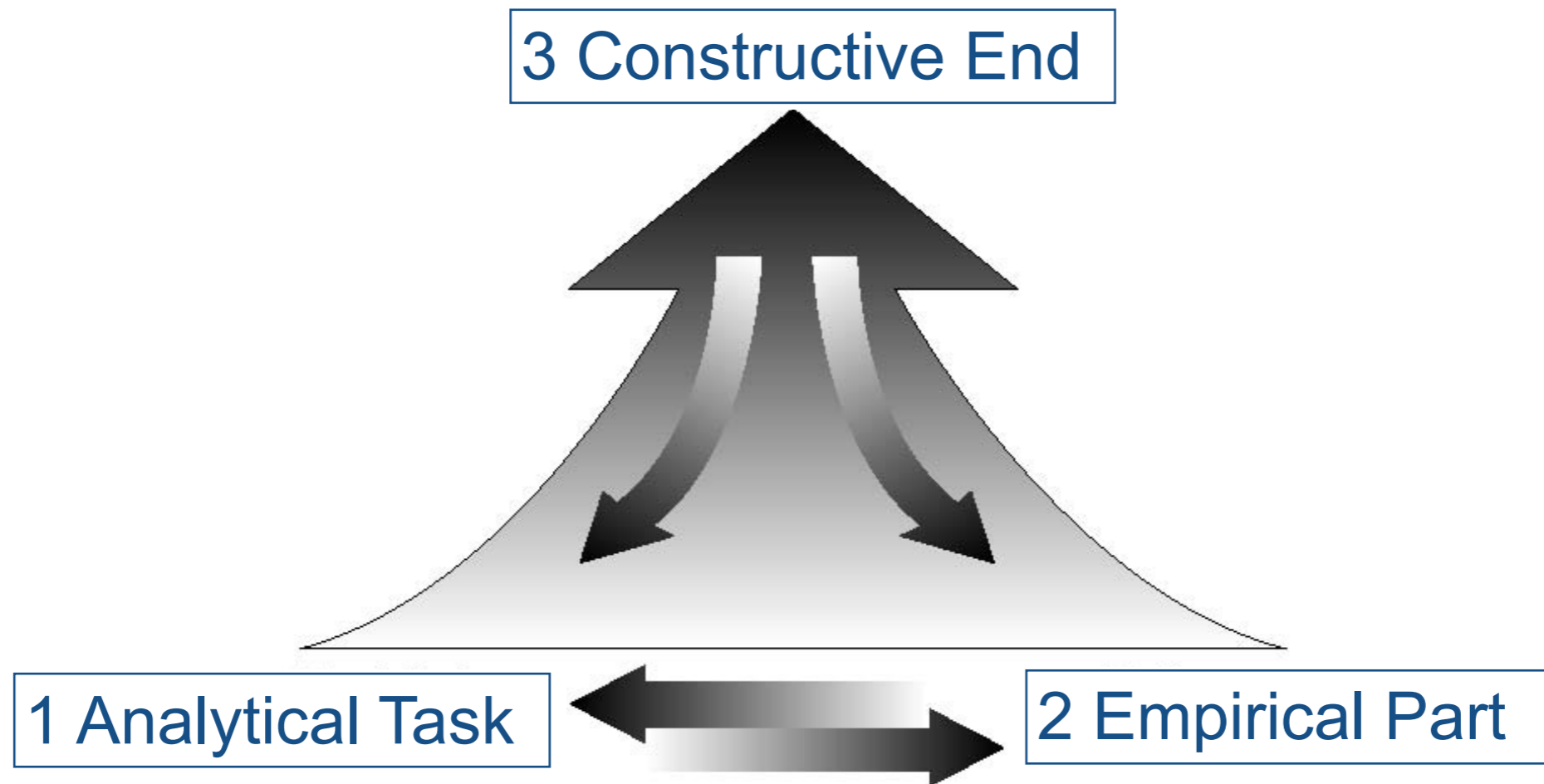
1 Analytical Task

2 Empirical Part

3 Constructive End

Linking Theory and Practice

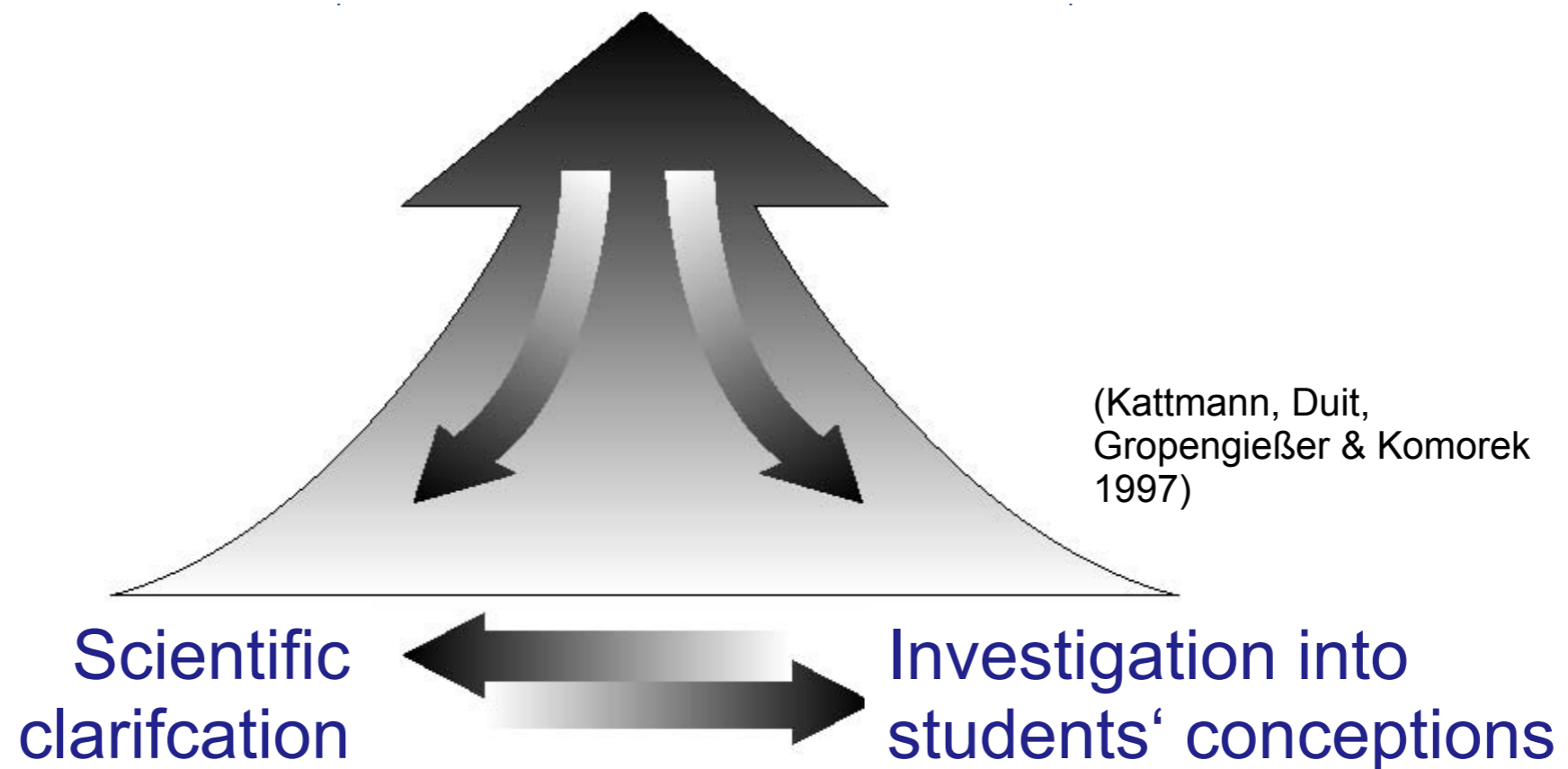
Empirical Research in Disciplinary Education (Fachdidaktik)



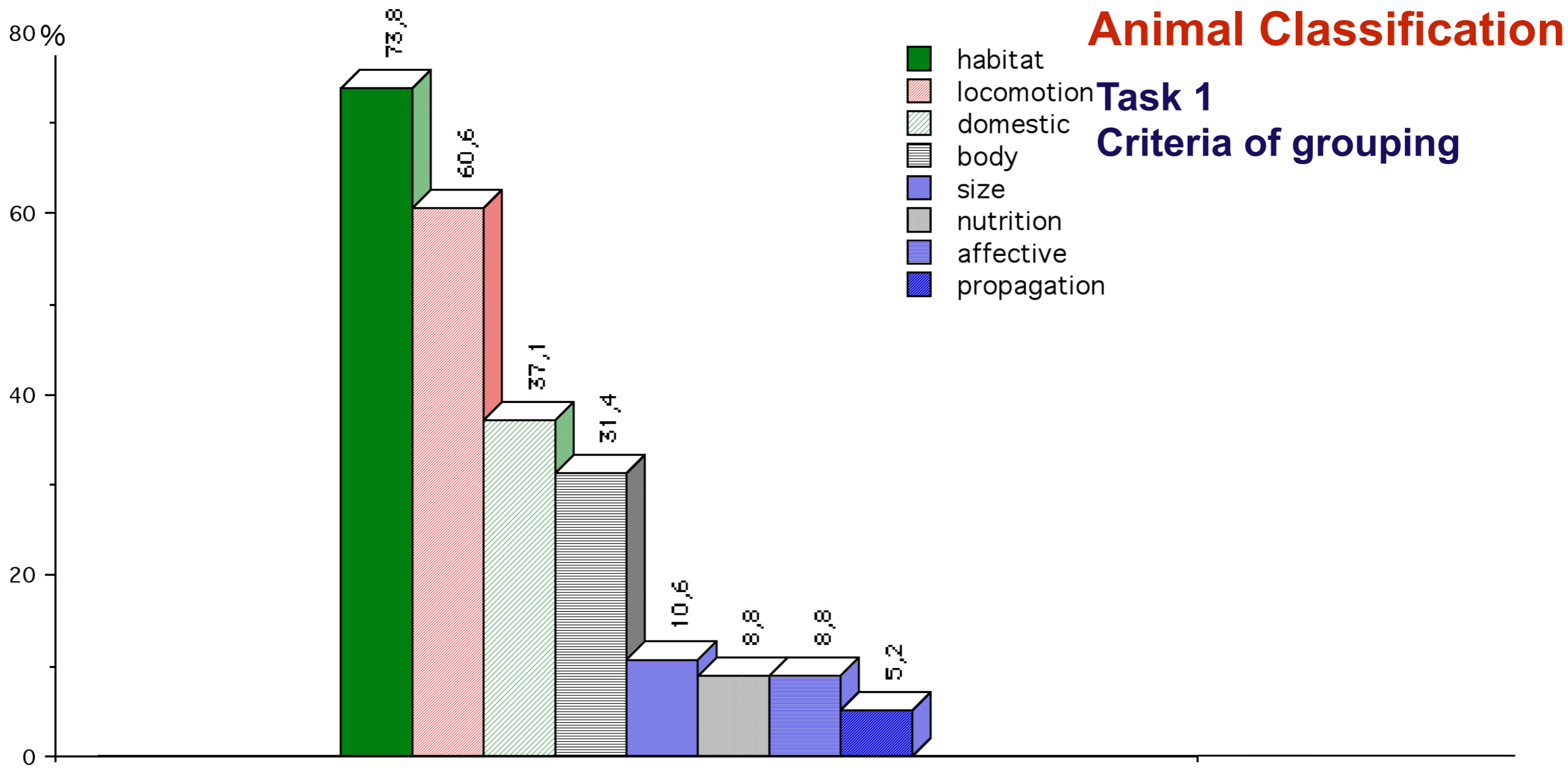
Linking Theory and Practice

Model of Educational Reconstruction

Design of learning environments



Linking Theory and Practice



Ulrich Kattmann: On Biology and Education. My Curriculum as a Teacher and Researcher.
Keynote at the International Workshop of LÜP, Kunzehof, Seefeld, 2 June 2015



Testsheet

1 Grouping and naming

In this task you will find a number of names of animals you know. You will note that some of the animals belong together

Underline all names of animals which belong together with *one* colour.

Afterwards give an appropriate name to each group you formed. You can also invent appropriate names if you like.



[naming the groups:]

Finde Namen für die Gruppen:

- Rot: *Wassertiere* [aquatic animals]
- Grün: *fliegende Tiere* [flying animals]
- Blau: *kriechende Tiere* [creeping animals]
- Gelb: *Haustiere* [domestic animals]
- Schwarz: *Nagetiere* [rodents]
- Braun* *kluge Tiere* [clever animals]

Wenn Du ein Tier nicht in eine Gruppe einordnen willst, schreibe diesen Namen in die Zeile "Einzelgänger"!

[singles:]

"Einzelgänger":

Löwe, Spinne
[lion] [spider]

Testsheet

2 Odd one out

2. In the following tasks the names of five animals are given. Only four of them belong together.

f) Which of the animals does not belong to this group?
Tick its name:

- seal
- cat
- fox
- hen
- hare

Please give the reason why this animal does not fit into the group:

Example

3 Allocating

3. In the following tasks you will find groups of animals which belong together.

d) blue whale
seal
dolphin
otter

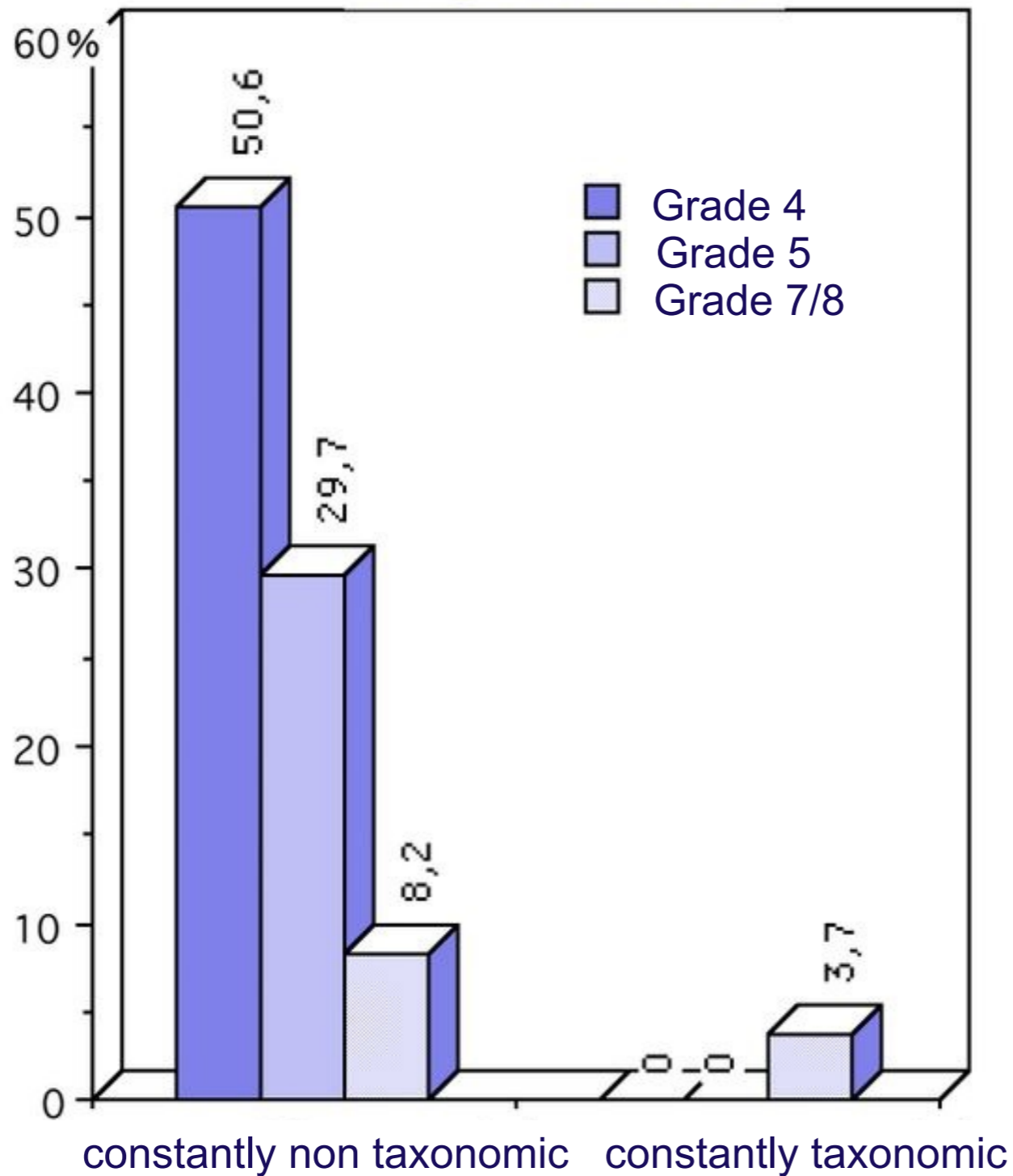
Which of the following animals fits into this group? Mark its name:

- frog
- horse

Please give the reason why, according to your opinion, the animal chosen fits into this group:

Example

Linking Theory and Practice



Animal Classification

Tasks 1 – 3
Taxonomic and
non taxonomic
choices

From Water to Land – and back again

Evolution as Guiding Principle

1 Habitats help to classify

2. Traces of history

3. Traits are auxiliary criteria

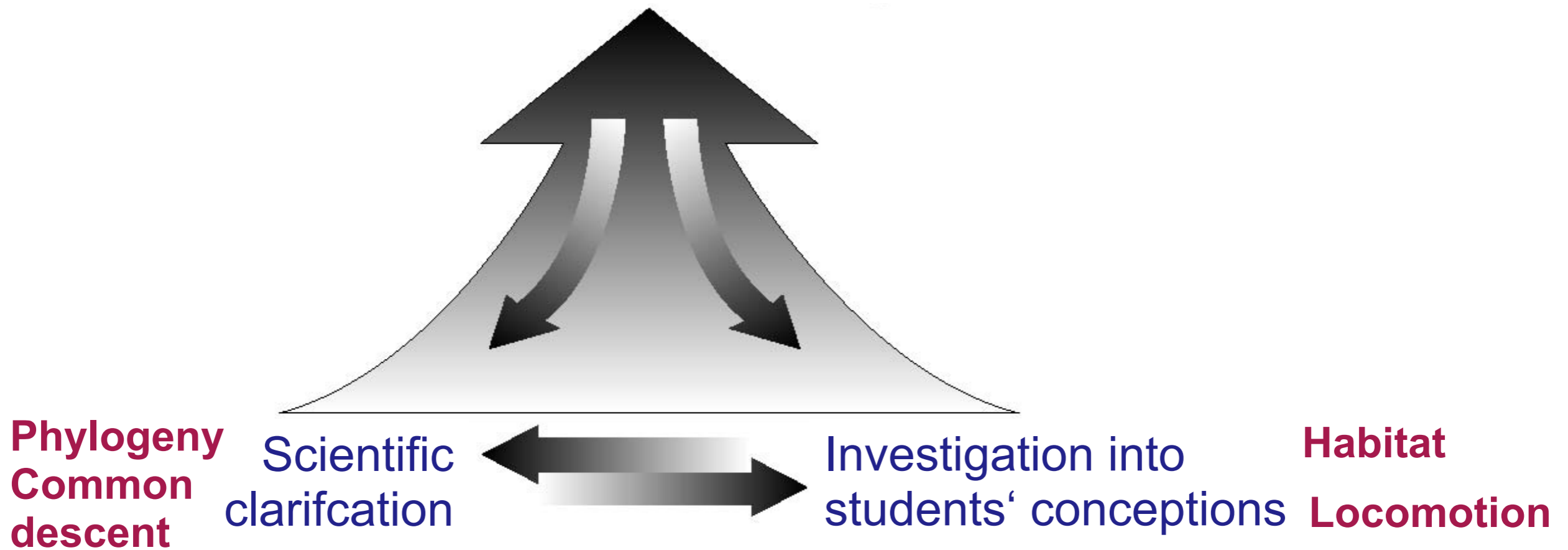
4. Radiation into several biotopes

(Baumann, Schoppe, Harwardt & Kattmann 1996)

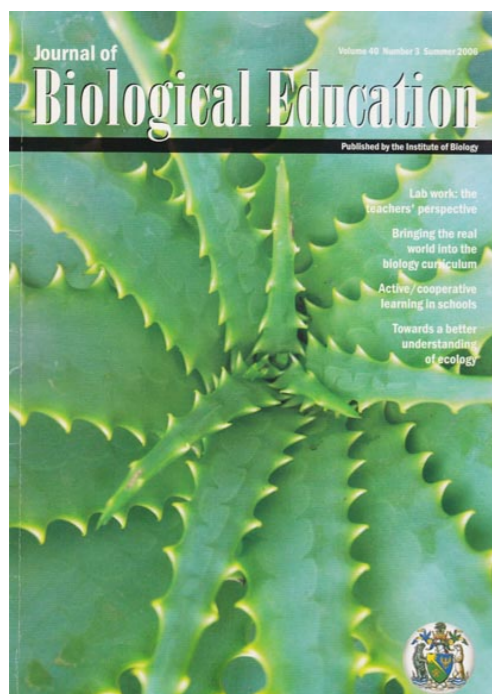
Linking Theory and Practice

- **Key to re-learning:** Evolution of Vertebrates **Animal Classification**
From water to land and back

Design of learning environments



Linking Theory and Practice



Educational Research

Aquatics, Flyers, Creepers and Terrestrials — students' conceptions of animal classification

Ulrich Kattmann
Carl von Ossietzky University of Oldenburg, Germany



Vom Wasser aufs Land – und zurück

UNTERRICHTSMODELL FÜR DIE ORIENTIERUNGS- UND SEKUNDARSTUFE I (5.–7. SCHÜLERJAHRGANG)
VON BIRGIT BAUMANN, MARIA HARWARDT, SILKE SCHOPPE UND ULRICH KATTMANN

Sachinformation

Die Evolution der Pflanzen- und Tiergruppen erfolgte in ökologischer Abhängigkeit. Die systematischen Gruppen der Wirbeltiere spiegeln daher die Abfolge der Besiedelung von Lebensräumen wider. Vor 570 Mio. Jahren, im Kambrium, entwickelten sich die ersten Wirbeltiere im Wasser aus Wirbellosen mit einer Chorda. Bis die Nachkommen dieser «Urfische» das Festland besiedelten, dauerte es weitere 200 Mio. Jahre. Die Vierfüßer (Tetrapoden) besitzen im Gegensatz zu den Fischen Gliedmaßen, die zur Fortbewegung auf dem Land geeignet sind. Das ganze Skelett ist schwerer und stabiler geworden, und ein fester Schädel sowie eine komplexere Wirbelsäule haben sich ausgebildet. Unter den Vierfüßern sind die Amphibien (mit wenigen Ausnahmen) bei

andere Gruppenmerkmale als Indizien herangezogen werden.

Didaktische Überlegungen

Die Klassifikation der Wirbeltiere wird im Schulunterricht traditionell nach Bauplanmerkmalen vorgenommen, wobei u. a. die Körperbedeckung (schleimbedeckte Schuppen, schleimige Haut, Hornschuppen, Federn, Haare) als anschauliches Kennzeichen herangezogen wird. Dieses typologische Vorgehen führt sicher zu den üblichen fünf Klassen «Fische», «Amphibien», «Reptilien», «Vögel» und «Säugetiere» (vgl. Biologiebücher sowie Heinrichs 1995 in UB 201). Das Klassifizieren von Lebewesen nach Merkmalen beruht jedoch auf einem logischen Fehlschluß, nämlich auf einer typologischen Inversion:

Der Unterrichtseinheit liegen – entsprechend der schrittweisen Ausbreitung der Wirbeltiere – folgende Gedanken zugrunde:

(1) Lebensräume helfen ordnen

Den SchülerInnen wird mitgeteilt, daß die Wirbeltiere ihre Evolution im Wasser begonnen und von dort das Land besiedelt haben. Die Einführung des naturgeschichtlichen Aspekts legt es dann nahe, die Vertreter der Wirbeltiere nach den Lebensbereichen «Wasser», «Übergang Wasser/Land» und «Land» zu ordnen. Dem entsprechen die großen Gruppen der Wirbeltiere: Fische (Wasser), Amphibien (Wasser/Land) und Echte Landtiere. Die Echten Landtiere, die so gar nicht nach einer systematischen Gruppe aussehen, stellen in dieser Aufzählung tatsächlich eine einzelne Abstammungsgemein-

Linking Theory and Practice

Genetics and Evolution



INT. J. SCI. EDUC., 6 FEBRUARY 2004, VOL. 26, NO. 2, 195–206



RESEARCH REPORT

Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics

Jenny Lewis, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, School of Education, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK; e-mail: j.m.lewis@education.leeds.ac.uk; and Ulrich Kattmann, University of Oldenburg, Germany

Findings from a study of 10 German students aged 15–19, using problem-centred interviews, suggest that many students hold an 'everyday' conception of genes as small, trait-bearing, particles. Analysis of this notion identified a number of ways in which such a view might restrict the ability of students to develop an understanding of the scientific explanation. For example, if genes are equated with trait there is no clear distinction between genotype and phenotype, and hence little need to consider a mechanism by which a gene could be expressed in the phenotype. This everyday perspective provided a plausible explanation of the difficulties and misconceptions found, after formal teaching of genetics, in a survey of 482 English students aged 14–16 based on written questions and interviews. Drawing on this analysis, an approach to teaching genetics and inheritance that takes account of students' everyday views is suggested.



WILFRIED BAALMANN – VERA FRERICHS – ULRICH KATTMANN

Genetik im Kontext von Evolution

Oder: Warum die Gorillas schwarz wurden

Nach den Richtlinien der Bundesländer ist Unterricht über »Evolution« gewöhnlich erst am Schluss der schulischen Ausbildung vorgesehen. Das Thema wird für zu komplex und theoretisch gehalten, um es früher zu unterrichten. So steht »Evolution« nicht im Zentrum des Biologieunterrichts, sondern gerät an den Rand. Dem berühmten Satz des Genetikers THEODOSIUS DOBZHANSKY [1]: »Nothing in biology makes sense except in the light of evolution« kann man auf diese Weise kaum gerecht werden. Ein Hauptgrund für die Verbannung des Themas Evolution ans Ende der Schullaufbahn ist die Überzeugung vieler Biologielehrkräfte, dass Evolution ohne Basiswissen aus der Genetik nicht richtig gelehrt und verstanden werden könne. Die Didaktische Rekonstruktion im Bereich Genetik und Evolution widerlegt diese Annahme und zeigt einen Weg zum besseren Verstehen beider Phänomene.¹

1 Fragestellung und Methoden der Studie

Die Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern, Evolution angemessen zu verstehen, sind durch zahlreiche Studien belegt worden (z. B. [2]). Aber es gibt

keine Hinweise darauf, dass genetisches Wissen das Verständnis von Evolution erleichtert. Im Gegenteil haben Schülerinnen und Schüler gleichermaßen Schwierigkeiten grundlegende Prozesse der Genetik zu verstehen (vgl. [3, 4, 5]). Im Unterricht über Evolution machen Schüler dem entsprechend kaum Gebrauch von ihrem zum Thema Genetik angeeigneten Wissen (vgl. [6]).

Aus dieser Sachlage ergibt sich die Frage, ob und wie die Konzepte zu den Bereichen Evolution und Genetik in den Vorstellungen der Schüler miteinander verknüpft sind. Untersuchungen in der Kognitionspsychologie stützen die Annahme, nach der vorunterrichtliche Schülervorstellungen als implizite Theorien betrachtet werden können. Implizite Theorien sind in sich logisch konsistent und zusammenhängend. Sie sind jedoch auf bestimmte Wirklichkeitsbereiche beschränkt und stehen damit möglicherweise in einem gewissen Gegensatz zu Vorstellungen, die dieselbe Person zu anderen Bereichen entwickelt (hat). Implizite Theorien sind also bereichsspezifisch (vgl. [7, 8]). In unseren Untersuchungen zu Schülervorstellungen versuchen wir u. a. die Fragen zu beantworten, welche Vorstellungen die Schüler im genetischen Kontext entwickeln und verwenden und wie diese Vorstellungen mit denjenigen korrespondieren, die im evolutionären Kontext gebildet und verwendet werden. Die Forschungen wurden im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion durchgeführt, dessen Komponenten und Methoden an anderer Stelle ausgeführt sind ([9], vgl. auch [10]). Im vorliegenden Beitrag werden Erhebungen zu Schülervorstellungen referiert,

¹ Die Studien zur Didaktischen Rekonstruktion in den Bereichen Genetik und Evolution wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Linking Theory and Practice

Genetics and Evolution



INT. J. SCI. EDUC., 6 FEBRUARY 2004, VOL. 26, NO. 2, 195-206



RESEARCH REPORT

Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics

Jenny Lewis, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, School of Education, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK; e-mail: j.m.lewis@education.leeds.ac.uk; and Ulrich Kattmann, University of Oldenburg, Germany

Findings from a study of 10 German students aged 15-19, using students hold an 'everyday' conception of genes as small, tr identified a number of ways in which such a view might r understanding of the scientific explanation. For example, if g distinction between genotype and phenotype, and hence little r could be expressed in the phenotype. This everyday persp difficulties and misconceptions found, after formal teaching of ge 14-16 based on written questions and interviews. Drawing on and inheritance that takes account of students' everyday views



WILFRIED BAALMANN – VERA FRERICHS – ULRICH KATTMANN

Genetik im Kontext von Evolution

Oder: Warum die Gorillas schwarz wurden

Nach den Richtlinien der Bundesländer ist Unterricht über «Evolution» gewöhnlich erst am Schluss der schulischen Ausbildung vorgesehen. Das Thema wird für zu komplex und theoretisch gehalten, um es früher zu unterrichten. So steht «Evolution» nicht im Zentrum des Biologieunterrichts, sondern gerät an den Rand. Dem berühmten Satz des Genetikers THEODOSIUS DORZHANSKY [1]: «Nothing in biology makes sense except in the light of evolution» kann man auf diese Weise kaum gerecht werden. Ein Hauptgrund für die Verbannung des Themas Evolution ans Ende der Schullaufbahn ist die Überzeugung vieler Biologielehrkräfte, dass Evolution ohne Basiswissen aus der Genetik nicht richtig gelehrt und verstanden werden könne. Die Didaktische Rekonstruktion im Bereich Genetik und Evolution widerlegt diese Annahme und zeigt einen Weg zum besseren Verstehen beider Phänomene.¹

keine Hinweise darauf, dass genetisches Wissen das Verständnis von Evolution erleichtert. Im Gegenteil haben Schülerinnen und Schüler gleichermaßen Schwierigkeiten grundlegende Prozesse der Genetik zu verstehen (vgl. [3, 4, 5]). Im Unterricht über Evolution machen Schüler dem entsprechend kaum Gebrauch von ihrem zum Thema Genetik angeeigneten Wissen (vgl. [6]). Aus dieser Sachlage ergibt sich die Frage, ob und wie die Konzepte zu den Bereichen Evolution und Genetik in den Vorstellungen der Schüler miteinander verknüpft sind. Untersuchungen in der Kognitionspsychologie stützen die Annahme, nach der vorunterrichtliche Schüler Vorstellungen als implizite Theorien betrachtet werden können. Implizite Theorien sind in sich logisch konsistent und zusammenhängend. Sie sind jedoch auf bestimmte Wirklichkeitsbereiche beschränkt und stehen damit möglicherweise in einem gewissen Gegensatz zu Vorstellungen, die dieselbe Person zu anderen Bereichen entwickelt (hat). Implizite Theorien sind also bereichsspezifisch (vgl. [7, 8]). In unseren Untersuchungen zu Schüler Vorstellungen versuchen wir u. a. die Fragen zu beantworten, welche Vorstellungen die Schüler im genetischen Kontext entwickeln und verwenden und wie diese Vorstellungen mit denjenigen korrespondieren, die im evolutionären Kontext gebildet und verwendet werden. Die Forschungen wurden im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion durchgeführt, dessen Komponenten und Methoden an anderer Stelle ausgeführt sind ([9], vgl. auch [10]). Im vorliegenden Beitrag werden Erhebungen zu Schüler Vorstellungen referiert.

5-5866 © Bildungsv Verlag EINS – DÜMMLER · Troisdorf



Jahrgang 58 • 2005 • Heft 6

- Wissen und Lernen
- Gene sind charakteristisch
- Stocherbriefaufgaben
- Kyrtologie modular
- Kopfschmerz mit Cabri 3D
- Mathematik des Parametris
- Mittel der Terminterpretation
- Ableitungen alternativ berechnen
- Die Sonnenschein-Formel
- Lernen mit Simulationen
- Reaktionen auf atomarer Ebene
- Rechnen mit Größen
- Lernemotionen im Biologieunterricht

Bildungsv Verlag EINS Dümmeler

Birkenspanner: Genetik im Kontext von Evolution

UNTERRICHTSANREGUNG FÜR DIE SEKUNDARSTUFE I (9./10. SCHÜLERJAHRGANG)
VON WILFRIED BAALMANN UND ULRICH KATTMANN

Sachinformation

Der Industriemelanismus des Birkenspanners (*Biston betularia*) ist ein Standardbeispiel für eine Populationsumwandlung durch Selektion (vgl. Kettlewell 1961, Kurtze 1995). In den Populationen des Spanners treten drei Phänotypen auf: die helle Form der Erstbeschreibung (*f. typica*), eine dunkle Form (*f. carbonaria*) und eine Reihe farblich dazwischen liegender Falter (*f. insularia*). Die Form *carbonaria* beruht auf einem einzigen Allel und ist gegenüber den anderen Farbvarianten

Folge der Luftverschmutzung starben Flechten auf den Zweigen ab. Die dunkle Form – jetzt besser getarnt als die helle – nahm in den Populationen bis zu einem Anteil von über 90 % zu. Parallel zum Rückgang der Luftverschmutzung sank der Anteil der dunklen Form seit 1960 bis heute auf weniger als 10 %. Die Erscheinung des Industriemelanismus des Birkenspanners ist also nahezu Vergangenheit. Aktuell ist jedoch die Diskussion um die Ursachen des Populationswandels. Kettlewells Untersuchungen belegten die Tarnung vor Fressfeinden als

Abb. 1 sowie Mani 1990; Cook/Dennis/Mani 1999). Die SO₂-Konzentration hat möglicherweise direkte physiologische Auswirkungen auf die Falter und deren Raupen.

Bemerkungen zum Unterricht

Der Unterrichtsvorschlag greift ein bekanntes Beispiel auf. Abweichend vom üblichen Vorgehen, bei dem lediglich der Selektionsaspekt angesprochen wird,

Thanks to doctorate students



Regina Cypionka

Esther van Dijk

Matthias Gluhodedow

Christian Hörsch



Julia
Schwanewedel

Jörg Zabel



Harald
Gropengießer



Tanja
Riemeier

Elke Sander



Anja Kizil



Children in
science

Patricia
Jelemenska



Anne
Janßen-Bartels



Regine Illner



Catja Hilge



Wilfried Baalman



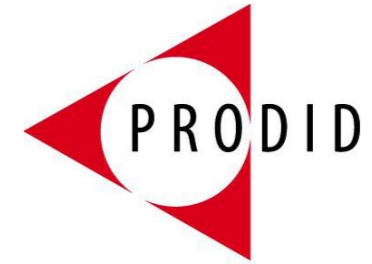
Vera Frerichs



Jorge Groß

Grandchildren

Thanks to the participants of



Ulrich Kattmann: On Biology and Education. My Curriculum as a Teacher and Researcher.
Keynote at the International Workshop of LÜP, Kunzehof, Seefeld, 2 June 2015



Thanks to the participants of



Ulrich Kattmann: On Biology and Education. My Curriculum as a Teacher and Researcher.
Keynote at the International Workshop of LÜP, Kunzehof, Seefeld, 2 June 2015



Expectations

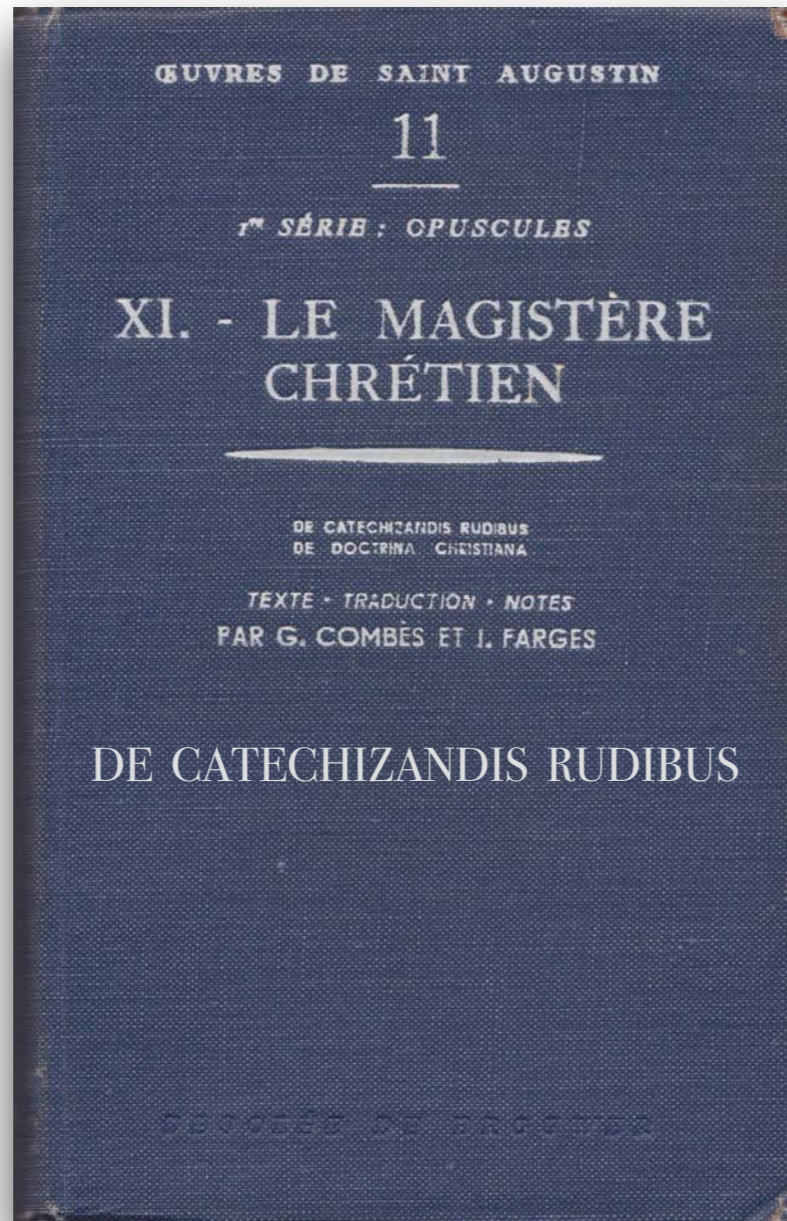
"What do you expect of a dissertation?"

Supervisor: "Nothing special!"

Human centred biology curriculum



Expectations



Step 1) Think

Step 2) Study

Step 3) Go back to step 1)

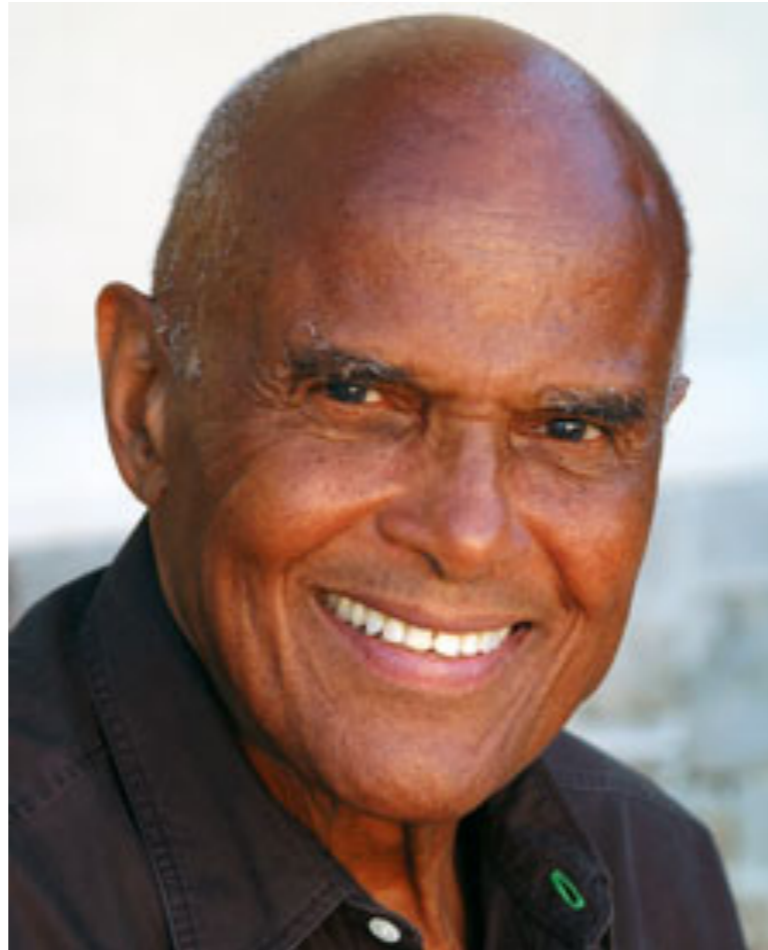
Expectations



"Science does not gain to reach eternal truth but is satisfied by removing some of the main errors which concern nature and society."

(Hall of Fame,
University of Vienna)

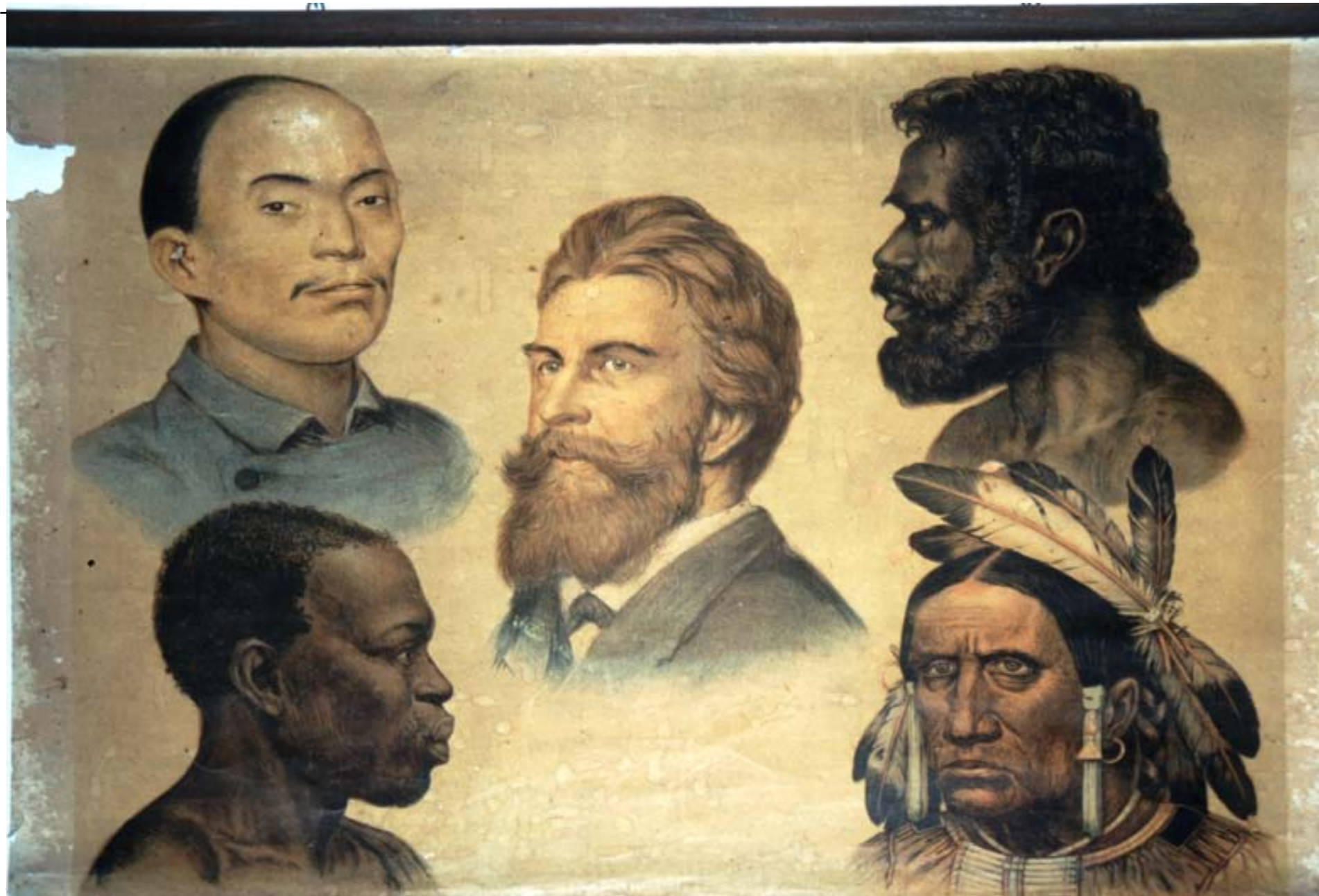
Staying with a Problem



Harry Belafonte

"My mother advised me:
'Never sing a song you don't like!'"

Staying with a Problem



Racial stereotypes
Race and culture

Table of Human Races
from a local museum
(19th/20th century)

Ulrich Kattmann: On Biology and Education. My Curriculum as a Teacher and Researcher.
Keynote at the International Workshop of LÜP, Kunzehof, Seefeld, 2 June 2015

“As far as differences between humans are concerned, I guess that education and culture are of greater importance than appearance. Whether it is possible to understand humans of other culture? – one can try it.”

“I do not believe that a Jamaican who lives in Germany will be able to internalise our mentality sometime. I do not believe that he will become a real European.”

“Whites are in no case more intelligent than Blacks.”

Student conceptions of „race“

(grade 11,
Janßen 1998)

“When I hear the word ‘race’ I directly think of the Third Reich and I’m associating racism. But, for me, there are certain features of persons, which is why I’m sorting them into a certain group.”

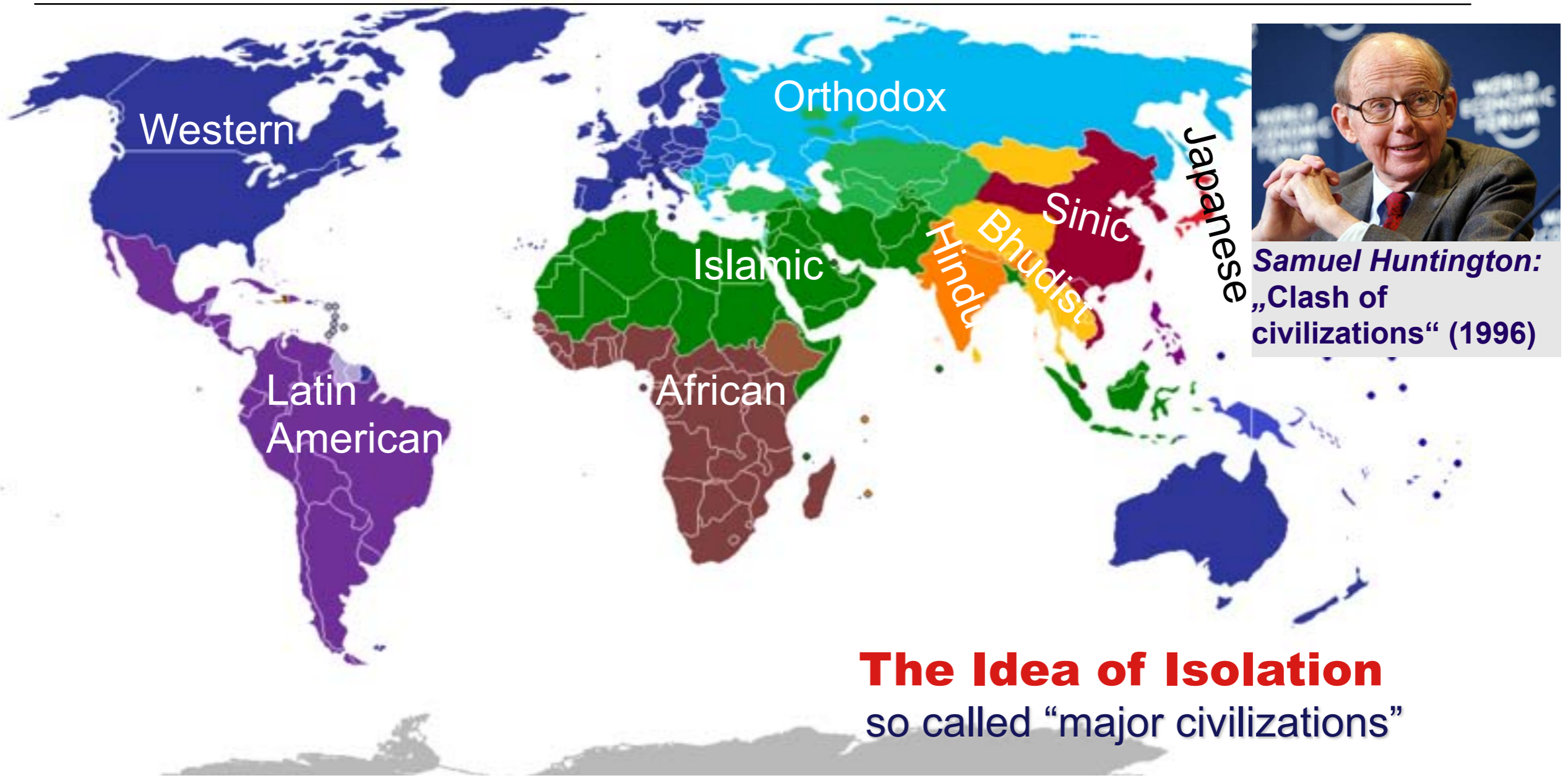
“If you compare the two influences, the one which is genetically transferred, and the other which is environmentally conditioned, then you are clearly more engraved by that which is passed on to you. Yes, quite clearly, you can push yourself as much as you like: There is always and everywhere a spark of origin.”

Staying with a Problem



The Idea of Isolation
so called “major races”

Staying with a Problem



Staying with a Problem

The Idea of Isolation

Evolutionary Biology:

Origin of races und speciation by geographical separation

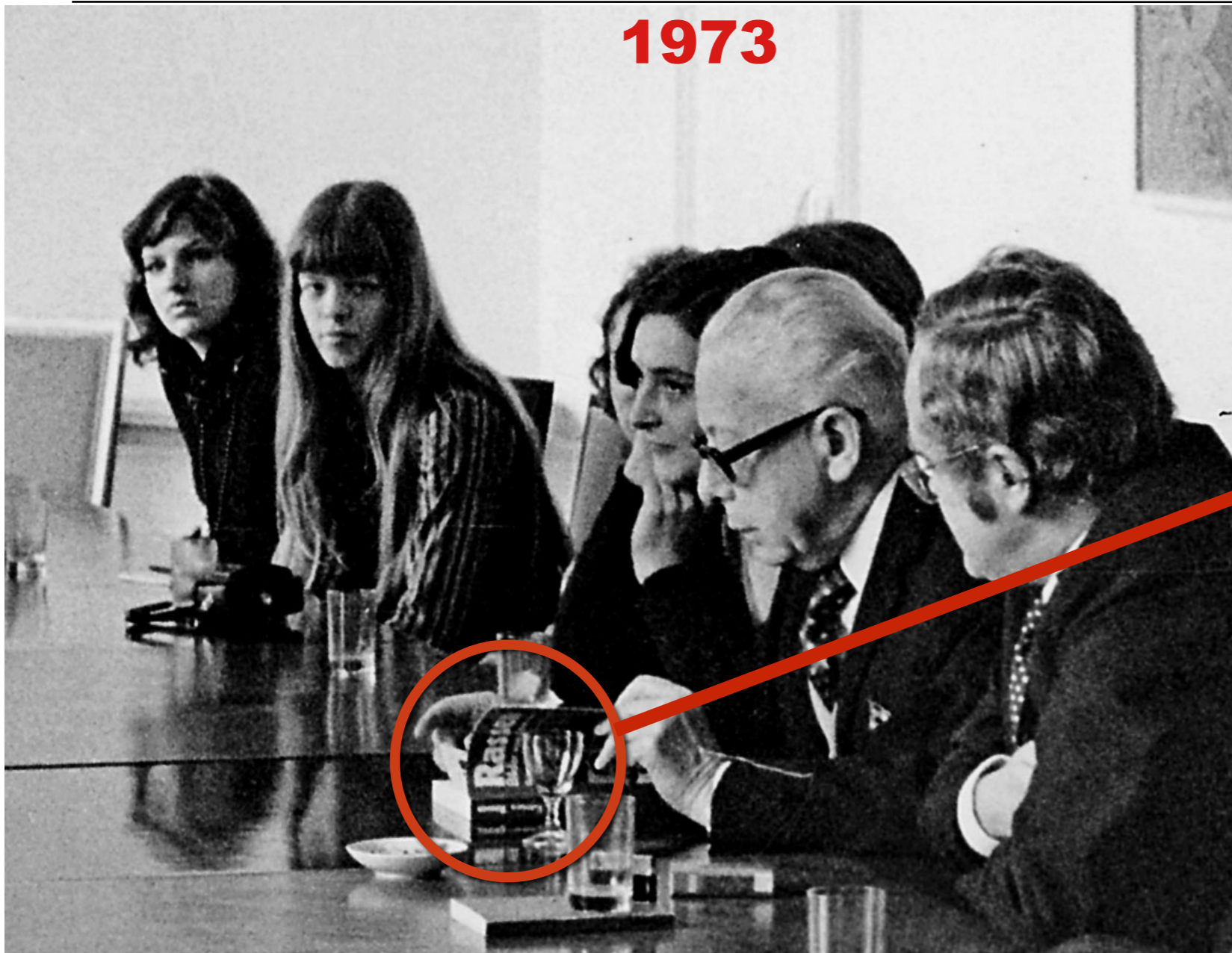
Biological Anthropology: Origin of human races by natural selection in geographical isolation, regional development

Psychology: Origin of different cultures by apportionment and alienation, "pseudospecies" (Erikson 1968)

Cultural Studies: Thinking of cultures in plural only:
Stressing differences and animosities between cultures.
Cultures are treated as self-contained entities.

Staying with a Problem

1973



Ulrich Kattmann: On Biology and Education. My Curriculum as a Teacher and Researcher.
Keynote at the International Workshop of LÜP, Kunzehof, Seefeld, 2 June 2015

Staying with a Problem

1995
LEBEN

24 10. Ju



Den „schwarzen“ Schwarzenegger trennen vom „weißen“ Regisseur Spike Lee, der dunklen Queen oder dem „chinesischen“ Papst und dem ganz erbleichten Michael

Cut from the same Cloth

Genetik-Pionier Cavalli-Sforza bei UNESCO-Tagung im Burgenland: „Man kann die Menschen nicht nach Rassen einteilen“

Ernst Mauritz
„Der Begriff ‚Rasse‘ ist völlig willkürlich. Man kann die Menschen nicht nach Rassen einteilen.“ Der US-Genetiker Luigi Luca Cavalli-Sforza, Professor an der Stanford-Universität, hat die Erbanlagen von Menschen aus 1800 unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen in allen Erdteilen untersucht: „Die Unterschiede sind sehr gering. Und es lassen sich keine klaren Abgrenzungen finden. Vor allem aber sind die genetischen Un-

und Verhaltenswissenschaftler aus Europa und den USA kamen bei einer Tagung der UNESCO in Stadtschlaining, Burgenland, zu einem einhelligen Ergebnis: „Der Rassenbegriff ist veraltet“, so Univ.-Prof. Horst Seidler vom Institut für Humanbiologie der Universität Wien.
Anhand äußerer Merkmale (Hautfarbe, Größe, Gesichtsform) können Bevölkerungsgruppen nicht charakterisiert werden, so Cavalli-Sforza: „Die Hautfarbe ist ein Resultat alter Klimaanpassungen. Und im Vergleich zu den großen



Cavalli-Sforza, Mitbegründer der modernen Populationsgenetik: „Alle Menschen sind so eng verwandt, daß eine Einteilung in Rassen völlig unmöglich ist“



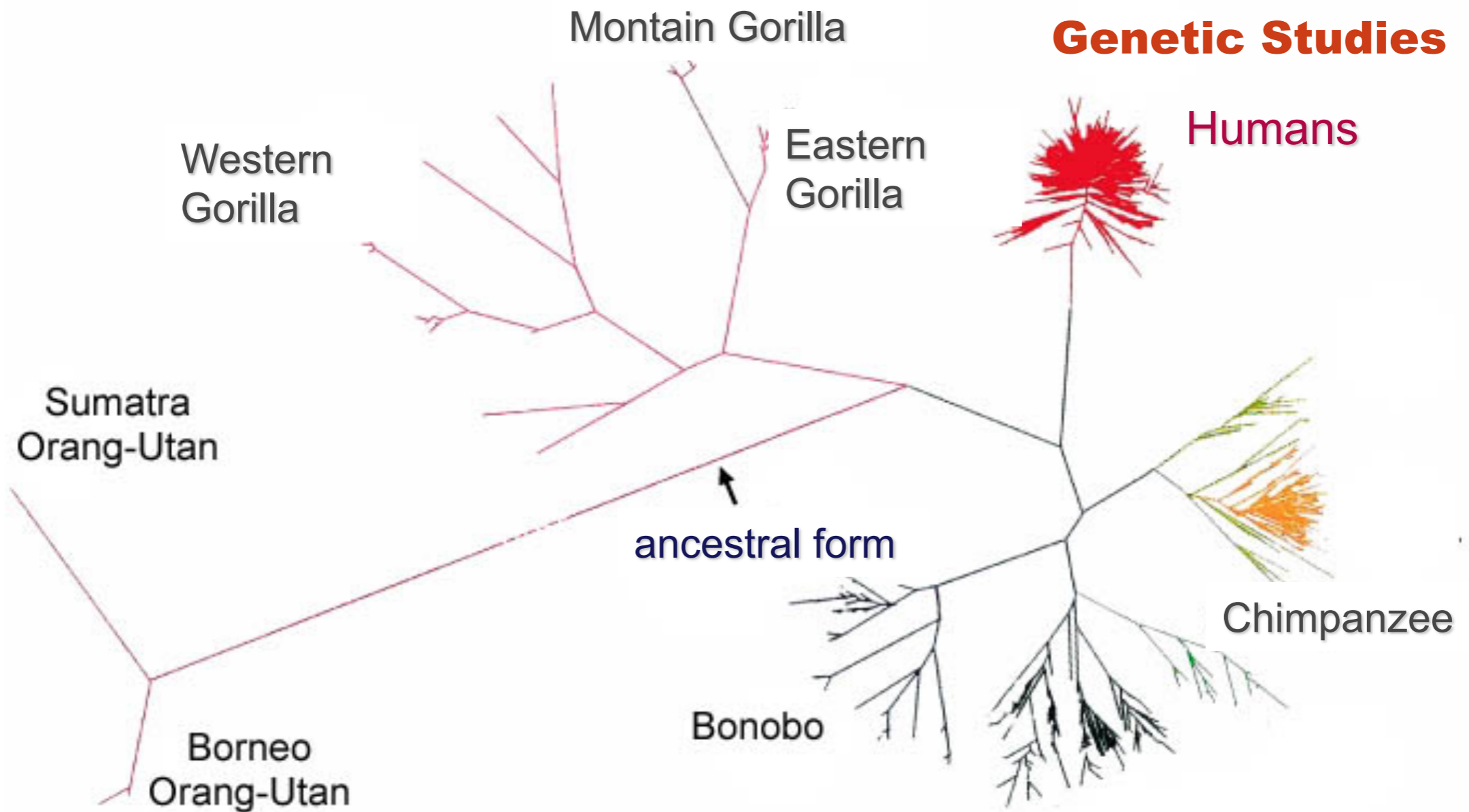
Homo sapiens: Alle
100.000 Jahre v. Chr.
50.000 Jahre
35 - 40.000 Jahre

Die Genanalysen von Prof. Cavalli-Sforza zu Generationen breitete sich der homo sapie

“Current scientific findings do not support the earlier view that human populations can be classified into discrete ‘races’ like ‘Africans’, ‘Eurasians’, or any greater number of subdivisions.

There is no scientifically reliable way to characterise human diversity using the rigid terms of ‘racial’ categories or the traditional ‘race’ concept. There is no scientific reason to continue using the term ‘race’”.

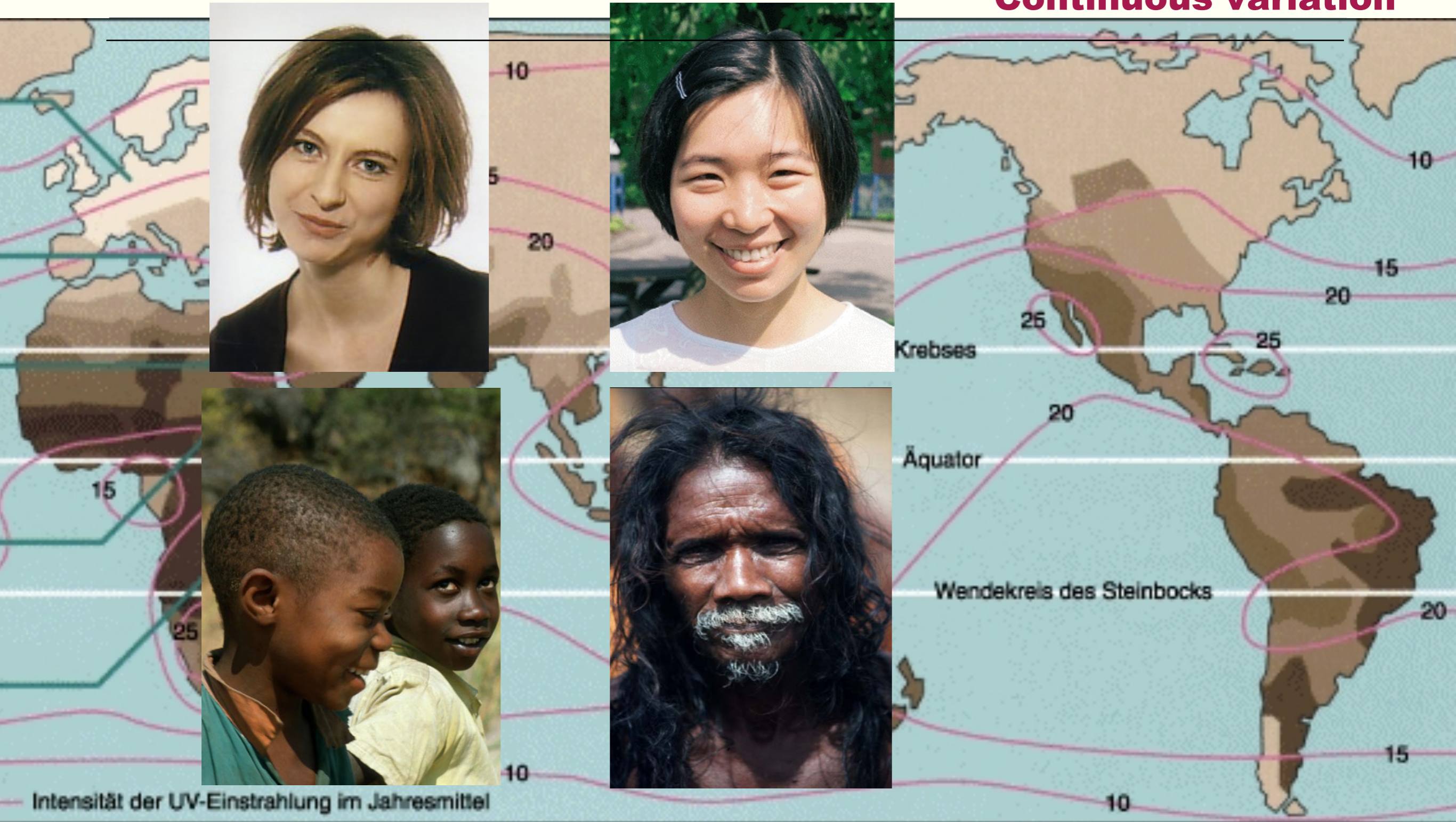
Staying with a Problem



(after Gagneux et al. 1999)

Staying with a Problem

Continuous variation



Intensität der UV-Einstrahlung im Jahresmittel

Staying with a Problem

Pitfalls of Simplicity

Types are ideal or statistically derived kinds (classes) which displace the diversity of individuals. Types exist in our brains only.

Median values are instruments to reduce the diversity in order to get homogeneous groups. The spread of features is ignored, e.g. by deducing the ability of groups from mean IQ-values.

Dichotomies divide the diversity of processes and modes of living into seemingly incompatible alternatives: “Blacks” and “Whites”; clashing (western and Islamic) cultures, antithetic types of man and woman.

Staying with a Problem

This is Gordon!

Focus on the Individual

The nurse brought a new child into the kindergarten-group. A little girl pointed to the dark-skinned boy and shouted: “Oh, look, a negro”.

Aware of the situation the nurse told the group: “This is not a negro, this is Gordon!”

Elly is Jewish.

“I was a good friend of Elly. Suddenly Elly did not appear at school. The teacher told the class that Elly had to leave the school.

When I told my mother, that I’m very sad that Elly is absent and that I don’t know, why Elly left the school, my mother told me: ‘Elly is Jewish, you know’.

Staying with a Problem

- Key to re-learning:

Diversity within unity

Focus on the individual

Design of learning environments

Heterogeneity within groups

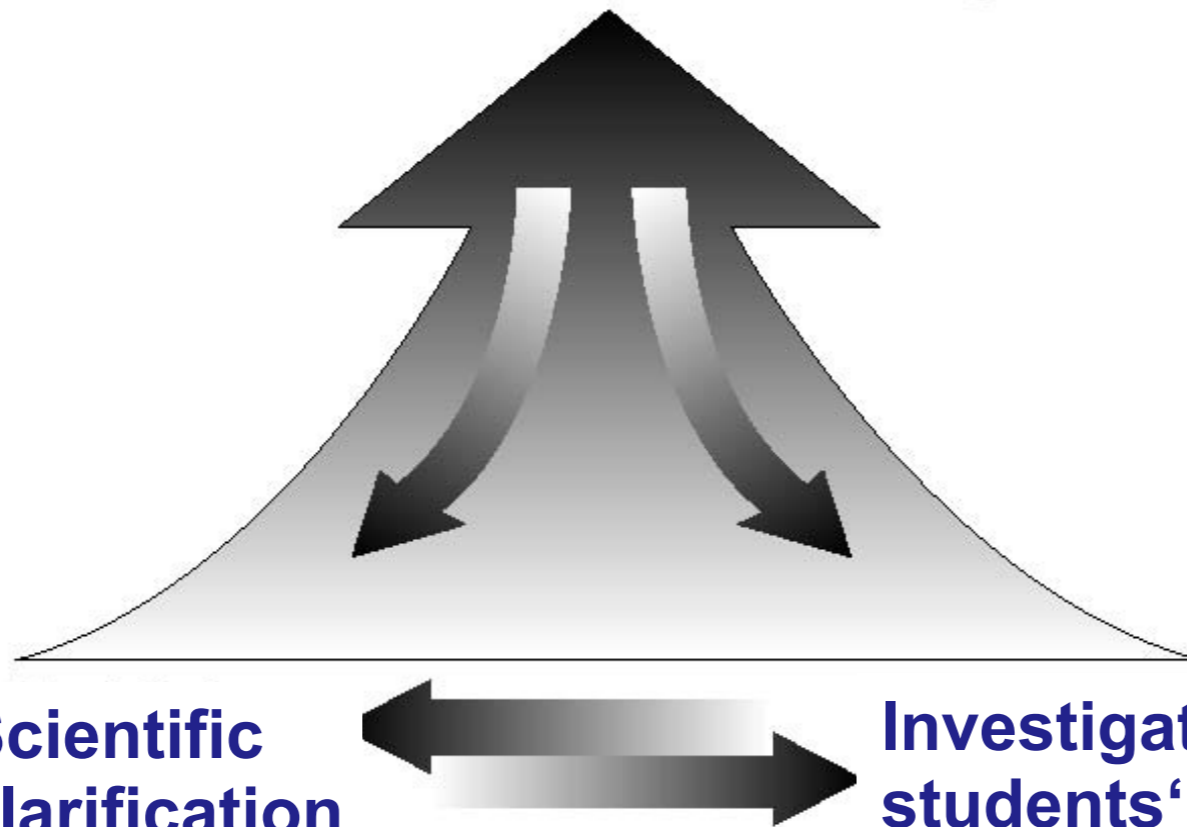
Continuous variation

Scientific clarification

Investigation into students' conceptions

Types

Essential differences





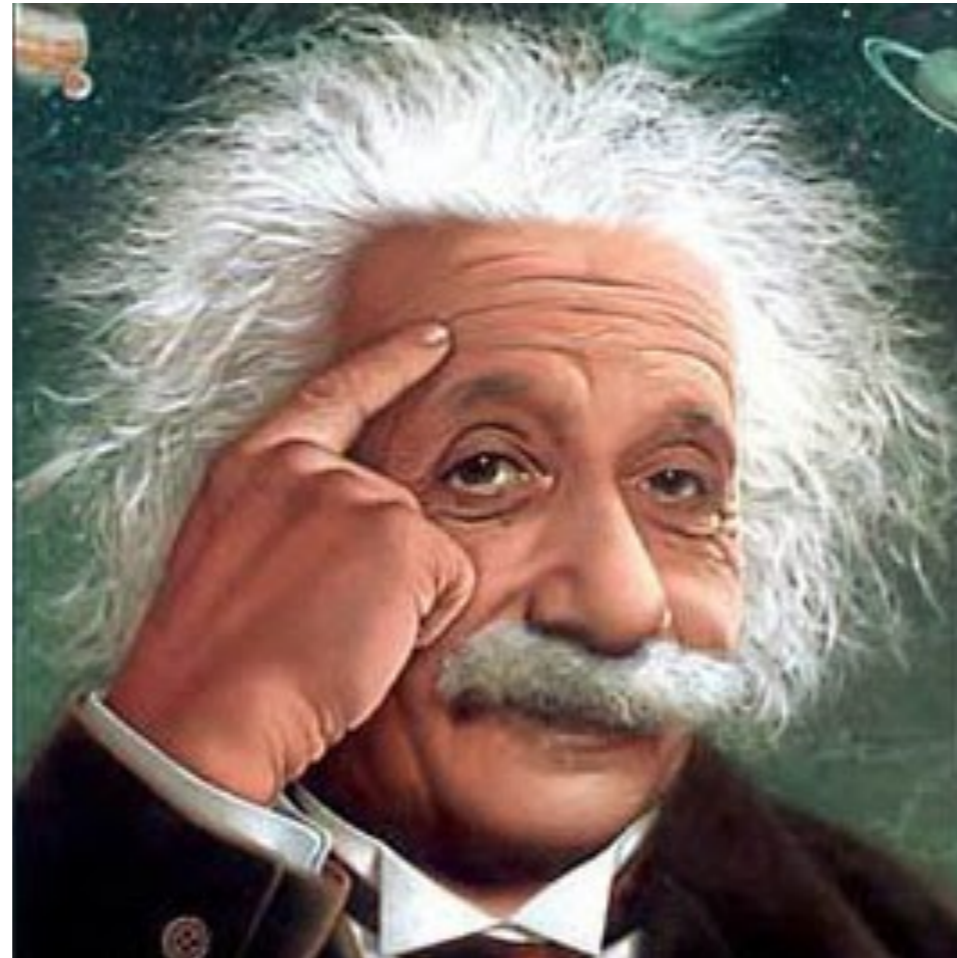
Only one Humankind. Only one Culture.



Recommendations

- **Link theory and practice.**
- **Love your topic.**
- **Be patient with problems.**
- **Have compassion for learners.**

In the End



“It’s not that I’m so smart, it’s just that I stay with problems longer.”