



# **Passt Physik zu mir? Wie das Image von Schulfächern die Interessensentwicklung beeinflusst**

**Ursula Kessels  
Universität zu Köln**

**Vortrag am 25.2.2010 an der Universität Erlangen-Nürnberg**

---

Universität zu Köln



## Gliederung

1. Modell: Wie die Entwicklung schulischer Interessen mit der Identitätsentwicklung interagiert
2. Weshalb mathematisch- naturwissenschaftliche Fächer von vielen Jugendlichen abgelehnt werden: mangelnde Passung zwischen Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science
  - Beschreibung des image of science (Personen/ Fach)
  - Beschreibung zentraler Identitätsaspekte im Jugendalter
  - „Misfit“ Selbstbild und image of science
3. Interventionsmöglichkeiten, um die Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science zu erhöhen
  - Ansatzpunkt image of science
  - Ansatzpunkt Selbstbild der (weiblichen) Jugendlichen

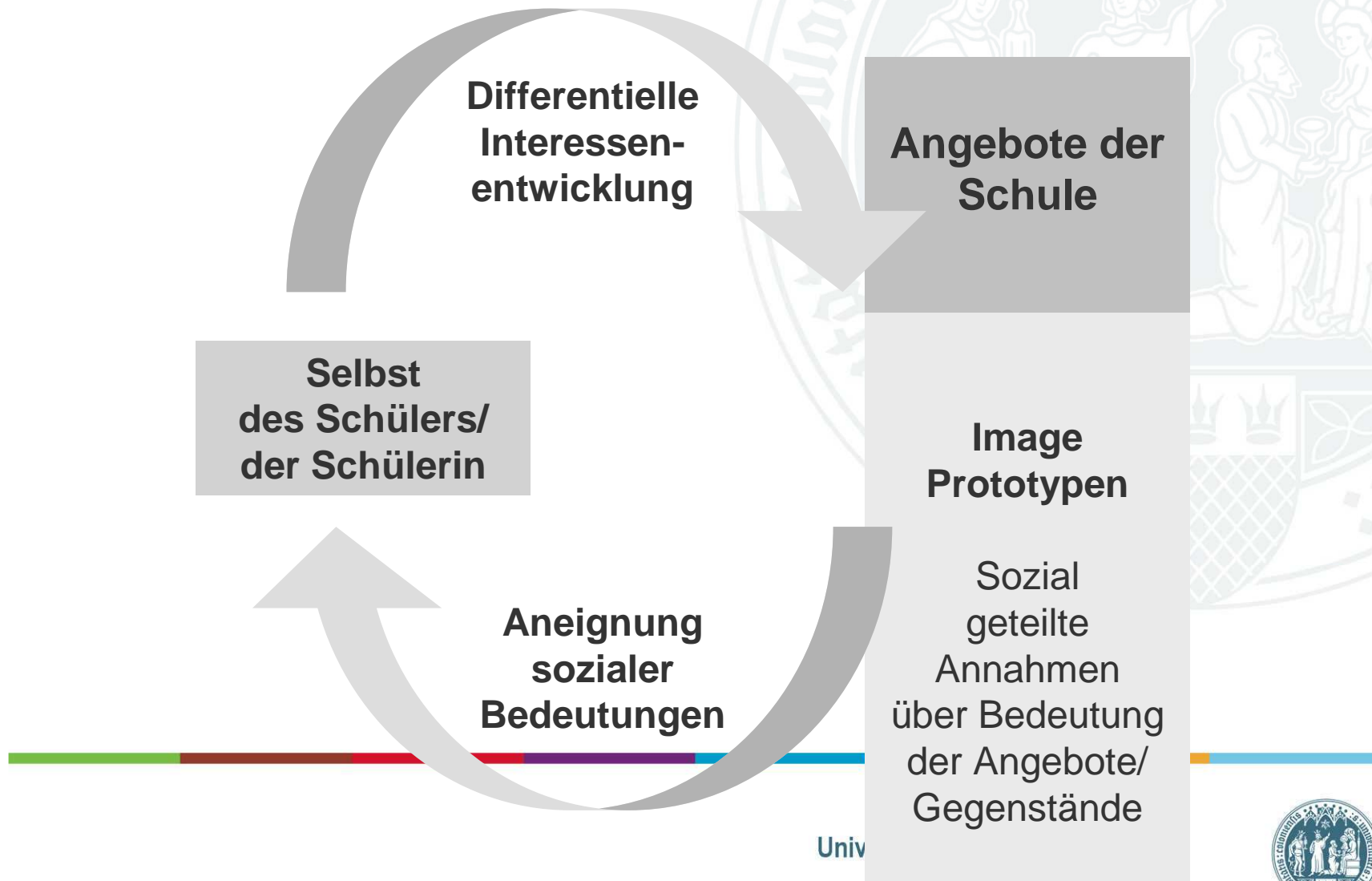


## Gliederung

1. Modell: Wie die Entwicklung schulischer Interessen mit der Identitätsentwicklung interagiert
2. Weshalb mathematisch- naturwissenschaftliche Fächer von vielen Jugendlichen abgelehnt werden: mangelnde Passung zwischen Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science
  - Beschreibung des image of science (Personen/ Fach)
  - Beschreibung zentraler Identitätsaspekte im Jugendalter
  - „Misfit“ Selbstbild und image of science
4. Interventionsmöglichkeiten, um die Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science zu erhöhen
  - Ansatzpunkt image of science
  - Ansatzpunkt Selbstbild der (weiblichen) Jugendlichen



# Schulische Interessenentwicklung wird zur Identitätsregulation genutzt

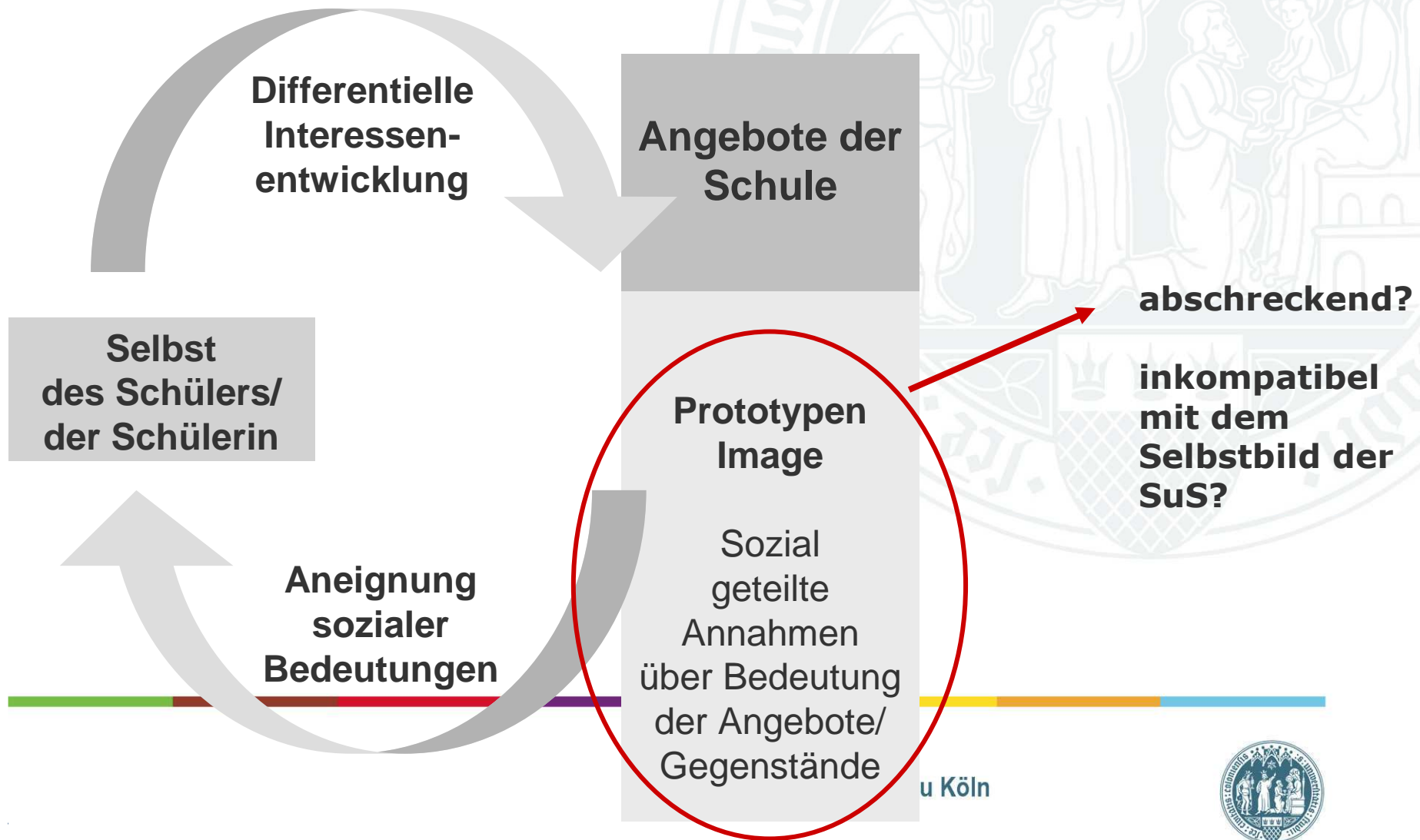


**Selbst der Schüler/innen**

**Image/ Prototyp von MINT-Fächern**



# Erklärung für das geringe Engagement der meisten Schüler/innen im Bereich der „harten“ Naturwissenschaften



## Gliederung

1. Modell: Wie die Entwicklung schulischer Interessen mit der Identitätsentwicklung interagiert
2. Weshalb mathematisch- naturwissenschaftliche Fächer von vielen Jugendlichen abgelehnt werden: mangelnde Passung zwischen Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science
  - Beschreibung des image of science (Personen/ Fach)
  - Beschreibung zentraler Identitätsaspekte im Jugendalter
  - „Misfit“ Selbstbild und image of science
4. Interventionsmöglichkeiten, um die Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science zu erhöhen
  - Ansatzpunkt image of science
  - Ansatzpunkt Selbstbild der (weiblichen) Jugendlichen



# Messung von „Prototypen“

Jetzt sollst du den typischen Jungen beschreiben, der von allen Schulfächern **Physik** am liebsten mag!

Versuche einen Moment lang, dir einen solchen Jungen vorzustellen, nimm dir etwas Zeit dazu!

Hast du das Bild im Kopf?

Dann beschreibe, was für ihn typisch ist.

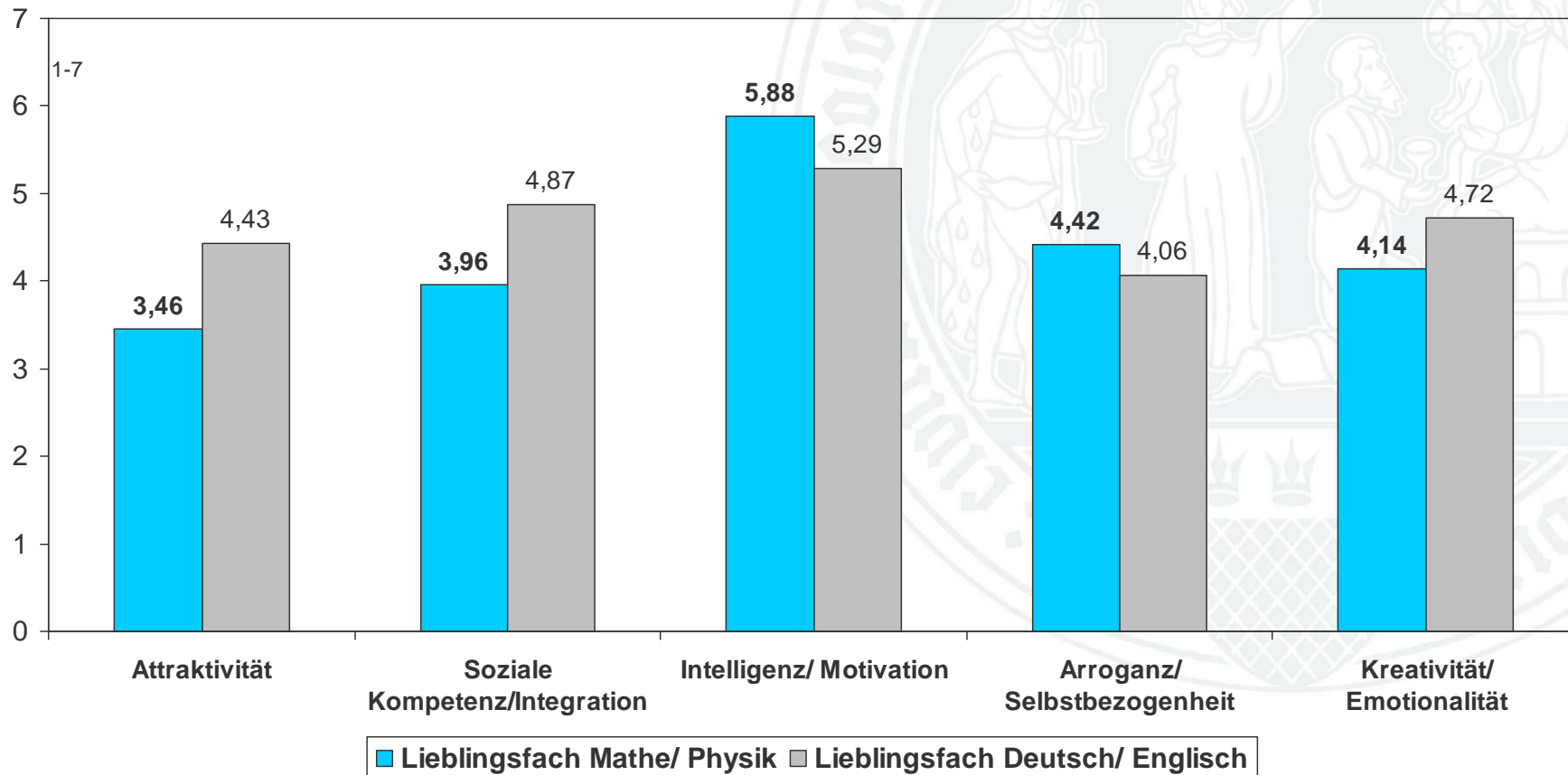
Benutze dazu die folgenden Eigenschaften. Antworte **schnell und ohne lange zu überlegen**:

	trifft völlig zu	trifft überhaupt nicht zu
arrogant	+	-
attraktiv	+	-
aufgeschlossen	+	-
begehrt	+	-
ehrgeizig	+	-
einsam	+	-
intelligent	+	-
phantasievoll	+	-
(..)	+	-

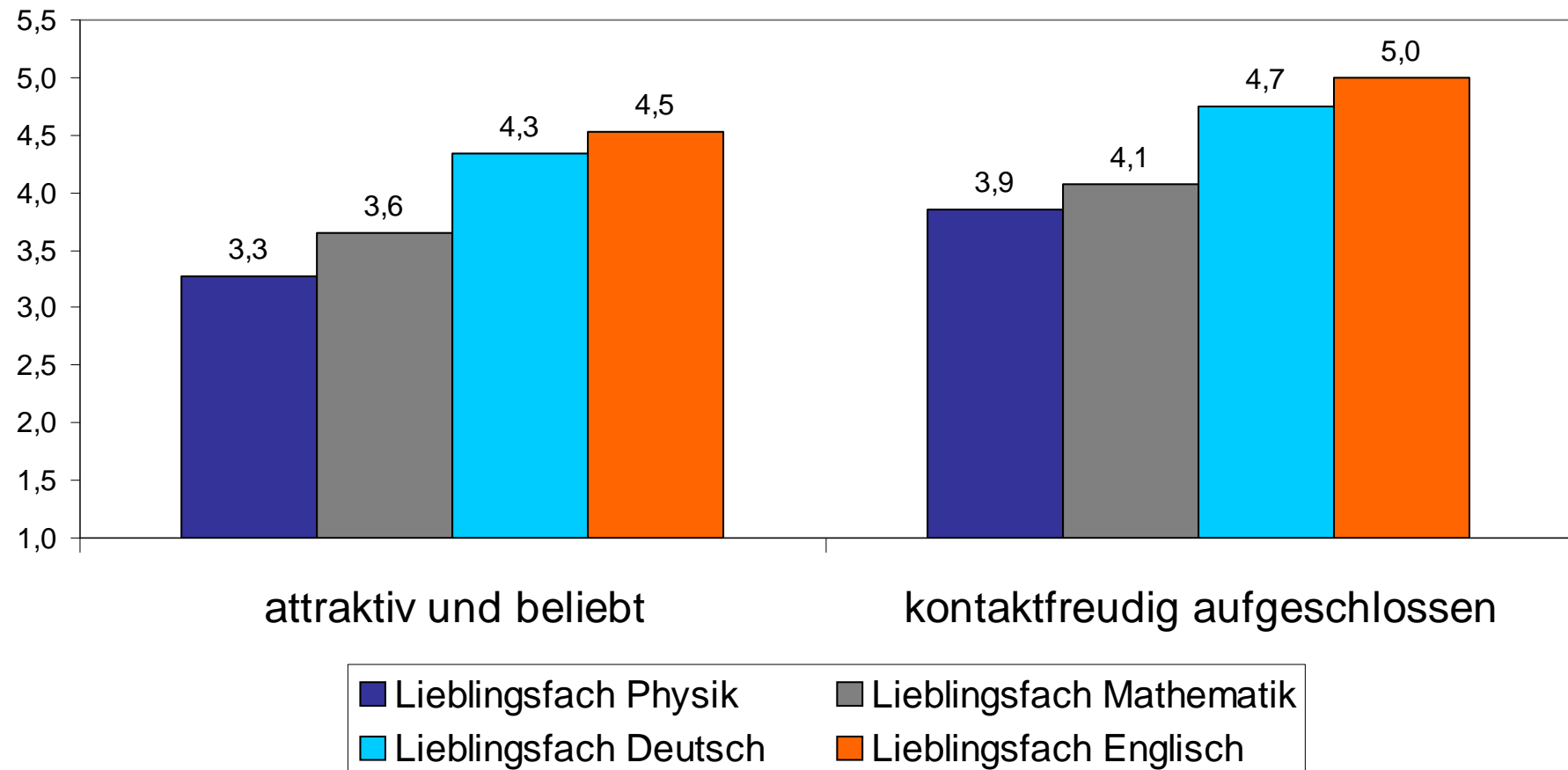




# Prototypen von Schüler/innen, die Mathe/Physik oder Deutsch/Englisch als Lieblingsfach haben



## Beschreibung von Prototypen für vier Fächer



Universität zu Köln



n= 105 SuS aus achten und neunten Klassen (Gymnasium)

Fokus: Mädchen



**Selbst der Schülerinnen**

**Image/ Prototyp von MINT-  
Fächern**

Universität zu Köln



# Gelten Physik-Prototypen als unweiblich?

Beschreibung der „Prototypen“: wie feminin? wie maskulin?

Jetzt sollst du das typische Mädchen beschreiben, das von allen Schulfächern Physik am liebsten mag! Versuche einen Moment lang, dir ein solches Mädchen vorzustellen, nimm dir etwas Zeit dazu!

Hast du das Bild im Kopf?

Dann beschreibe, was für sie typisch ist.

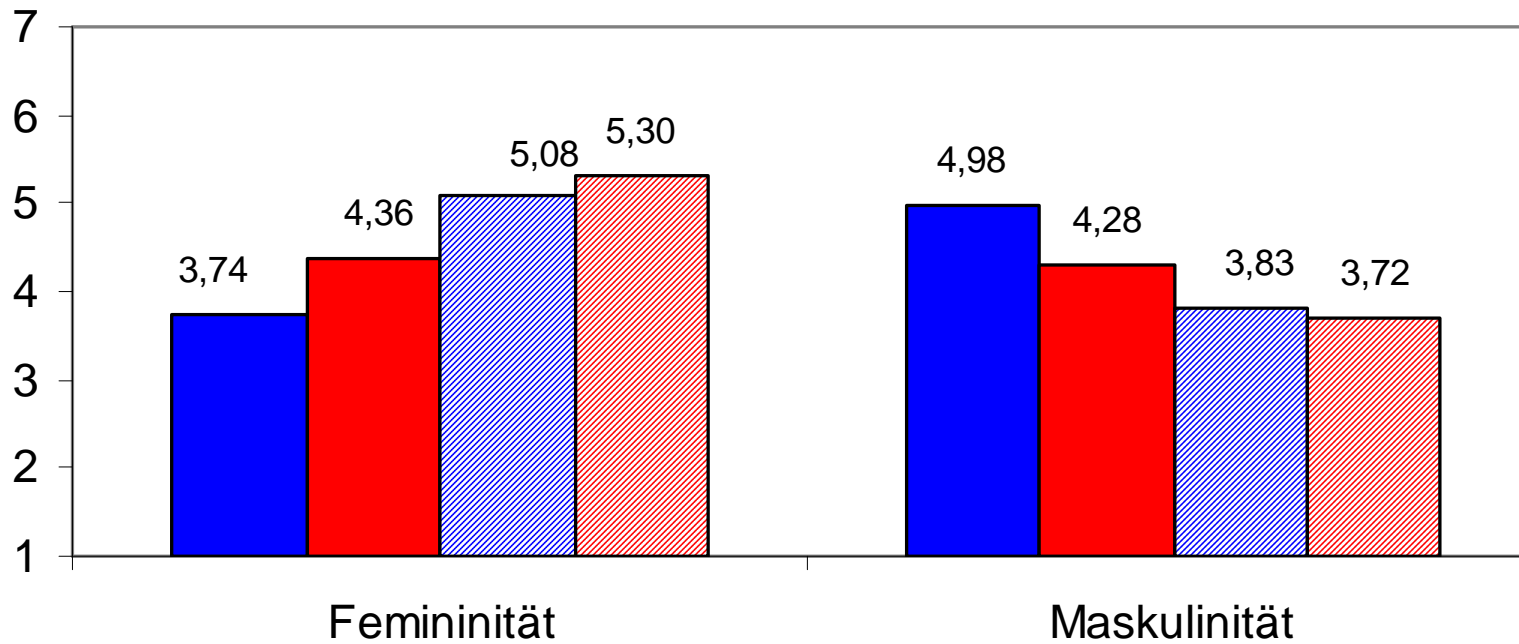
Benutze dazu die folgenden Eigenschaften. Antworte **schnell und ohne lange zu überlegen**:

	trifft völlig zu		trifft überhaupt nicht zu
aktiv	+		-
hilfsbereit	+		-
mutig	+		-
hartnäckig	+		-
gefühlbetont	+		-
(..)	+		-



# Mädchen, die Physik sehr mögen, gelten als wenig feminin

## Maskulinität und Femininität der männlichen und weiblichen Physik und Musik-Prototypen



- Prototyp Jungen Physik
- Prototyp Mädchen Physik
- ▨ Prototyp Jungen Musik
- ▨ Prototyp Mädchen Musik

aus: Kessels (2005)



## Erfassung der Beliebtheit

Was glaubst du, wie „beliebt“ ein Mädchen wäre, das in Physik von allen Jungen und Mädchen deiner Klasse die Beste wäre? Bitte mache auf der Linie ein Kreuz.

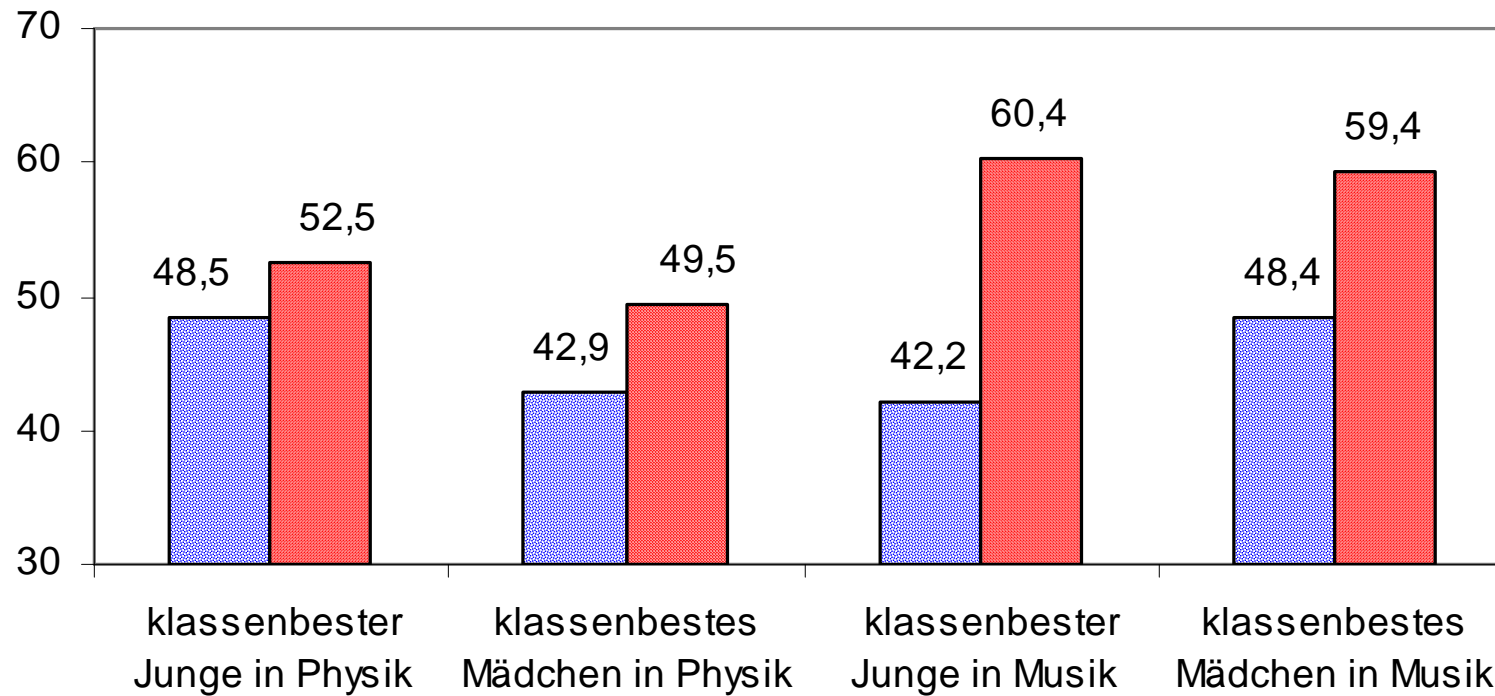
	sehr beliebt	überhaupt nicht beliebt
Sie wäre bei den Mädchen...	-----	
Sie wäre bei den Jungen...	-----	



Mädchen, die in Physik sehr gut sind, gelten als wenig beliebt bei Jungen

### Angenommene Beliebtheit der Prototypen bei der Gruppe der Mädchen und Jungen

(1-100)



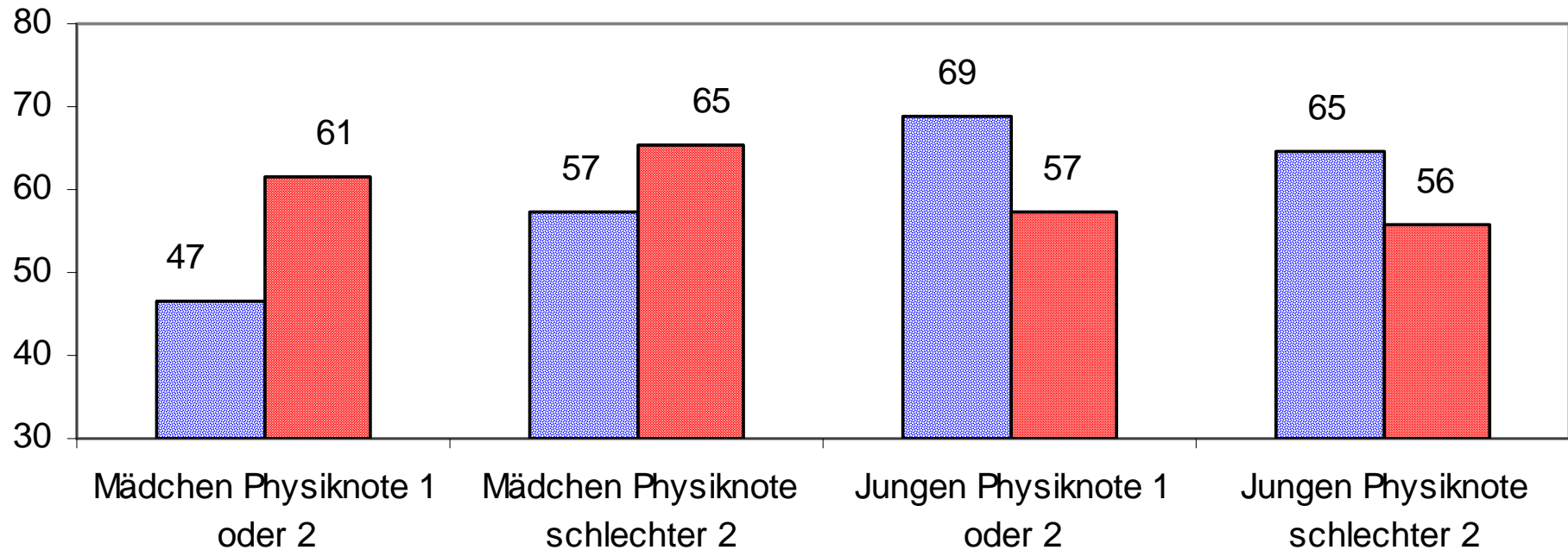
aus: Kessels (2005)

■ Beliebtheit bei Jungen ■ Beliebtheit bei Mädchen

Interaktion der Faktoren Fach x Geschlecht des Prototypen x Geschlecht der beurteilenden Gruppe:  $F(1,192)=10.84, p<.001$



Mädchen, die sehr gut in Physik sind,  
glauben, dass sie bei Jungen besonders wenig beliebt sind



aus: Kessels (2005)

■ eigene Beliebtheit bei Jungen ■ eigene Beliebtheit bei Mädchen





Zusammenfassung: Beschreibung der Prototypen  
**Physik (im Vergleich zu neusprachlichen Fächern)**

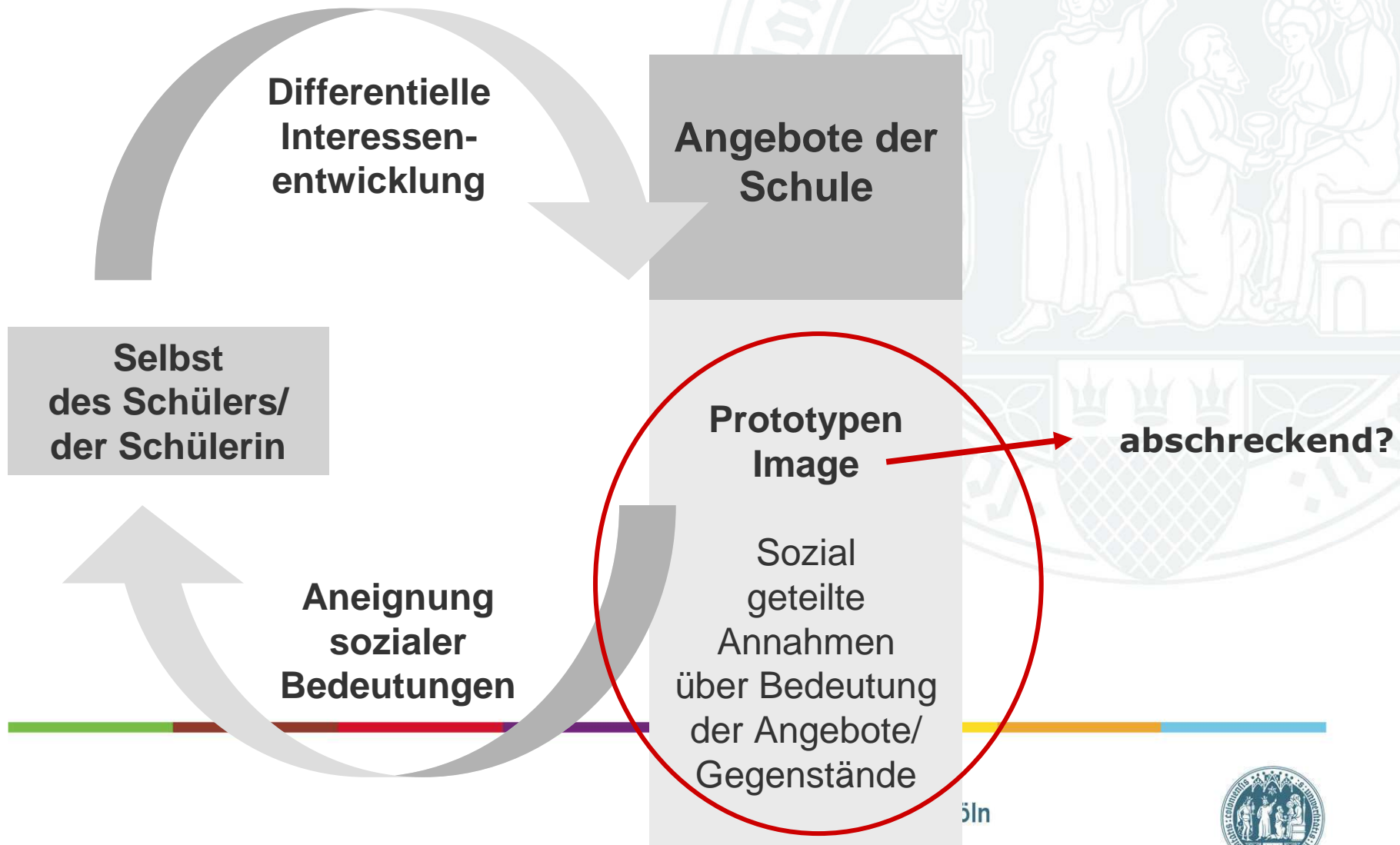
**Beschreibung des Fach-“Prototypen“**

(Hannover & Kessels, 2004; Kessels, 2005; Kessels & Hannover, 2002;  
Taconis & Kessels, in press)

- geringe soziale und physische Attraktivität
- wenig soziale Kompetenz/ schlecht integriert
- eher arrogant/ selbstbezogen
- wenig kreativ und emotional
- intelligent und motiviert
- weiblicher Prototyp: nicht feminin und bei Jungen nicht beliebt

Und: vergleichbare Ergebnisse  
für die Lehrkräfte der jeweiligen Fächer  
(Kessels & Taconis, in preparation)





## Gliederung

1. Modell: Wie die Entwicklung schulischer Interessen mit der Identitätsentwicklung interagiert
2. Weshalb mathematisch- naturwissenschaftliche Fächer von vielen Jugendlichen abgelehnt werden: mangelnde Passung zwischen Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science
  - Beschreibung des image of science (Personen/ Fach)
  - Beschreibung zentraler Identitätsaspekte im Jugendalter
  - „Misfit“ Selbstbild und image of science
4. Interventionsmöglichkeiten, um die Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science zu erhöhen
  - Ansatzpunkt image of science
  - Ansatzpunkt Selbstbild der (weiblichen) Jugendlichen



# Messung des „Image“ von Schulfächern

Vorstudien:

qualitative Analysen von Interviews und Aufsätzen zum Thema „Image von Schulfächern“

Fragebögen: Semantisches Differential

Auf dieser Grundlage entwickelt:

**Eine Version des Impliziten Assoziationen Tests (IAT; Greenwald et al.1998)** zur Messung des Image von Physik versus Englisch.

Der IAT misst über Reaktionszeiten die **automatischen, nicht bewusst kontrollierten Assoziationen** zwischen im Gedächtnis gespeicherten Kategorien.

Damit misst er nicht bloß Kenntnis des „Image“, sondern, ob dieses Image auch verwendet wird, sobald eine Person mit Begriffen aus dem jeweiligen Fach konfrontiert wird.



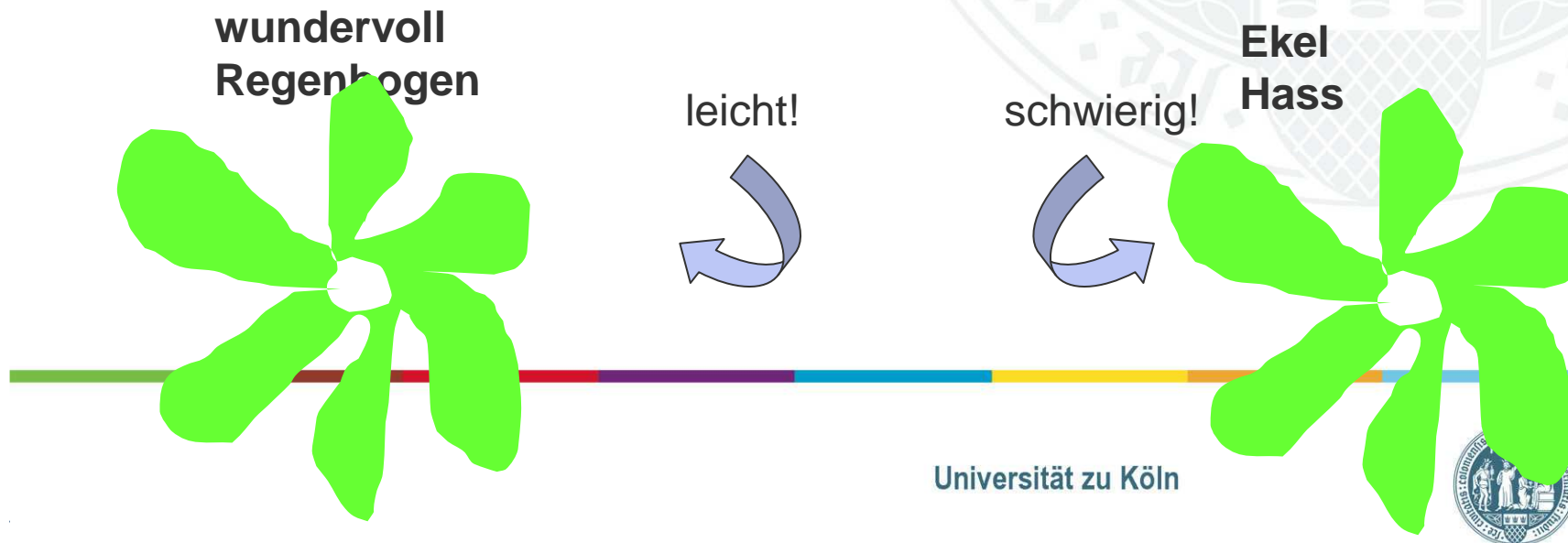
# Messung des „Image“ von Schulfächern

## Der implizite Assoziationentest (Greenwald et al, 1998)

### Grundlegende Annahme des IAT:

Der IAT beruht auf dem Reaktionszeitparadigma: Je stärker die assoziative Verbindung zwischen vorgegebenen Zielkategorien und Attributkategorien, desto kürzer sollten die Reaktionszeiten sein.

So sollte es beispielsweise **leichter** sein, mental die Kategorie **Blume** mit der Kategorie **angenehm** (durch Wörter wie wundervoll, Regenbogen repräsentiert) zu paaren **als** mit der Kategorie **unangenehm** (z.B. durch Wörter wie Ekel, Hass repräsentiert).



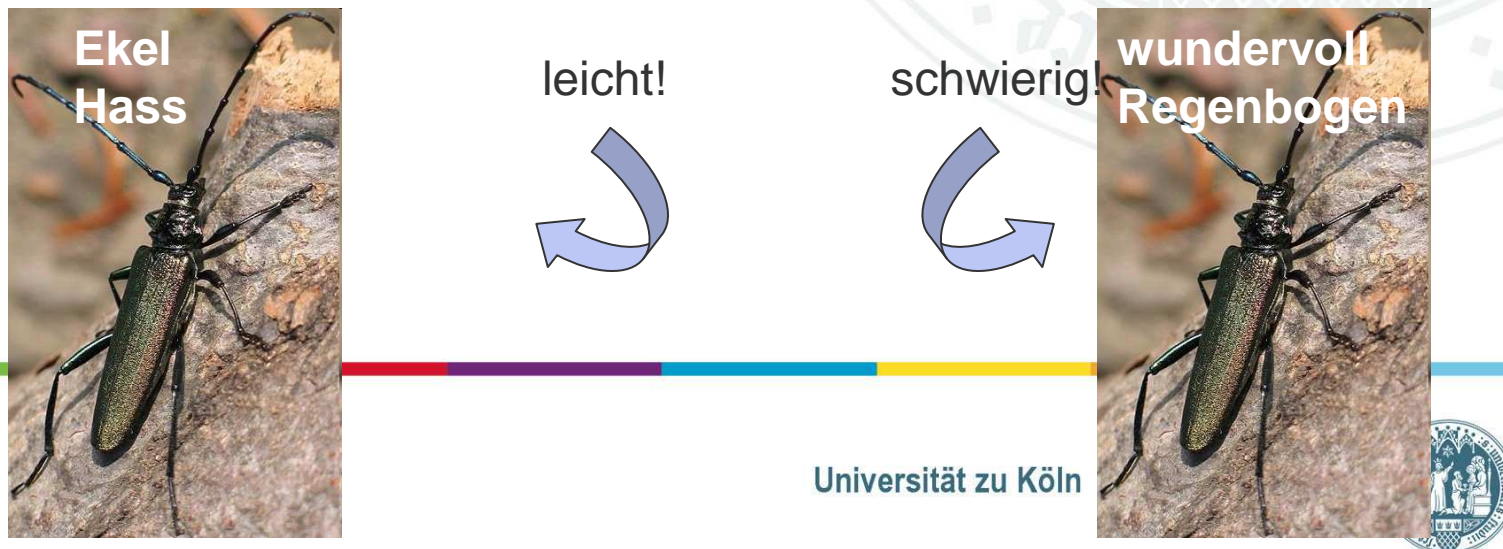
# Messung des „Image“ von Schulfächern

## Der implizite Assoziationentest (Greenwald et al, 1998)

### Grundlegende Annahme des IAT:

Der IAT beruht auf dem Reaktionszeitparadigma: Je stärker die assoziative Verbindung zwischen vorgegebenen Zielkategorien und Attributkategorien, desto kürzer sollten die Reaktionszeiten sein.

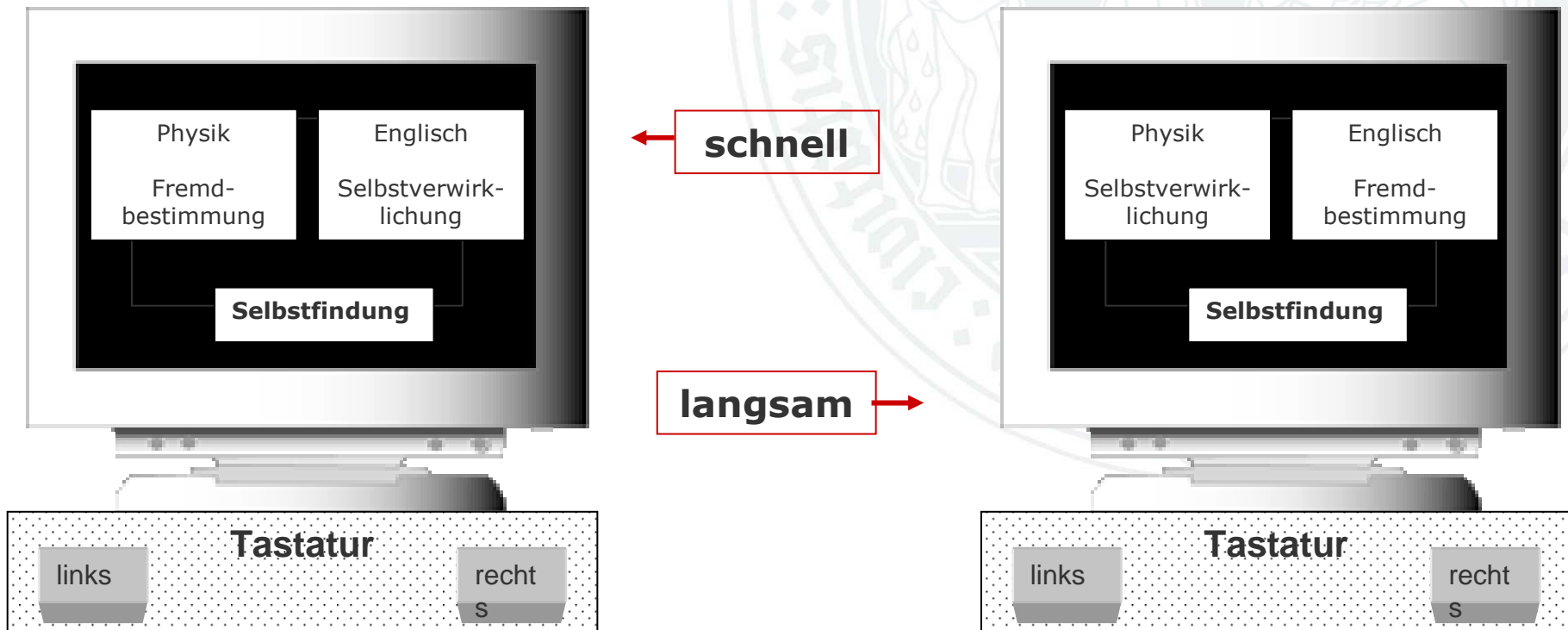
So sollte es beispielsweise **leichter** sein, mental die Kategorie **Blume** mit der Kategorie **angenehm** (durch Wörter wie wundervoll, Regenbogen repräsentiert) zu paaren **als** mit der Kategorie **unangenehm** (z.B. durch Wörter wie Ekel, Hass repräsentiert).



# Messung des Image von Physik

## Grundannahme:

wenn "image-konsistente" Kategorien-Kombinationen zu einer Taste gehören, kann man schneller reagieren, als wenn „image-inkonsistente“ Kombinationen zu einer Taste gehören

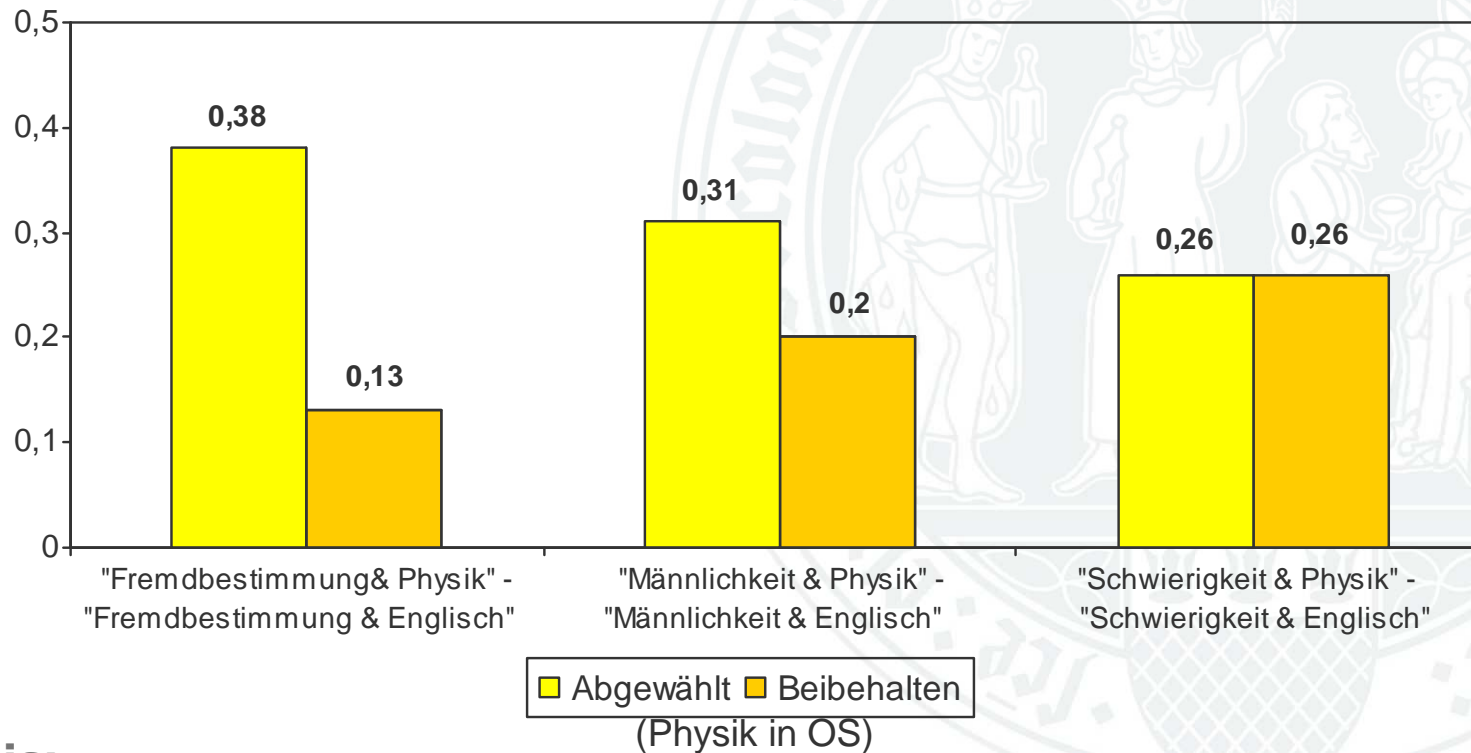


## IAT-Effekt:

wird berechnet, indem man von den Reaktionszeiten im stereotyp-inkonsistenten Block die Reaktionszeiten im stereotyp-konsistenten Block abzieht.



## Das Image von Physik im Vergleich zu Englisch: IAT-Effekte



### Ergebnis:

**Physik** wird (relativ zu Englisch) deutlich stärker mit Wörtern assoziiert, die **Fremdbestimmung (statt Selbstverwirklichung)**, **Männlichkeit (statt Weiblichkeit)** und **Schwierigkeit (statt Leichtigkeit)** abbilden.





# Zusammenfassung: Merkmale von Physik

## Physik (im Vergleich zu neusprachlichen Fächern)

### Beschreibung des Fach-„Prototypen“

(Hannover & Kessels, 2004; Kessels, 2005; Kessels & Hannover, 2002; Taconis & Kessels, in press)

geringe soziale und physische Attraktivität

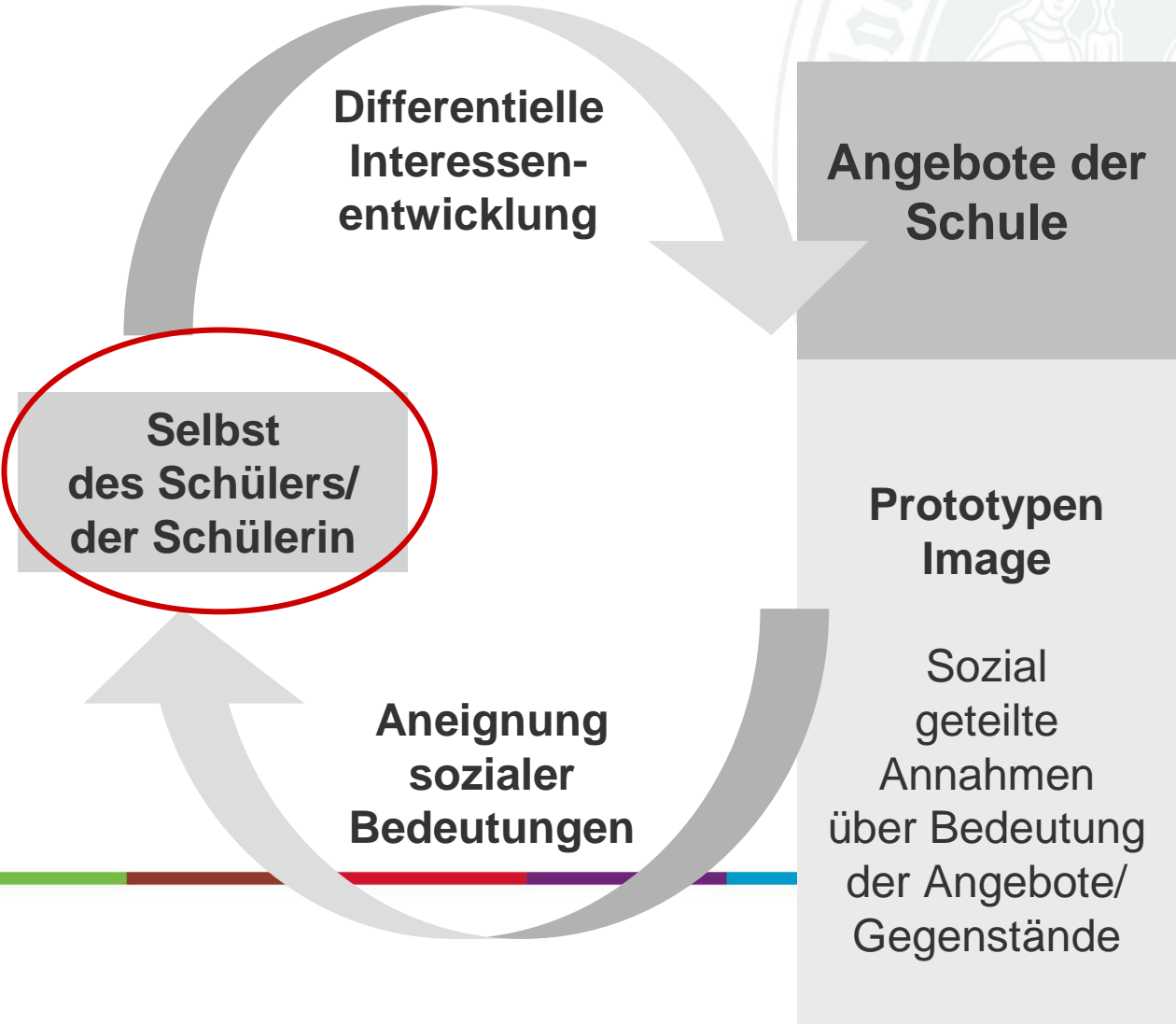
- wenig soziale Kompetenz/ schlecht integriert
- eher arrogant/ selbstbezogen
- wenig kreativ und emotional
- intelligent und motiviert
- weiblicher Prototyp: nicht feminin und bei Jungen nicht beliebt

### Beschreibung des Fachimage

(Kessels, Rau & Hannover, 2006)

- schwierig
- maskulin konnotiert
- keine Möglichkeit zur „Selbstverwirklichung“





## Gliederung

1. Modell: Wie die Entwicklung schulischer Interessen mit der Identitätsentwicklung interagiert
2. Weshalb mathematisch- naturwissenschaftliche Fächer von vielen Jugendlichen abgelehnt werden: mangelnde Passung zwischen Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science
  - Beschreibung des image of science (Personen/ Fach)
  - **Beschreibung zentraler Identitätsaspekte im Jugendalter**
  - „Misfit“ Selbstbild und image of science
4. Interventionsmöglichkeiten, um die Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science zu erhöhen
  - Ansatzpunkt image of science
  - Ansatzpunkt Selbstbild der (weiblichen) Jugendlichen



## Bedürfnisse/ Fähigkeiten/ Entwicklungsaufgaben von Jugendlichen

(Brinthead & Lipka, 2002; Eccles & Midgley, 1989; Finkenauer, Engels, Meeus & Oosterwegel, 2002; Roesner & Lau, 2002; Wigfield & Wagner, 2005)

## Biologische Veränderungen

"triggern Fragen der **Geschlechtsrollenangemessenheit**"  
(Finkenauer et al., 2002)

## Soziale Veränderungen

Unabhängiger vom Elternhaus, Wichtigkeit der **Peers**



# Bedürfnisse/ Fähigkeiten/ Entwicklungsaufgaben von Jugendlichen

(Brinthaupt & Lipka, 2002; Eccles & Midgley, 1989; Finkenauer, Engels, Meeus & Oosterwehl, 2002; Roesner & Lau, 2002; Wigfield & Wagner, 2005)

## Kognitive Veränderungen

elaboriertere Informationsverarbeitungsstrategien: abstraktes Denken, hypothetisch, mehrere Dimensionen an einem Problem, einer offenen Frage betrachten, Perspektivenübernahme, fähig zum „**kritischen Denken**“,

→ „These faculties are increasingly employed by adolescents to question everything from self to society...“ (Roesner & Lau, 2002)

## Identitätsentwicklung

Selbstkonzept wird komplexer, differenzierter, multidimensional

Entwicklung **eigener Werte und Weltanschauungen**

→ "defining life task of adolescence – the question of discovering who one is" (Roesner & Lau, 2002)



## Merkmale von Physik

### “Prototyp”

- geringe soziale und physische Attraktivität
- wenig soziale Kompetenz/ schlecht integriert
- weiblicher Prototyp: nicht feminin

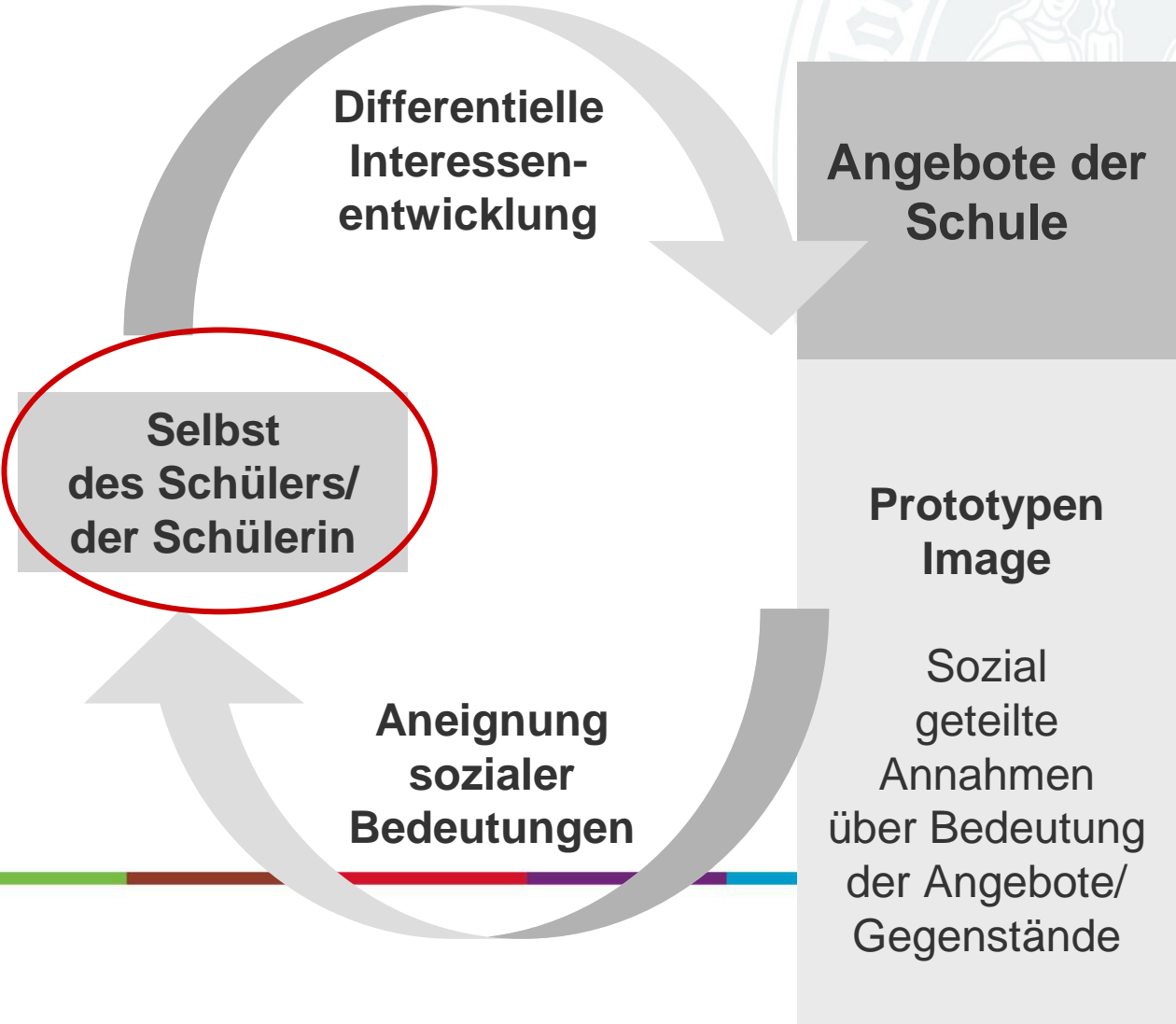
### Beschreibung des Fachimage

- maskulin konnotiert
- keine Möglichkeit zur „Selbstverwirklichung“

## Bedürfnisse/ Entwicklungsaufgaben Jugendlicher

- Wichtigkeit der sozialen Anerkennung in der Peergruppe
- Wichtigkeit der Geschlechtsrollenangemessenheit
- Suche nach der eigenen Identität, einem eigenem Werte- und Normensystem
- Wichtigkeit von Selbstdarstellung
- Bedürfnis, alles in Frage zu stellen, sich in kritischem Denken zu üben, eigene Positionen zu beziehen





## Gliederung

1. Modell: Wie die Entwicklung schulischer Interessen mit der Identitätsentwicklung interagiert
2. Weshalb mathematisch- naturwissenschaftliche Fächer von vielen Jugendlichen abgelehnt werden: mangelnde Passung zwischen Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science
  - Beschreibung des image of science (Personen/ Fach)
  - Beschreibung zentraler Identitätsaspekte im Jugendalter
  - „Misfit“ Selbstbild und image of science
4. Interventionsmöglichkeiten, um die Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science zu erhöhen
  - Ansatzpunkt image of science
  - Ansatzpunkt Selbstbild der (weiblichen) Jugendlichen





# Selbst-Prototypen-Abgleich (Niedenthal, Cantor & Kihlstrom, 1985)

Stimmen Selbst und Prototyp überein?

Wie ist der typische  
Schüler(in) mit  
Lieblingsfach  
Physik?

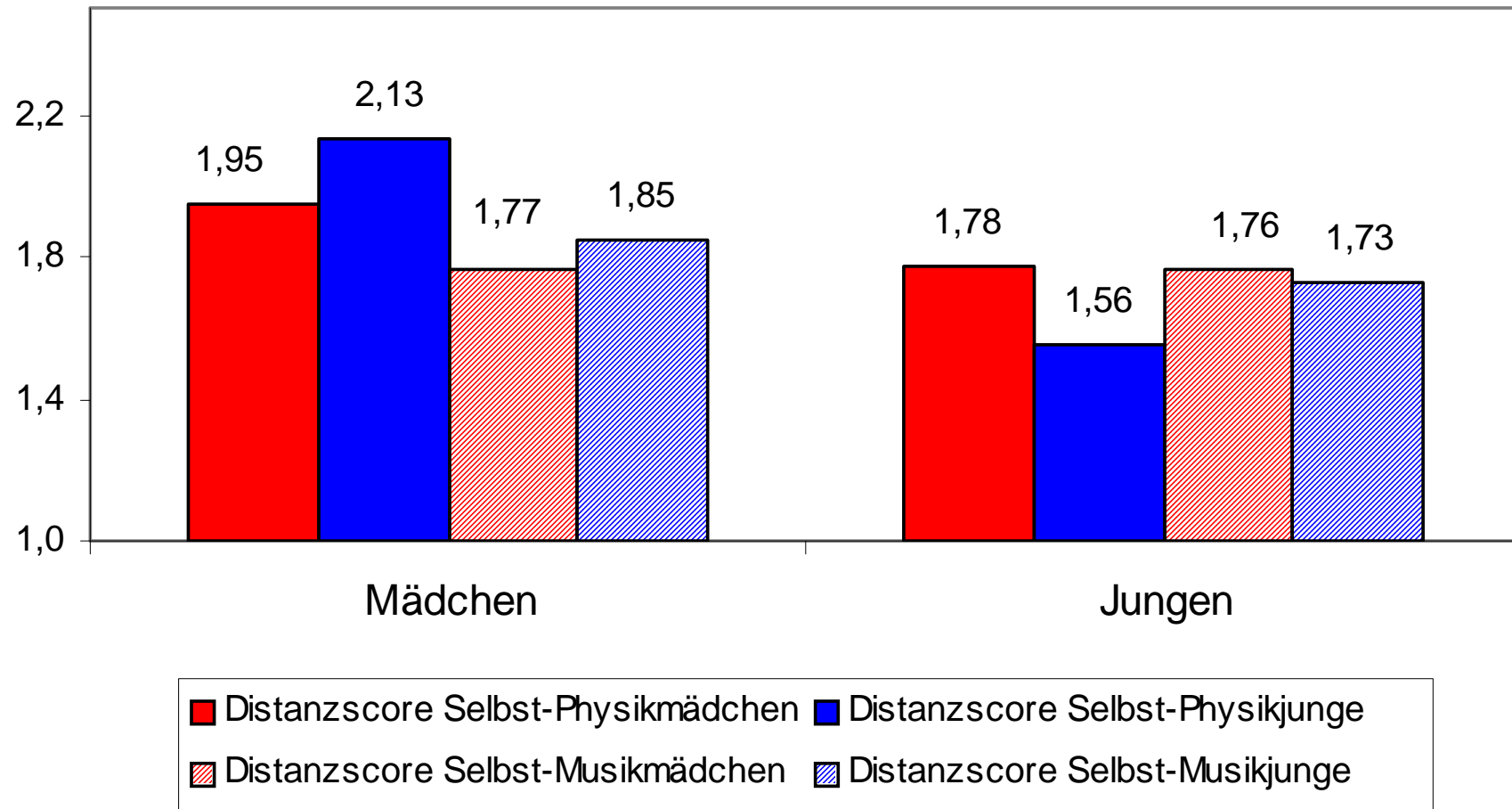
Wie ist der typische  
Schüler(in) mit  
Lieblingsfach  
Deutsch?

Wie bin ich?

ität zu Köln



# Distanzscore Selbst-Prototyp



Interaktion der Faktoren Geschlecht der Befragten, Geschlecht der Prototypen und Lieblingsfach der Prototypen  
 $F(1,193)=5.08, p<.05$



# Selbst-Prototypen-Abgleich

		<i>Mädchen</i>		
Kriteriums- variable	Prädiktoren	$\beta$	$T$	Sig of $T$
Mögen des Fachs Physik	Distanzscore Selbst-Prototyp des gleichen Geschlechts	-,173	-2,53	,013
	fachspezifisches Selbstkonzept	,702	8,96	,000
	Note	,050	0,65	,516
<b>adjR<sup>2</sup></b>				<b>,55</b>

(Kessels, 2005)

Je weniger die Mädchen ihrer Meinung nach dem „Physik-Prototypen“ ähneln, desto weniger mögen sie das Fach Physik.

Vergleichbare Ergebnisse in Bezug auf *Berufswahlintentionen*:  
Kessels & Hannover (2002)

Aktuelle Studie mit holländischer Stichprobe:  
Tatsächliche *Profilwahlen* konnten mit dem Selbst-Prototypen-Abgleich ebenfalls vorhergesagt werden (Taconis & Kessels, 2009).



Was haben wir bislang zeigen können?

**Selbst der Schüler/innen**

**Image/ Prototyp von MINT-Fächern**



Was wir uns wünschen!

**Selbst der Schüler/innen**



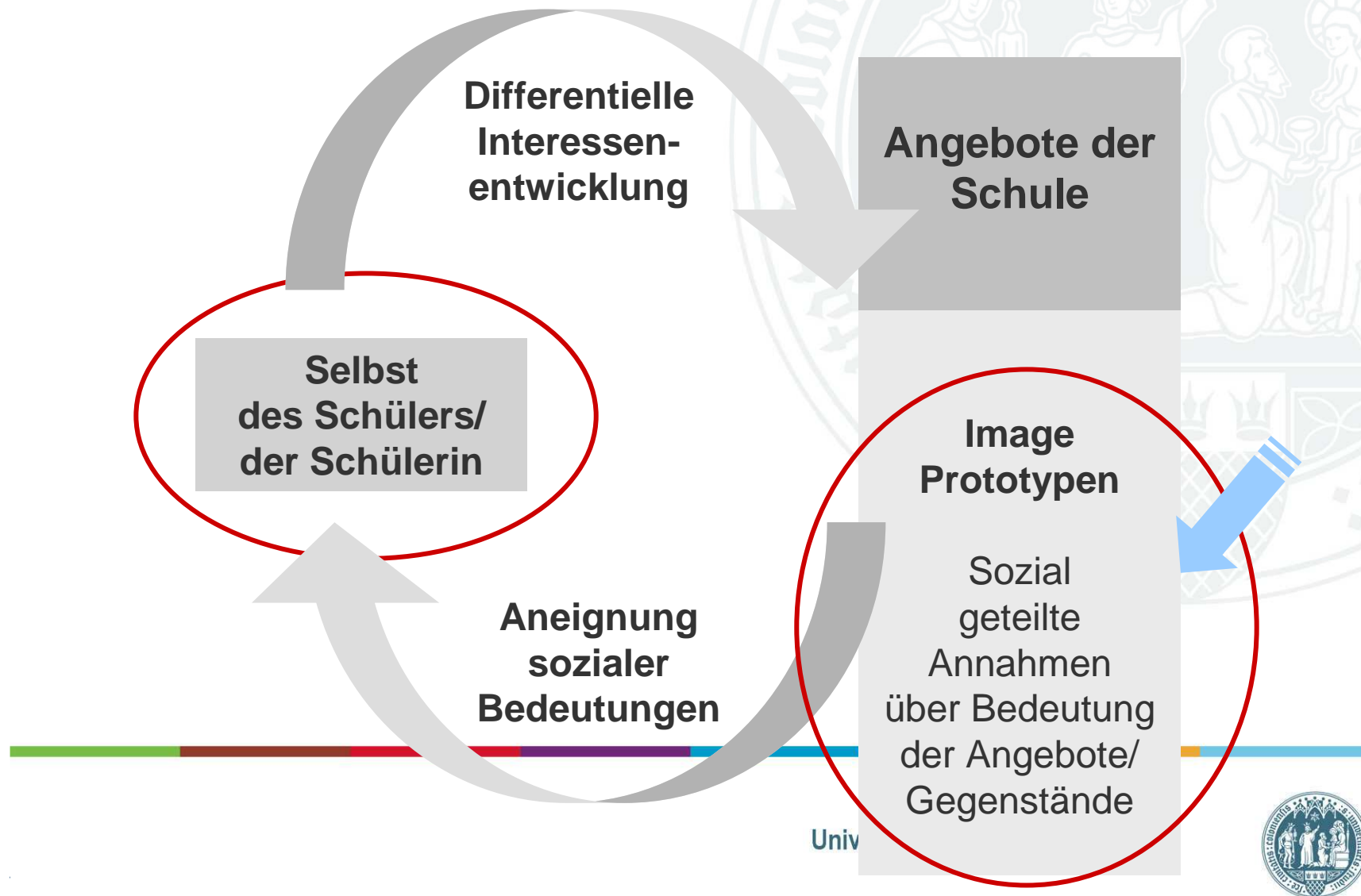
**Image/ Prototyp von MINT-Fächern**




Interventionsmöglichkeiten?



**Ansatzpunkte für Maßnahmen**, um eine größere Passung zwischen Selbstbild und dem Fach Physik herzustellen



# Deaktivierung/ Veränderung „inkompatibler Imageaspekte“ während des Unterrichts



**Image  
Prototypen**

Sozial  
geteilte  
Annahmen  
über Bedeutung  
der Schulfächer





## Gliederung

1. Modell: Wie die Entwicklung schulischer Interessen mit der Identitätsentwicklung interagiert
2. Weshalb mathematisch- naturwissenschaftliche Fächer von vielen Jugendlichen abgelehnt werden: mangelnde Passung zwischen Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science
  - Beschreibung des image of science (Personen/ Fach)
  - Beschreibung zentraler Identitätsaspekte im Jugendalter
  - „Misfit“ Selbstbild und image of science
4. Interventionsmöglichkeiten, um die Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem image of science zu erhöhen
  - Ansatzpunkt image of science
  - Ansatzpunkt Selbstbild der (weiblichen) Jugendlichen



Experiment zur Deaktivierung des Image  
der **Maskulinität** der Physik

## **Lesen eines Textes**

Gruppe 1: Text über den **Physiker** Jonathan

Gruppe 2: Text über die **Physikerin** Johanna

Gruppe 3: Text über die **Schweiz**

Beantworten einer offenen Frage dazu

## **Durchführung des IAT**

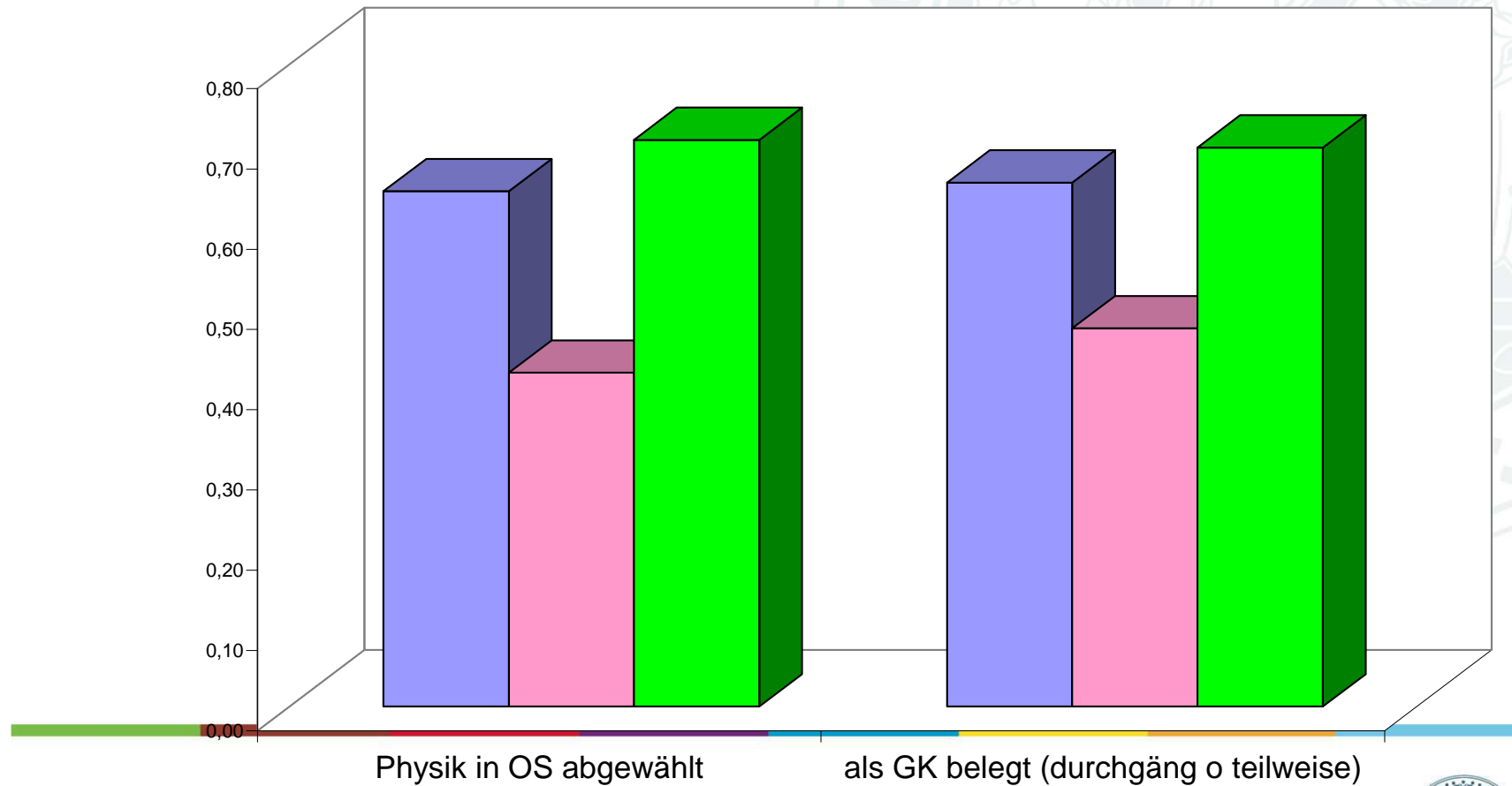
Kurzfragebogen

- Geschlecht
- Alter
- Belegung von Physik während der Oberstufe



# Ergebnisse

## IAT-Effekt Englisch – Physik/ weiblich-männlich



■ Text Physiker Jonathan ■ Text Physikerin Johanna ■ Text Schweiz



Experiment zur Deaktivierung des Image  
**mangelnder Selbstverwirklichungsmöglichkeiten** in der Physik

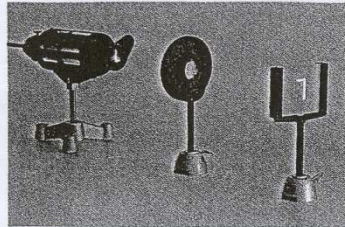
**Lesen eines Textes**

- Gruppe 1: **Physikbuch**
- Gruppe 2: **Kuhn-Text** ("Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen")

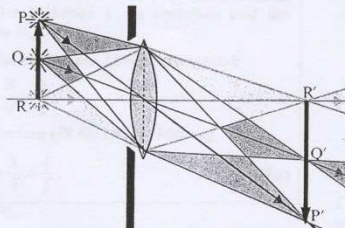
Beantworten einer offenen Frage dazu



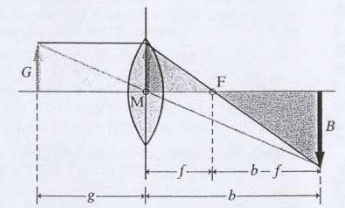
# Gruppe 1: Physikbuch



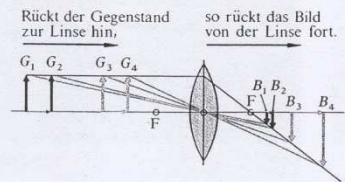
146.1 Das leuchtende L wird durch die Sammellinse abgebildet.



146.2 Gegenstandspunkte und Bildpunkte



146.3 So konstruiert man das optische Bild.



146.4 Mit dem Gegenstand wandert auch das Bild.

## § 55 Abbildungen durch Sammellinsen

### 1. Linsen machen Bilder

**Versuch 176:** Vor einer Sammellinse stellen wir ein mit Transparentpapier hinterlegtes, beleuchtetes L auf (Bild 146.1). Es liegt in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse, der sogenannten *Gegenstandsebene*; wir achten darauf, daß ihr Abstand von der Linse größer als deren Brennweite ist. Dann bringen wir hinter die Linse einen Schirm; bei einer bestimmten Stellung erscheint auf ihm ein umgekehrtes, helles und scharfes Abbild des L.

Wir dürfen uns einen leuchtenden Gegenstand aus lauter leuchtenden Punkten zusammengesetzt denken. Das von jedem einzelnen dieser *Gegenstandspunkte* ausgehende Licht wird wie in Bild 145.1c durch die Sammellinse jeweils wieder in einem *Bildpunkt* vereinigt. Alle diese Bildpunkte fügen sich zu einem naturgetreuen Abbild des Gegenstandes zusammen (Bild 146.2). Die Lichtstrahlen, aus denen die Bildpunkte entstehen, schneiden sich in einem ganz bestimmten Abstand von der Mittelebene der Linse; in der dadurch festgelegten *Bildebene* muß der Schirm aufgestellt werden. Die Lage und Größe eines solchen optischen Bildes läßt sich einfach ermitteln: Man stellt den Gegenstand durch einen Pfeil der Höhe  $G$  dar, dessen Fußpunkt auf der optischen Achse liegt. Es genügt nun, mit Hilfe des Mittelpunktsstrahles und des achsenparallelen Strahles den Bildpunkt der *Pfeilspitze* zu konstruieren (Bild 146.3). Damit ist die zur Gegenstandsebene parallele *Bildebene* festgelegt. Ihr Schnitt mit der optischen Achse ergibt den *Fußpunkt* des Bildes der Höhe  $B$ . Gegenstandsweite  $g$  und Bildweite  $b$  werden jeweils von der Mittelebene der Linse aus gemessen.

In Bild 146.4 ist diese Konstruktion für verschiedene Gegenstandsweiten durchgeführt. Dabei erkennen wir: Je näher der Gegenstand auf den linken Brennpunkt zukommt, desto weiter rückt der Bildpunkt der Pfeilspitze von der Linse weg, desto größer wird dann auch das Bild. Befindet sich der Gegenstand schließlich in der Brennebene, so werden die von der Pfeilspitze ausgehenden Lichtstrahlen nach der Brechung *schiefparallel*: Es kommt kein Bild mehr zustande. *Entfernt* sich der Gegenstand von der Linse, so rückt das Bild dem rechten Brennpunkt näher; dabei wird es kleiner.

Betrachten wir in Bild 146.3 die sich in M kreuzenden Geraden, so finden wir nach dem Strahlensatz der Geometrie den *Abbildungsmaßstab*  $A = B/G = b/g$ .

Für die sich in F kreuzenden Geraden ergibt der Strahlensatz  $B/G = (b-f)/f$ .

Da die linken Seiten  $B/G$  der beiden obigen Gleichungen gleich sind, folgt  $b/g = (b-f)/f$  oder  $b/g = (b/f) - 1$ . Division durch  $b$  und Umordnen ergibt  $1/g + 1/b = 1/f$ .

Diese Beziehung wird *Linsengleichung* genannt.

Von einem Gegenstand der Höhe  $G$ , der sich in der Gegenstandsweite  $g > f$  vor einer Sammellinse der Brennweite  $f$  befindet, entsteht in der Bildweite  $b$  ein optisches Bild der Höhe  $B$ .

Dabei beträgt der *Abbildungsmaßstab*

$$A = \frac{B}{G} = \frac{b}{g} \quad (147.1)$$

Außerdem gilt die *Linsengleichung*

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (147.2)$$

#### Beispiele zur Anwendung der Linsengleichung:

a) 15 cm vor einer Sammellinse der Brennweite  $f = 10$  cm befindet sich ein 3 cm hoher Gegenstand. In welchem Abstand von der Linsenmitte entsteht das Bild? Wie hoch ist es?

**Lösung:** Durch Multiplikation mit dem Hauptnenner  $g \cdot b \cdot f$  folgt aus Gleichung 147.2  $bf + gf = gb$  oder  $b \cdot (g-f) = gf$  oder  $b = \frac{gf}{g-f}$ . Daraus ergibt sich  $b = \frac{15 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 30 \text{ cm}$ . Aus Gleichung 147.1 folgt  $B = \frac{b}{g} \cdot G = \frac{30 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} \cdot 3 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$ .

b) Nun befindet sich derselbe Gegenstand 20 cm vor der Linse ( $f = 10$  cm). Wie groß sind jetzt Bildweite  $b$  und Bildhöhe  $B$ ?

**Lösung:** Dieselbe Rechnung wie in a) ergibt

$$b = \frac{gf}{g-f} = \frac{20 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 20 \text{ cm} \text{ und}$$

$$B = \frac{b}{g} \cdot G = \frac{20 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \cdot 3 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$$

Offenbar sind Bild und Gegenstand gleich hoch und gleich weit von der Linse entfernt. Trifft dieser besondere Fall wohl *immer* ein, wenn man den Gegenstand im Abstand der doppelten Brennweite vor eine Sammellinse bringt?

Ist  $g = 2f$ , so folgt  $f = g/2$ . Setzen wir dies in die Linsengleichung ein, so ergibt sich

$$\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{2}{g}$$

Wir subtrahieren auf beiden Seiten der Gleichung 1 und erhalten  $\frac{1}{b} = \frac{1}{g}$  oder  $b = g$ . Aus Gleichung 147.1 folgt dann für den *Abbildungsmaßstab*

$$A = \frac{b}{g} = \frac{g}{g} = 1, \text{ also } B = G.$$

Damit ist unsere Vermutung bestätigt: *Befindet sich ein Gegenstand im Abstand der doppelten Brennweite vor einer Sammellinse, so entsteht im selben Abstand hinter ihr ein gleich hohes Bild.*

c) Ein Baum ist 40 m von einer Sammellinse mit  $f = 15$  cm entfernt. Berechne die Bildweite  $b$ !

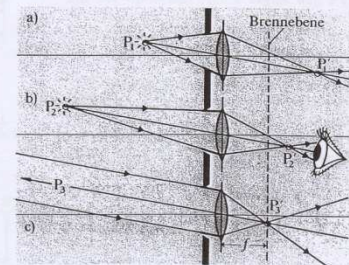
**Lösung:** Wir benutzen nochmals die Gleichung aus Aufgabe a) und erhalten

$$b = \frac{gf}{g-f} = \frac{40 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m}}{39,85 \text{ m}} \approx 0,15 \text{ m} = f$$

Wieder ein besonderes Ergebnis! Das Bild des weit entfernten Baumes entsteht in einem Abstand hinter der Linse, der etwa gleich ihrer Brennweite ist; es wird also  $b \approx f$ . Das kann man leicht einsehen: Ist die Gegenstandsweite  $g$  *sehr viel größer* als die Brennweite  $f$ , so unterscheidet sich die Differenz  $g-f$  nur sehr wenig von  $g$ ; es ist  $g-f \approx g$ . Also wird die Bildweite

$$b = \frac{gf}{g-f} \approx \frac{gf}{g} = f.$$

Dieses wichtige Ergebnis läßt sich auch *geometrisch* herleiten: Bild 147.1 zeigt, wie sich die Entfernung eines leuchtenden Punktes P auf das von einer Linse aufgefangene Lichtbündel auswirkt: Je weiter P von der Linse wegrückt, desto weniger unterscheidet sich das dort ankommende Licht von einem *Parallelbündel*. In Bild 147.1c ist der Punkt P so weit entfernt, daß man ihn nicht mehr auf die Buchseite zeichnen kann: Die von ihm ausgehenden Lichtstrahlen treffen die Linse jetzt praktisch *parallel*; sie werden also in der *Brennebene* vereinigt.



147.1 Die Lichtbündel werden „immer parallel“.



## Gruppe 2: Ausschnitt aus T.S. Kuhn „Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen“

Ausschnitt endete mit:

„(...) Wer damals über physikalische Optik schrieb und eine der gängigen Auffassungsweisen nicht als gegebenen hinzunehmen vermochte, sah sich genötigt, sein Fachgebiet von Grund auf neu zu entwickeln. In dem er das tat, konnte er relativ frei bestätigende Beobachtungen und Experimente wählen, denn es gab keine Standardreihe von Methoden oder Phänomenen, die anzuwenden bzw. zu erklären sich jeder Autor gezwungen fühlte. Unter diesen Umständen waren die entstehenden Bücher oft ebenso ein Dialog mit den Mitgliedern anderer Schulen wie mit der Natur. Dieses Schema ist einer Anzahl kreativer Fachgebiete auch heute noch vertraut, und es ist keineswegs unvereinbar mit bedeutenden Entdeckungen und Erfindungen.“ (Kuhn, 1973, S.31-32)



Experiment zur Deaktivierung des Image  
**mangelnder Selbstverwirklichungsmöglichkeiten** in der Physik

### **Lesen eines Textes**

-Gruppe 1: **Physikbuch**

-Gruppe 2: **Kuhn-Text** ("Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen")

Beantworten einer offenen Frage dazu

### **Durchführung des IAT**

Kurzfragebogen

-Geschlecht

-Alter

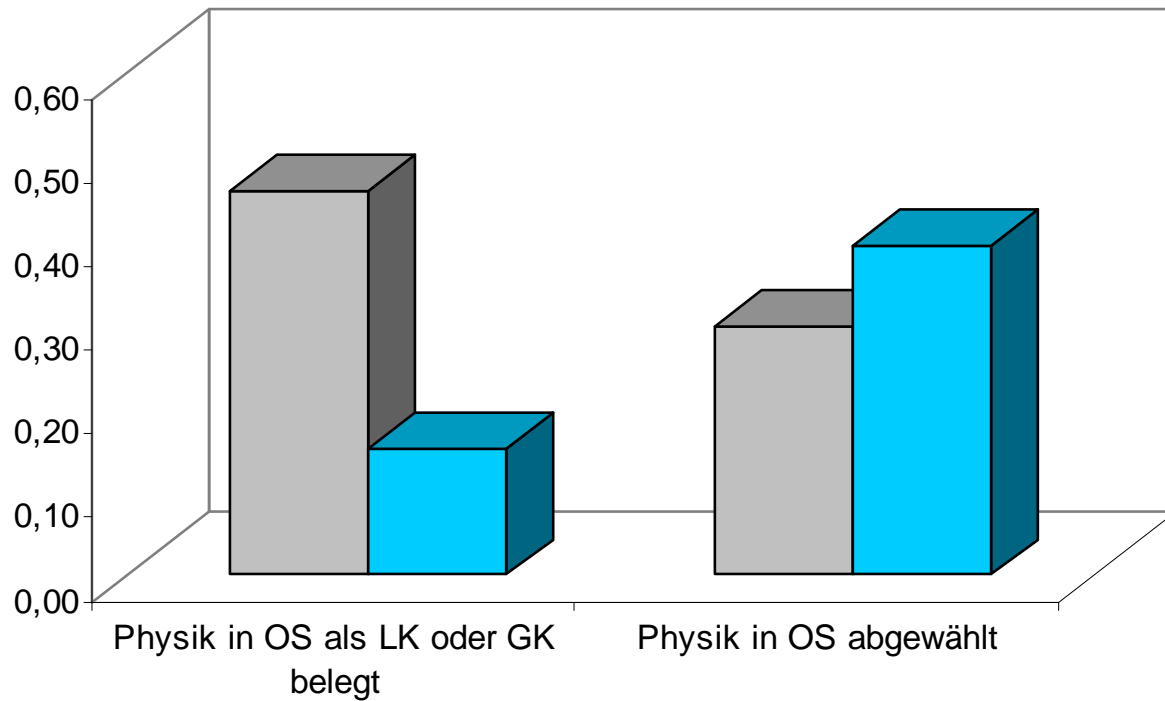
-Belegung von Physik während der Oberstufe



# Ergebnisse

## IAT-Effekt

### Englisch – Physik/ Selbstverwirklichigung- Fremdbestimmung



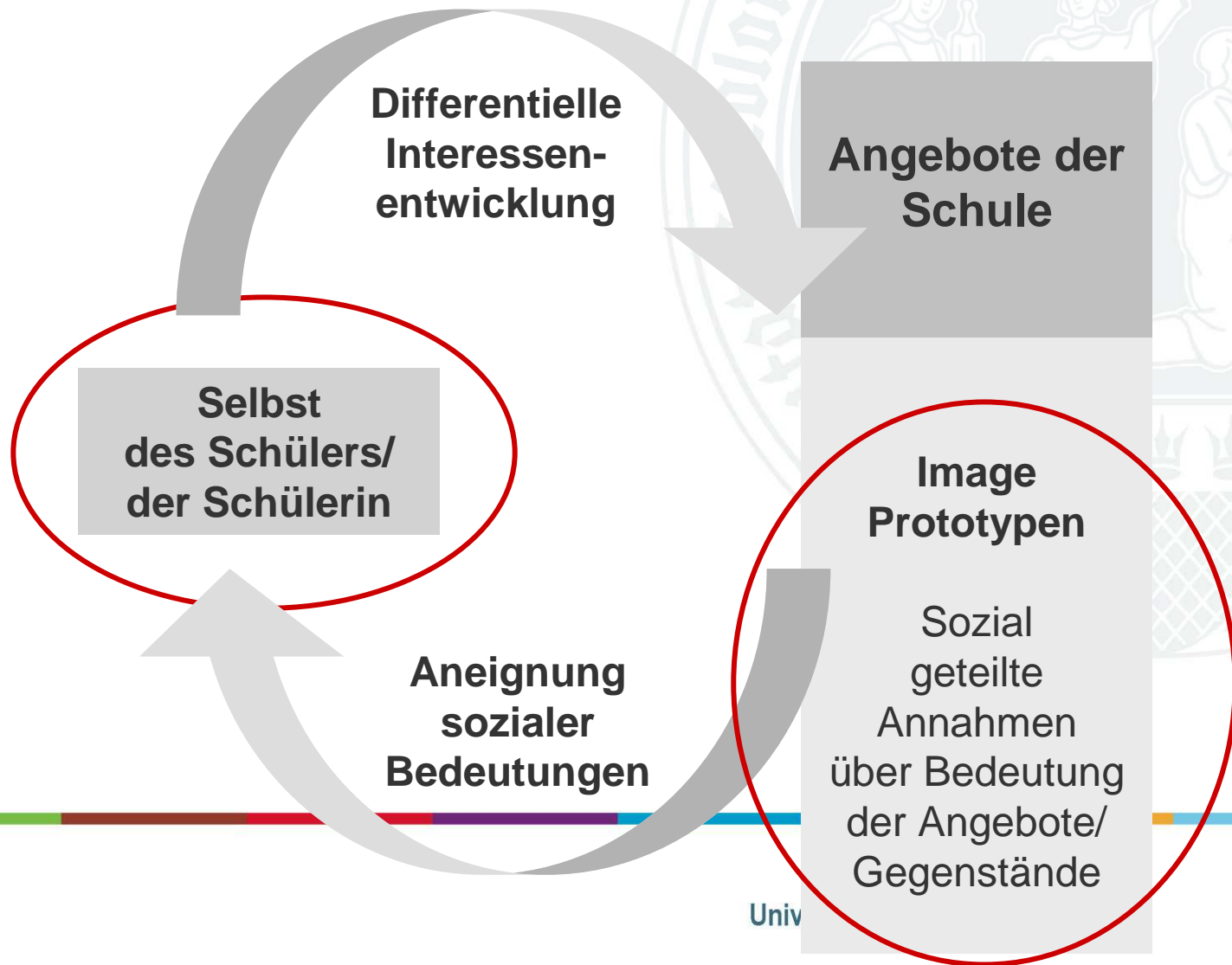
(Kessels, Rau & Hannover, 2006)

■ Physikbuch ■ Kuhn-Text

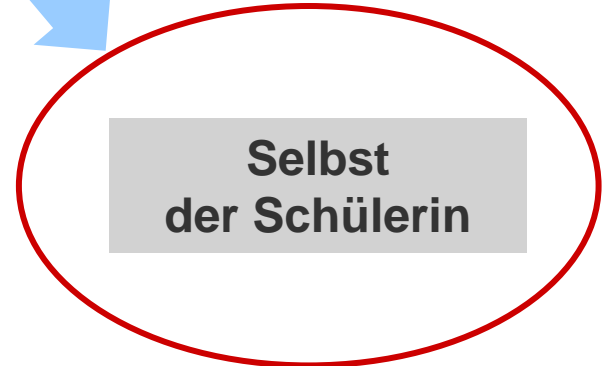




# Interventionsmöglichkeiten



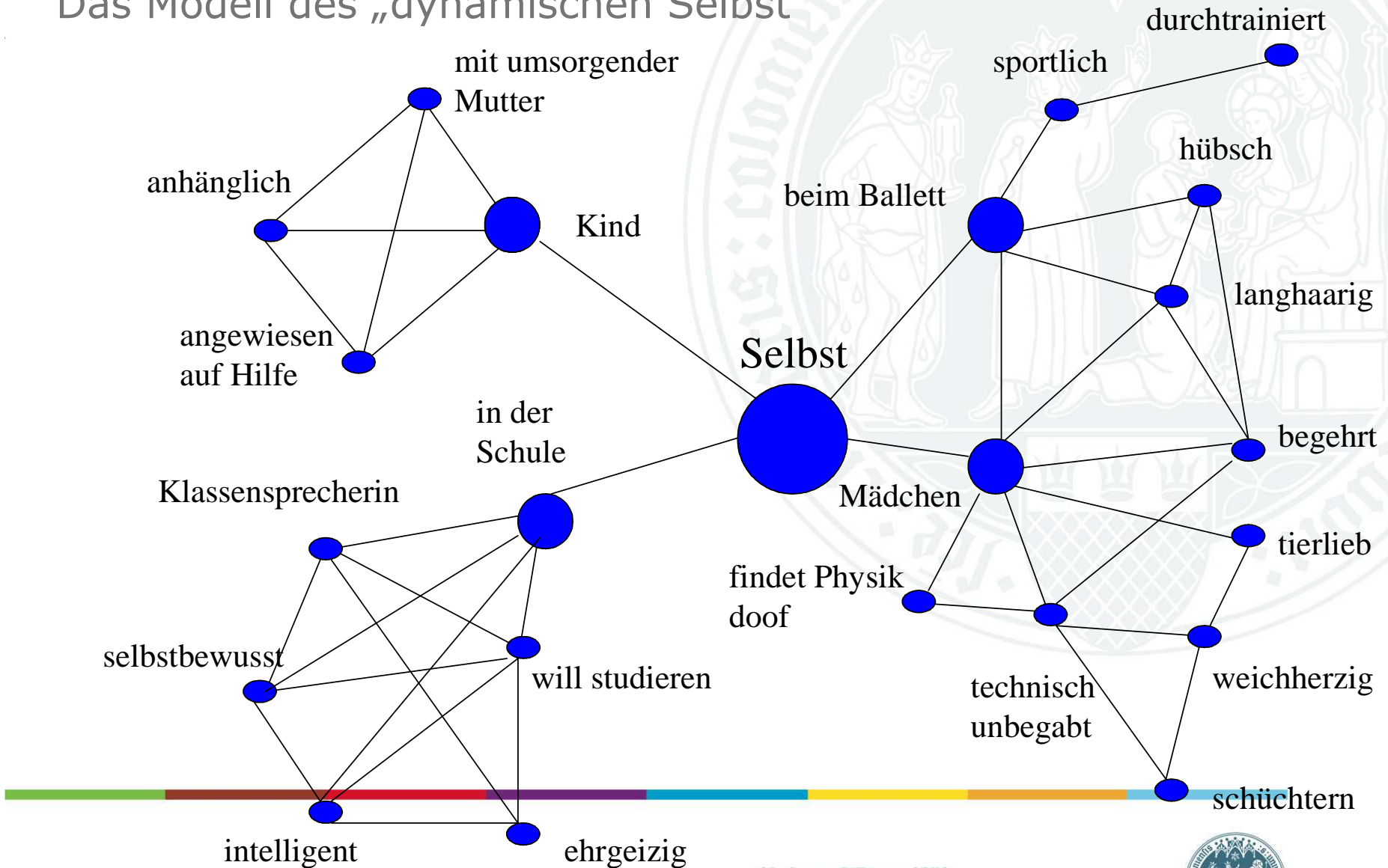
Deaktivierung „inkompatibler Selbstaspekte“ während des Unterrichts



Wie ist das möglich?



# Das Modell des „dynamischen Selbst“



Gemäß dem Modell des dynamischen Selbst ist das Selbst einer Person

1. **multipel** (es gibt verschiedene Selbstkonstrukte, die auf verschiedene Kontexte bezogen sind)
2. **flexibel** (in einem gegebenen Augenblick ist nur eines der insgesamt verfügbaren Selbstkonstrukte aktiviert).

Das gerade aktivierte Selbstkonstrukt wird „Arbeitsself“ genannt (*working self* Cantor et al., 1986).

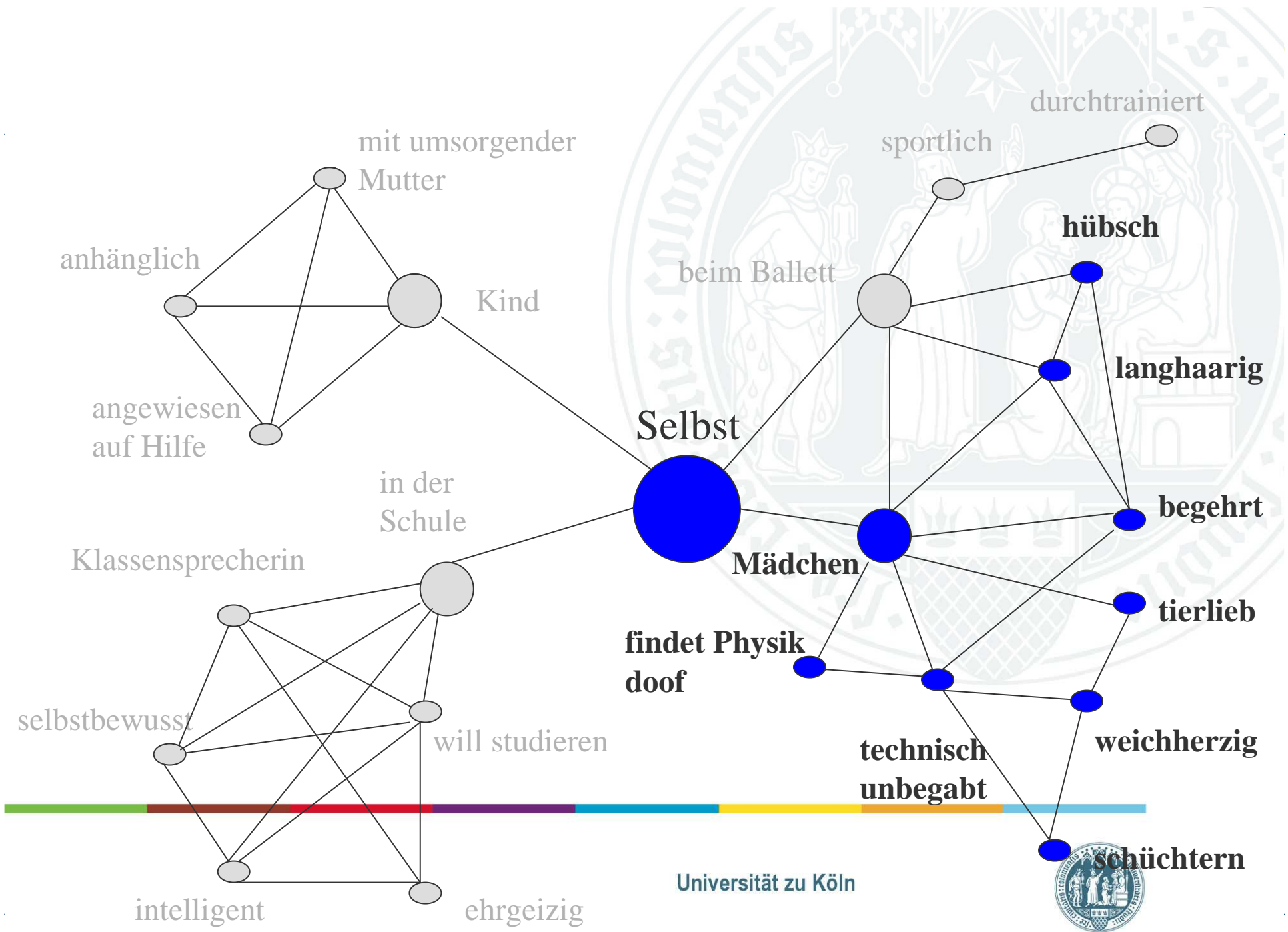


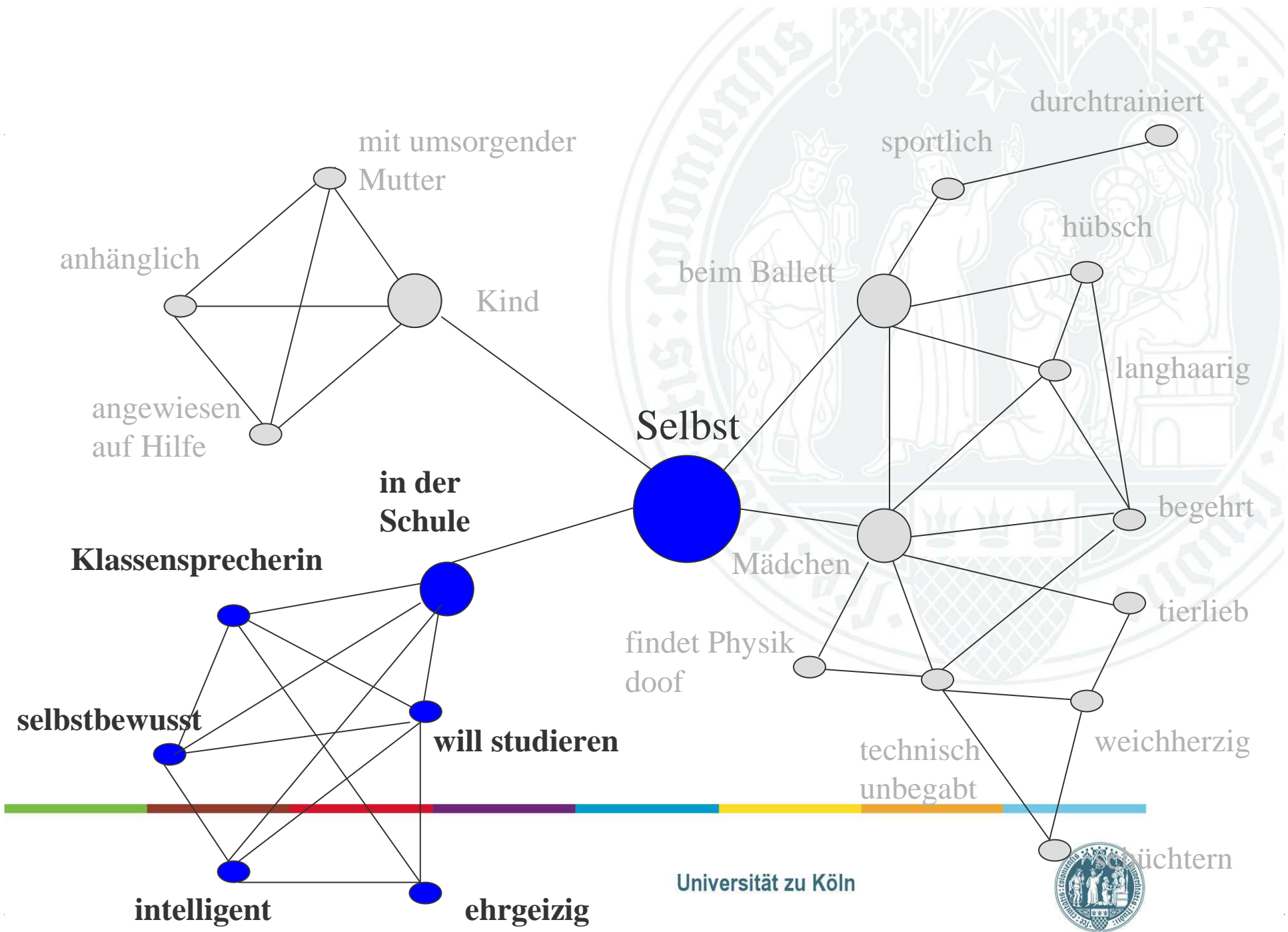


**Arbeitselbst**



**Informationsverarbeitung  
Verhalten**





## Welches Selbstwissen wird Inhalt des Arbeitsselbst?

Selbstwissen, das sich auf ein persönliches Merkmal bezieht, das im aktuellen Kontext besonders hervorgehoben („salient“) ist

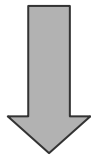
Situational salientes Merkmal → Inhalt des Arbeitsselbst



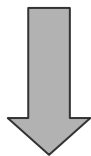


# Ein neuer Blick auf die Koedukationsdebatte

in koedukativer Gruppe:  
Geschlecht betont



Geschlechtsidentität  
Inhalt des Arbeitsselbst



Mädchen engagieren sich  
nicht in „Jungenfach“ Physik

in monoedukativer Gruppe:  
Geschlecht nicht betont



Geschlechtsidentität  
nicht Inhalt des Arbeitsselbst



Mädchen engagieren sich  
in „Jungenfach“ Physik



## Unsere Untersuchung zur Monoedukation zeigte,

- dass monoedukativer Anfangsunterricht in Physik positive Auswirkungen auf das physikbezogene Selbstkonzept und die Motivation von Mädchen hat.
- dass sich diese positivere Entwicklung ursächlich auf die geschlechtshomogene Lernumgebung zurückführen lässt.
- dass die geschlechtshomogene Lernumgebung positive Auswirkungen hat, weil in dieser geschlechtsbezogenes Selbstwissen weniger stark aktiviert ist als in einer koedukativen Lernumgebung.



Kessels, Ursula (2002)  
**Undoing Gender in der Schule**  
Eine empirische Studie über Koedukation  
und Geschlechtsidentität im Physikunterricht,  
Weinheim: Juventa



## Aber: Wollen Jugendliche nach Geschlechtern getrennten Unterricht?

### Umfrage des Instituts für Demoskopie Allensbach (1998):

„Es gibt ja jetzt den Vorschlag, dass in den naturwissenschaftlichen Fächern Jungen und Mädchen getrennt voneinander unterrichtet werden sollen. Finden Sie, das ist ein guter Vorschlag oder kein guter Vorschlag?“

n=2285, ab 16 Jahre alt

66% „kein guter Vorschlag“  
17% „guter Vorschlag“  
17% unentschieden oder keine Angabe

Unter den 16-29jährigen war die Ablehnung mit 79% am größten.

Frauen: 20% „guter Vorschlag“  
Männer: 14% „guter Vorschlag“

neue Bundesländer: 10% „guter Vorschlag“  
alte Bundesländer: 19% „guter Vorschlag“



## Aber: Wollen Jugendliche nach Geschlechtern getrennten Unterricht?

Bisherige Befunde zur Einstellung von Schülerinnen und Schülern gegenüber einer Trennung im Unterricht:

Faulstich-Wieland & Horstkemper, 1995: „Trennt uns, bitte, bitte nicht!“

Qualitative Analyse von 1734 Aufsätzen, die Schülerinnen und Schüler koedukativer und monoedukativer Schulen zu dieser Thematik verfassten

Aufgabenstellung: „Mädchen und Jungen besuchen heutzutage gemeinsam die Schule - das war aber nicht immer so. In der letzten Zeit hat es Diskussionen darüber gegeben, ob man nicht wieder getrennten Unterricht einführen sollte. ...“

67% der Mädchen und 73% der Jungen aus koedukativen Schulen waren uneingeschränkt für gemeinsame Unterrichtung

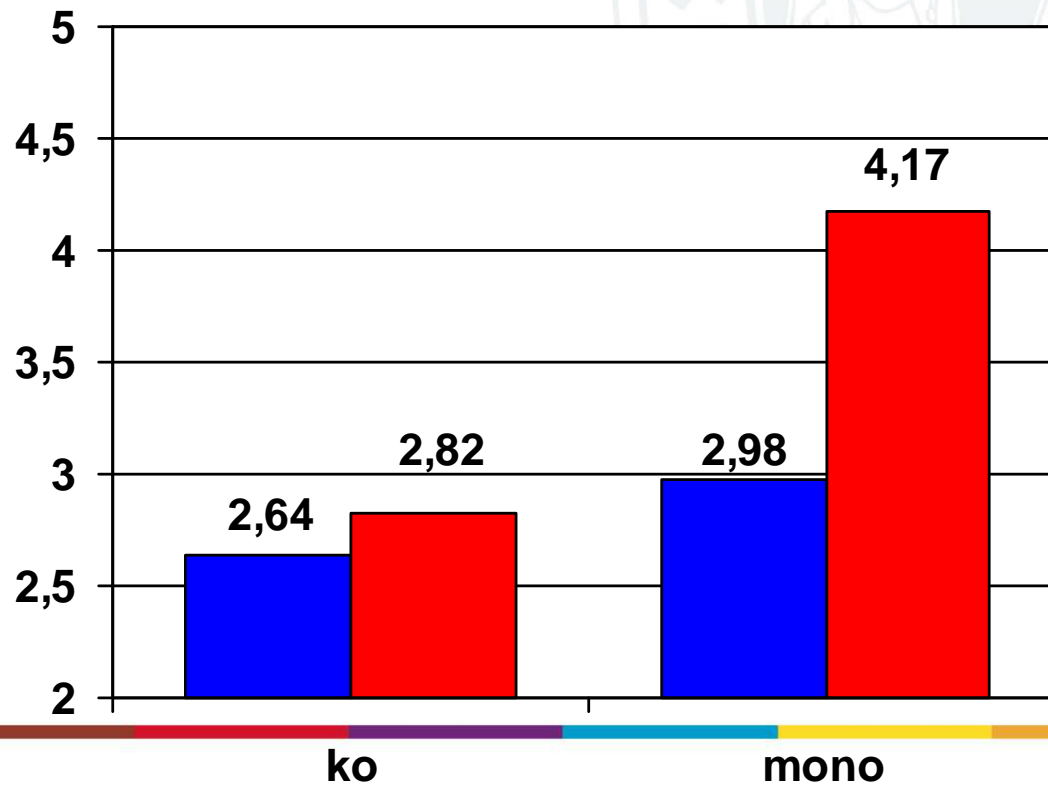
19% der Mädchen- und 10% der Jungenaufsätze plädierten für eine vollständige oder zeitweilige/fachspezifische Trennung (dies v.a. in Sport oder im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich)



# „Wie findest Du es, wenn Mädchen und Jungen im Physik-/ Chemieunterricht in der 8. Klasse getrennt unterrichtet werden?“

Antwortformat 1-5: sehr schlecht, eher schlecht, mittel, eher gut, sehr gut

Angaben am Ende der achten Klasse



2x2 ANOVA

Geschlecht:  
 $F(1,449)=33.02$ ;  $p < .001$

Gruppenkonstellation:  
 $F(1,449)= 49.74$  ;  $p < .001$

Geschlecht x  
Gruppenkonstellation:  
 $F(1,449)= 17.61$ ;  $p < .001$

■ Jungen  
■ Mädchen

Kessels, Hannover & Janetzke, 2001

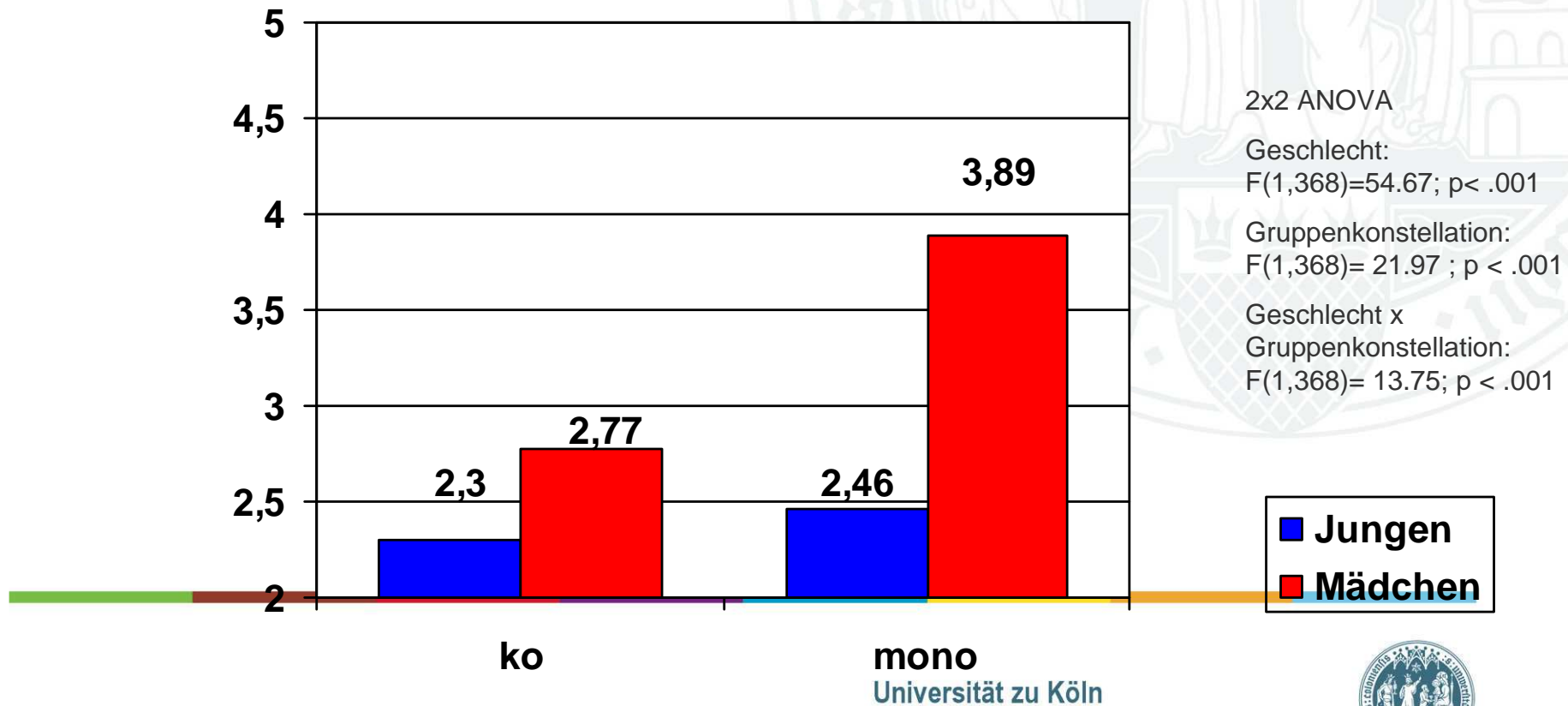
Universität zu Köln



# „Wie findest Du es, wenn Mädchen und Jungen im Physik-/ Chemieunterricht in der 8. Klasse getrennt unterrichtet werden?“

Antwortformat 1-5: sehr schlecht, eher schlecht, mittel, eher gut, sehr gut

Angaben zum Ende der neunten Klasse

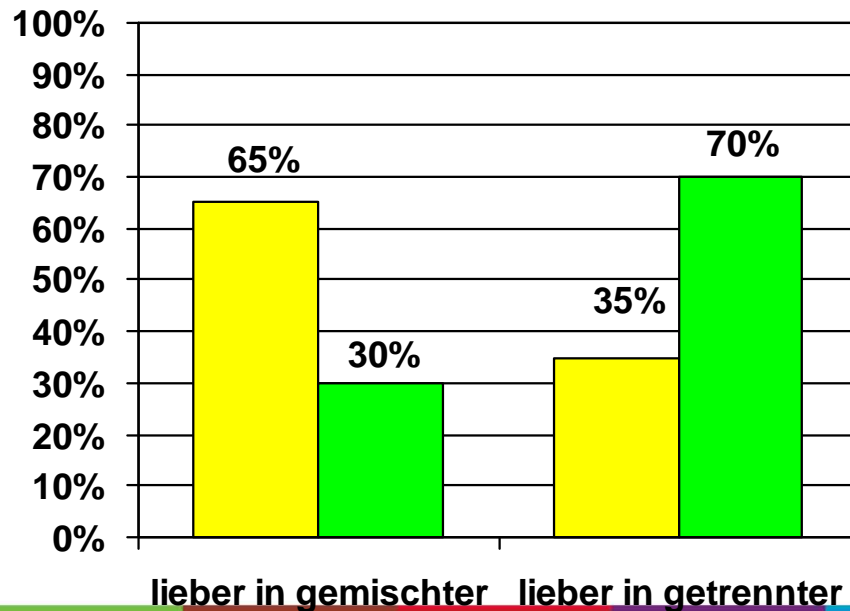


„Und wenn Du es Dir jetzt aussuchen könntest, würdest Du dann Physik/Chemie im kommenden 10. Schuljahr lieber in einer gemischten Gruppe haben oder in einer nach Geschlechtern getrennten Gruppe?“

Antwortformat : lieber in gemischter Gruppe/ lieber in getrennter Gruppe

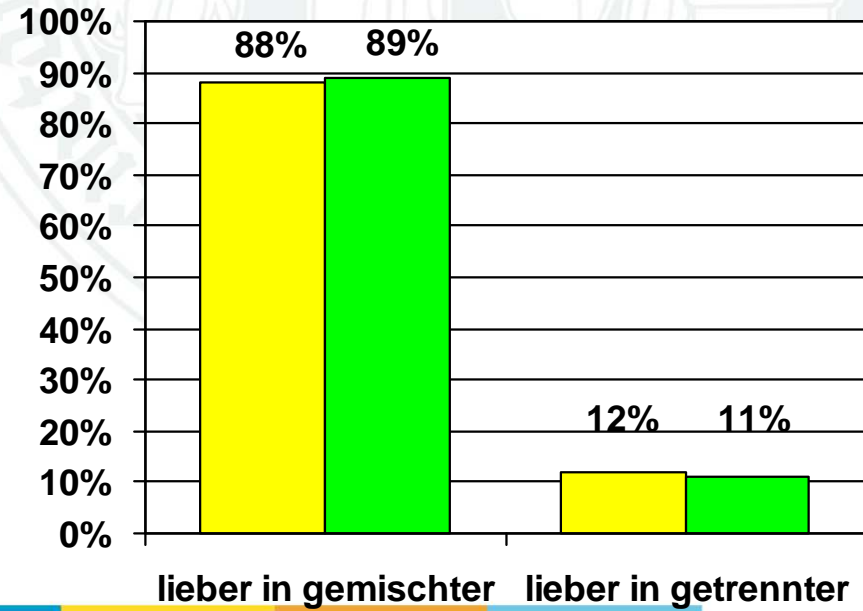
Angaben zum Ende der neunten Klasse

### Mädchen



■ 8. Klasse ko ■ 8. Klasse mono

### Jungen



■ 8. Klasse ko ■ 8. Klasse mono



Ende der achten Klasse zusätzlich gefragt:  
„Bitte schreibe kurz auf, weshalb Du diese Meinung vertrittst“

564 der 755 Befragten kamen dieser Bitte nach

87% der befragten Mädchen, n=321

63% der befragten Jungen, n= 236

271 Personen formulierten Gründe für gemeinsamen Unterricht,

324 Personen für getrennten Unterricht

20 weshalb es ihnen gleichgültig ist.

Mehrfachnennungen möglich!

Universität zu Köln





## Kategorisierung der Gründe für gemeinsamen Unterricht

- soziale Gründe
- auf das Lernen bezogene Gründe
- Betonung der Gleichheit der Geschlechter und individueller Unterschiede
- Betonung der Komplementarität der Geschlechter
- sonstige

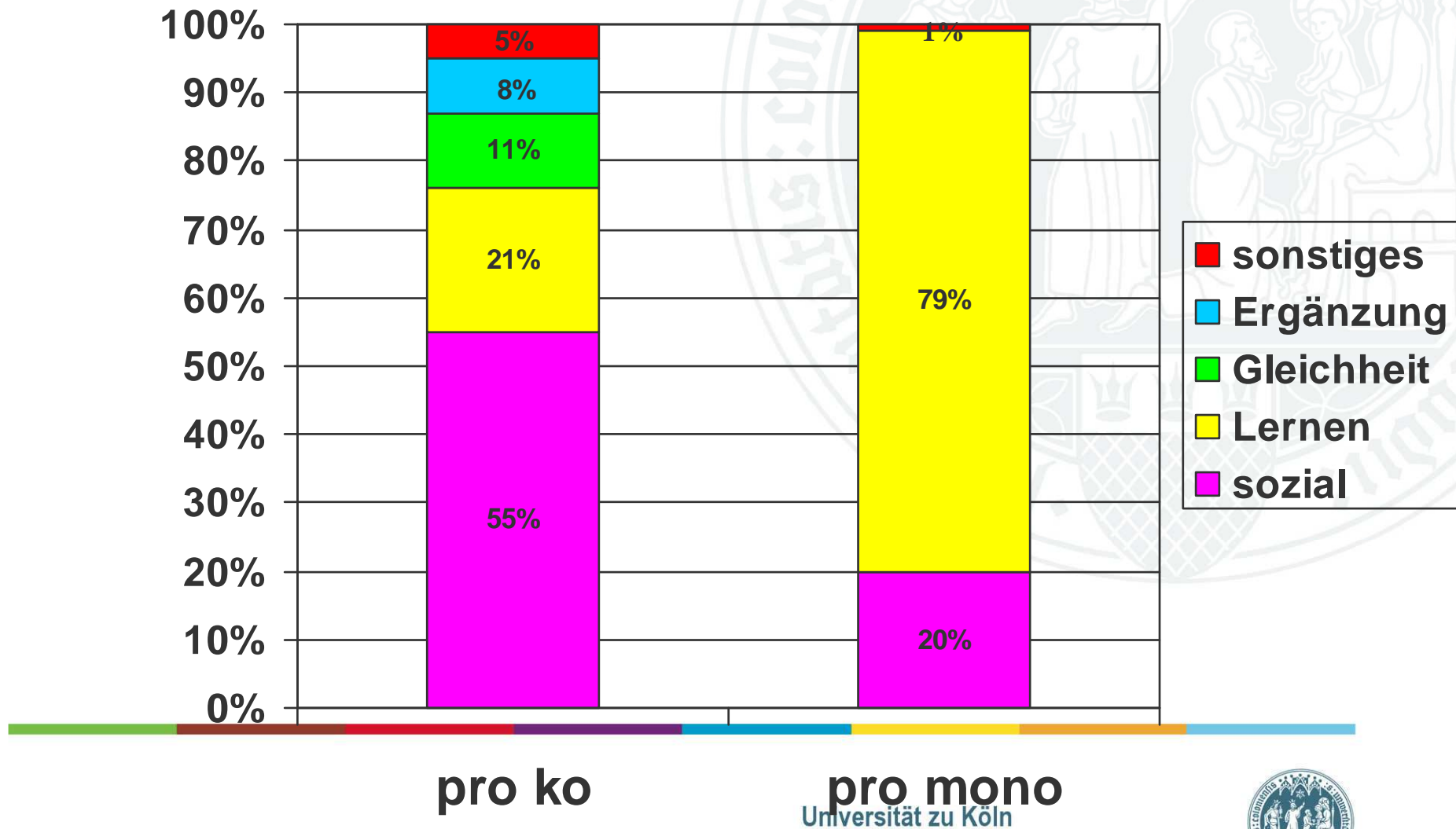


## Kategorisierung der Gründe für getrennten Unterricht

- soziale/ atmosphärische Gründe
- auf das Lernen bezogene Gründe



# Gründe für getrennten und Gründe für gemeinsamen Unterricht



## Resümee Bewertung von getrenntem Unterricht in NTW

**Mädchen, die immer nur koedukativen Unterricht hatten,** befürworten diesen und sprechen sich eher **gegen getrennten Unterricht** in NTW aus.

Vorzüge von Monoedukation offenbar unbekannt, positive Erfahrungen mit dem koedukativen Unterricht, meist sozialer Art.

Wenn Mädchen **Monoedukation aber kennen gelernt haben,** **schätzen sie reine Mädchengruppen** → offenbar haben sie dort positive Erfahrungen gemacht.



## Zusammenfassung

Das **Wissen über die sozial geteilten Bedeutungen verschiedener schulischer Angebote** wird von Jugendlichen genutzt, um die Frage „**Wer bin ich, wie bin ich?**“ zu beantworten.

**Die sozial geteilten Bedeutungen des Faches Physik** beinhalten Aspekte, die dazu beitragen, dass sich viele Jugendliche von diesem Fach **abwenden**.

### Ziel von Interventionen:

**Die subjektive Passung zwischen dem Selbstbild der Jugendlichen und dem naturwissenschaftlichen Unterricht erhöhen!**

- Entweder durch (zeitweilige) Deaktivierung des **Image des Faches** (potentiell auch langfristig veränderbar?!)
- Oder durch (zeitweilige) Deaktivierung von **Identitätsaspekten Jugendlicher**, die nicht zum Image von Physik passen.



## Eigene Studien zum Thema/ im Vortrag zitierte Literatur:

- Hannover, B. & Kessels, U. (2002). Challenge the science-stereotype! Der Einfluss von Technikfreizeitkursen auf das Naturwissenschaften-Stereotyp von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. Beiheft, 341-358.
- Hannover, B. & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why German high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, 14 (1), 51-67.
- Hannover, B. & Kessels, U. (2008). Geschlechtsunterschiede beim Lernen. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.). *Handbuch der Pädagogischen Psychologie (Reihe Handbuch der Psychologie)* (S. 116-125). Göttingen: Hogrefe.
- Kessels, U. (2002). *Undoing Gender in der Schule. Eine empirische Studie über Koedukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht*. Weinheim/München: Juventa.
- Kessels, U. (2005). Fitting into the stereotype: How gender-stereotyped perceptions of prototypic peers relate to liking for school subjects. *European Journal of Psychology of Education*, 20 (3), 309-323.
- Kessels, U. (2007) *Identitätskongruente Nutzung des schulischen Angebots*. Kumulative Habilitationsschrift: Freie Universität Berlin.
- Kessels, U. (2007). Identifikation mit naturwissenschaftlichen Fächern: Ein Vergleich von Schülerinnen einer monoedukativen und einer koedukativen Schule. In L. Herwartz-Emden (Hrsg.). *Neues aus alten Schulen* (S. 161-180). Opladen: Verlag Barbara Budrich.
- Kessels, U. (2007). Alles nur placebo? Warum Monoedukation im Physikunterricht das Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen beeinflusst. In P. H. Ludwig, & H. Ludwig (Hrsg.) *Erwartungen in himmelblau und rosarot. Effekte, Determinanten und Konsequenzen von Geschlechterdifferenzen in der Schule* (S. 244-260). Weinheim/ München: Juventa.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2002). Die Auswirkungen von Stereotypen über Schulfächer auf die Berufswahlabsichten Jugendlicher. In B. Spinath & E. Heise (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie unter gewandelten gesellschaftlichen Bedingungen* (S. 53-67). Hamburg: Kovac.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2004). Entwicklung schulischer Interessen als Identitätsregulation. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.). *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 398-412). Münster: Waxmann.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2006). Zum Einfluss des Image von mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulfächern auf die schulische Interessenentwicklung. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.) *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 350-369). Münster: Waxmann.
- Kessels, U., Rau, M. & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Educational Psychology*, 74 (4), 761-780.
- Kessels, U., Warner, L.M., Holle, J., & Hannover, B. (2008). Identitätsbedrohung durch positives Leistungsfeedback. Die Erledigung von Entwicklungsaufgaben im Konflikt mit schulischem Engagement. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 40, 22-31.
- Taconis, R. & Kessels, U. (2009). How choosing science depends on students' individual fit to the "science culture". *International Journal of Science Education*, 31 (8), 1115-1132.

