

# Narrationen der Physik und ihre Vermittlung

Prof. Dr. Helene Götschel

Technische Universität Darmstadt

Institut für Allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik

Physikerinnentagung 2020 - Online

Universität Hamburg, Fachbereich Physik

06.11.2020

### Narration/Narrativ

Narration bedeutet im weitesten Sinne den Akt des Erzählens und sein Produkt, die Erzählung. In den Kulturwissenschaften wird noch einmal differenziert zwischen dem Prozessualen des Erzählvorgangs (Narration) und dem Produkt des Erzählens (Narrativ).

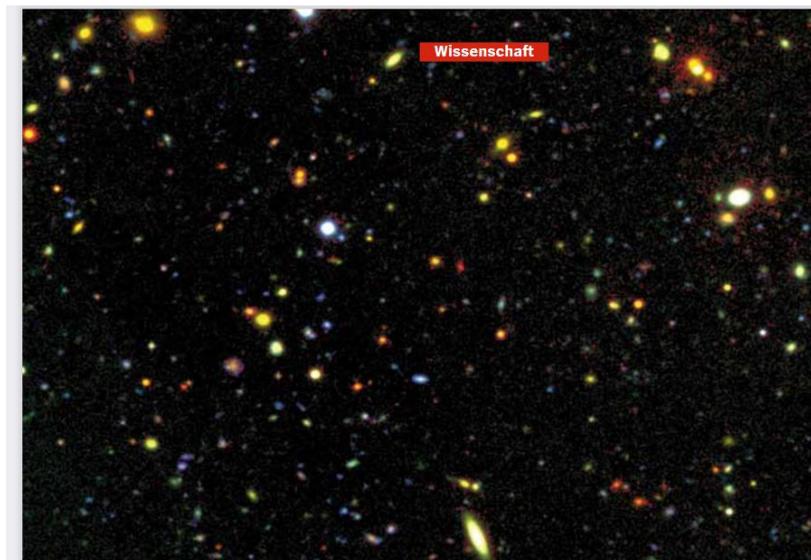
Erzählen hat eine Erkenntnisfunktion. Auch in den Naturwissenschaften liegen Fakten nicht einfach vor, sondern (ent-)stehen im Zusammenhang mit forschendem Handeln, das sozial und historisch bedingt ist. Wie in und über Naturwissenschaften erzählt wird, dient auch dem (Selbst-)Verständnis dieser Wissenschaften.

[Pernkopf, Elisabeth. (2014). "»Die Natur ist eine Fabel«. Narrative und Naturwissenschaften". In A. Strohmaier (Hg.) Kultur - Wissen - Narration. Bielefeld: transcript, S. 323–342.]

## Orte der Vermittlung physikalischer Narrationen/Narrative

- (1) Wissenschaftliche Artikel in Zeitschriften, Wissenschaftssendung
- (2) Schulbuch – Lehrbuch – Sachbuch, Lernplattform, Lehrvideo
- (3) Vorlesung im Hörsaal (engl. ‚lecture theatre‘)
- (4) Präsentationen auf Fachkongressen
- (5) Autobiographien und Biographien
- (6) Bezeichnungen von Gesetzen, Forschungsanlagen, ...
- (7) ...

## (1) Berichterstattung in den Medien zu physikalischer Forschung



Hoch aufgelöster Ausschnitt des Nachthimmels im Sternbild Jungfrau (VLT-Aufnahme)\*: *Fackeln am anderen Ende des Univers*

ASTRONOMIE

### Spur der blauen Riesen

Münchener Astrophysiker haben das Licht neugeborener Galaxien aufgefangen – die erste spektakuläre Entdeckung mit dem in Chile errichteten Superteleskop VLT.

ki. „Wenn sich die Altersbestimmung der Wahrheit, sind wir auf die jüngsten jemals beobachteten Sternensysteme gestoßen.“  
Nach der bislang noch unveröffentlichten Analyse der Astrophysiker künden die Lichtsignale von einem kosmischen Drama: Im Innern der nur wenige Millionen Jahre alten Galaxien zünden gerade die ersten Sterne. Jedes Jahr flammen dort drei neue Sonnen auf – dreimal so viele wie heute in der Milchstraße.

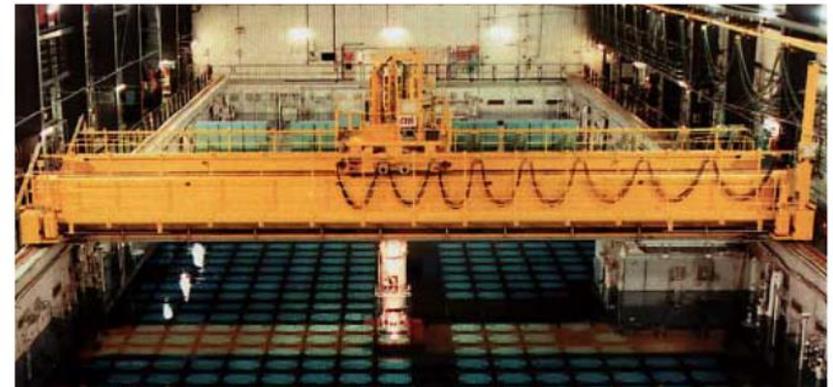
Wissenschaft

ATOMENERGIE

### Geist aus der Flasche

Weil die atomare Wiederaufarbeitung fortgesetzt wird, wachsen die Plutoniumhalden. Jedes zusätzliche Kilogramm des bombentauglichen Ultragriffs erschwert den Atomausstieg.

Und dafür ge  
Weg: die Verb  
Tatsächlich  
der nukleare  
ner Regierun  
bei der Pluto  
Bisher soll  
aus verbrauc  
te Ultragriff –  
wieder dort  
standen ist:



Zeitschriftenartikel aus  
Spiegel 1999

### (1) Berichterstattung in den Medien

Erlemann:

Auf Basis der Titel mag man als LeserIn kaum erwarten, dass es hier vorgeblich um nüchterne, sich der Realität verpflichtet fühlende Wissenschaft gehen soll. Die verwendeten Formulierungen erinnern eher an Märchen und Detektivgeschichten und zeigen, dass unterhaltsam über Physik berichtet wird. Physiker werden dabei nicht als Menschen, sondern als Erkenntnisproduzenten präsentiert, die ihren Forschungsgegenstand perfekt unter Kontrolle haben (Beispiel Ketteler). Die Darstellung von Physikerinnen in den Medien weicht davon ab. Hier spielt die äußere Erscheinung und ihre familiäre Situation eine größere Rolle (Beispiel Jill Tarter, Markopoulou-Kalamara)

[Erlemann, Martina (2004). Menschenscheue Genies und suspekta Exotinnen. Mythen und Narrative in den medialen Repräsentationen von PhysikerInnen. In: Junge, T. & Ohlhoff, D. (Hg). Wahnsinnig Genial - Der Mad Scientist Reader. Aschaffenburg: Alibri Verlag, S. 241-265]

### (1) Berichterstattung in den Medien

#### Wissenschaft

PHYSIK

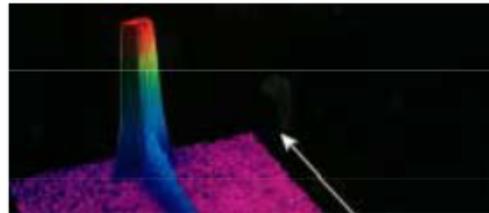
## Eisige Tropfen

„Atomlaser“ heißt die neueste Erfindung aus den Labors. Mit der Teilchenkanone könnten schnellere Computer und genauere Uhren gebaut werden.

**W**olfgang Ketterle herrscht über ein Millionenheer. Allerdings sind seine Truppen so klein, daß man sie mit bloßem Auge nicht erkennen kann. „Mit dieser Apparatur zwingen wir Atome dazu, sich wie Soldaten im Gleichschritt zu bewegen“, sagt der deutsche Physiker, der derzeit am Massachusetts Institute of Technology forscht. Vor zwei Jahren hat er in seinem Labor den ersten Atomlaser

Fachleute staunten über die Wunderlampen, mit denen erstmals scharf gebündelte Lichtstrahlen erzeugt werden konnten, die alle mit gleicher Wellenlänge und Phase schwingen. Heute sind Laser ein Massenprodukt wie Glühlampen.

Atomlaser dürften kaum eine ähnliche Verbreitung finden; dafür ist ihre Herstellung technisch zu aufwendig. Um die Atome, die Bausteine der Materie, dazu zu bringen, sich gleichförmig zu bewegen, werden sie erst einmal in einen Magnetkäfig gesperrt und dann mit Laserstrahlen trickreich abgebremst. Auf diese Weise

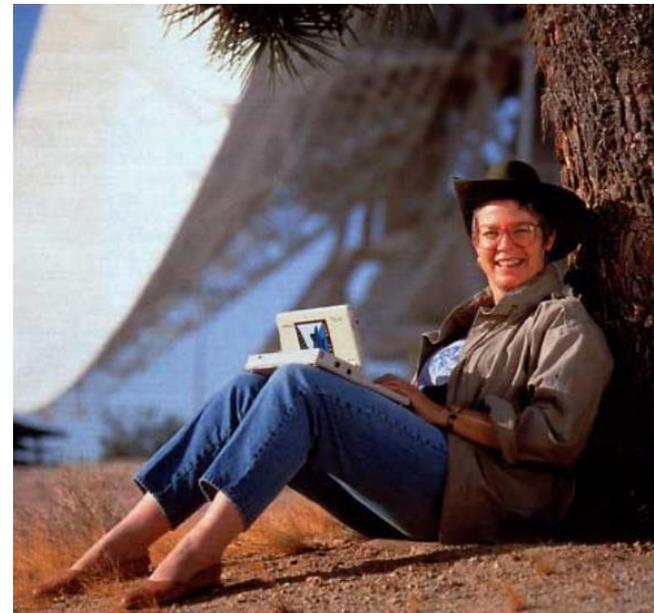
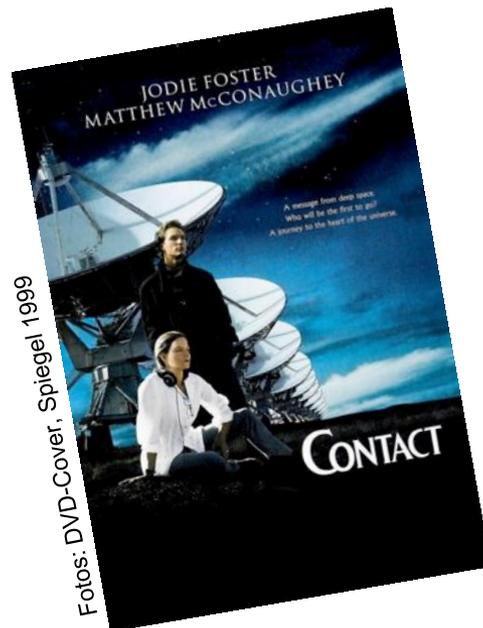


Zeitschriftenartikel aus Spiegel 1999

Wolfgang Ketterle  
erhielt 2001 den  
Physik Nobelpreis

[Erlemann, Martina (2004). Menschenscheue Genies und suspekta Exotinnen. Mythen und Narrative in den medialen Repräsentationen von PhysikerInnen. In: Junge, T. & Ohlhoff, D. (Hg). Wahnsinnig Genial - Der Mad Scientist Reader. Aschaffenburg: Alibri Verlag, S. 241-265]

### (1) Darstellung von Physikerinnen Jill Cornell Tarter



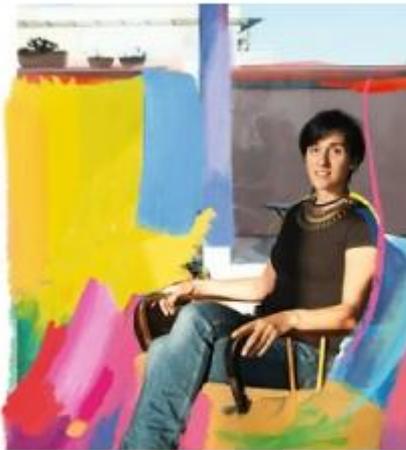
Astronomin Tarter: Lauschangriff auf 1000 Nachbarsterne

## Beseelt oder besessen?

Mit riesigen Radioteleskopen horchen US-Forscher auf Funkbotschaften aus dem All. Jetzt helfen Tausende PC-Besitzer übers Internet bei der Fahndung nach Aliens.

[Erlemann, Martina (2004). Menschenscheue Genies und suspekta Exotinnen. Mythen und Narrative in den medialen Repräsentationen von PhysikerInnen. In: Junge, T. & Ohlhoff, D. (Hg). Wahnsinnig Genial - Der Mad Scientist Reader. Aschaffenburg: Alibri Verlag, S. 241-265]

### (1) Darstellung von Physikerinnen Fotini Markopoulou-Kalamata



**Familie und Forschung ist schwer zu vereinbaren**



*Die Schönheit der Gedanken: Fotini Markopoulou-Kalamata schreibt an ihrem Schreibtisch in ihrer Wohnung in Kanada. In der Physik elegant visualisierte Gedanken*



*Die meisten Mütter hätten ein Problem mit Filzstiften auf Türen. Aber Fotini Markopoulou-Kalamata schreibt sie selbst mit Formeln voll, wenn sie mit ihren Kollegen über physikalische Fragen diskutiert. Ihr Sohn wurde vor 20 Monaten in Berlin geboren.*



*Ein Porträt der Physikerin als Strandmädchen in der Nähe Athens. Ihre griechische Heimat verließ sie mit 19, um in London zu studieren*

WISSEN

## Die 40-jährige Fotini Markopoulou-Kalamara

Peter Praschl (Interview): Die 40-jährige Fotini Markopoulou-Kalamara. Süddeutsche Zeitung Magazin. Nr. 10 vom 9. März 2012. Schwerpunktthema: Mit 20 hat man noch Träume, mit 100 erste recht. Zehn Jahrzehnte, zehn Gespräche. Fotos ebenda.

## (2) Lehrbuch/ Sachbuch

Quelle:

Paul A. Tipler, Gene Mosca (2019). Physik für Studierende der Naturwissenschaften und Technik (hg. V. Peter Kersten, Jenny Wagner), Berlin: Springer, 8. Auflage

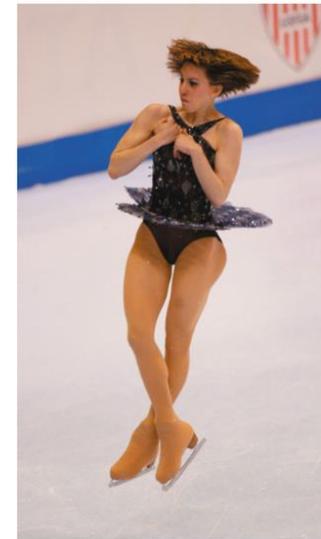


**Abb. 8.53** Mehrfachbelichtung eines Turmspringers. Der Massenmittelpunkt des Springers bewegt sich entlang einer parabolischen Bahn, sobald der Springer das Brett verlassen hat. Der Drehimpuls stammt von dem anfänglichen äußeren Drehmoment, das durch die Kraft des Sprungbretts ausgeübt wird; wenn der Springer sich beim Absprung vornüber beugt, verläuft diese Kraft nicht durch seinen Massenmittelpunkt. Wenn der Springer in der Luft einen oder mehrere Salto machen will, zieht er die Arme und Beine an; so verringert er sein Trägheitsmoment und erhöht damit die Drehgeschwindigkeit. (© Harold Edgerton, MIT, 2018, mit freundlicher Genehmigung von Palm Press, Inc.)

Dieser Erhaltungssatz entspricht der Impulserhaltung bei der Translationsbewegung. Für ein abgeschlossenes System, d.h. ein System, das von seiner Umgebung völlig getrennt ist, kennen wir damit schon Erhaltungssätze für drei Größen: die Energie, den linearen Impuls und den Drehimpuls. Der Drehimpulserhaltungssatz ist wie die anderen beiden Erhaltungssätze eines der grundlegenden Naturgesetze. Es gibt viele alltägliche Beispiele für die Drehimpulserhaltung, so beispielsweise beim Turmspringen (Abb. 8.53) und beim Eislaufen (Abb. 8.54). In Beispiel 8.12 wird die Drehimpulserhaltung bei zwei aneinan-

**Abb. 8.54** Beim Eiskunstlauf ist das Drehmoment, das vom Eis auf die Eisläuferin ausgeübt wird, nur gering; daher bleibt der Drehimpuls bei einer Pirouette nahezu konstant. Wenn die Eisläuferin ihr Trägheitsmoment verringert, indem sie die Arme an den Körper drückt, steigt ihre Drehgeschwindigkeit. (© Mike Powell/Getty Images) ▶

Die Übersetzung entspricht dabei  $|M_2| = (r_2/r_1)|M_1|$ , wobei  $r_1$  und  $r_2$  die Radien der beiden Zahnräder sind. Die zweite Funktion besteht darin, unterschiedliche Umlaufgeschwindigkeiten der Antriebsräder bei Kurvenfahrten oder unterschiedlichem Schlupf auszugleichen. Dazu dient die hier nicht gezeigte Lagerung der beiden Radachsen im Differenzialkorb. (© Richard Luria/ Science Source)



## (2) Lehrbuch/ Sachbuch

Teil III

### Energie und Arbeit



In diesem Teil ...

232

Quelle:

Steven Holzner  
(2015)  
Physik für Dummies.  
Weinheim: Viley, 4.  
Auflage

Teil IV

### Alles über Wärme



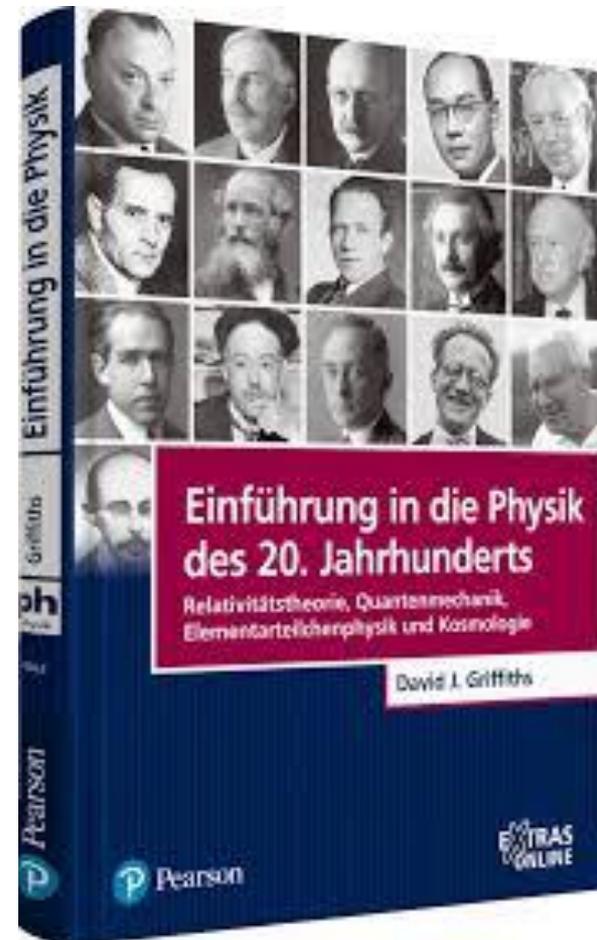
390

## (2) Lehrbuch/ Sachbuch

### Produktbeschreibung

Dieses Buch des renommierten Physikprofessors David J. Griffiths ist erfrischend anders. Anhand vieler anschaulicher Beispiele und unterhaltsamer Geschichten, stets mit einem Augenzwinkern, führt es in die Themen (der modernen Physik, HG) ein und verhilft dem Leser auch ohne einen großen mathematischen Apparat zu einem grundlegenden Verständnis dessen, worüber Einstein, Schrödinger, Feynman und Hubble eigentlich nachdachten und sprachen.

David J. Griffiths (2015). Einführung in die Physik des 20. Jahrhunderts. Relativitätstheorie, Quantenmechanik, Elementarteilchenphysik, Kosmologie. Hallbergmoos: Pearson. Foto: Buchcover

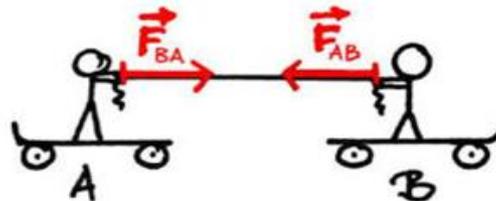


## (3) Vorlesung Mechanik. Materiell-diskursive Narrationen

Zwischen physikalischen Objekten, den Körpern der Lehrenden und Lernenden und den für die Physikvermittlung genutzten Räumen entstehen materiell-diskursiven Narrationen. Dies geschieht z.B. beim Demonstrationsexperiment zum Wechselwirkungsgesetz.

### Versuch mit Skateboards Wechselwirkungsgesetz

Material  
Equipment:  
1 rope  
2 skateboards  
2 people  
Audience  
Lecturer  
Theatre



<https://stl-stephan.de/wp-content/uploads/2017/08/grundwissen-physik-klasse-7-neu.pdf>



# Narrationen der Physik und ihre Vermittlung

## H. Götschel

### (3) Vorlesung Mechanik

#### Materiell-diskursive Narration

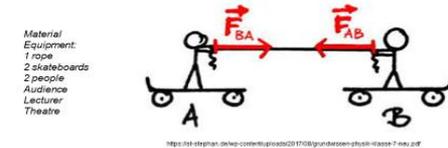
Götschel:

In der Physikvorlesung wird bei der Wiederholung des Experiments ein kräftiger Student durch eine schlanke Studentin ersetzt. Auch jetzt bewegen sich beide Skateboards aufeinander zu, unabhängig davon ob der eine, die andere oder beide am Seil ziehen. Aufgrund der leichteren Masse beschleunigt jedoch das Board mit der Studentin schneller als zuvor das Board mit dem kräftigen Studenten. Dies veranlasst einen der Zuschauer zu dem Kommentar: „Die beiden sind ineinander verliebt!“, woraufhin alle Studierenden in Gelächter ausbrechen.

Aus zwei Skateboards, einem Seil, zwei Studierenden und den Zuschauenden entsteht eine materiell-diskursive Choreographie oder Narration, die Geschlecht in einem performativen Akt hervorbringt und dramatisiert, Begehren thematisiert, den Hörsaal erotisiert und sexualisiert sowie Heterosexualität als Norm setzt. Gleichzeitig wird dadurch die Studentin in ihre Schranken als „das Andere der Physik“ verwiesen.

[Helene Götschel (2017). Methoden für eine gender- und diversityreflektierte Lehre der Physik. In: Corinna Onnen, Susanne Rode-Breyman (Hg.): Zum Selbstverständnis der Gender Studies. Methoden – Methodologien – theoretische Diskussionen und empirische Übersetzungen. Leverkusen-Opladen: Verlag Barbara Budrich, S. 237]

#### Versuch mit Skateboards Wechselwirkungsgesetz



Prof. Dr. Helene Götschel

H

Seite 44

### (4) Fachkongresse. Märchen von einsamen Helden

Jatila van der Veen & Jenny Cook-Gumperz (2012):  
The Role of Narratives in the Co-construction of Community  
Identity in Physics (Preprint),

[http://web.physics.ucsb.edu/~jatila/papers/physics-narratives\\_2010.pdf](http://web.physics.ucsb.edu/~jatila/papers/physics-narratives_2010.pdf)

The social character of a community is reflected in, and continually shaped by, its cultural mythology. (...) The narratives most often repeated during professional physics conferences appear surprisingly similar in their underlying structure to traditional fairy tales of heroic journeys. The heroes – usually one of the icons of the physics community, or the narrator's thesis advisor - are almost always male. Women in traditional physics stories are portrayed most often as helpmates to the male physicists, while the few women physicists are portrayed as eccentric “others,” tragic figures.



### (4) Fachkongresse. Märchen von einsamen Helden

In an Nobel Laureat's narrative of the Manhattan Project we can find almost a line-by-line correspondence with the elements of the fairy tale:

1. Evil is recognized:

there HAVE been a FEW occasions... a few histORical occasions  
when there HAVE been treMENDous URgent threats ...

2. There is imbalance in the world, and a restoration of balance is desired:

the first one goes back to the second world war  
and it was the THREAT of Nazi Germany acquiring NUclear weapons.

3. The hero emerges and is recognized for his qualities:

There was a RELatively small number of SCientists  
throughout the WORLD who were ABle to really assess this,  
to SOME extent.... and ah ONE of them, namely Szilard,

4. The hero goes on a journey:

persuaded the most pacific man that one can imagine,

5. The hero seeks the help of a wizard:

namely Albert EINstein

to write his famous LETter to President Roosevelt

[...]

## (4) Fachkongresse. Märchen von einsamen Helden

6. The king bestows favors so that the evil can be overcome:  
which authorized the establishment of the Manhattan Project.

7. There is a battle:

(The battle is understood to be World War II )

8. The hero emerges victorious:

(Again, this is understood as common knowledge, as the allies  
won the war.)

9. The hero takes a bride and ascends to the throne:

-- (#9 has been intentionally omitted = the absence of the feminine)

10. Order is restored, with the price of a loss of innocence.

On the Manhattan project was a theoretical physicist,  
namely Robert Oppenheimer,

You don't need to be reminded the final outcome of it

. It was enormously tragic.

200,000 people lost their lives in Hiroshima and Nagasaki

### (5) Autobiographien. Male Tales about Physics



<https://physicsworld.com/a/lhc-speeds-towards-collisions/>

Traweek beschreibt im Kapitel „Male Tales Told During a Life in Physics“ das Physiklabor nicht nur als einen Ort, an dem Wissen erzeugt wird, sondern auch als einen pädagogischen Ort, an dem Novizen der Physik „kulturalisiert“, d.h. in die Physikkultur eingeführt werden. Sie erlernen hier kollektive Konventionen und Emotionen als Teil eines ungeschriebenen Regelwerks und werden so zu „ordentlichen“ Physikern werden.

Biographien, die von führenden Physikern verfasst und von Novizen gelesen werden, spielen bei dieser Kulturalisation eine zentrale Rolle.

[Sharon Traweek (1992). *Beamtimes and Lifetimes. The World of High Energy Physicists*. Cambridge: Harvard University Press, S. 74-105]

### (5) Autobiographien. Male Tales about Physics

*Richard Feynman:*

„That was the beginning, and the idea seemed so obvious to me and so elegant that I fell deeply in love with it. And, like falling in love with a woman, it is only possible if you do not know much about her, so you can not see her faults.“

*Burton Richter:*

„Writing this brief biography has made me realize what a long love affair I have had with the electron. Like most love affairs, it has it's ups and downs, but for me the joys have far outweighed the frustrations.“

Traweek: Such stories express the desire for knowing about nature. But at the same time they express the physicists opinion about knowing and loving, and their image of women. The picaresque genre [Schelmenroman] excludes women as proper subjects from the story and therefore from the history of physics. [1992, S. 103]

### Narrationen der Physik - Zwischenfazit

- Physik heißt Kampf, Eroberung, Aufdecken von Geheimnissen
- Physik als Tätigkeit, um Maskulinität aufzuführen/ zu performen
- Inhalte über Beispielen aus Ingenieurswesen, Sport und Militär vermittelt
- Narrationen der Physik erzählen Heldengeschichten und „male tales“
- (europäische und asiatische) Physiker sind genial, Physikerinnen sind es nicht, ebenso wenig Schwarze, POC und Natives
- Sexistische Witze motivieren die Zielgruppe der Lernenden
- Physik erfordert Führungskompetenz, keine sozialen Kompetenzen
- Physik erfordert eine leidenschaftliche Hingabe 24/7
- Physiker sind Priester der Wahrheit in Kathedralen des Wissens
- Physikalisches Wissen tradiert sich über Lehrer-Schüler-Verhältnisse (weiße, männliche Studierende stehen in dieser Tradition)
- ...

### Wie lassen sich neue Narrationen vermitteln?

Forschungsprojekt an der Hochschule Hannover (2016-2019)  
Physikvorlesung im Maschinenbau

#### Fragestellung

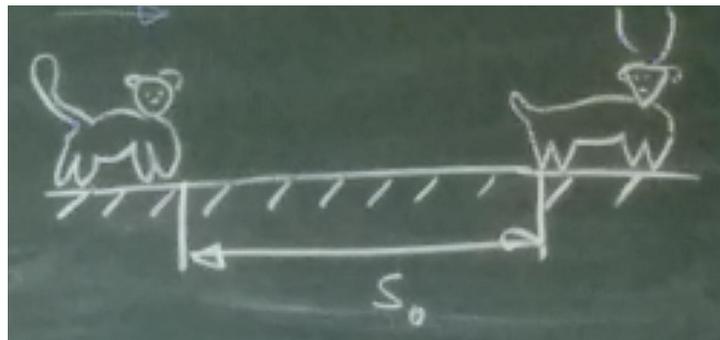
Wie lassen sich gleichzeitig mit der Vermittlung physikalischer Grundlagen Kompetenzen über das Hinterfragen von Narrationen der Physik, z.B. zur Technikkompetenz, zu Helden der Physikgeschichte, zu physikalischer Begabung, zu vermeintlich ‚natürlich‘ gegebenen physikalischen Größen und zu hegemonialer Männlichkeit vermitteln?  
Und wie lassen sich neue Narrationen erzählen?

### Geeignete Strategien könnten sein:

- materiell-diskursive Narrationen in der Physikvorlesung wahrnehmen
- hegemoniale Denkmuster offenlegen
- das Unsichtbare und Verschwiegene sichtbar machen
- die Aushandlungsprozesse physikalischen Wissens thematisieren
- ...

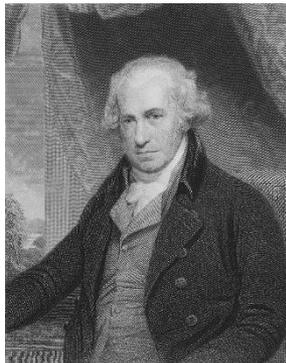
## Denkmuster offenlegen

In einer Übungsaufgabe jagt ein Löwe eine Antilope und die Studierenden sollen errechnen, ob der Löwe erfolgreich ist oder die Antilope entkommt. Mit dieser Aufgabe lassen sich die Denkmuster physikalischer Modellbildung hinterfragen, wenn die stark vereinfachten Vorgaben der Aufgabenstellung (keine Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit, kein Richtungswechsel) mit realen Bewegungen eines Rudels Löwinnen und einer Gruppe Zebras in einem Kurzfilm verglichen wird. Deutlich wird dann auch, dass Jagd in der Natur Teamarbeit von Löwinnen ist, während die Physik auf das kulturelle Narrativ des einsamen Helden zurückgreift und damit männliche Aktivität und weibliche Passivität reproduziert.



## Hinterfragen, was unsichtbar oder verschwiegen ist

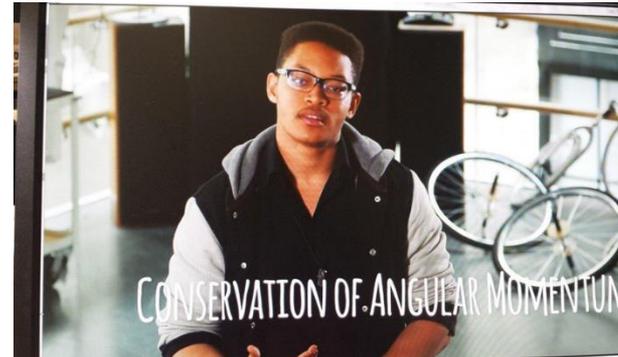
**Eine größere Vielfalt von historischen und aktuellen Physiktreibenden mit unterschiedlichen Geschlechtsidentitäten, sexuellen Orientierungen, Schichtzugehörigkeiten sowie ethnischen, kulturellen, nationalen oder religiösen Zugehörigkeiten zeigen und damit die Vorstellung vom „für Physik geeigneten Menschen“ erweitern und allen Studierenden motivierende Vorbilder bieten.**



James Watt, instrument maker



Emilie du Châtelet, noblewoman



Ryan, teaching physics at MIT (*MITK12Videos*)

## Aushandlungsprozesse aufzeigen



<https://frenchphilately.com>

Physikalisches Wissen wird nicht „entdeckt“, es ist nicht einfach da, sondern es wird in sozialen Prozessen ausgehandelt und hergestellt.

Ein anschauliches Beispiel dafür ist die Einführung eines standardisierten metrischen Längenmaßes “Meter” während der französischen Revolution durch das französische Komitee für Maße und Gewichte.

Die Pariser Behörde formulierte „praktische“ Anforderungen, die nur durch eine Messung des durch die französische Hauptstadt gehenden Längengrades erreicht wurde und einen Wert ergab, der der alten Pariser Elle sehr ähnlich war.

### Fazit

Narrationen der Physik werden an vielen Orten erzählt. Insbesondere werden Anfängerinnen und Anfänger damit in die Physik kulturalisiert. Narrationen vermitteln Orientierung und Zusammenhalt. Sie erzeugen aber auch Ausschlüsse, denn Narrationen treffen Aussagen über erwünschte bzw. unerwünschte Werte und Eigenschaften „geeigneter“ Physiker\*innen.

In der Physikvorlesung gibt es Möglichkeiten traditionelle Narrationen zu durchbrechen und neue Erzählungen über Physik vorzustellen. Doch solange es ein privilegiertes Gefühl ist, „es geschafft zu haben“ und zur Physik-community zu gehören, könnte es auf Widerstände stoßen neue Narrative zu erzählen. Die alte Frage bleibt: „Ist die Physik reif für eine Image-Kampagne?“

[U. Kessels, B. Hannover, M. Rau und S. Schirner (2002). Ist die Physik reif für eine Image-Kampagne? Physik Journal, November]

### Literatur zum Weiterlesen

Helene Götschel (2019): Teaching Queering Physics. An Agenda for Research and Practice. In: Will Lettis, Steve Fifiield (ed.) STEM of Desire: Queer Theories and Science Education. Leiden u. Boston: Brill Sense, 125-145

Helene Götschel (2019): Gender- und diversityinformierte Lehre der Physik. In: David Kergel/Birte Heidkamp (Hg.): Praxishandbuch Habitussensibilität und Diversität in der Hochschullehre. Wiesbaden: Springer, 171-194

Helene Götschel (2017): Drehmomente fallender Pinguine. Queer-dekonstruktive Perspektiven in der Physik. In: Nadine Balzter, Florian C. Klenk, Olga Zitzelsberger (Hg.): Queering MINT. Impulse für eine dekonstruktive Lehrer\_innenbildung. Leverkusen-Opladen: Budrich, 125-147

# Narrationen der Physik und ihre Vermittlung

## H. Götschel

---



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:  
[h.goetschel@apaed.tu-darmstadt.de](mailto:h.goetschel@apaed.tu-darmstadt.de)