

# Nature of Science

**Nicht nur Erkenntnisse vermitteln,  
sondern auch den Weg dorthin...**

Folien z.T. von David Borgelt, Münster



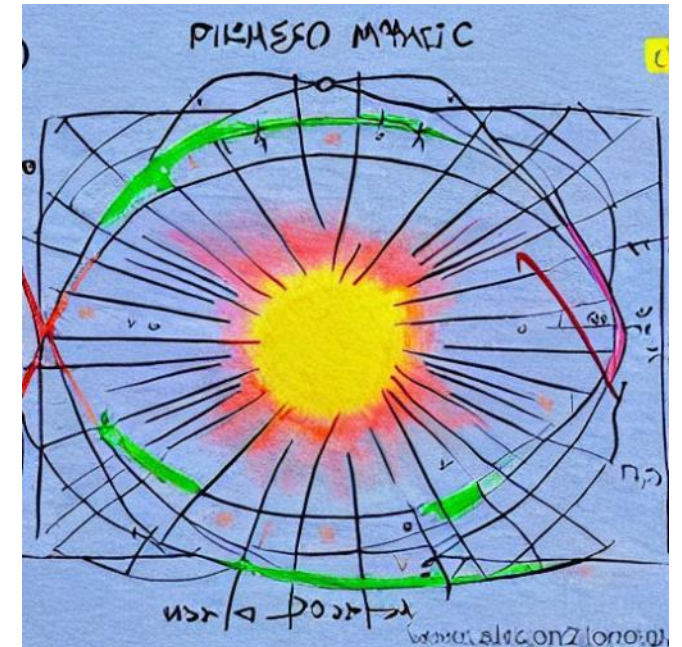
NETZWERK  
TEILCHENWELT

# Was ist Physik?

- ▶ Wie würdet Ihr Physik beschreiben?
- ▶ Wie würden Nicht-Wissenschaftler:innen Physik beschreiben?
- ▶ Wie ist die Wahrnehmung von Erkenntnisgewinn in der Physik in der Gesellschaft?
  - ... und wie bewertet Ihr diese Wahrnehmung in der Gesellschaft?

Diskutiert fünf Minuten in 3er Gruppen

Präsentiert anschließend Eure Antworten

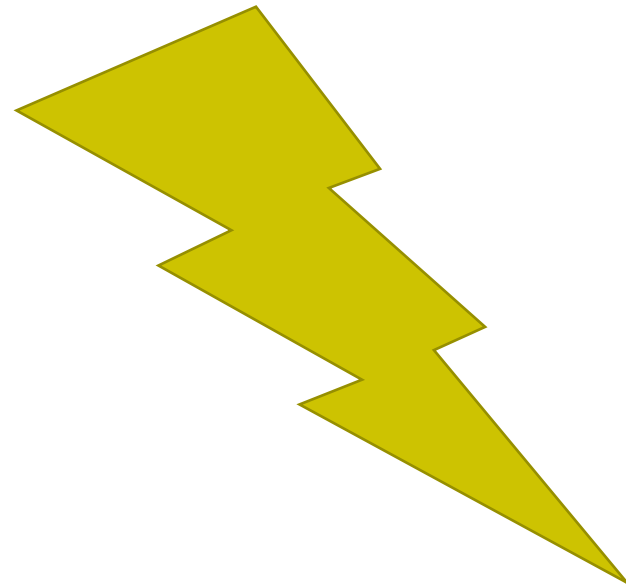


# Was ist Physik?



# Lasst uns mal problematisieren...

- ▶ Physik wird oft als eine Disziplin wahrgenommen, für die es Genies bräuchte.
- ▶ Naturwissenschaft wird eher *entmenschlicht* aufgefasst.
- ▶ Erkenntnisse sind starr und objektiv.
- ▶ ...



## ... und dem entgegenwirken, z.B. in einer Masterclass

- ▶ Wissenschaft ist ein menschliches Unterfangen.
- ▶ Wissen ist vorläufig.
- ▶ Es gibt Unsicherheiten.
- ▶ Wissenschaft arbeitet mit Modellen.
- ▶ ...



# Warum ist das wichtig?

## Warum ist *Nature of Science* wichtig für die WissKomm?

- Um Verschwörungsmythen wissenschaftlich fundierte Narrative entgegenzusetzen → **Storytelling**
- Um den qualitativen Unterschied von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Desinformation zu verdeutlichen → **Debunking**
- Um mit transparenter Kommunikation über methodischen Unsicherheiten das Vertrauen in die Wissenschaft zu stärken → **Ziele und Wirkung**
- ...
- ...

Quelle: David Ohse, <https://zenodo.org/records/7342976>

# Neutrino voltaic

- ▶ Unternehmen, das an der Umwandlung von Neutrinos in elektrischen Strom arbeitet
- ▶ *The Neutrino Energy Group is comprised of a worldwide team of companies, scientists and various international research centers and also unknown partners and supporters dedicated to application research and the conversion of invisible radiation into electricity , powered financed and leaded by Neutrino Inc.*
- ▶ <https://neutrino voltaic.com/>
- ▶ <https://neutrino-energy.com/>
- ▶ <https://holger-thorsten-schubart.info/>



# Nature of Science – Ein kleiner Blick zurück

- ▶ Spielt seit der Nachkriegszeit im asiatischen und anglo-amerikanischen eine Rolle in der Lehre von Naturwissenschaften.
- ▶ In den USA und dem Westen besonders durch den **Sputnik-Schock** geprägt.
- ▶ Konsens, was genau *Nature of Science* sein soll, wurde erst seit den 2000er erarbeitet...
  - ... und in Deutschland eher nochmal knapp 10 Jahre später.

Nature of Science-Perspektiven von Studierenden, Johannes Koska & Dirk Krüger, Erkenntnisweg Biologiedidaktik 11 S. 115-127, 2012



# Was genau ist denn nun Nature of Science?

- ▶ Konzepte und Überzeugungen, die die Wissenschaft als Methode zur Erklärung und Vorhersage von Phänomenen auszeichnen
- ▶ Die Art und Weise, wie Wissenschaft funktioniert
- ▶ Aber auch Naturwissenschaften als Teil der Kultur.

“Lasst uns über Physik sprechen!“





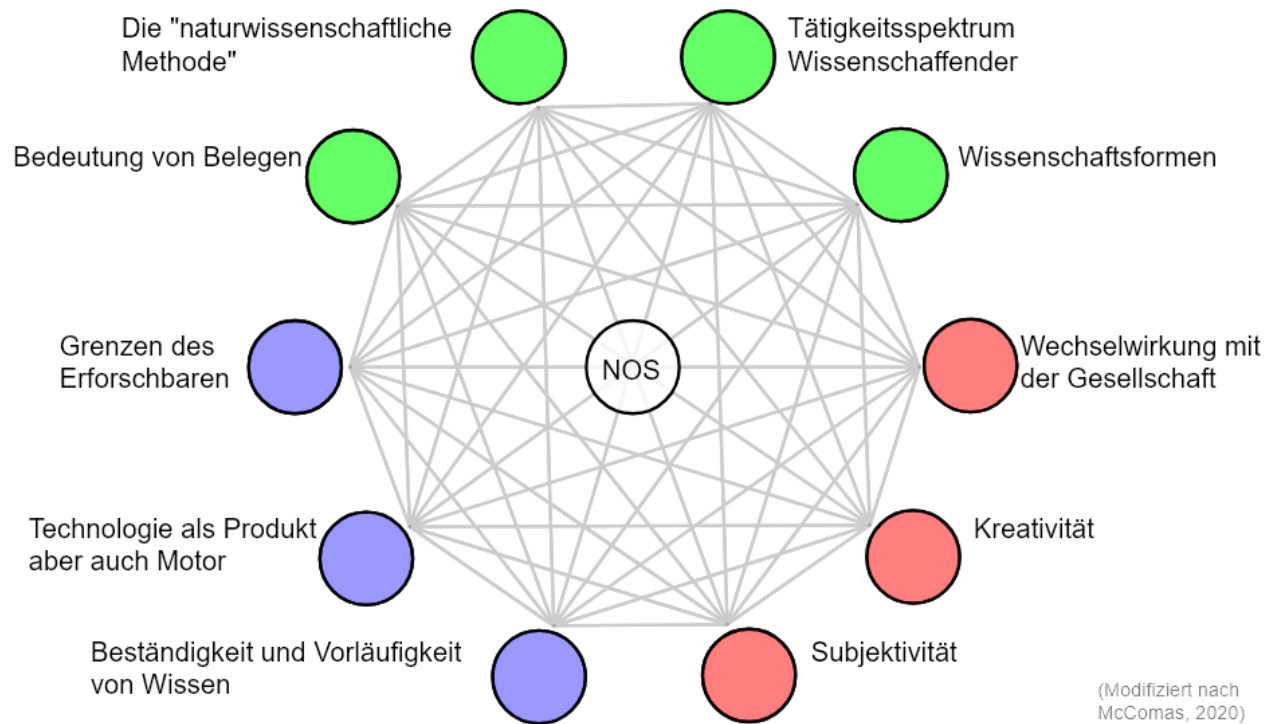
# Welche Aspekte von NoS gibt es?

- ▶ Findet euch in Kleingruppen mit drei Personen pro Gruppe zusammen.
- ▶ Welche Aspekte von NoS kennt Ihr?
- ▶ Notiert die Schlagworte auf Karten

# NoS beim SFB 958, FU Berlin

## Die Nature of Science - Kategorien

Die 10 Kategorien nach McComas (2020). Wenn ihr mehr über eine Kategorie wissen wollt oder die Filme zu den Kategorien sehen wollt, klickt auf die kleinen Kreise.



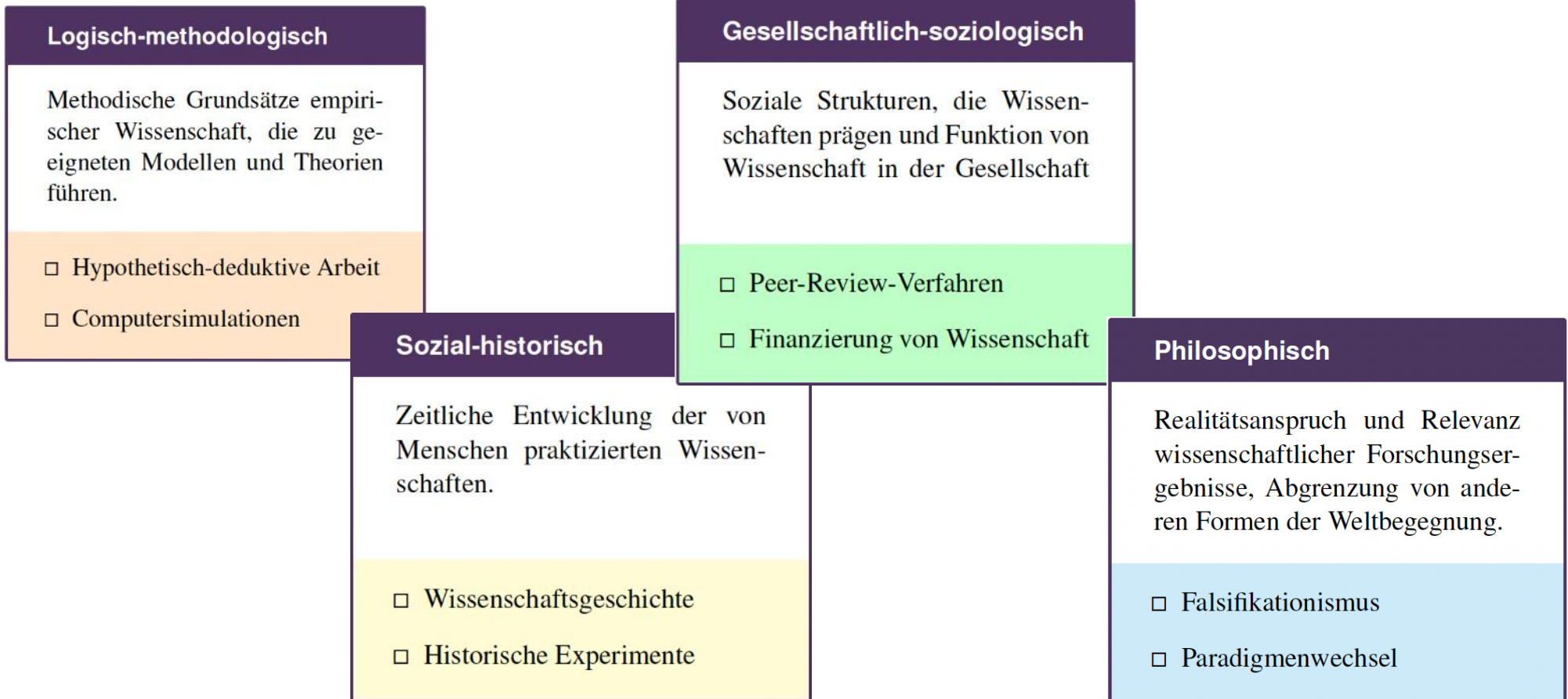
McComas

teilt die Wissenschaft in drei Domänen:

1. Werkzeuge, Prozesse und ihre Ergebnisse (grün)
2. Wissenschaft und ihre Limitationen (blau)
3. Menschliche Elemente in der Wissenschaft (rot)

Diese Domänen können wiederum in 10 verschiedene Kategorien unterteilt werden.

# Andere Perspektiven auf Naturwissenschaften annehmen



# Wie forschen wir?



Forscher-Kreislauf-Modell nach Brunhilde Marquardt-Mau (2011)

# Forschungskreislauf



# Beispiel: Rutherford

Landmark paper in 1911 (Team!)

Welche Struktur haben Atome?

Sir J.J. Thomsons Modell "plum pudding"

Atom besteht aus positiven Kern und Elektronenschale → Neues Atommodell

Streuung der alpha-Teilchen



Atom: kleiner positiver Kern mit Elektronen in der Hülle.

Beobachtung mit Hilfe von Leuchtschirmen

Goldfolie mit alpha-Teilchen beschossen

## Rutherford: weitere Aspekte

- ▶ Rutherfords Experiment ist Teil eines größeren Forschungskreislauf.
- ▶ Rutherford zeigte, dass unser Verständnis von Physik immer wieder angepasst werden muss.
- ▶ Struktur von Materie kann auch durch andere experimentelle Aufbauten untersucht werden. (Teilchenbeschleuniger)
- ▶ Rutherford lebte zu einer Zeit, in der Experimente immer komplexer und professioneller wurde.

**→ Nature of Science ist überall!**





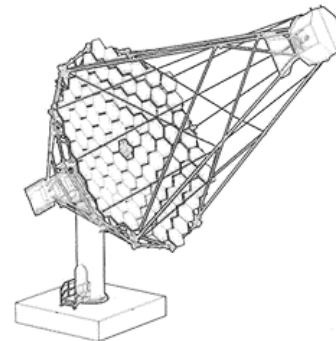
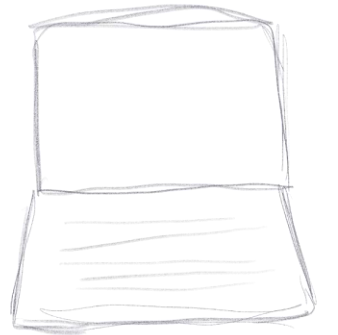
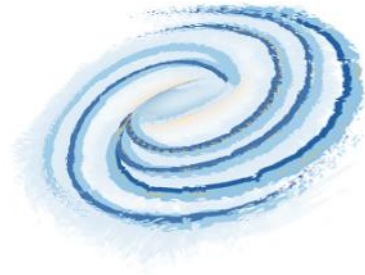
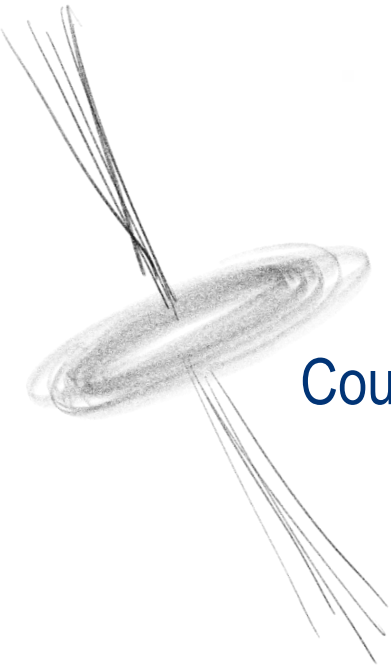
# Wie lässt sich NoS in eine Masterclass/einem Nebelkammer-Workshop integrieren?

- ▶ Findet euch in Kleingruppen mit drei Personen pro Gruppe zusammen.
- ▶ Welche Aspekte von NoS wollt ihr aufgreifen?
- ▶ Wie geht ihr methodisch vor?

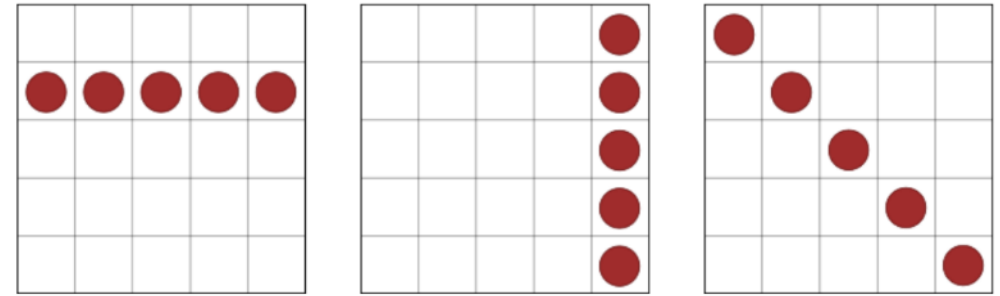
# Nature of Science - Bingo -

Die Natur der Naturwissenschaften

Courtesy: Caro Schwerdt und Lea Preece (DESY in Zeuthen)



# Regeln



Mögliche Gewinnkombinationen

- ▶ Befindet sich der genannte/umschriebene Begriff auf der selbst erstellten Bingo-Karte, so wird das entsprechende Kästchen markiert.
- ▶ Anschließend muss überprüft werden, ob durch das neu markierte Kästchen eine Gewinnkombination fertig gestellt wurde. Als Gewinnkombination gelten eine vollständig markierte vertikale, horizontale oder diagonale Linie.
- ▶ Bei einer fertig gestellten Gewinnkombination wird laut „Bingo!“ gerufen.

# Nature of Science – Bingo Begriffe

Beobachtung: Beginn einer Wissenschaft

Hypothese: Hinterfragen, Subjektivität

Theorie: Erfordert ständige (Literatur-) Recherche während der gesamten Forschungsphase (nicht nur zu Beginn!), liefert Hintergrundwissen

Modell: Geht aus der Kombination von Beobachtung, Fragestellung und Theorie hervor und beschreibt den vorliegenden Sachverhalt möglichst gut, ist zu überprüfen

Methode: Erfordert Kreativität und Wissen, wie man das Modell bestmöglich experimentell überprüft

Experiment: Zusammenarbeit für die Realisation, Messungen, Experiment sollte Messung nicht beeinflussen, Ergebnisse müssen reproduzierbar sein, „Grenzen des Erforschbaren“, Technologie

Analyse: Daten filtern und mit den Modell(en) vergleichen

Ergebnis: Kann eine Fragestellung beantworten, Kann mit einem Modell übereinstimmen oder auch nicht, kann neue Fragestellungen Aufwerfen

Erkenntnis: Wissen erlangen, unabhängig vom Ergebnis, aufdecken von Zusammenhängen

Veröffentlichung: Wissenschaft teilen, Zugänglichkeit, „Wechselwirkung mit der Gesellschaft“, Fortschritt

# 3x3 Bingo (leicht)


# 4x4 Bingo (mittel)


# 5x5 Bingo (schwer)


# Quellen

- ▶ Heering, P., Kremer, K. (2018). *Nature of Science* . In: Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (eds) *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_7)
- ▶ <https://www.bcp.fu-berlin.de/natlab/Wissenschaftskommunikation/NOS/index.html>
- ▶ <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>



# NSTA (National Science teaching association) zu NoS

- ▶ Nature of science (NOS) is a critical component of scientific literacy that enhances students' understandings of science concepts and enables them to make informed decisions about scientifically-based personal and societal issues.
- ▶ NOS: How science functions, how knowledge is generated
  - Demand for naturalistic explanations supported by empirical evidence
  - Concepts like observations, rational argument, inference
  - Scientific knowledge is simultaneously reliable and subject to change
  - Knowledge may be abandoned or modified in light of new evidence
  - peer-review
  - Funding schemes
  - Societal and cultural aspects
  - ...

# Weiterführende Diskussionsfragen

- ▶ Was ist die Definition von Wissenschaft und wie unterscheidet sie sich von anderen Methoden, um die Welt zu verstehen?
- ▶ Wie wichtig ist die Experimentierbarkeit für die Anerkennung einer wissenschaftlichen Theorie?
- ▶ Was ist der Zweck wissenschaftlicher Forschung und wie wird er erreicht?
- ▶ Kann Wissenschaft objektiv sein oder werden immer subjektive Überlegungen eine Rolle spielen?
- ▶ Wie reagieren Wissenschaftler:innen auf neue Beweise, die ihre aktuellen Theorien widerlegen?
- ▶ Was ist die Rolle von Theorien in der Wissenschaft und wie werden sie entwickelt und verändert?
- ▶ Wie wichtig ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Wissenschaft und wie kann sie verbessert werden?
- ▶ Wie kann die Allgemeinheit dazu beitragen, die Wissenschaft zu unterstützen und zu fördern?
- ▶ Was ist der Beitrag der Wissenschaft zur Gesellschaft und wie kann sie ihn maximieren?



[www.teilchenwelt.de](http://www.teilchenwelt.de)

[mail@teilchenwelt.de](mailto:mail@teilchenwelt.de)



PROJEKTLEITUNG



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



FÖRDERER

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG