

Luca Kiebe

Masse

Kermusio

Forschung

Bedingungen für d

Fusion Fusion in der Soi

Wasserstoffbomb

Fusionsreakto

Magnetische Fusion Trägheitsfusion

Reaktors

Erbrütung vo Tritium

Reaktoren

## Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

Hans-Böckler-Berufskolleg

17. Februar 2018

## Gliederung

Kernfusion und Fusionsreaktoren

## Energie aus

## Masse

Geschichte der Forschung Bedingungen für die

Fusion in der Sonn

### Fusionsreaktor

Trägheitsfusior Aufbau eines Reaktors

Erbrütung von Tritium Äquivalenz von Masse und Energie

- 2 Kernfusion
  - Geschichte der Forschung
  - Bedingungen für die Fusion
  - Fusion in der Sonne
  - Wasserstoffbombe
- Fusionsreaktor
  - Magnetische Fusion (Tokamak / Stellerator)
  - Trägheitsfusion
  - Aufbau eines Reaktors
  - Erbrütung von Tritium
  - Sicherheit der Reaktoren

## Äquivalenz von Masse und Energie

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

### Energie aus Masse

### Kernfusion

Geschichte de Forschung

Bedingungen für di

Fusion in der So

Wasserstoffbomb

### Fusionsreakto

Magnetische Fu

Trägheitsfusion

Reaktors

Erbrütung von Tritium

Reaktoren

•  $E = mc^2$ 

• E => Ruheenergie (ohne Bewegung)

## Äquivalenz von Masse und Energie

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

### Energie aus Masse

### Kernfusion

Geschichte der Forschung

Bedingungen für

Fusion in der So

Wasserstoffbombe

### Fusionsreakto

Magnetische Fusio

Aufbau eines

Erbrütung voi

Tritium

•  $E = mc^2$ 

• E => Ruheenergie (ohne Bewegung)

## Aquivalenz von Masse und Energie $E = mc^2$ vs. m \* g \* h

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

Masse

## Beispiel 1: Kugelschreiber im freien Fall

~14g Gewicht 0.22 J

## <u>Äquivalenz</u> von Masse und Energie $E = mc^2$ vs. m \* g \* h

Beispiel 1: Kugelschreiber im freien Fall

< 1 kg genzündetes Reaktionsmaterial<sup>a</sup>

Kernfusion und Fusionsreaktoren

### Luca Kiebel

Energie aus Masse

~14g Gewicht

 $5.4 * 10^{16}$  J

Beispiel 2: Little Boy

a https://de.wikipedia.org/wiki/Little\_Boy

0.22 J

# Äquivalenz von Masse und Energie $E = mc^2$ vs. m \* g \* h

Kernfusion und Fusionsreaktoren

### Luca Kiebel

Energie aus Masse

## Beispiel 1: Kugelschreiber im freien Fall

~14g Gewicht 0.22 J

### Beispiel 2: Little Boy

> 70 Kugelschreiber genzündetes Reaktionsmaterial<sup>a</sup> 5.4 \* 10<sup>16</sup> I

a https://de.wikipedia.org/wiki/Little\_Boy

### Beispiel 3: Katze

~5kg Gewicht

 $\sim 4.2 * 10^{17} \text{ J}^b$ 

https://youtu.be/t-O-Qdh7VvQ?t=10

## Aquivalenz von Masse und Energie $E = mc^2$ vs. m \* g \* h

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

Energie aus

Beispiel 1: Kugelschreiber im freien Fall

~14g Gewicht 0.22 J

Beispiel 2: Little Boy

> 70 Kugelschreiber genzündetes Reaktionsmaterial<sup>a</sup>

 $5.4 * 10^{16}$  J

a https://de.wikipedia.org/wiki/Little\_Boy

Beispiel 3: Katze

~5kg Gewicht

 $\sim 4.2 * 10^{17} \text{ J}^b$ 

https://voutu.be/t-O-Qdh7VvQ?t=10

## Gliederung

Kernfusion und Fusionsreaktoren Luca Kiebel

nergie aus lasse

Kernfusion

- Geschichte der Forschung
- Bedingungen für die Fusion
- Fusion in der Sonne
- Wasserstoffbombe
- Fusionsreaktor
  - Magnetische Fusion (Tokamak / Stellerator)
  - Trägheitsfusion
  - Aufbau eines Reaktors
  - Erbrütung von Tritium
  - Sicherheit der Reaktoren

### Kernfusion

Geschichte der Forschung Bedingungen für die Fusion

Wasserstoffbombe

Magnetische Fusi

Aufbau eines Reaktors Erbrütung von Tritium

Sicherheit d

## Geschichte der Forschung Kernfusion

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

1917: Erste Kernreaktion (Rutherford)<sup>1</sup>

1920: Fusionsreaktion mögliche Energiequelle von Sternen<sup>2</sup>

1934: Erste Fusionsreaktion im Labor<sup>3</sup>

ab 1945: Erforschung der Nutzung von FR in Atombomben

1952: Zündung der ersten Wasserstoffbombe<sup>4</sup>

1991: Erste kontrollierte Kernfusion zur Energiegewinnung<sup>5</sup>

http://web.lemoyne.edu/~giunta/rutherford.html

Hans Bethe: Energy Production in Stars, Phys. Rev. 55, 1939, S. 434-456

M.L.E. Oliphant, Lord Rutherford: Transmutation effects Observed with Heavy Hydrogen, Rev. 144, 1934, S. 692

http://nuclearweaponarchive.org/Usa/Tests/Ivy.html

P-H Rebut: The JET preliminary tritium experiment, Rev. 34, 1992



# Bedingungen für die Fusion Kernfusion

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiobal

Energie au Masse

Kernfusio

Geschichte de

Bedingungen für di Fusion

Fusion in der Sonne

Fusionsreakto

Magnetische Fusio

Aufbau eines

Erbrütung von

Sicherheit d



# Fusion in der Sonne Kernfusion

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

Energie au Masse

Karnfucia

Geschichte de

Bedingungen für d

Fusion in der Sonn

Wasserstoffbomb

Fusionsreakto

Magnetische Fusio

Aufbau eine

Erbrütung voi

Sicherheit o



# Wasserstoffbombe Kernfusion

### Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiehel

Energie au

### Karnfucia

Geschichte d

Bedingungen für d

Fusion in der Son

### Wasserstoffhon

Fusionsreaktor

Magnetische Fusio

Aufbau eine

Education

Tritium

## Gliederung

Kernfusion und Fusionsreaktoren Luca Kiebel

Aquivalenz von Masse un

2 Kernfusion

- Geschichte der Forschung
- Bedingungen f
  ür die Fusion
- Fusion in der Sonne
- Wasserstoffbombe
- Section Fusion Fusio
  - Magnetische Fusion (Tokamak / Stellerator)
  - Trägheitsfusion
  - Aufbau eines Reaktors
  - Erbrütung von Tritium
  - Sicherheit der Reaktoren

Kernfusion

Forschung Bedingungen für die Fusion

Wasserstoffbombe

### rusionsreaktoi

Magnetische Fusion
Trägheitsfusion
Aufbau eines
Reaktors
Erbrütung von
Tritium



### Magnetische Fusion (Tokamak / Stellerator) Fusionsreaktor

Kernfusion und Fusionsreaktoren



Kernfusion und Fusionsreaktoren

L.... Kishal

Energie au

Kernfusio

Geschichte d

Bedingungen für o Fusion

Fusion in der Soni

Fusionsreakto

Magnetische Fu

Trägheitsfusio

Aufbau eines

Erbrütung vo

Sicherheit d



# Aufbau eines Reaktors Fusionsreaktor

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

Energie au Masse

Kernfusio

Geschichte d

Bedingungen für

Fusion in der Sonn

Fusionsreakto

Magnetische Fusi

Trägheitsfusion

Erbrütung voi

Tritium

Sicherheit der



# Erbrütung von Tritium Fusionsreaktor

Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

Energie a

Kernfusio

Geschichte c

Bedingungen für

Fusion in der Sonn

Fusionsreakto

Magnetische Fus

Aufbau eines

Erbrütung vo

Sicherheit der



# Sicherheit der Reaktoren Fusionsreaktor

Kernfusion und Fusionsreaktoren

L.... Kishal

Energie a

Karnfusio

Geschichte d

Bedingungen für

Fusion in der Sonn

Fusionsreakto

Magnetische Fusio

Trägheitsfusion Aufbau eines Reaktors

Erbrütung vo

Sicherheit der



Edca Micbi

Masse

C

Forschung
Bedingungen für

Fusion in der Soi

Wasserstoffbomb

Fusionsreaktor

Magnetische Fusion
Trägheitsfusion
Aufbau eines

Erbrütung ve

Sicherheit de Reaktoren

## Kernfusion und Fusionsreaktoren

Luca Kiebel

Hans-Böckler-Berufskolleg

17. Februar 2018