

# Auswirkungen der speziellen Relativitätstheorie

von Martin Komaritzan

# Inhalt

- Was wir bereits wissen
- Phänomene der Lichtlaufzeit
  - Verzogene Linien
  - Überlichtgeschwindigkeit
  - Die Rückseite des Würfels
  - Zusammenfassung
- Relativistische Paradoxa entzaubern
  - Scheune/Leiter-Paradoxon
  - Zwillingsparadoxon
- Quellenangaben

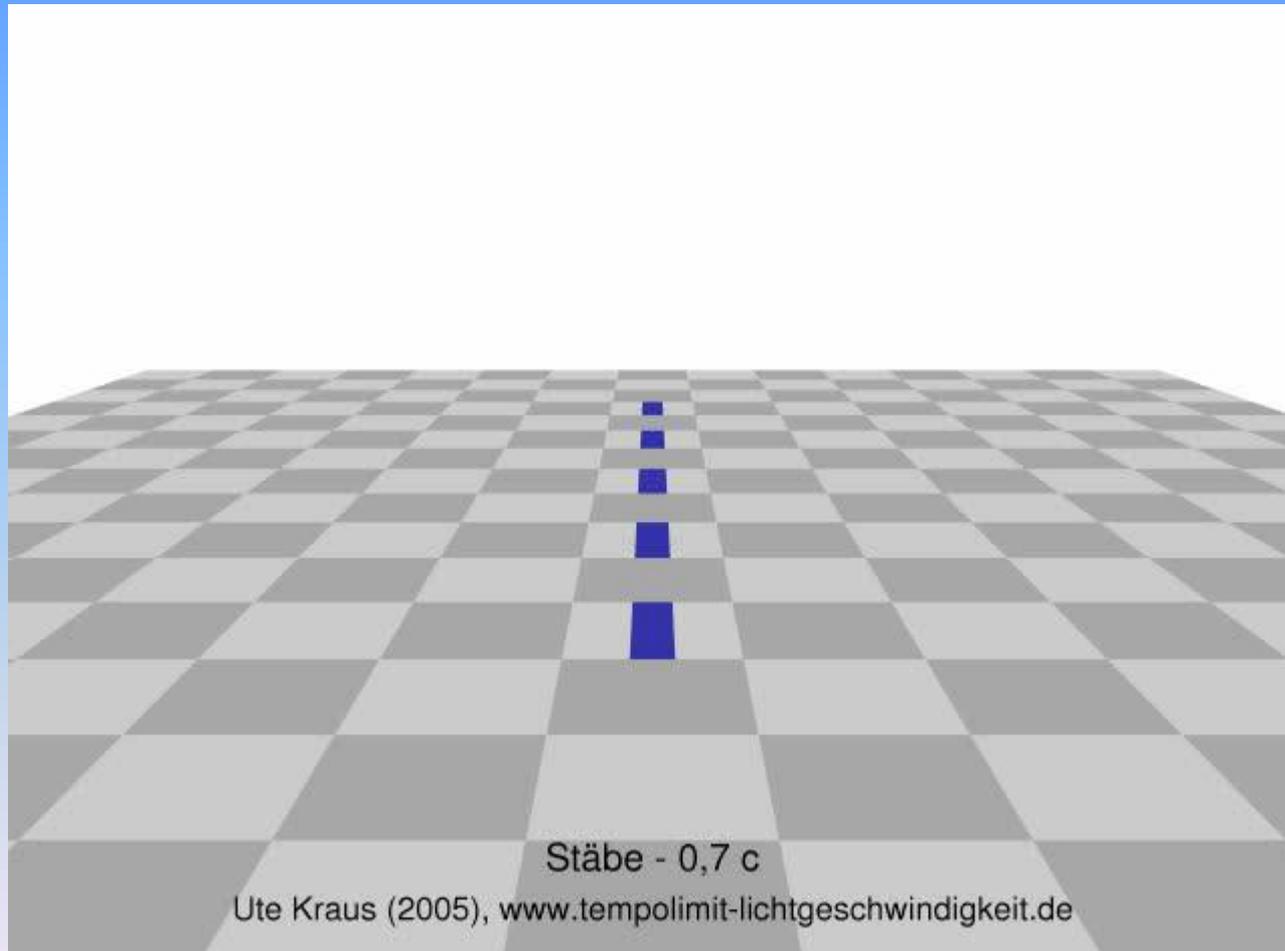
# Was wir bereits wissen

$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

- Daraus folgt:
  - Längenkontraktion
  - Zeitdilatation
  - Relativität der Gleichzeitigkeit
  - $c$  ist obere Schranke für Informationsübertragung

# Phänomene durch Lichtlaufzeit

## Verzogene Linien



# Phänomene der Lichtlaufzeit

## Verzogene Linien

 Ruhelänge  
 kontrahierte Länge

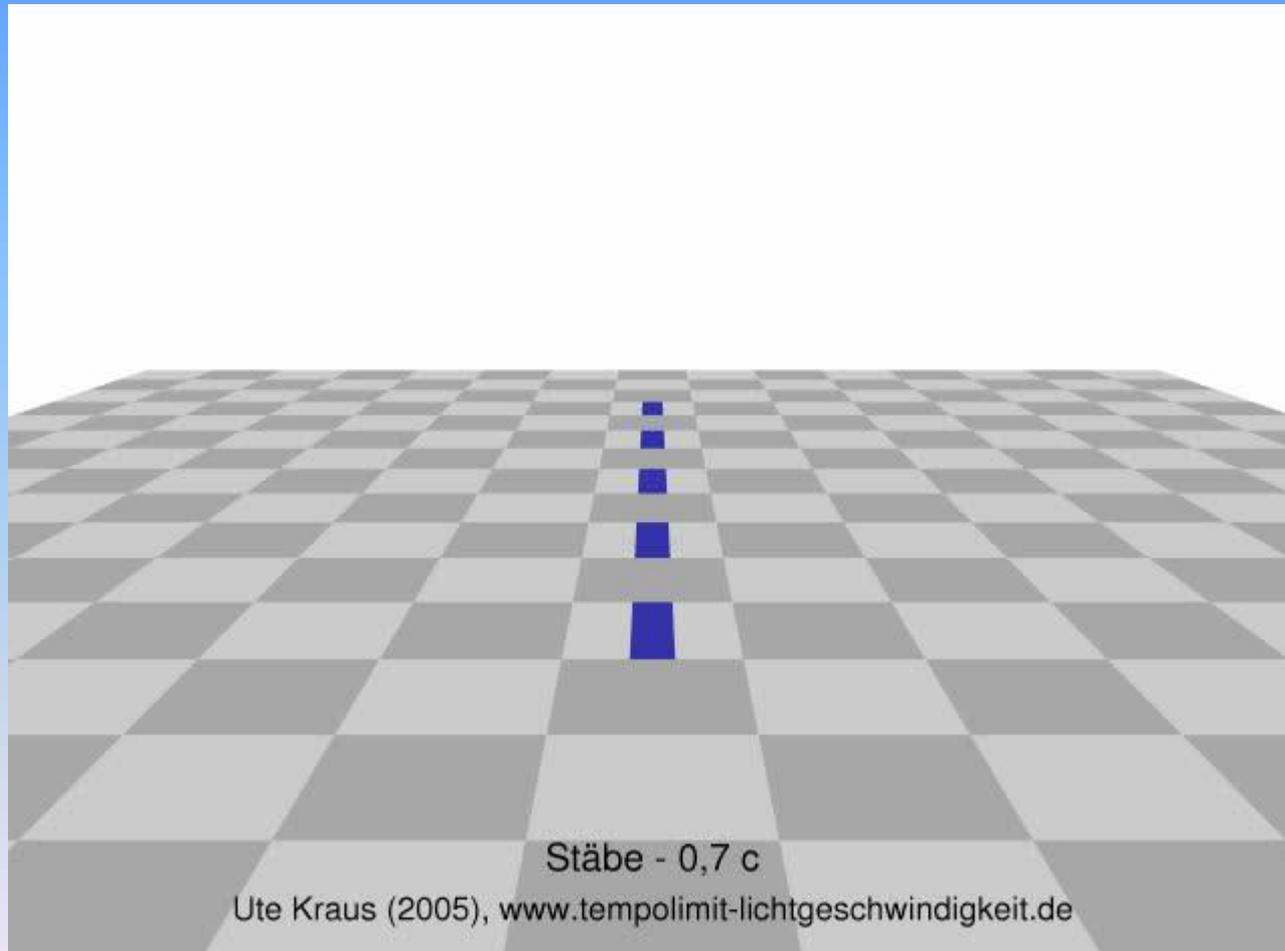
  
Kamera

Stab -  $0,9 c$

Ute Kraus (2005), [www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de](http://www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de)

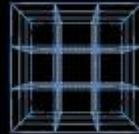
# Phänomene durch Lichtlaufzeit

## Verzogene Linien



# Phänomene der Lichtlaufzeit

## Verzogene Linien



Würfelgitter - 0,9 c

Ute Kraus (2005), [www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de](http://www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de)

# Phänomene der Lichtlaufzeit

## Verzogene Linien



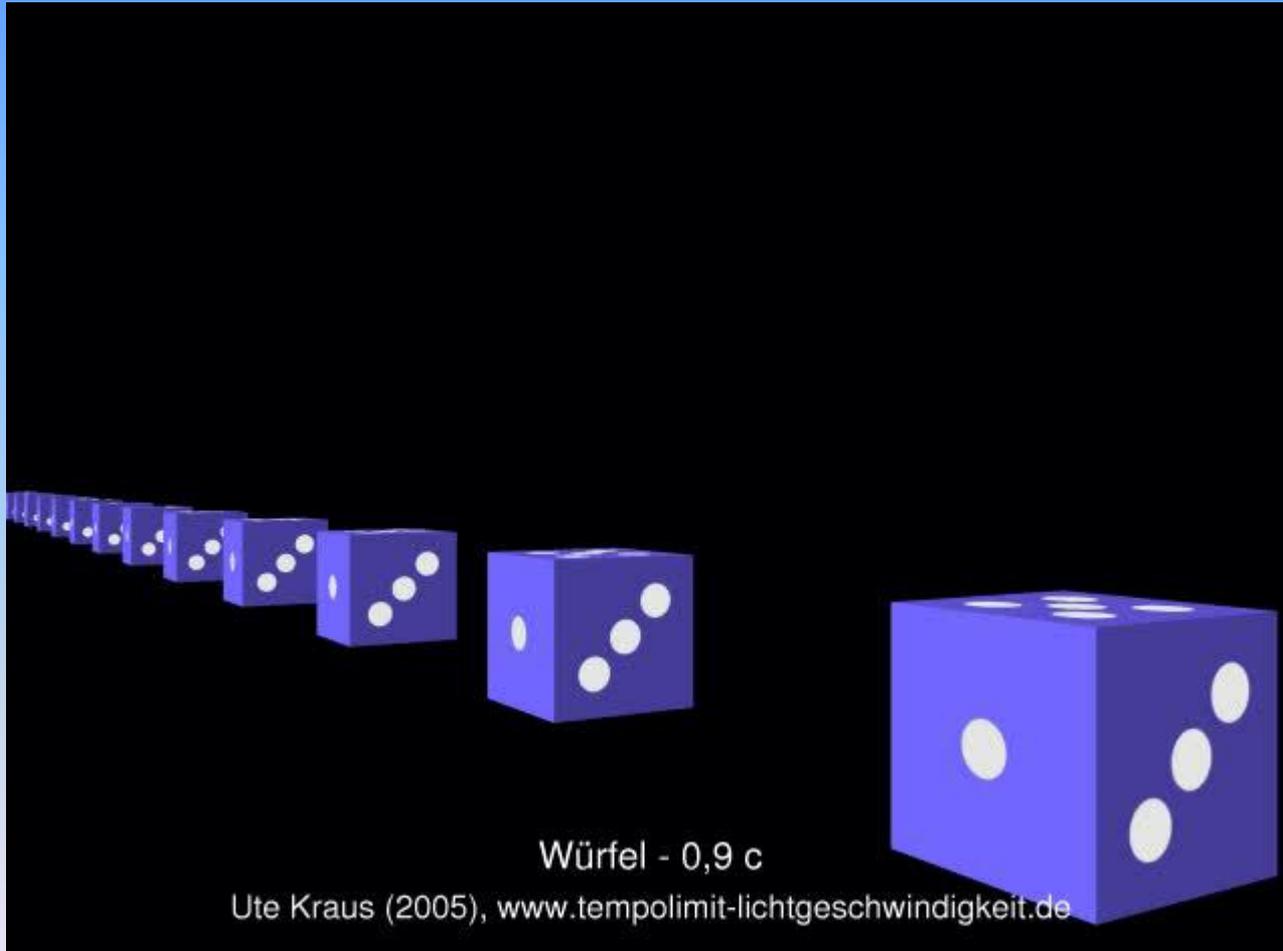
**Kamera**

Stab - 0,9 c

Ute Kraus (2005), [www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de](http://www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de)

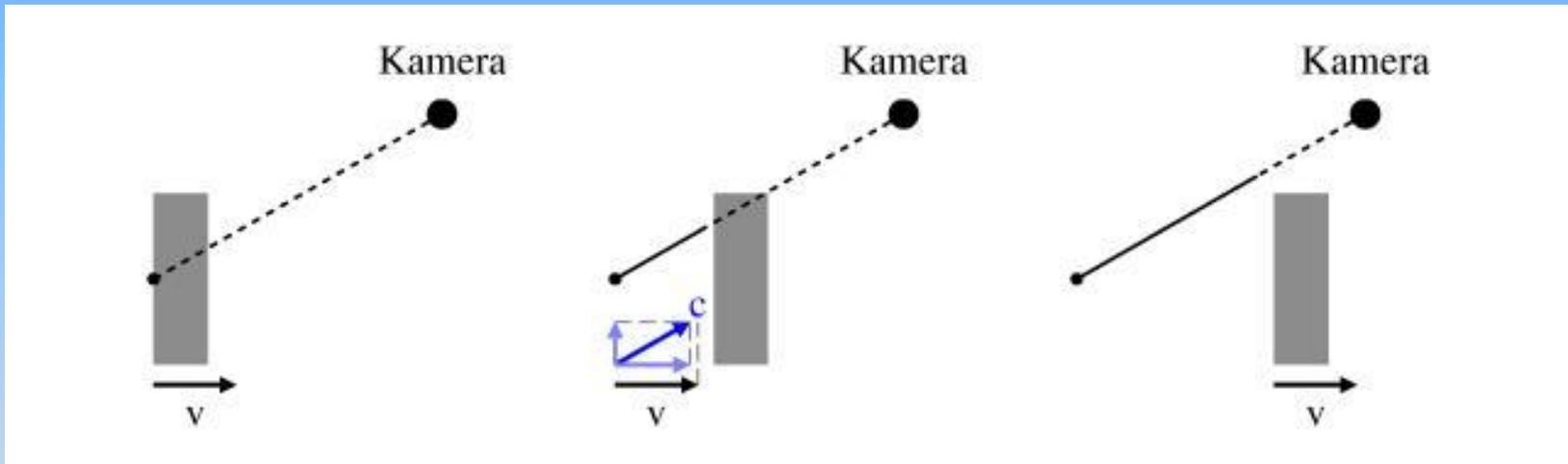
# Phänomene der Lichtlaufzeit

## Die Rückseite des Würfels



# Phänomene der Lichtlaufzeit

## Die Rückseite des Würfels



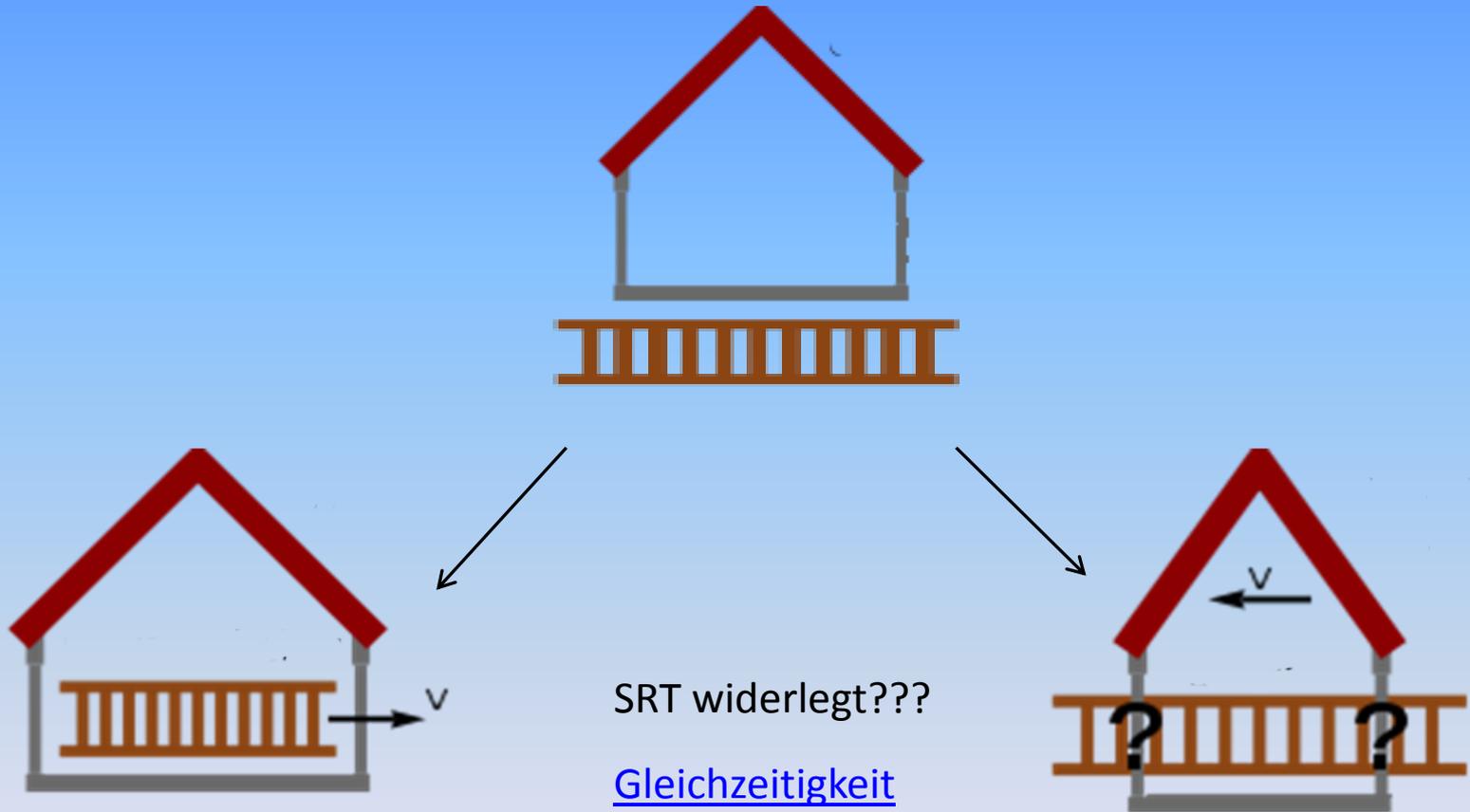
# Phänomene der Lichtlaufzeit

## Zusammenfassung

- Die endliche Lichtgeschwindigkeit sorgt für scheinbare:
  - Längenänderungen
  - Geschwindigkeitsänderungen
  - Krümmungen
  - Sichtbare Rückseiten, verschwindende Vorderseiten
  - Intensitäts- und Wellenlängenänderungen

# Relativistische Paradoxa entzaubern

## Leiter-Scheune-Paradoxon



Was passiert wenn wir die Scheune schließen,  
sobald das hintere Ende drin ist?

# Relativistische Paradoxa entzaubern

## Leiter-Scheune-Paradoxon

**Auflösung: In beiden Systemen wird die Tür geschlossen**

*(danach geht Scheune oder Leiter kaputt...)*

Genauer:

A) Scheunenruhesystem

- Kontrahierte Leiter verschwindet in der Scheune
- Tür schließt sich
- Leiter dehnt sich beim Aufprall aus

B) Leiterruhesystem

- Kontrahierte Scheune bewegt sich auf Leiter zu
- Nach Aufprall beschleunigt die Leiter auf die Scheunengeschwindigkeit
- Information breitet sich mit maximal  $c$  aus
- Spitze beschleunigt Ende bleibt in Ruhe -> Kontraktion
- Tür schließt sich

# Relativistische Paradoxa entzaubern

## Zwillingsparadoxon

Problembeschreibung:

- Zwillinge Egon und Richard
- Egon bleibt auf der Erde
- Richard fliegt zur nächsten Galaxie und zurück
- Aus Sicht von Egon altert bewegter Richard weniger
- Aus Sicht von Richard altert bewegter Egon weniger
- > Paradoxon, dass SRT widerlegt?



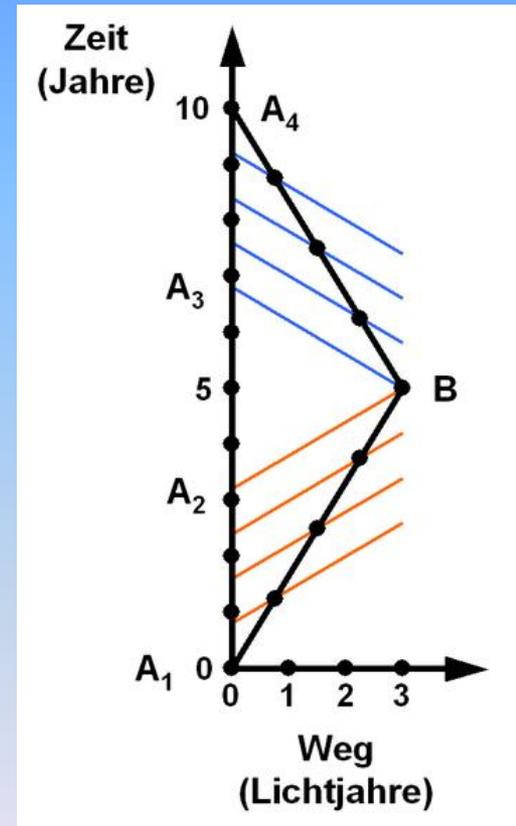
# Relativistische Paradoxa entzaubern

## Zwillingsparadoxon

**Auflösung: Richard (Raumfahrer) ist jünger**

Begründung:

- Beide sind nicht ununterscheidbar
- Richard spürt die Beschleunigungsphasen bzw. wechselt das Bezugssystem
- in dieser Phase altert Egon aus der Sicht von Richard sehr schnell
- trotz Zeitdilatation in beiden Richtungen ist Richard letztendlich jünger



# Quellen

- [Lichtlaufzeitphänomene](#)
- [Wikipedia Leiter/Scheune](#)
- [Wikipedia Zwillingsparadoxon](#)
- [Genaue Berechnungen Zwillingsparadoxon](#)
- [Minkowski/Loedel Diagramme](#)
- [SRT anschaulich erklärt](#)