

# Zu den Begriffen *Synchronisation* und *Beobachter* in der RT

*F. Herrmann und M. Pohlig*



[www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de](http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de)

1. Die Begriffe „synchron“ und „Synchronisation“
2. Die Synchronisation von Uhren in der RT
3. Wie wichtig ist das Thema?
4. Der „Beobachter“ in der RT

Autogetriebe

*Frequenzen (Winkelgeschwindigkeiten) angleichen*

Generator mit dem Netz

*Frequenz und Phase angleichen*

*Phase kann nur angeglichen werden, wenn  
Frequenzen gleich sind*

1. Die Begriffe „synchron“ und „Synchronisation“
2. Die Synchronisation von Uhren in der RT
3. Wie wichtig ist das Thema?
4. Der „Beobachter“ in der RT

Zwei Uhren, die gleich schnell laufen, in Phase bringen.

Was heißt gleich schnell laufen?

Signale in bestimmtem Zeitabstand von einer Uhr zur anderen schicken.

Ist der zeitliche Abstand beim Sender derselbe wie beim Empfänger, so laufen die Uhren gleich schnell.

Zwei Uhren, die in demselben schwebenden BS beide ruhen, laufen gleich schnell.

Was heißt „in Phase bringen“?

gewisse Willkür

„Einstein-Synchronisation“

Das geht nicht immer.

Es stellt sich heraus, dass auch gleich gebaute Uhren nicht immer gleich schnell laufen.

Beispiel: Uhr in GPS-Satellit läuft schneller (höheres Gravitationspotenzial)

Damit sie „synchron“ zu Erduhr läuft wird ihre Frequenz um  $1 - 0,43 \cdot 10^{-9}$  vermindert.

1. Die Begriffe „synchron“ und „Synchronisation“
2. Die Synchronisation von Uhren in der RT
3. Wie wichtig ist das Thema?
4. Der „Beobachter“ in der RT

Synchronisation nur in flacher Raumzeit möglich.

In ART sinnlos.

Koordinatenzeit



### 3. Wie wichtig ist das Thema?



hier



dort unten



hier



dort oben



Schwarzschildradius

1. Die Begriffe „synchron“ und „Synchronisation“
2. Die Synchronisation von Uhren in der RT
3. Wie wichtig ist das Thema?
4. Der „Beobachter“ in der RT

„Zwei Ereignisse, die für einen Beobachter gleichzeitig sind, sind es nicht für einen anderen.“

*Wheeler, Gravitation und Raumzeit:*

„Dieser harmlos klingende, aber doppeldeutige Begriff [Beobachter] hat länger als ein halbes Jahrhundert eine endlose Verwirrung hervorgerufen. Er unterscheidet nämlich nicht zwischen zwei völlig verschiedenen Vorstellungen, die man von Beobachtern haben kann. Die eine ist adäquat, die andere nicht. Die Kamera verkörpert die falsche Vorstellung – falsch deshalb, weil sie sich nicht am Ort des Geschehens befindet.“

„Das Wort Beobachter ist eine verkürzte Sprechweise für die Gesamtheit der registrierenden Uhren, die mit einem frei schwebenden BS verknüpft sind.“

*Facit*

Wir versuchen ohne die Begriffe *Synchronisation* und *Beobachter* auszukommen.

EN

DE