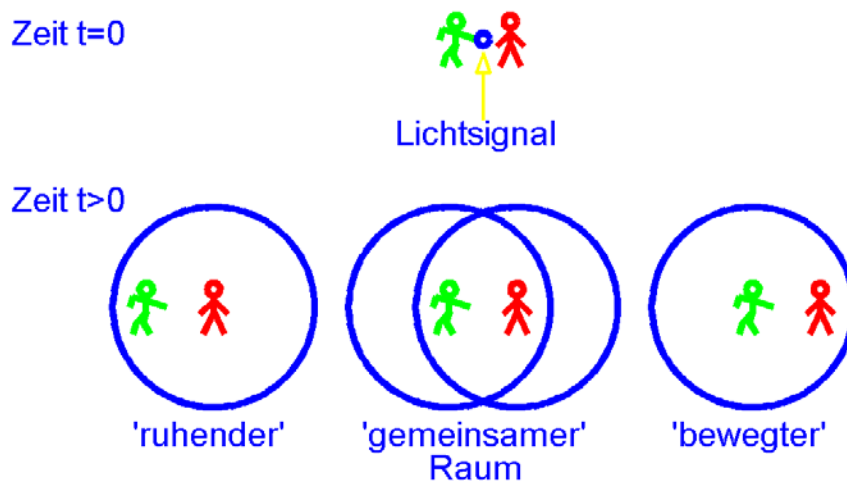
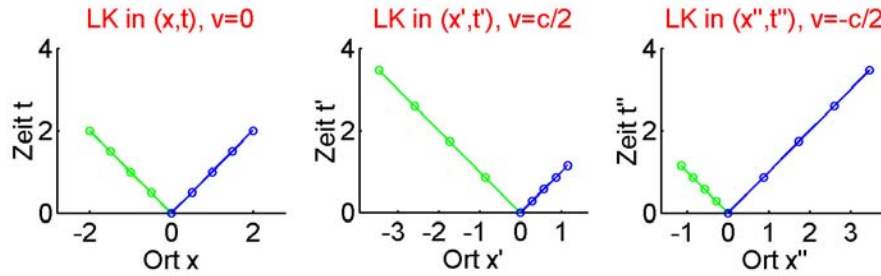


# 9. Relativität räumlicher und zeitlicher Bezüge



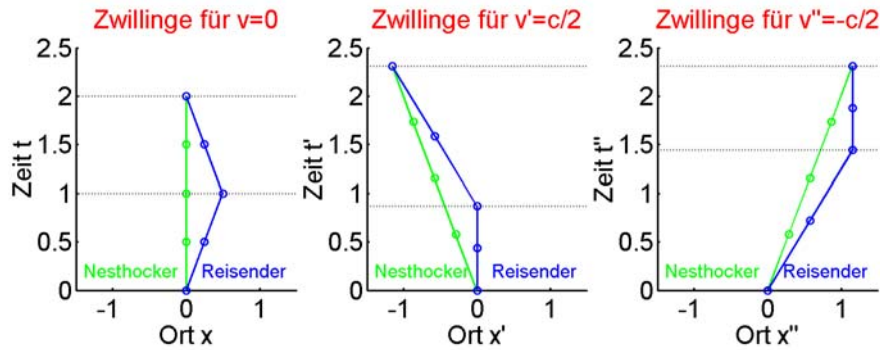
Zwei Beobachter bewegen sich relativ zueinander und lösen dabei ein Lichtsignal aus (oben). Das Lichtsignal breitet sich kugelförmig aus und beide bleiben im Zentrum dieser Signalkugel, obwohl sie sich voneinander entfernen. In einem gemeinsamen, objektiven Raum (unten mitte) ist das nicht möglich. Jeder erlebt die Ausbreitung des Lichtsignals in einem eigenen, individuellen Raum, einem 'ruhenden' (unten links) und einem 'bewegten' Raum (unten rechts).

Abbildung 9-1



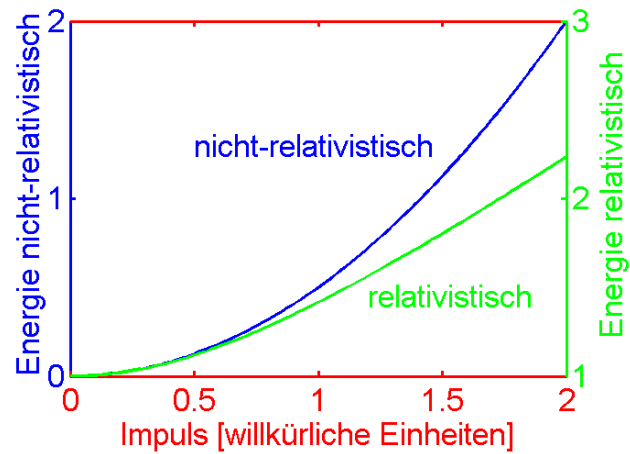
Lichtkegel (LK) in verschiedenen Bezugssystemen. Die Krügel entsprechen Ort-Zeit-Messungen oder -Ereignissen und werden entsprechend der Lorentz-Transformation (9-2) in die verschiedenen Bezugssysteme transformiert. Der Öffnungswinkel des Lichtkegels verändert sich bei den Transformationen nicht, aber die einzelnen Ereignisse verschieben sich.

Abbildung 9-2



So genannte Weltlinien (Verbindungslinien zwischen Ereignissen) in drei verschiedenen Bezugssystemen für zwei Beobachter, einen ruhenden und einen bewegten. Die Beobachter entfernen sich zunächst voneinander und treffen sich dann wieder. Da sich ihre Lebenszeit immer auf das Ruhesystem bezieht, in dem sie sich gerade befinden, vergeht für den Nesthocker mehr Zeit als für den Reisenden. Das so genannte Zwillingsparadoxon besteht nun darin, dass ja beide in gleichberechtigten Bezugssystemen sind und daher keine Unterschiede im Zeitverlauf auftreten sollten.

Abbildung 9-3



Vergleich der nicht-relativistischen (9-4) mit der relativistischen Energiefunktion (9-5). Masse und Lichtgeschwindigkeit wurden auf den Wert 1 gesetzt. Für kleine Impulse stimmen die Funktionen bis auf die Konstante  $mc^2$  miteinander überein. Die Konstante äußert sich in den unterschiedlichen Skalenwerten der beiden Energie-Achsen (Ordinaten).

Abbildung 9-4