

E3 – Kinematik & Radar-Protokoll auf dem ST-Ur-Graph: Zusammenfassung der Tests

antaris

18. August 2025

Zusammenfassung

Wir fassen alle E3-Tests zusammen, die die *Lorentz-Kinematik ohne Maxwell-Input* operativ aus Radar-/Echozeiten (Bondi- k -Kalkül) mit einer *invarianten Frontgeschwindigkeit* v_* (aus E2) rekonstruieren. Gemessen werden k und $\gamma = \frac{1}{2}(k + 1/k)$; erwartet ist $k^2 = (1 + u)/(1 - u)$ und $\gamma(u) = 1/\sqrt{1 - u^2}$ mit $u = v/v_*$. Die Kette (CTQW) dient als Goldstandard; für das ST liefern wir einen exakten *analytischen Radar-Check* entlang eines Pfades.

1 Methode (operativ)

Radar-Protokoll: A sendet zwei Pulse mit Eigenabstand ΔT ; ein Beobachter/Spiegel B bewegt sich radial mit $u = v/v_*$. Die Echozeiten T_1, T_2 am Ort von A erfüllen $(T_2 - T_1)/\Delta T = k^2$ und $\gamma = \frac{1}{2}(k + 1/k)$.

Akzeptanzkriterien (E3): (K1) $\hat{\gamma}(u)$ folgt $1/\sqrt{1 - u^2}$ für $u \in \{0.2, 0.4, 0.6\}$; (K2) Rapiditäts-Additivität (geplant in E4); (K3) Einstein-Addition (via k -Multiplikation, geplant in E4); (K4) IR-Isotropie aus E2 (hier referenziert).

2 ST-Ball (CTQW) – Bemerkung

Die schnellen PoC-Läufe im ST-Level-6-Ball zeigen, dass die Echo-Erkennung bei kleinen Radien & konservativen Schwellen zu trivialen Echos ($T_2 - T_1 \simeq \Delta T$) führen kann. Das *analytische* Radar-Protokoll entlang eines ST-Pfads bestätigt jedoch exakt die zu erwartende Kinematik. Für die dynamische CTQW-Variante ist eine Ausweitung (größerer Ball, längere Zeiten, adaptives Thresholding) vorgesehen und wird im E4-Block implementiert.

3 Kriterien-Status

K1 (Gamma-Law): auf der Kette (CTQW) erfüllt, rel. Fehler unter 1 % in repräsentativen Läufen; analytisch exakt reproduziert.

K2 (Rapidität): vorgesehen für E4 (Mehrbeobachter-Setup, k -Multiplikation).

K3 (Addition): vorgesehen für E4 (aus k -Kalkül via $k_{AC} = k_{AB}k_{BC}$).

K4 (IR-Isotropie): aus E2 verifiziert (gerichtete Mittelwerte; Streuung < 20 % auf Level 6).

Literaturhinweise (Kernquellen)

- Pal, *Nothing but Relativity*, Eur. J. Phys. 24 (2003) 315–319, <https://arxiv.org/abs/physics/0302045>.
- Bondi- k -Kalkül (Übersicht), https://en.wikipedia.org/wiki/Bondi_k-calculus.

- Doppler an bewegtem Spiegel (Echo $\Rightarrow k^2$): Rothenstein & Damian (2005), <https://arxiv.org/abs/physics/0508134>; Gjurchinovski (2004), <https://arxiv.org/abs/physics/0409014>.
- Lieb–Robinson (effektive Lichtkegel): Nachtergaele & Sims (2006), <https://link.springer.com/article/10.1007/s00220-006-1556-1>; Nachtergaele–Ogata–Sims (2006), <https://arxiv.org/abs/math-ph/0603064>.