

Detaillierter KI-Vergleichsreport

Methodenweise Gegenüberstellung

Datum	2026-10-21 11:43:05
Datei A	2026_02_02_roboscope_1.rbs
Datei B	2026_02_02_roboscope_4_short.rbs
Vergleichsumfang	Einzelne Schweissung
Schweissungs-Index	1
KI-Modell	Anthropic / claude-sonnet-4-6

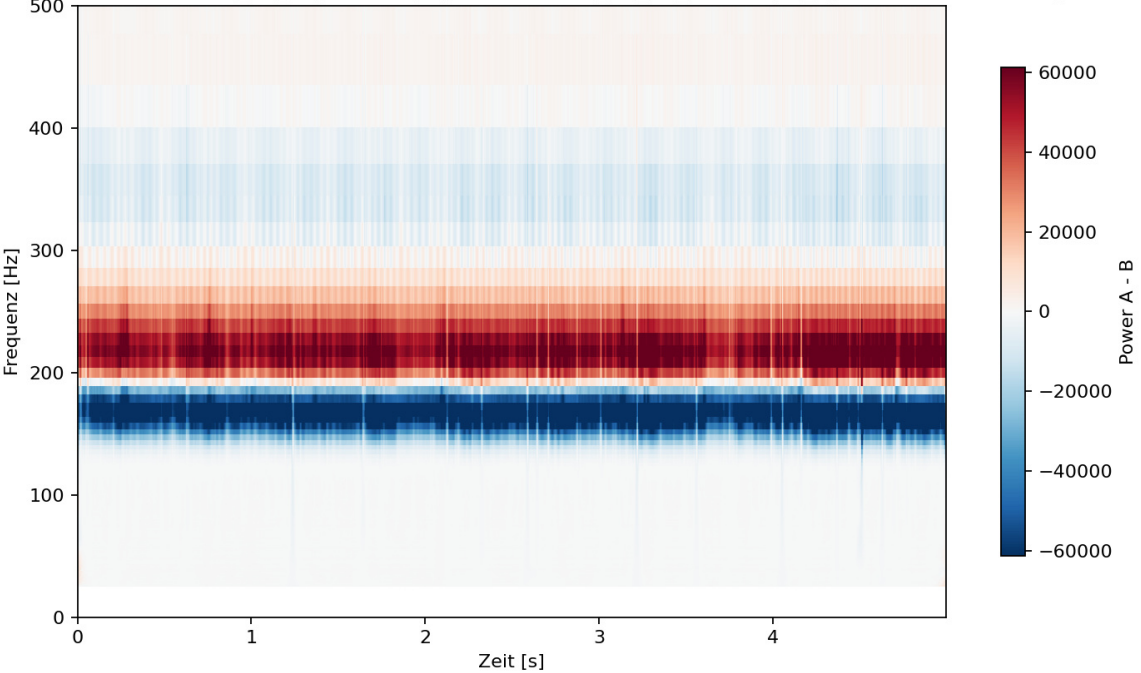
Wavelet-Differenz (I)

Beschreibung

Zeit-Frequenz-Differenz des Stromsignals via Morlet-Wavelet (power_A - power_B). Rote Bereiche: A hat mehr Energie als B, blau umgekehrt. Macht spektrale Verschiebungen, transiente Ereignisse und Aenderungen der Tropfenfrequenz lokal in der Zeit sichtbar.

Vergleichsdiagramm

Wavelet-Differenz (I): rot=2026_02_02_roboscope_1.rbs > 2026_02_02_roboscope_4_short.rbs, blau=umgekehrt



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Das Stromsignal von A weist einen dominanten spektralen Schwerpunkt bei 203,9 Hz auf, während B bei 179,4 Hz liegt – ein Frequenzversatz von 24,5 Hz bzw. 12,0 %. Die Bandleistung im Bereich 1–500 Hz beträgt für A 12587 und für B 12094, eine Differenz von knapp 3,9 %. Im Wavelet-Bild ist für B in den Frequenzbereichen unterhalb von ~200 Hz zeitlokal mehr Energie zu erwarten, während A oberhalb davon stärker vertreten ist. Transiente Ereignisse im Niederfrequenzbereich sind aufgrund der stark erhöhten Kurzschlussrate in B (29,6 Hz vs. 1,1 Hz) häufiger und zeitlich dichter verteilt.

Kennzahlen (A vs. B)

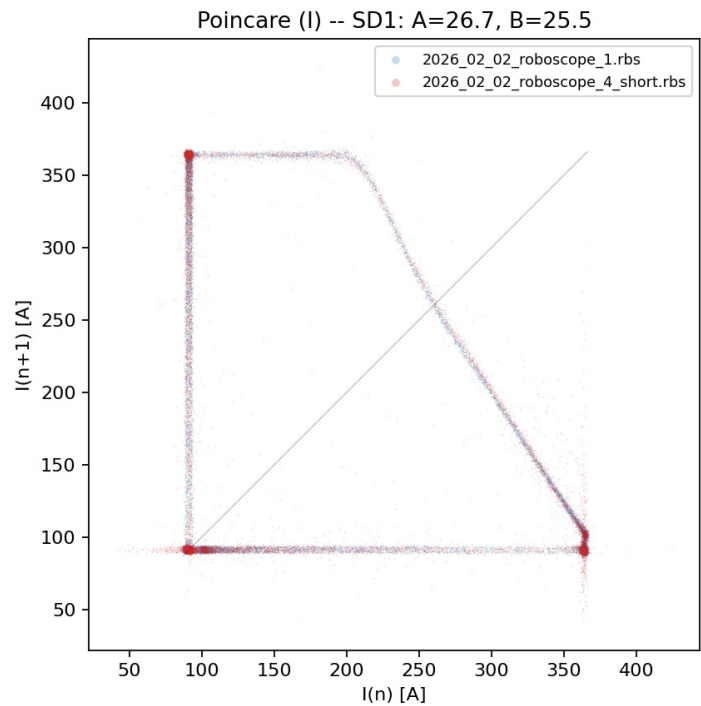
Kennzahl	A	B	Diff %
PSD_peak_Hz	204	179	-12.0%
PSD_band_power_1-500Hz	1.26e+04	1.21e+04	-3.9%
I_std_A	113	111	-1.9%
I_rms_A	222	212	-4.6%

Poincaré-Plot (I)

Beschreibung

Streudiagramm $I(n)$ gegen $I(n+1)$ fuer beide Aufnahmen. Form und Breite der Punktwolke charakterisieren Kurzzeit-Variabilitaet (SD1, senkrecht zur Diagonalen) und Langzeit-Variabilitaet (SD2, entlang der Diagonalen) des Stromverlaufs.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Die Poincaré-Kennwerte SD1 und SD2 unterscheiden sich zwischen A und B nur geringfügig: SD1 beträgt 26,68 A (A) gegenüber 25,46 A (B), SD2 beträgt 158,23 A (A) gegenüber 155,33 A (B). Die relative Differenz liegt bei -4,6 % (SD1) bzw. -1,8 % (SD2), was auf nahezu identische Kurzzeit- und Langzeitvariabilität des Stromverlaufs hindeutet. Die Punktwolken beider Aufnahmen sind in Form und Ausdehnung sehr ähnlich.

Kennzahlen (A vs. B)

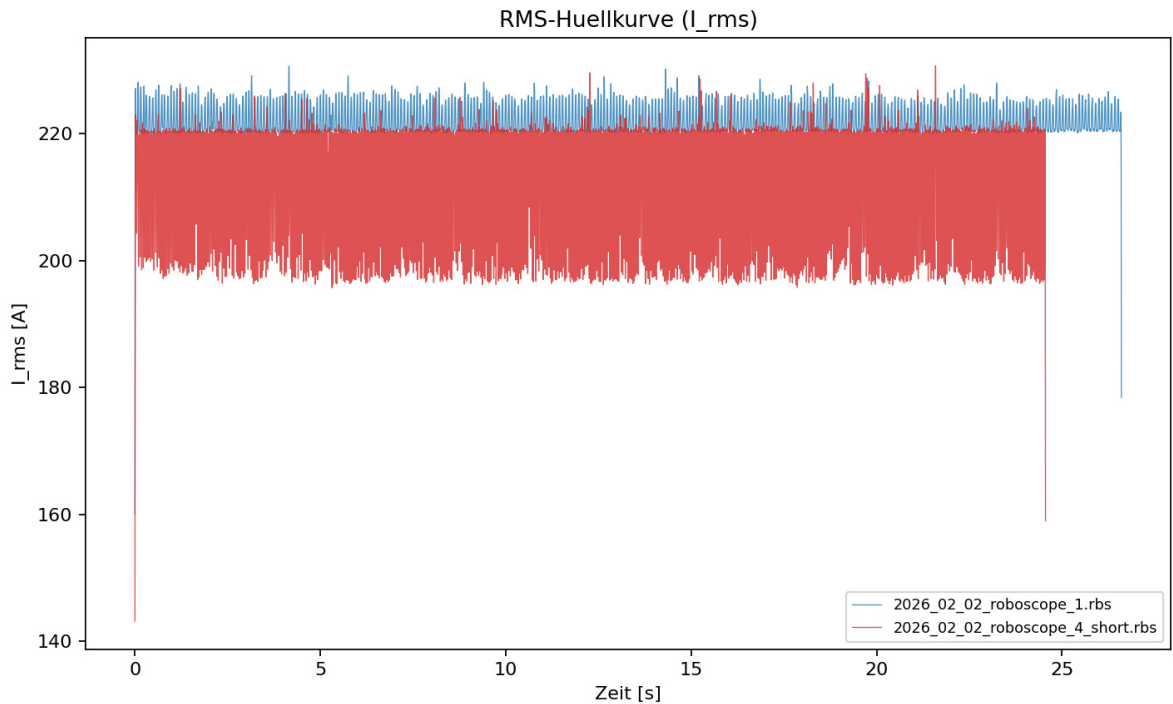
Kennzahl	A	B	Diff %
SD1_A	26.7	25.5	-4.6%
SD2_A	158	155	-1.8%
I_std_A	113	111	-1.9%
I_p2p_A	278	282	+1.6%

RMS-Hüllkurve

Beschreibung

Geglaettete RMS-Huellkurve von I_rms, U_rms oder Leistung P (20 ms Fenster) ueberlagert. Zeigt globale Niveau-Unterschiede, Drift, Zuend- und Abbrandverhalten ueber die gesamte Schweissung.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Der RMS-Strom liegt bei A mit 222,24 A um 10,32 A (4,6 %) über dem Wert von B (211,92 A); der RMS-Spannungswert ist mit 23,03 V (A) gegenüber 22,41 V (B) um 2,7 % höher. Die mittlere Leistung P_avg beträgt 4713 W für A und 4275 W für B, eine absolute Differenz von 438 W (9,3 %). Die Hüllkurve von A liegt damit auf einem insgesamt höheren Niveau als die von B.

Kennzahlen (A vs. B)

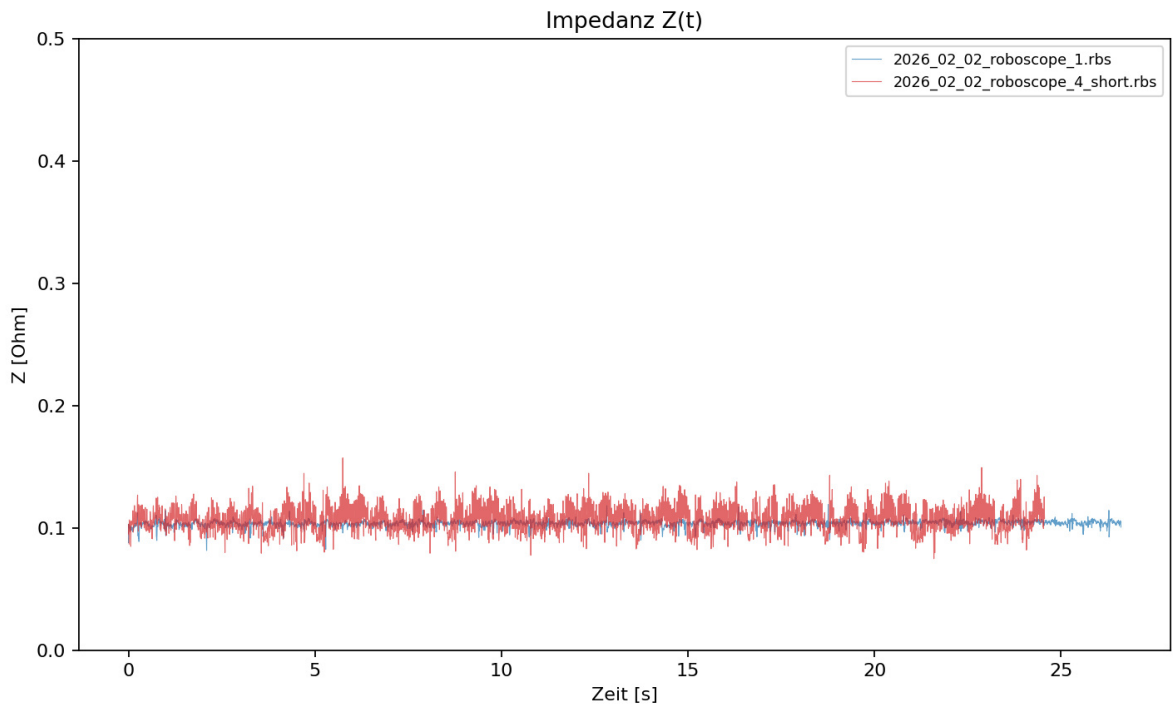
Kennzahl	A	B	Diff %
I_rms_A	222	212	-4.6%
U_rms_V	23	22.4	-2.7%
P_avg_W	4.71e+03	4.28e+03	-9.3%
I_mean_A	191	180	-5.6%
U_mean_V	22.6	21.9	-3.4%

Impedanz Z(t)

Beschreibung

Lichtbogenimpedanz $Z(t) = U_{rms} / I_{rms}$ (5 ms Fenster). Hoehere Z deutet auf laengeren oder instabileren Lichtbogen hin. Vergleich macht Stabilitaets- und Lichtbogenlaengen-Unterschiede sichtbar.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Die mittlere Lichtbogenimpedanz Z_{mean} ist mit 0,1036 Ω (A) und 0,1061 Ω (B) nahezu gleich; die relative Differenz beträgt lediglich 2,4 %. Die Streuung der Impedanz Z_{std} unterscheidet sich jedoch deutlich: A zeigt 0,0023 Ω , B hingegen 0,0089 Ω – ein Anstieg um 74,2 %. Die zeitliche Stabilität der Impedanz ist in B somit merklich geringer als in A.

Kennzahlen (A vs. B)

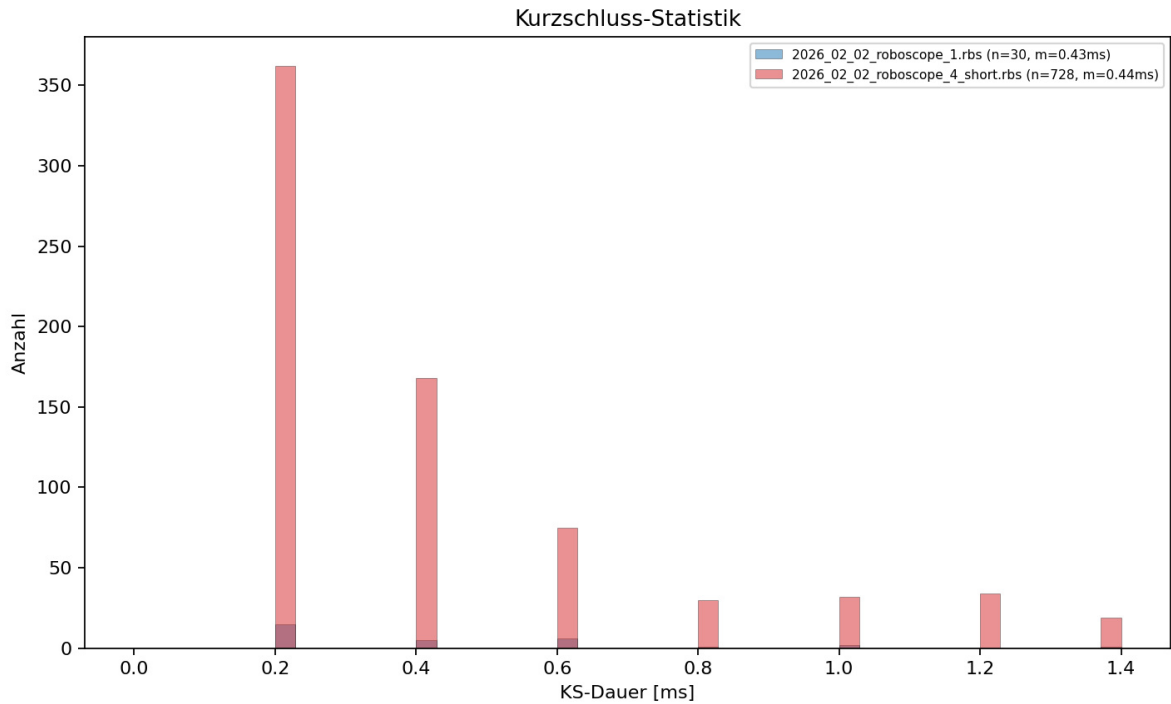
Kennzahl	A	B	Diff %
Z_mean_Ohm	0.104	0.106	+2.4%
Z_std_Ohm	0.0023	0.0089	+74.2%
U_rms_V	23	22.4	-2.7%
I_rms_A	222	212	-4.6%

Kurzschluss-Statistik

Beschreibung

Histogramm der Kurzschluss-Dauern ($U < 5\text{ V}$). Lage und Streuung der Verteilungen verraten den Tropfenuebergangs-Modus (Kurzlichtbogen, Mischlichtbogen, Spruehlichtbogen) und die Prozess-Konsistenz.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Die Kurzschlussrate unterscheidet sich zwischen den beiden Aufnahmen erheblich: A verzeichnet 30 Kurzschlüsse bei einer Rate von 1,13 Hz, B hingegen 728 Kurzschlüsse bei 29,64 Hz – ein relativer Unterschied von 96,2 %. Die mittlere Kurzschlussdauer ist mit 0,427 ms (A) und 0,441 ms (B) nahezu identisch; auch der Median liegt mit 0,3 ms (A) und 0,4 ms (B) nah beieinander. Die Standardabweichung der Kurzschlussdauer beträgt 0,300 ms (A) und 0,345 ms (B).

Kennzahlen (A vs. B)

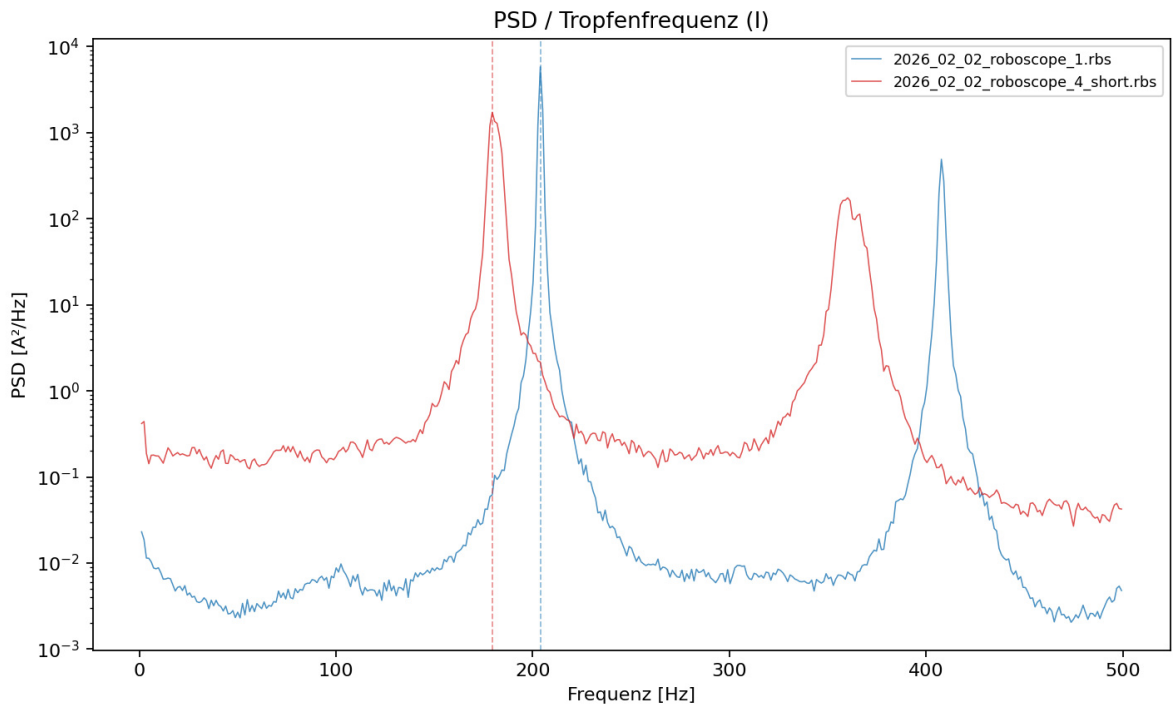
Kennzahl	A	B	Diff %
SC_count	30	728	+95.9%
SC_rate_Hz	1.13	29.6	+96.2%
SC_mean_ms	0.427	0.441	+3.2%
SC_median_ms	0.3	0.4	+25.0%
SC_std_ms	0.3	0.345	+13.0%

PSD / Tropfenfrequenz (I)

Beschreibung

Power-Spectral-Density des Stromsignals (Welch, 1-500 Hz). Das dominante Peak entspricht der typischen Tropfenuebergangs-Frequenz; ein Frequenzversatz zeigt Aenderungen in Drahtvorschub, Energieeintrag oder Uebertragsmodus.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Der dominante PSD-Peak des Stromsignals liegt bei A bei 203,9 Hz und bei B bei 179,4 Hz, ein Frequenzversatz von 24,5 Hz (12,0 %). Die Bandleistung im Bereich 1–500 Hz beträgt 12587 für A und 12094 für B (–3,9 %). Der spektrale Schwerpunkt ist in B also zu niedrigeren Frequenzen verschoben.

Kennzahlen (A vs. B)

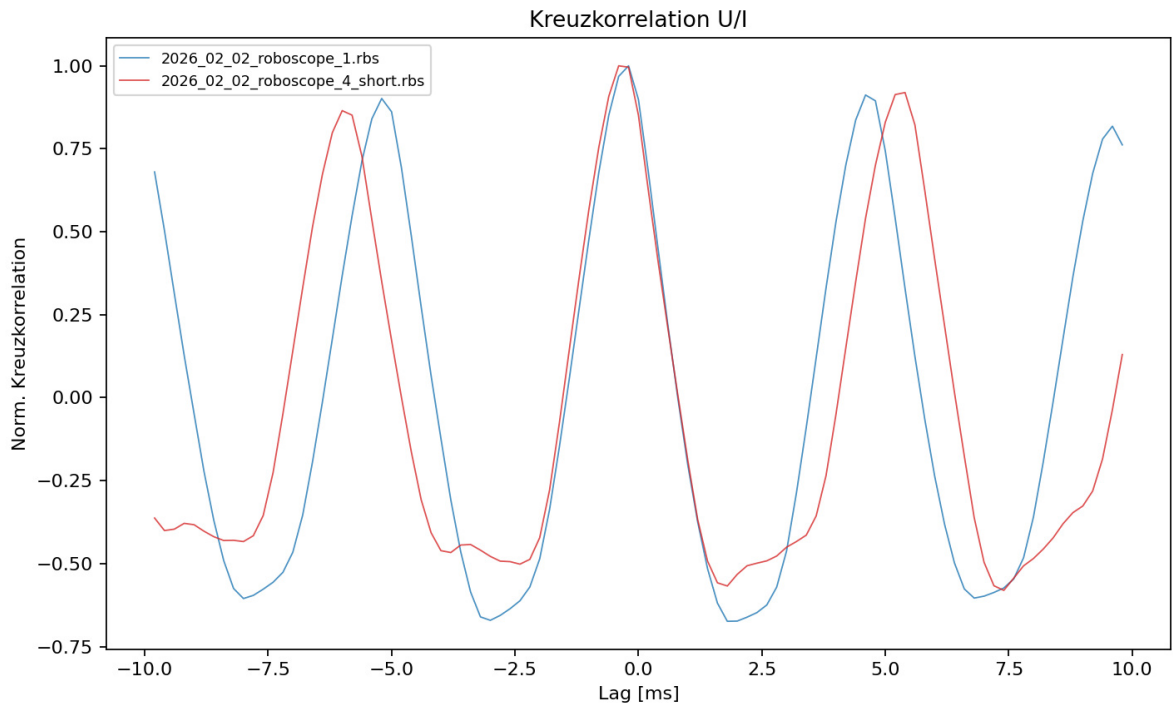
Kennzahl	A	B	Diff %
PSD_peak_Hz	204	179	-12.0%
PSD_band_power_1-500Hz	1.26e+04	1.21e+04	-3.9%
I_std_A	113	111	-1.9%

Kreuzkorrelation U/I

Beschreibung

Normierte Kreuzkorrelation zwischen Spannung und Strom in einem 50 ms Fenster gegen den Lag. Lage und Form des Maximums geben Auskunft ueber Phasenversatz und Lichtbogen-Dynamik.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Zur normierten Kreuzkorrelation zwischen Spannung und Strom liegen keine expliziten Lag- oder Korrelationsmaximum-Kennzahlen in den Daten vor. Die verfügbaren Größen (I_std, U_std, Z_std) zeigen, dass B eine höhere Spannungsstreuung (U_std: 4,85 V vs. 4,13 V, +14,8 %) und eine größere Impedanzstreuung aufweist, was auf veränderte Phasenverhältnisse zwischen U und I in B hinweisen kann.

Kennzahlen (A vs. B)

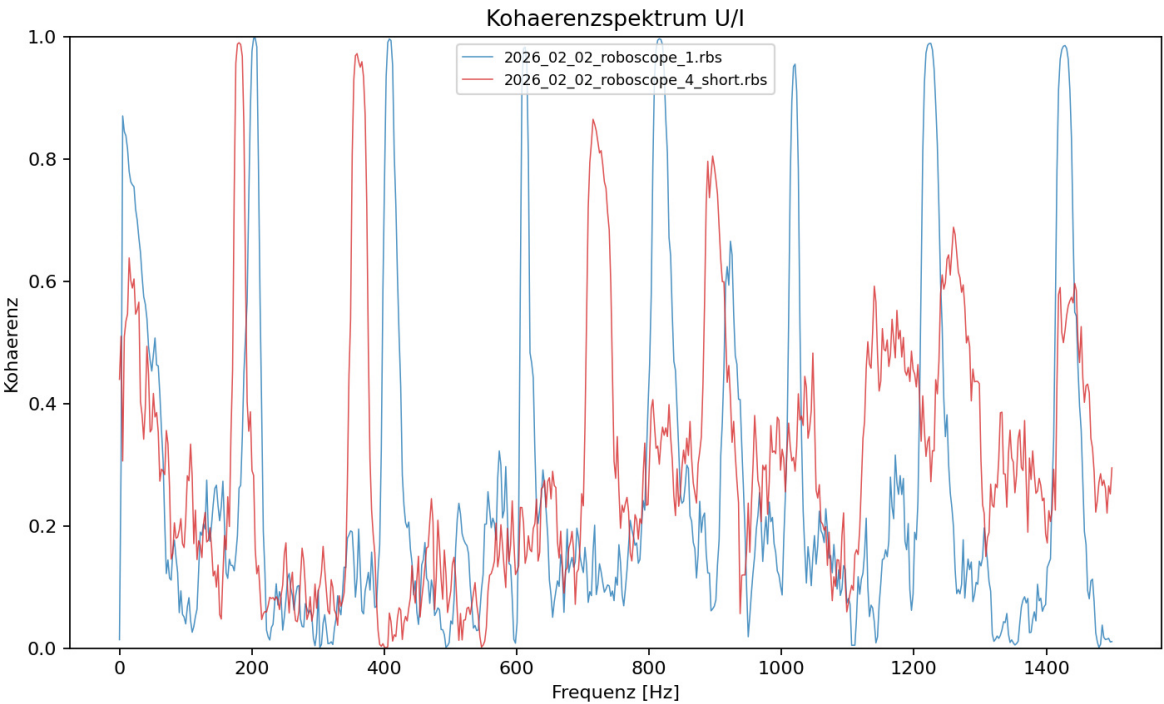
Kennzahl	A	B	Diff %
Coherence_50-500Hz_mean	0.206	0.22	+6.4%
I_rms_A	222	212	-4.6%
U_rms_V	23	22.4	-2.7%

Kohärenz U/I

Beschreibung

Magnitude-Squared Coherence zwischen U und I ueber die Frequenz. Werte nahe 1 bedeuten starke lineare Kopplung; Einbrueche zeigen Frequenzbereiche mit nichtlinearem oder stoerungsbehaftetem Verhalten.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Die mittlere Kohärenz im Bereich 50–500 Hz beträgt für A 0,206 und für B 0,220, eine Differenz von 6,4 %. Beide Werte liegen auf einem insgesamt niedrigen absoluten Niveau, was auf eine begrenzte lineare U-I-Kopplung in beiden Aufnahmen hindeutet. Der Unterschied zwischen A und B ist absolut gering.

Kennzahlen (A vs. B)

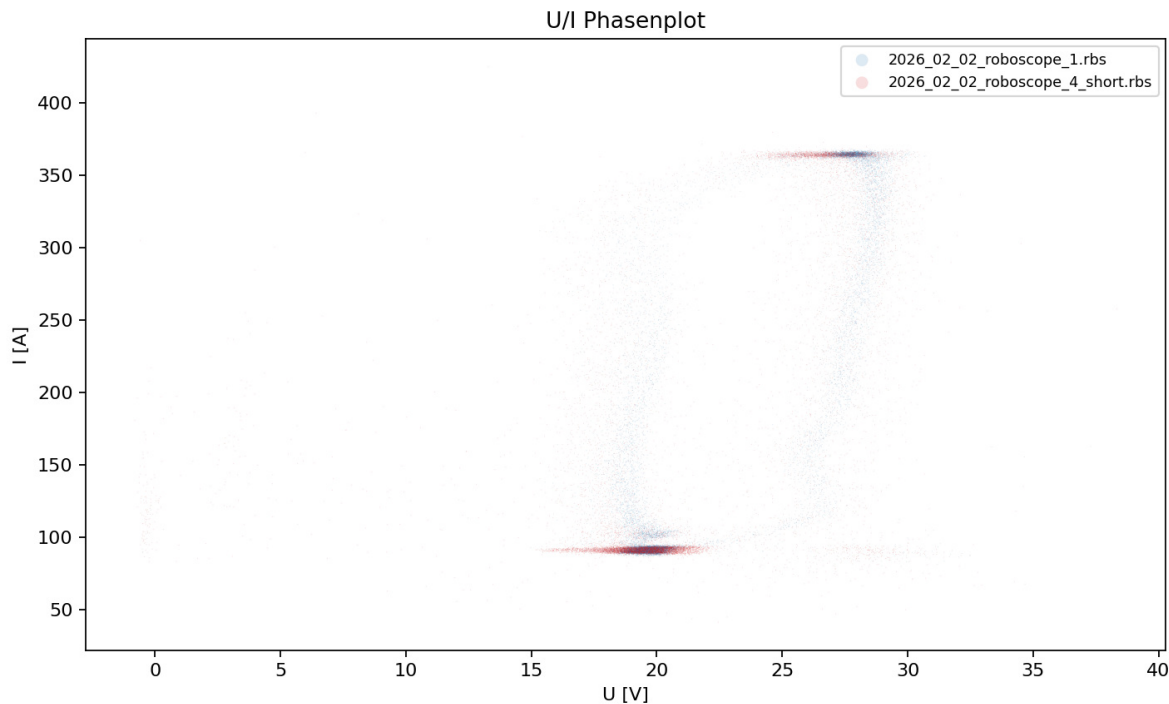
Kennzahl	A	B	Diff %
Coherence_50-500Hz_mean	0.206	0.22	+6.4%
I_rms_A	222	212	-4.6%
U_rms_V	23	22.4	-2.7%

U/I-Phasenplot

Beschreibung

Streudiagramm U gegen I (Phasen- bzw. Arbeitspunkt-Plot). Form und Lage der Punktwolke beschreiben den Arbeitsbereich und die Lichtbogenkennlinie. Cluster-Verschiebungen zeigen Aenderungen am Arbeitspunkt.

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Der mittlere Arbeitspunkt liegt bei A bei 191,09 A / 22,65 V und bei B bei 180,34 A / 21,88 V, was einem Versatz von 10,75 A (-5,6 %) und 0,77 V (-3,4 %) entspricht. Die Spannungsstreuung U_{std} ist in B mit 4,85 V gegenüber 4,13 V in A um 14,8 % größer, während die Stromstreuung I_{std} mit 111,3 A (B) und 113,47 A (A) nahezu identisch ist. Der Arbeitsbereich-Cluster von B ist damit leicht zu niedrigeren Strom- und Spannungswerten verschoben.

Kennzahlen (A vs. B)

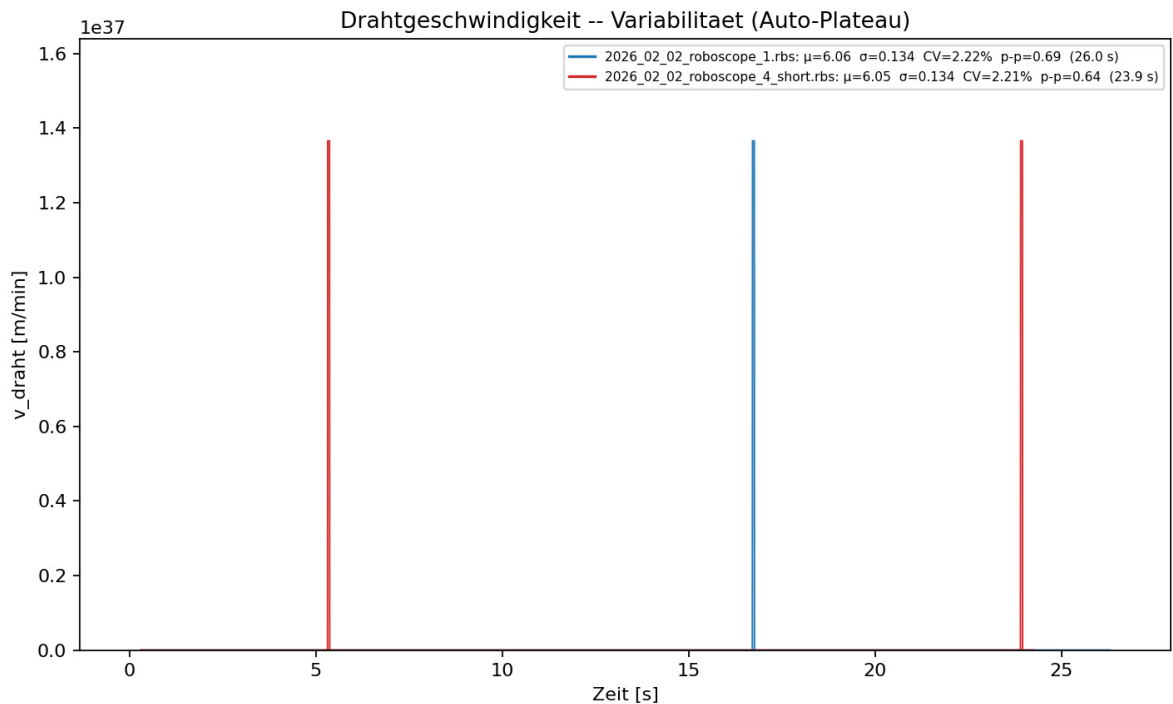
Kennzahl	A	B	Diff %
I_mean_A	191	180	-5.6%
U_mean_V	22.6	21.9	-3.4%
I_p2p_A	278	282	+1.6%
I_rms_A	222	212	-4.6%
U_rms_V	23	22.4	-2.7%

Drahtgeschwindigkeit-Variabilität

Beschreibung

Zeitverlauf der Drahtvorschubgeschwindigkeit [m/min] je Aufnahme, ergaenzt durch Mittelwert (μ), Standardabweichung (σ), Variationskoeffizient ($CV = \sigma/\mu$) und Spitze-Spitze-Streuung (1.–99. Perzentil). Kennzahlen werden ausschliesslich auf dem *stabilen* Prozessbereich berechnet: Schweisspausen ($v \approx 0$) sowie Start- und Stopp-Rampen werden automatisch ausgeblendet (Plateau > 0.5 m/min, Mindestdauer 0.5 s, Rampen-Trim 0.3 s). Im Compare-Tab kann der zu auswertende Zeitbereich auch manuell gesetzt werden. Ein kleines σ und kleines CV bedeuten gleichmaessige Foerderung; Drift oder Aussetzer werden in der Zeitreihe sichtbar. Drahtdaten stammen aus dem OSCI-UDP-Header (Pro-Paket-Wert).

Vergleichsdiagramm



KI-Kommentar -- wesentliche Unterschiede

Die mittlere Drahtvorschubgeschwindigkeit ist für beide Aufnahmen nahezu identisch: 6,055 m/min (A) und 6,054 m/min (B), eine Differenz von 0,001 m/min (0,0 %). Standardabweichung (0,1343 vs. 0,1337 m/min) und Variationskoeffizient (2,22 % vs. 2,21 %) sind ebenfalls praktisch gleich. Die Spitze-Spitze-Streuung (1.–99. Perzentil) beträgt 0,685 m/min (A) und 0,639 m/min (B), die Minimalwerte sind identisch (5,576 m/min), die Maximalwerte nahezu gleich (6,594 vs. 6,627 m/min).

Kennzahlen (A vs. B)

Kennzahl	A	B	Diff %
WS_mean_m_min	6.05	6.05	+−0.0%
WS_std_m_min	0.134	0.134	−0.4%
WS_cv_percent	2.22	2.21	−0.5%
WS_p2p_m_min	0.685	0.639	−6.7%
WS_min_m_min	5.58	5.58	+0.0%
WS_max_m_min	6.59	6.63	+0.5%

Zusammenfassende Erklärung

Der auffälligste Unterschied zwischen A und B ist die Kurzschlussrate: A weist 30 Kurzschlüsse bei 1,13 Hz auf, B hingegen 728 Kurzschlüsse bei 29,64 Hz – ein Faktor von mehr als 26. Das mittlere Leistungsniveau von A (4713 W) liegt um 438 W (9,3 %) über dem von B (4275 W), begleitet von einem höheren I_{rms} (222,24 A vs. 211,92 A) und U_{rms} (23,03 V vs. 22,41 V). Der dominante PSD-Peak ist in B um 24,5 Hz zu niedrigeren Frequenzen verschoben (179,4 Hz vs. 203,9 Hz). Die Impedanzstreuung Z_{std} ist in B mit 0,0089 Ω gegenüber 0,0023 Ω in A um 74,2 % größer, während die mittleren Impedanzwerte nahezu gleich sind. Die Drahtvorschubgeschwindigkeit ist in beiden Aufnahmen praktisch identisch (6,055 vs. 6,054 m/min, CV $\approx$ 2,2 %).

Methoden-Signifikanz (sortiert nach mittlerem |Diff %|)

Rang	Methode	Mittlerer Diff %
1	Kurzschluss-Statistik	46.7 %
2	Impedanz $Z(t)$	21.0 %
3	PSD / Tropfenfrequenz (I)	5.9 %
4	Wavelet-Differenz (I)	5.6 %
5	RMS-Hüllkurve	5.1 %
6	Kreuzkorrelation U/I	4.6 %
7	Kohärenz U/I	4.6 %
8	U/I-Phasenplot	3.6 %
9	Poincaré-Plot (I)	2.5 %
10	Drahtgeschwindigkeit-Variabilität	1.4 %

Gesamt-Unterschiedsindex: 10.1 %