

Bericht zur Überprüfung der Spannungsqualität gemäß DIN EN 50160 am Hausanschluss

Römerring 2, 52388 Nörvenich – Zählernummer: 1 EMH 0007133363

Erstellt von Tobias Oszlanyi

Nörvenich, 01.02.2026

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung und Zielsetzung**
 - 1.1 Anlass der Untersuchung**
 - 1.2 Ziel der Langzeitmessung**
- 2. Messaufbau und Methodik**
 - 2.1 Verwendete Hardware**
 - 2.2 Software und Datenerfassung**
 - 2.3 Messgenauigkeit und Validierung**
- 3. Analyse der Messdaten**
 - 3.1 Übersicht der Messergebnisse**
 - 3.2 Punktuelle Ereignisanalyse - Korrelation mit Fehler „F43“ am Kochfeld**
 - 3.3 Phasenasymmetrie und Sternpunktverschiebung**
- 4. Bewertung nach DIN EN 50160**
 - 4.1 Grenzwerte für die Spannungscharakteristik**
 - 4.2 Resultate der Grenzwertunterschreitungen ($U < 207\text{ V}$)**
- 5. Zusammenfassung**
 - 5.1 Zusammenfassende Bewertung**
 - 5.2 Schlussfolgerung**
- 6. Erklärung zur Datenerhebung (Disclaimer)**
- 7. Anhang**
 - 7.1 Link zum Open-Source Repository (Rohdaten & Quellcode)**
 - 7.2 Videodokumentation der Fehlermeldungen (F43) vom 26.12.2025**
 - 7.3 Videodokumentation der Fehlermeldungen (F43) vom 29.01.2026**
 - 7.4 Hardware-Nachweis**

1. Einleitung und Zielsetzung

1.1 Anlass der Untersuchung

Anlass dieser technischen Untersuchung sind wiederkehrende Fehlfunktionen elektrischer Endgeräte im Haushalt, insbesondere die Fehlermeldung „F43“ am Induktionskochfeld der Marke Bauknecht, sowie eine überdurchschnittliche Ausfallrate elektronischer Netzteile, wie z.B. HiFi-Komponenten der Marke Nubert. Die Symptomatik deutet auf signifikante Instabilitäten in der Spannungsversorgung hin.

1.2 Ziel der Langzeitmessung

Ziel ist die systematische Erfassung der Phasenspannungen am Hausanschlusspunkt über einen repräsentativen Zeitraum, um die Einhaltung der Toleranzgrenzen nach DIN EN 50160 zu überprüfen und die Netzzrückwirkung bei verschiedenen Lastzuständen zu dokumentieren.

2. Messaufbau und Methodik

2.1 Verwendete Hardware

Zur Erfassung der Daten wurde ein Drehstromzähler des Typs Eastron SDM630 MCT (Genauigkeitsklasse 1) verwendet. Die Daten-Kommunikation erfolgt über ein Waveshare RS485-to-ETH (B) Gateway via Modbus/TCP an einen Raspberry Pi 4.

2.2 Software und Datenerfassung

Ein Python-basiertes Skript (siehe Anhang) fragt die Registerwerte in einem Intervall von 10 Sekunden ab und speichert diese in einem Puffer. Über einen Zeitraum von 2 Minuten werden aus den registrierten Messwerten ein zeitlich gemittelter Durchschnitt ($U_{L_n_Avg}$), der niedrigste ($U_{L_n_Min}$) und höchste ($U_{L_n_Max}$) Wert als Datenpunkt zusammen mit weiteren Informationen ausgegeben. Die Speicherung erfolgt als Rohdaten im CSV-Format (siehe Anhang).

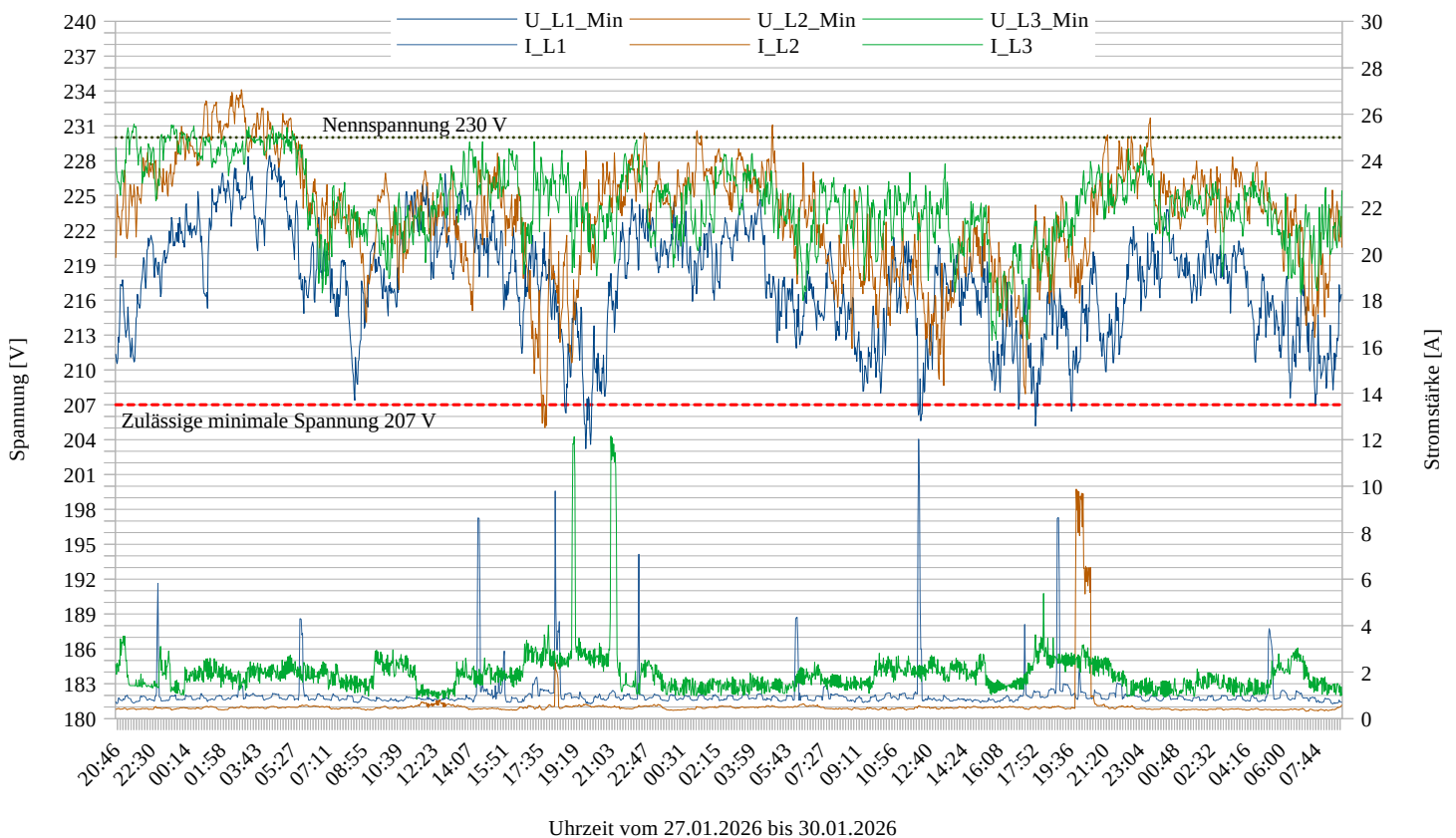
2.3 Messgenauigkeit und Validierung

Durch die digitale Übertragung der Messwerte direkt aus dem Zählerregister sind analoge Übertragungsfehler ausgeschlossen. Der Quellcode der Messsoftware sowie die Rohdaten sind zur Validierung in einem öffentlichen Repository hinterlegt (siehe Anhang).

3. Analyse der Messdaten

3.1 Übersicht der Messergebnisse

Die grafische Auswertung des gesamten Messzeitraums von ca. 60 Stunden an den Tagen vom **27.01.2026 bis 30.01.2026** verdeutlicht bereits die Volatilität der Spannungsversorgung am Hausanschlusspunkt.



Wesentliche Beobachtungen aus der Übersicht:

- **Grundstabilität:** Die Netzspannung fluktuiert im beobachteten Zeitraum kontinuierlich meist deutlich unterhalb der Nennspannung, selbst nachts zwischen 22:00 Uhr und 5:00 Uhr.
- **Phasen-Disparität:** Es zeigt sich eine systematische Ungleichheit zwischen den Phasen. Während Phase L3 in der Regel das stabilste Niveau hält, weist insbesondere L1 die massivsten Einbrüche auf.
- **Grenzwert-Nähe:** Die Spannung bewegt sich während der Abendstunden fast permanent im Bereich der kritischen Untergrenze von **207 V**.
- **Last-Interaktion:** Die Korrelation zur gemessenen Stromstärke I zeigt deutlich, dass lokale Lastspitzen im Haushalt unmittelbar mit signifikanten Spannungseinbrüchen korrelieren.

Die Übersicht belegt, dass das Netz am Standort Römerring 2 eine sehr geringe Kurzschlussleistung (hohe Netzimpedanz) aufweist. Die Spannung reagiert extrem empfindlich auf Laständerungen, was auf eine unzureichende Dimensionierung des Zuleitungsstrangs hindeutet.

Auswertung der Grenzwertunterschreitungen anhand der Messwerte:

Die Auswertung der aggregierten CSV-Daten (2-Minuten-Intervalle) ergibt folgendes Bild für den Zeitraum vom 27.01. bis 30.01.2026:

- **Anzahl kritischer Zeitfenster:** Im Aufzeichnungszeitraum wurden insgesamt **28 Intervalle** registriert, in denen der minimale Spannungswert (U_{\min}) die Normgrenze von **207 V** unterschritten hat. **23 Intervalle** entfielen dabei auf die **Phase L1**.
- **Dauer der Unterschreitung:** Da jeder dieser Datenpunkte mindestens eine 10-sekündige Messung unterhalb der Norm repräsentierte, ergibt sich eine kumulierte Mindestdauer von **4:40 Minuten** (28 Intervalle \times 10 Sek.), in denen die Netzspannung **nachweislich nicht normgerecht** war.
- **Indizierte Belastungsdauer:** Da die Durchschnittswerte (U_{avg}) in diesen Intervallen oft nur knapp über 210 V lagen, ist davon auszugehen, dass die **tatsächliche Verweildauer** im unzulässigen Bereich **deutlich höher** lag.
- **Absoluter Tiefstwert:** Der niedrigste am Hausanschluss dokumentierte Wert betrug **201,4 V** auf Phase L1.

3.2 Punktuelle Ereignisanalyse - Korrelation mit Fehler „F43“ am Kochfeld

Um die praktischen Auswirkungen der unzureichenden Spannungsqualität zu belegen, wurde ein spezifisches Ereignis isoliert, bei dem es zum dokumentierten Ausfall des Induktionskochfeldes (siehe Anhang) kam.

Ereignis-Daten (Auszug aus den Rohdaten zum Zeitpunkt am 29.1.2026, 12:10 Uhr):

	Wert auf L1	Vergleichswert L3
Spannung (U_{Min})	201,4 V	226,1 V
Spannung (U_{Avg})	204,2 V	227,4 V
Stromstärke (I)	12,4 A	1,8 A

Analyse des Vorfalls: In diesem Intervall stieg die Stromstärke auf L1 durch das Einschalten des Kochfeldes auf **12,4 A** an. Trotz dieser moderaten Last, die weit unter der Absicherung des Stromkreises liegt, brach die Spannung unmittelbar von ca. 221 V auf einen Tiefstwert von **201,4 V** ein. Dies entspricht einer Unterschreitung der Nennspannung um ca. **12,4 %** und liegt damit deutlich außerhalb der nach DIN EN 50160 zulässigen Toleranz von -10 % (207 V).

Das Kochfeld quittierte diesen Einbruch umgehend mit der **Fehlermeldung „F43“** und stellte den Betrieb ein. Bemerkenswert ist, dass die Phase L3 zum exakt gleichen Zeitpunkt eine stabile Spannung von über 226 V aufwies.

Dies belegt, dass **kein allgemeiner Netzeinbruch** vorlag, sondern dokumentiert eine extreme Instabilität bei lokaler Last.

3.3 Phasenasymmetrie und Sternpunktverschiebung

Ein zentrales Ergebnis der Messreihe ist das asymmetrische Verhalten der Phasenspannungen bei Belastung einzelner Phasen, welches über eine bloße Netzschwäche hinausgeht.

Analyse der Messdaten: Die unter Punkt 3.2 dokumentierten Werte zeigen eine signifikante Diskrepanz zwischen den Außenleitern. Während die Spannung auf der belasteten Phase **L1 auf 201,4 V** absinkt, verbleibt die Phase **L3 bei 226,1 V**. In einem intakten Niederspannungsnetz würde eine Last von lediglich 12,4 A auf L1 keinen derartigen Spannungsunterschied von fast **25 V** zwischen den Phasen verursachen.

Ableitung der Ursache: Dieses "Gegenschwingen" der Spannungen ist ein klassisches Symptom für eine **Sternpunktverschiebung**.

- **Neutralleiter-Problematik:** Ein erhöhter Widerstand im Neutralleiter (N) führt dazu, dass sich das Potenzial des Sternpunkts verschiebt. Die Spannung auf der belasteten Phase sinkt überproportional, während sie auf den weniger belasteten Phasen (hier L3) stabil bleibt oder sogar ansteigt.
- **Netzimpedanz:** Die extreme Empfindlichkeit der Spannung gegenüber moderaten Lastströmen (12,4 A) belegt eine unzulässig hohe Netzimpedanz am Hausanschlusspunkt.

Schlussfolgerung für den Netzbetreiber: Da die hausinterne Installation (Zählerplatz und Unterverteilung) fachgerecht ausgeführt wurde, muss die Ursache für diese Instabilität im **Verteilnetz des Netzbetreibers** liegen. Es ist davon auszugehen, dass entweder die Dimensionierung der Zuleitung für die aktuelle Netzlast im Wohngebiet unzureichend ist oder eine fehlerhafte Verbindung (z.B. oxidierte Klemme oder loser Neutralleiter) im Kabelverteilerkasten bzw. an der Muffe vorliegt.

4. Bewertung nach DIN EN 50160

4.1 Grenzwerte für die Spannungscharakteristik

Die Norm **DIN EN 50160** legt die Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen fest. Sie dient als Maßstab für die Beurteilung, ob die gelieferte Energiequalität für den Betrieb von Standard-Haushaltsgeräten (gemäß CE-Konformität) ausreichend ist.

Für die Versorgungsspannung im Niederspannungsnetz (230 V zwischen Außen- und Neutraleiter) gelten folgende Kernvorgaben:

- **Nennspannung (U_n):** 230 V
- **Zulässige Abweichung:** $\pm 10\%$ unter normalen Betriebsbedingungen.
- **Grenzbereich:** Die Spannung muss sich in einem Korridor zwischen **207 V** (Untergrenze) und **253 V** (Obergrenze) bewegen.
- **Zeitliche Vorgabe:** Unter normalen Betriebsbedingungen müssen 95% der 10-Minuten-Mittelwerte jedes Wochenzeitraums innerhalb dieses Bereichs liegen.

Die Einhaltung der DIN EN 50160 ist über § 49 EnWG sowie § 16 NAV rechtlich bindend, da diese Norm die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ für die Spannungsqualität definiert. Eine dauerhafte oder wiederholte Unterschreitung der Grenzwerte stellt somit **nicht nur einen technischen Mangel, sondern eine Verletzung der gesetzlichen Versorgungspflicht sowie der vertraglichen Grundlagen** nach der Niederspannungsanschlussverordnung dar.

Bedeutung für den vorliegenden Fall: Während die Norm eine gewisse statistische Toleranz erlaubt, führt das Unterschreiten der absoluten Untergrenze von **207 V** bereits unmittelbar zu **Funktionsstörungen** bei elektronischen Geräten (wie unter Punkt 3.2 dokumentiert). Eine Spannung von **201,4 V** stellt somit eine **signifikante Verletzung der zugesicherten Versorgungsqualität** dar, da Schutzschaltungen (Unterspannungsschutz) bereits weit vor den statistischen 10-Minuten-Mittelwerten greifen müssen, um Hardwareschäden zu verhindern.

4.2 Resultate der Grenzwertunterschreitungen ($U < 207 \text{ V}$)

Die Auswertung der vorliegenden Messdaten zeigt, dass die Netzspannung am Hausanschluss Römerring 2 im Messzeitraum (27.01.2026 – 30.01.2026) die nach DIN EN 50160 zulässige Untergrenze von **207 V** wiederholt und signifikant unterschritten hat.

Zusammenfassung der Verstöße:

- **Häufigkeit:** Es wurden insgesamt **28 Messintervalle** registriert, in denen die Mindestspannung (U_{\min}) außerhalb des Normbereichs lag.
- **Maximalabweichung:** Der gravierendste Verstoß wurde am **29.01.2026 um 12:10 Uhr** dokumentiert. Mit einem Wert von **201,4 V** wurde die zulässige Nennspannung um **12,4 %** unterschritten (zulässig: max. 10 %).
- **Dauerhaftigkeit:** Die Unterschreitungen traten nicht als singuläre transiente Ereignisse (Spitzen) auf, sondern häuften sich in Clustern von bis zu 30–45 Minuten während der Lastzeiten. Dies deutet auf eine **dauerhafte Überlastung** oder Fehlkonfiguration des Netzsegments hin.

Qualitative Bewertung der Verstöße: Die gemessenen Werte von teilweise deutlich unter **205 V** sind als **kritisch** einzustufen. Da viele moderne elektronische Geräte (Schaltnetzteile, Umrichter) auf eine stabile Spannungsversorgung angewiesen sind, führt dieser Zustand zu:

- **Funktionsverlust:** Unmittelbare Abschaltung durch geräteinterne Schutzmechanismen (siehe Fehler „F43“ am Kochfeld).
- **Hardware-Stress:** Erhöhte **thermische Belastung** von Bauteilen durch höhere Ströme bei sinkender Spannung ($P=U \cdot I$). Dies würde die beobachtete Defektrate bei empfindlichen HiFi-Komponenten erklären.

Übergeordnete Analyse der Netzzrückwirkung: Neben den reinen **Grenzwertunterschreitungen** offenbaren die Messdaten ein **strukturelles Problem** in der lokalen Netzinfrastruktur.

- **Hoher Spannungsfall bei geringer Last:** Ein Einbruch von über 20 V (ca. 10%) bei einer Last von lediglich ~12 A (ca. 2,8 kW) korrespondiert mit einer extrem hohen Netzimpedanz. In einem normgerecht dimensionierten Niederspannungsnetz dürfte der Spannungsfall bei dieser Last am Hausanschluss üblicherweise 2-3 % nicht überschreiten.
- **Fehlende Steifigkeit des Netzes:** Die Daten zeigen, dass das Netz keine "Pufferkapazität" besitzt. Jede Laständerung im Haus (oder vermutlich auch in der Nachbarschaft) schlägt unmittelbar und ungedämpft auf das Spannungsniveau durch.
- **Gefährdung der Betriebssicherheit:** Die Messreihe belegt, dass der sichere Betrieb von Standard-Haushaltsgeräten am Standort Römerring 2 aktuell **glücksabhängig** ist (abhängig von der gleichzeitigen Netzlast anderer Anwohner). Dies stellt eine **Einschränkung der vertraglich zugesicherten Nutzung** des Netzanschlusses dar.

Rechtliche Konsequenz: Aufgrund der Häufigkeit und Tiefe der Einbrüche liegt **keine** „normale Betriebsschwankung“ mehr vor. Die Versorgungssicherheit gemäß **§ 16 NAV** ist unter diesen Bedingungen **nicht vollumfänglich gewährleistet**.

5. Zusammenfassung

5.1 Zusammenfassende Bewertung

Die vorliegende Langzeitmessung belegt eine signifikante Instabilität der Spannungsversorgung am Hausanschluss Römerring 2. Die dokumentierten Unterschreitungen der Normgrenze von 207 V (bis auf **201,4 V**) treten systematisch bei moderaten Lasten auf und korrelieren unmittelbar mit dem Ausfall normgerechter Haushaltsgeräte (Fehler F43).

5.2 Schlussfolgerung

Die Kombination aus extremem Spannungsfall auf der belasteten Phase und gleichzeitigem Verhalten der unbelasteten Phasen (Sternpunktverschiebung) deutet auf eine unzulässig hohe Netzimpedanz oder einen Defekt im Bereich des Neutralleiters im Verteilnetz des Netzbetreibers hin. Zur Sicherstellung eines rechtssicheren Netzbetriebs nach DIN EN 50160 ist eine Überprüfung der physischen Netzparameter (Schleifenimpedanz, Klemmstellen) unumgänglich.

6. Erklärung zur Datenerhebung (Disclaimer)

Der Ersteller dieses Berichts weist ausdrücklich darauf hin, dass die vorliegende Untersuchung nicht als amtliches Sachverständigengutachten zu verstehen ist. Die Datenerhebung, Auswertung und die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen wurden jedoch nach bestem Wissen und Gewissen unter Verwendung von Messgeräten der Genauigkeitsklasse 1 (gemäß IEC 62053-21) und unter Einhaltung wissenschaftlicher Standards der Datenverarbeitung durchgeführt.

Ziel dieses Berichts ist die objektive Dokumentation einer bestehenden Versorgungsstörung. Die hier dargelegte Indizienkette (Rohdaten, Video- und Fotodokumentation) liefert einen hinreichenden Verdacht für eine Abweichung von den allgemein anerkannten Regeln der Technik, die eine **detaillierte Prüfung durch den zuständigen Netzbetreiber** rechtfertigt.

Eine rein formale Ablehnung der Ergebnisse würde den Kern der dokumentierten technischen Mängel unberücksichtigt lassen.

7. Anhang

- 7.1 Link zum Open-Source Repository (Rohdaten & Quellcode)

<https://github.com/toszlanyi/LangzeitmessungWestnetz>

- 7.2 Videodokumentation der Fehlermeldungen (F43) vom 26.12.2025

Erste dokumentierte Aufnahme des Kochfeld-Ausfalls (F43) am 26.12.2025, 18:09

<https://github.com/toszlanyi/LangzeitmessungWestnetz/raw/refs/heads/main/Kochfeld%202025-12-26%2018:09.mp4>

- 7.3 Videodokumentation der Fehlermeldungen (F43) vom 29.01.2026

Aufnahme des Kochfeld-Ausfalls (F43) synchron zu den Log-Daten vom 29.01.2026, 12:10

<https://github.com/toszlanyi/LangzeitmessungWestnetz/raw/refs/heads/main/Kochfeld%202026-01-29%2012:10.mp4>

- 7.4 Hardware-Nachweis

Foto des Eastron SDM630 MCT und Waveshare RS485 TO ETH (B) im Zählerschrank

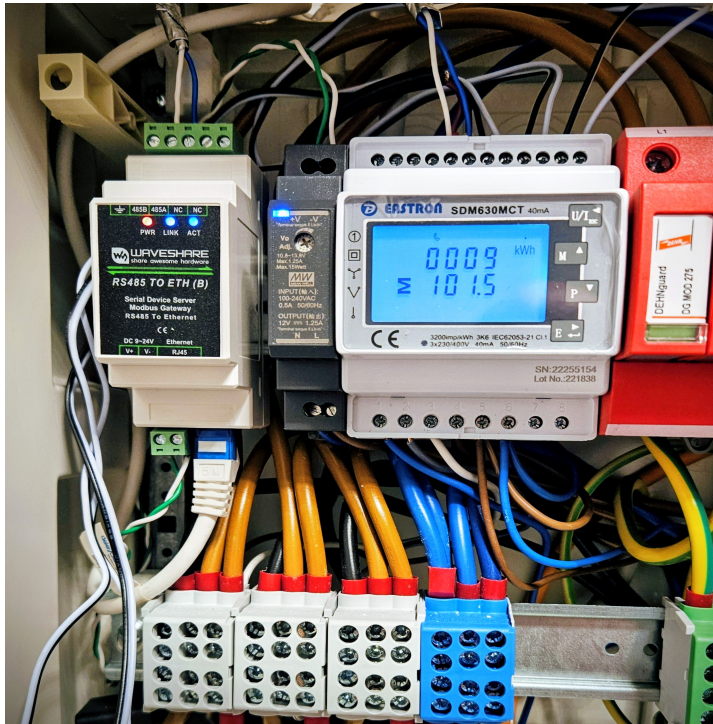


Foto des Eastron SDM630 MCT mit Spannungs-Werten vom 31.01.2026, 08:05
(nicht in den Daten der Langzeitmessung)

