

# Unterschätzte Leistungswiderstände in der Präzisionsmesstechnik

316. PTB-Seminar  
Do. 03. Sept. 2020

# Agenda

- Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie
- Einflussgrößen bei Leistungswiderständen
- Was tun gegen Störgrößen
- Warum Leistungswiderstände
- Aktuelle Widerstände und Messergebnisse
- Wekomm als Hersteller von Metrologieprodukten und Elektronik
- Ausblick / Fragen

Was sind  
Leistungswiderstände in der  
Metrologie ?



# Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie

- Übliche Messströme von wenigen nA bis hin zu mA ( $1\Omega$ )
- Normalwiderstände dürfen maximal mit wenigen mW belastet werden, ohne an Präzision zu verlieren
- Normalwiderstände werden üblicherweise nur benutzt, um Widerstand zu messen
- Ströme werden über belastbare Widerstände bestimmt, deren Genauigkeit nicht die der Normalwiderstände erreicht



Ströme lassen sich im ppm-Bereich oder  
Sub-ppm Bereich nicht wirklich präzise  
messen, oder doch?

# Agenda

- Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie
- Einflussgrößen bei Leistungswiderständen
- Was tun gegen Störgrößen
- Warum Leistungswiderstände
- Aktuelle Widerstände und Messergebnisse
- Wekomm als Hersteller von Metrologieprodukten und Elektronik
- Ausblick / Fragen

# Einflussgrößen bei Leistungswiderständen

- Erwärmung des Widerstandes durch den Messstrom -> Wertänderung
- Mechanische Belastung der Konstruktion durch Wärme
- Anschlusselemente (Buchsen, Zuleitungen, Kontaktierungen) müssen in ihren Eigenschaften berücksichtigt werden
- Hohe Ströme erzeugen Materialdiffusion, die Konstruktion muss eventuellen Effekten entgegenwirken

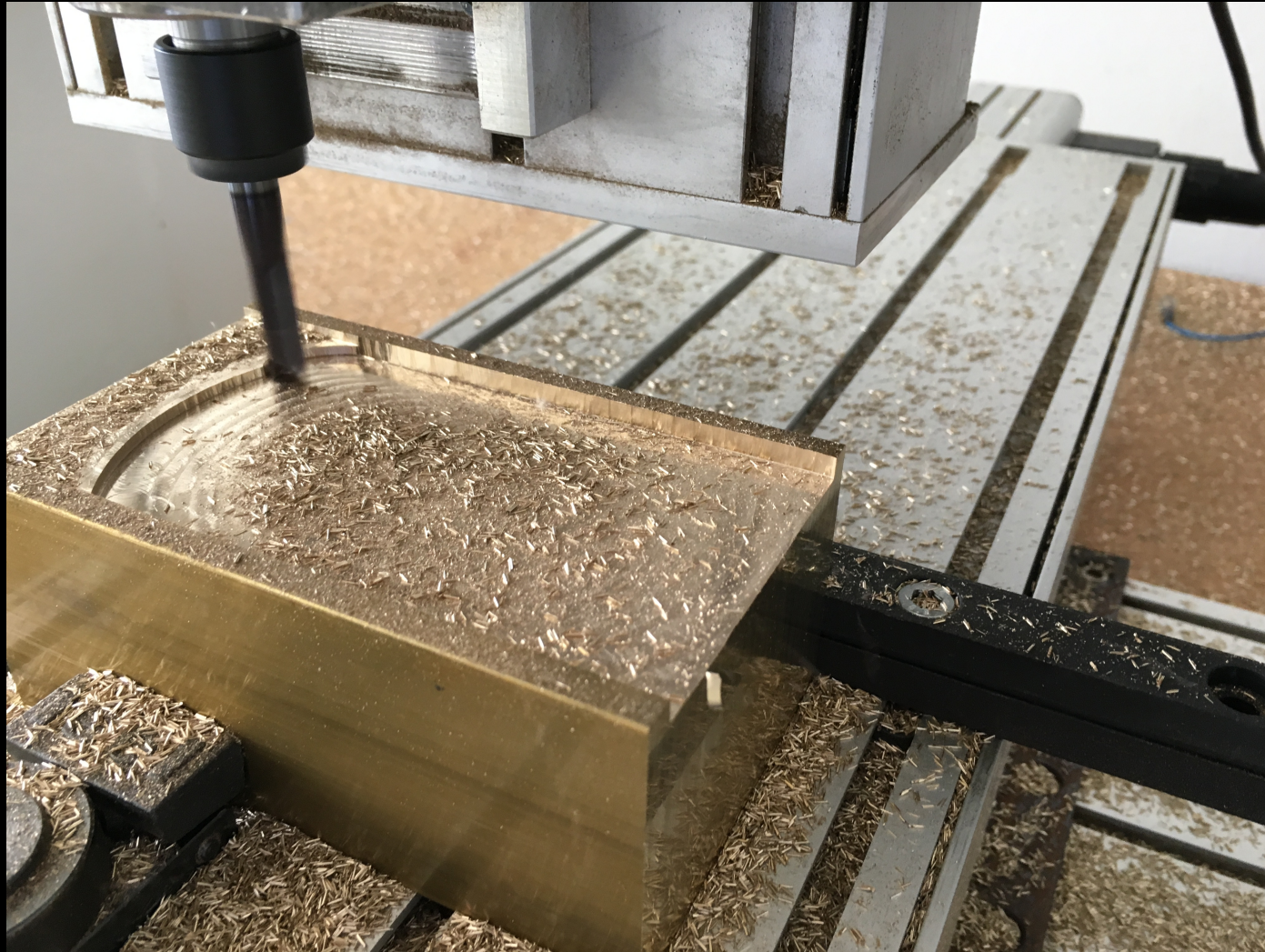
# Agenda

- Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie
- Einflussgrößen bei Leistungswiderständen
- Was tun gegen Störgrößen
- Warum Leistungswiderstände
- Aktuelle Widerstände und Messergebnisse
- Wekomm als Hersteller von Metrologieprodukten und Elektronik
- Ausblick / Fragen

# Was tun gegen Störgrößen

- Sorgfältiges Thermo-Management mit grosszügig dimensionierten thermischen Massen
- Konstruktion mit mehreren Widerstandselementen unterschiedlicher Temperaturkoeffizienten
- Anschlusselemente (Buchsen, Zuleitungen, Kontaktierungen) müssen so dimensioniert werden, damit diese keine Einflüsse im relevanten Bereich zeigen
- Viel Material und viel Masse

# Was tun gegen Störgrößen





# Was tun gegen Störgrößen



# Agenda

- Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie
- Einflussgrößen bei Leistungswiderständen
- Was tun gegen Störgrößen
- Warum Leistungswiderstände
- Aktuelle Widerstände und Messergebnisse
- Wekomm als Hersteller von Metrologieprodukten und Elektronik
- Ausblick / Fragen



# Warum Leistungswiderstände

- Bei der Strommessung liegt die Messspannung in dem genauesten Bereich der Multimeter (typ. 1V oder 10V)
- Damit ist eine Strommessung im Sub-ppm Bereich möglich
- Auch mittlere Ströme (bis 30A) mit Fehlern  $< 5$  ppm messen
- Hohe Ströme mittels Differentialstromsensoren im ppm Bereich erfassen

# Agenda

- Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie
- Einflussgrößen bei Leistungswiderständen
- Was tun gegen Störgrößen
- Warum Leistungswiderstände
- Aktuelle Widerstände und Messergebnisse
- Wekomm als Hersteller von Metrologieprodukten und Elektronik
- Ausblick / Fragen

# Welche Widerstände gibt es

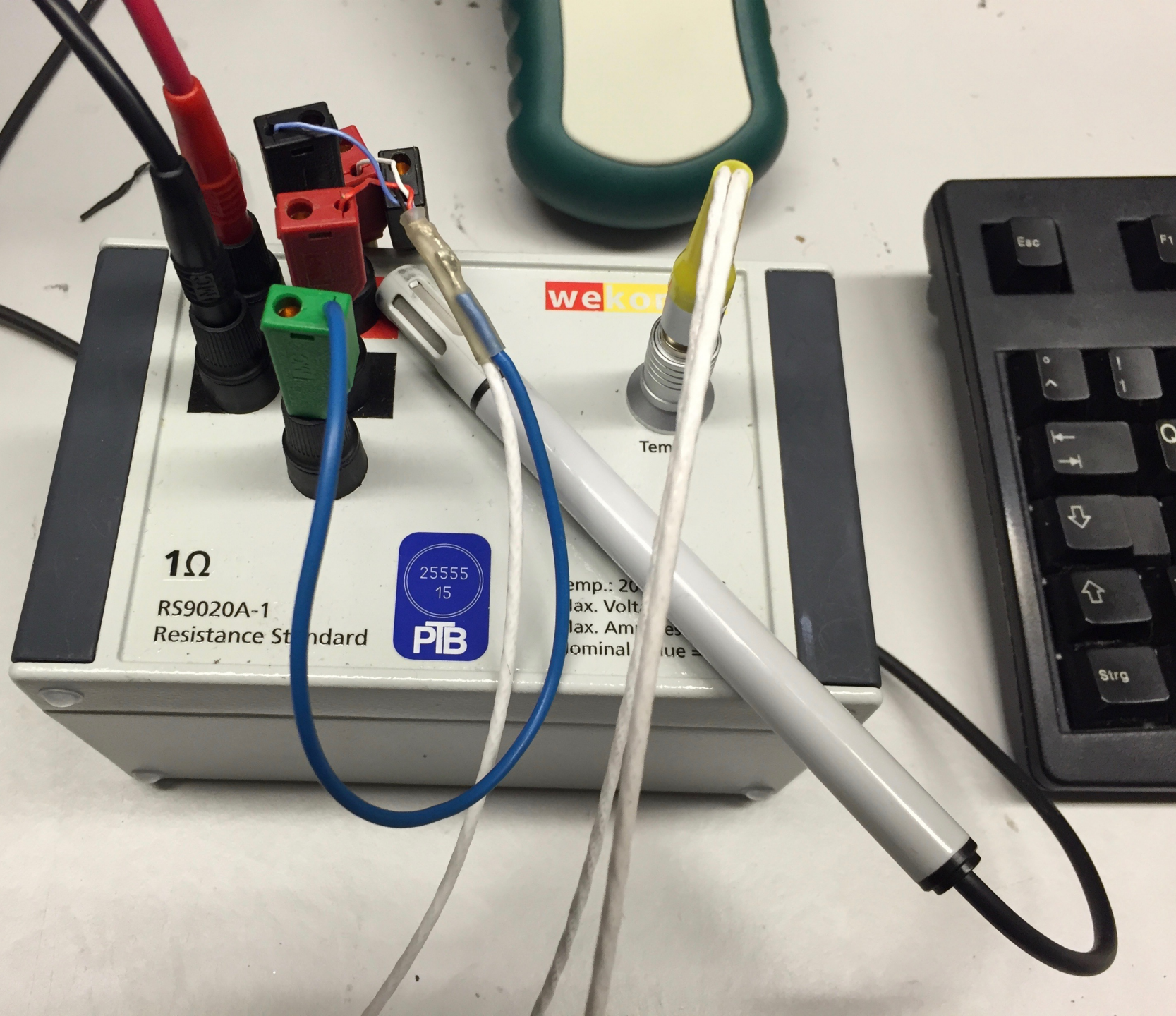
Die nachfolgend gezeigten Widerstände können mit Leistungen von 1W beaufschlagt werden, wobei der Eigenfehler der Widerstände unter  $1.5 \cdot 10^{-6}$  bleibt

Werden die eingebauten Temperaturfühler zur rechnerischen Kompensation benutzt, sind Messfehler besser als  $5 \cdot 10^{-7}$  möglich

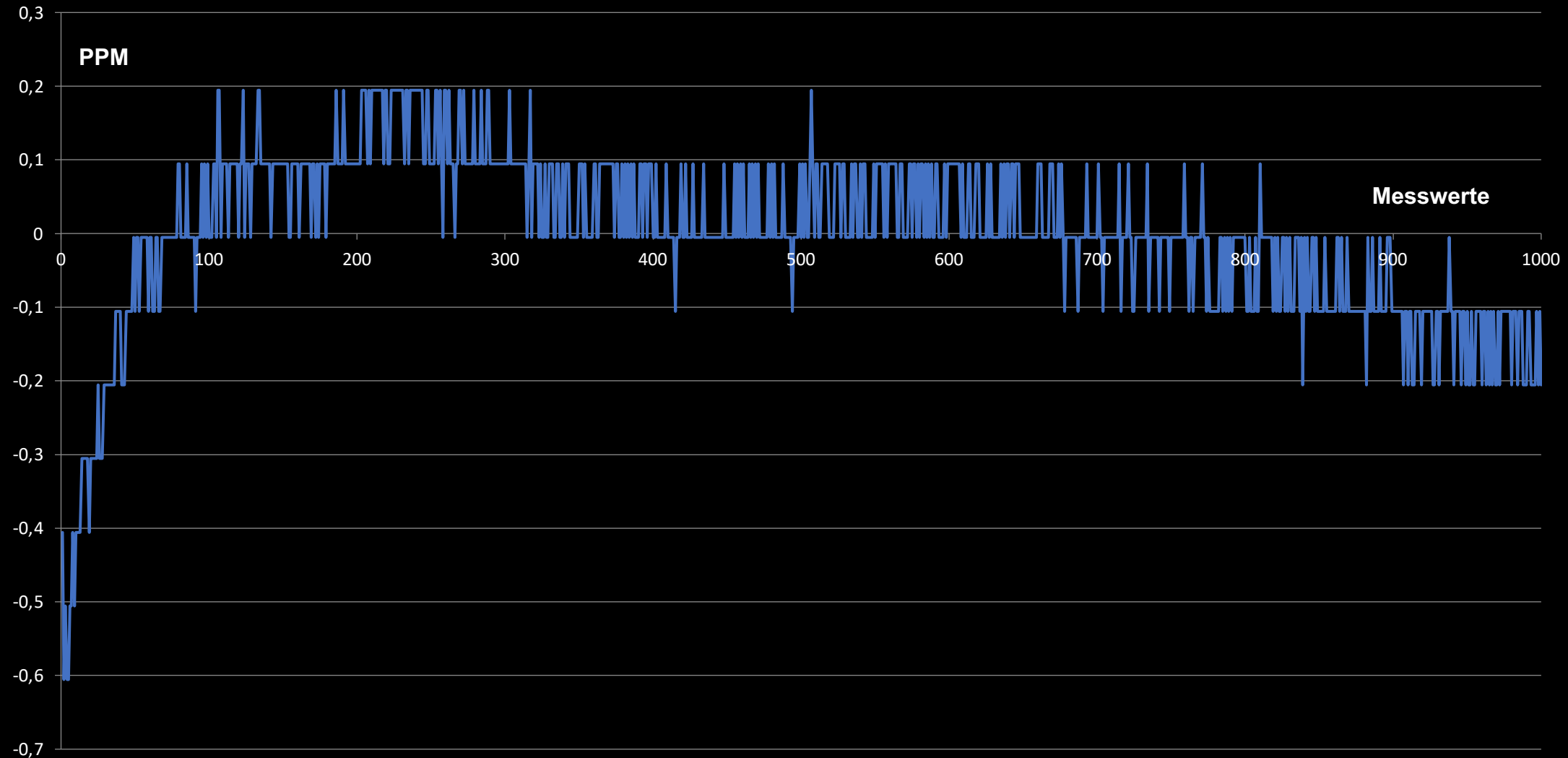
Dabei kann der  $1\Omega$ -Widerstand eine Spannung von 1V bei 1A liefern, so dass der genaueste Bereich der Multimeter angewendet werden kann.



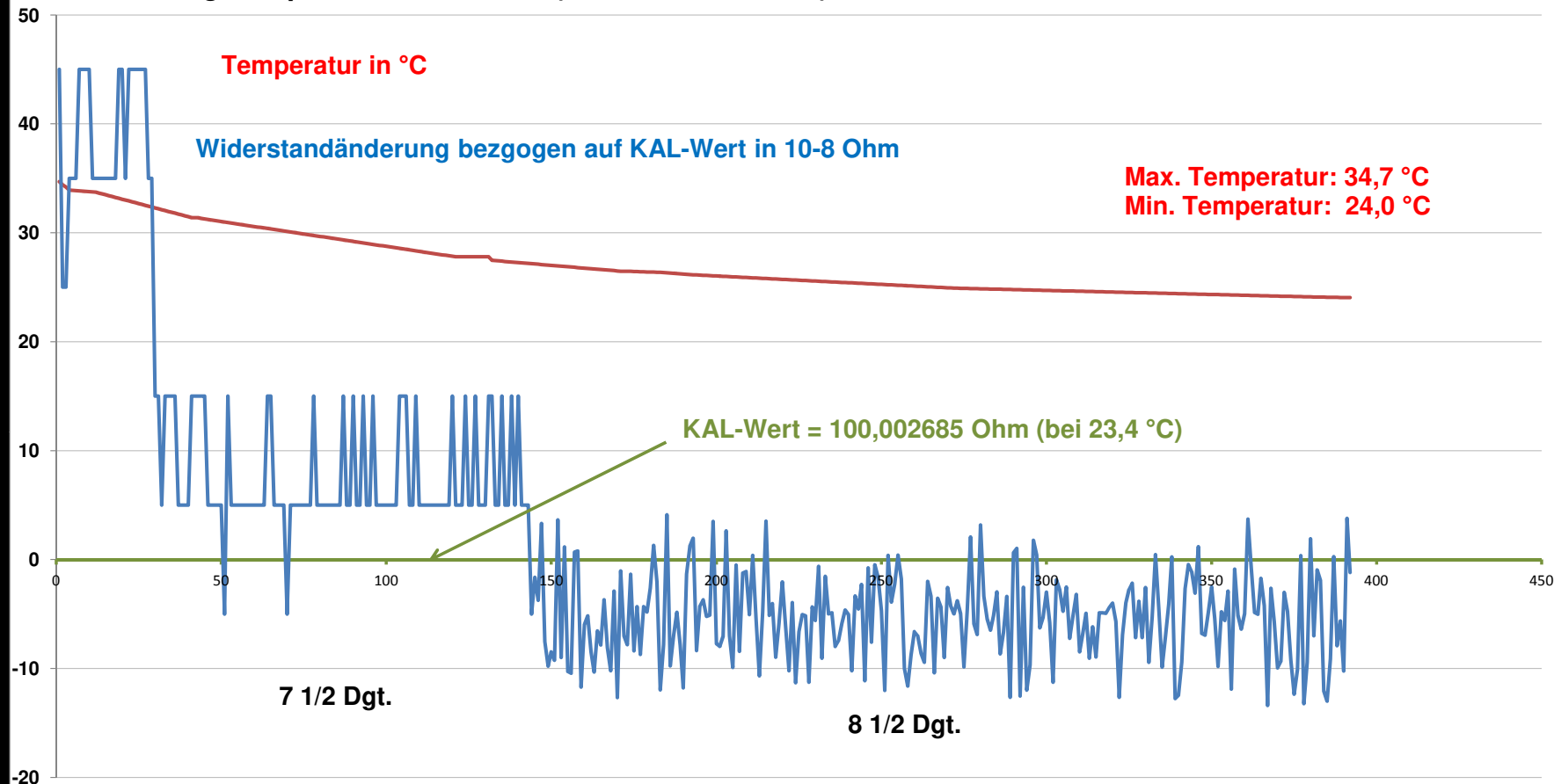




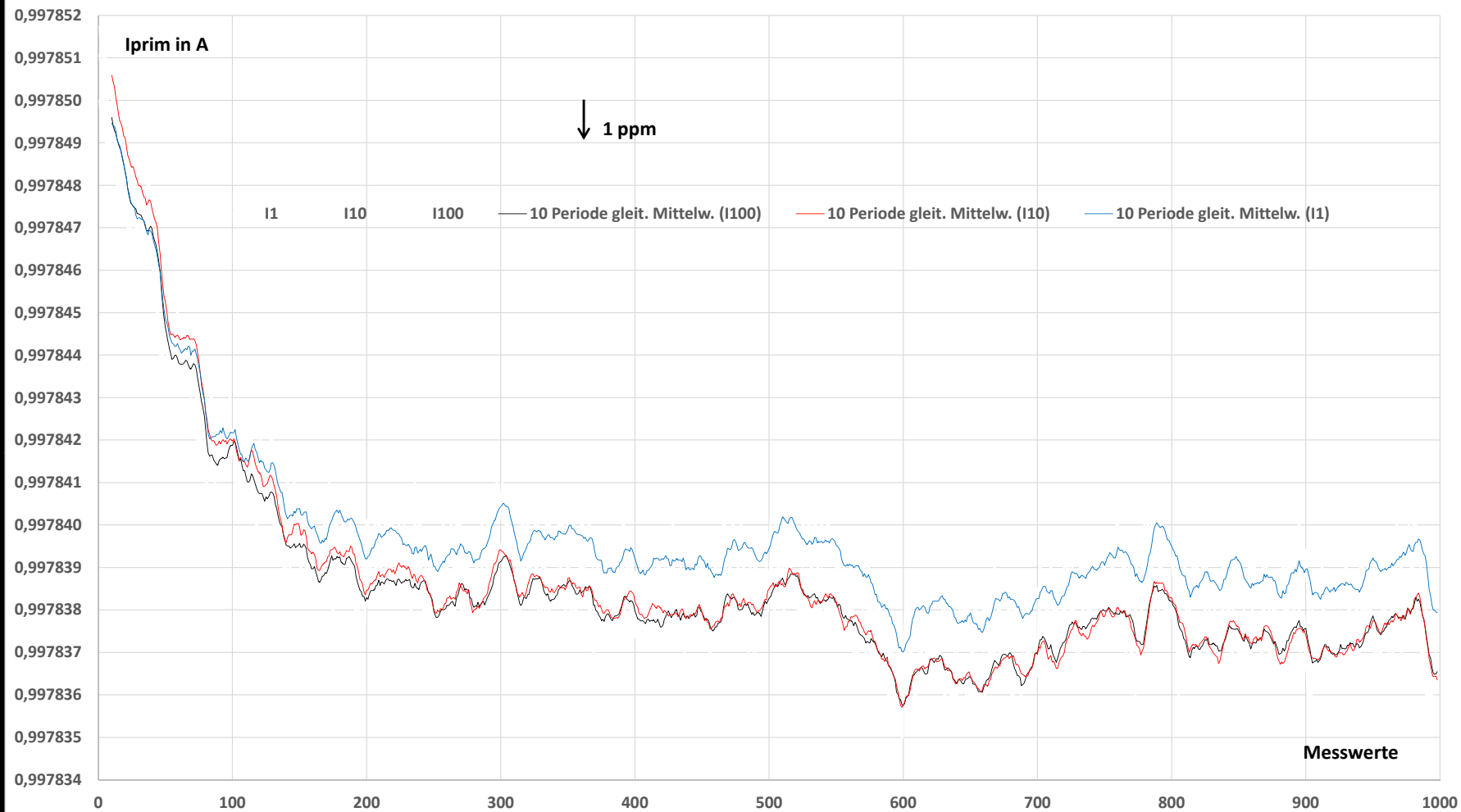
**WEKOMM Pwr-R 100 Ohm nach ca. 60 min Aufheizen bei 15 V, dann Abklemmen und nach ca. 15 sec. Beginn der Widerstandsmessung**



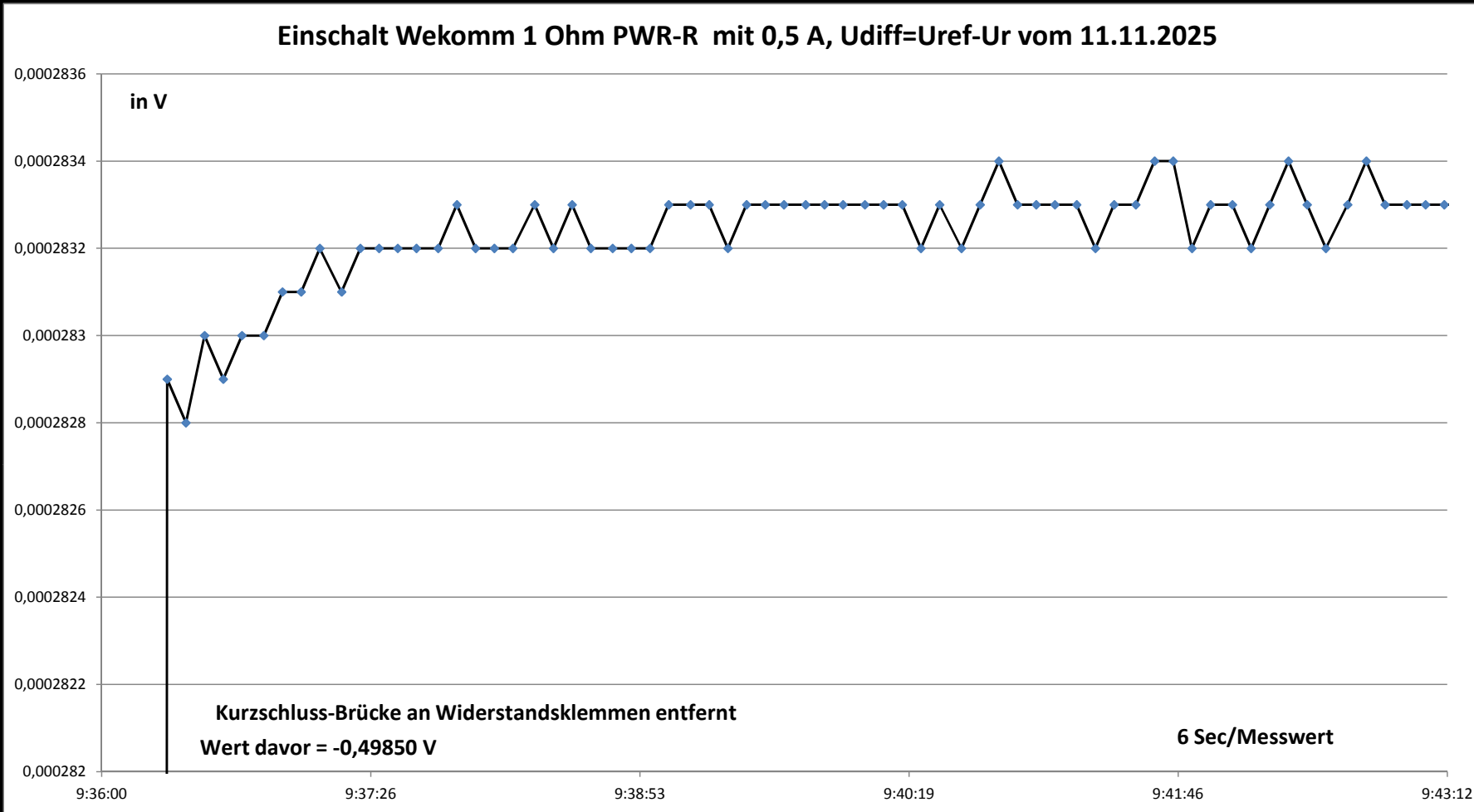
WEKOMM 100 Ohm PWR-R (KAL an PTB-REF 100 OHM (A2-7510) mit Fluke 8508A (A2-7228) (nach Aufwärmen mit 25 V, ca. 18 Std) bei Abkühlung gemessen in Raumluf mit Anfangstemperatur ca. 34,7 °C (über PT100 erfasst) vom 17.02.2017



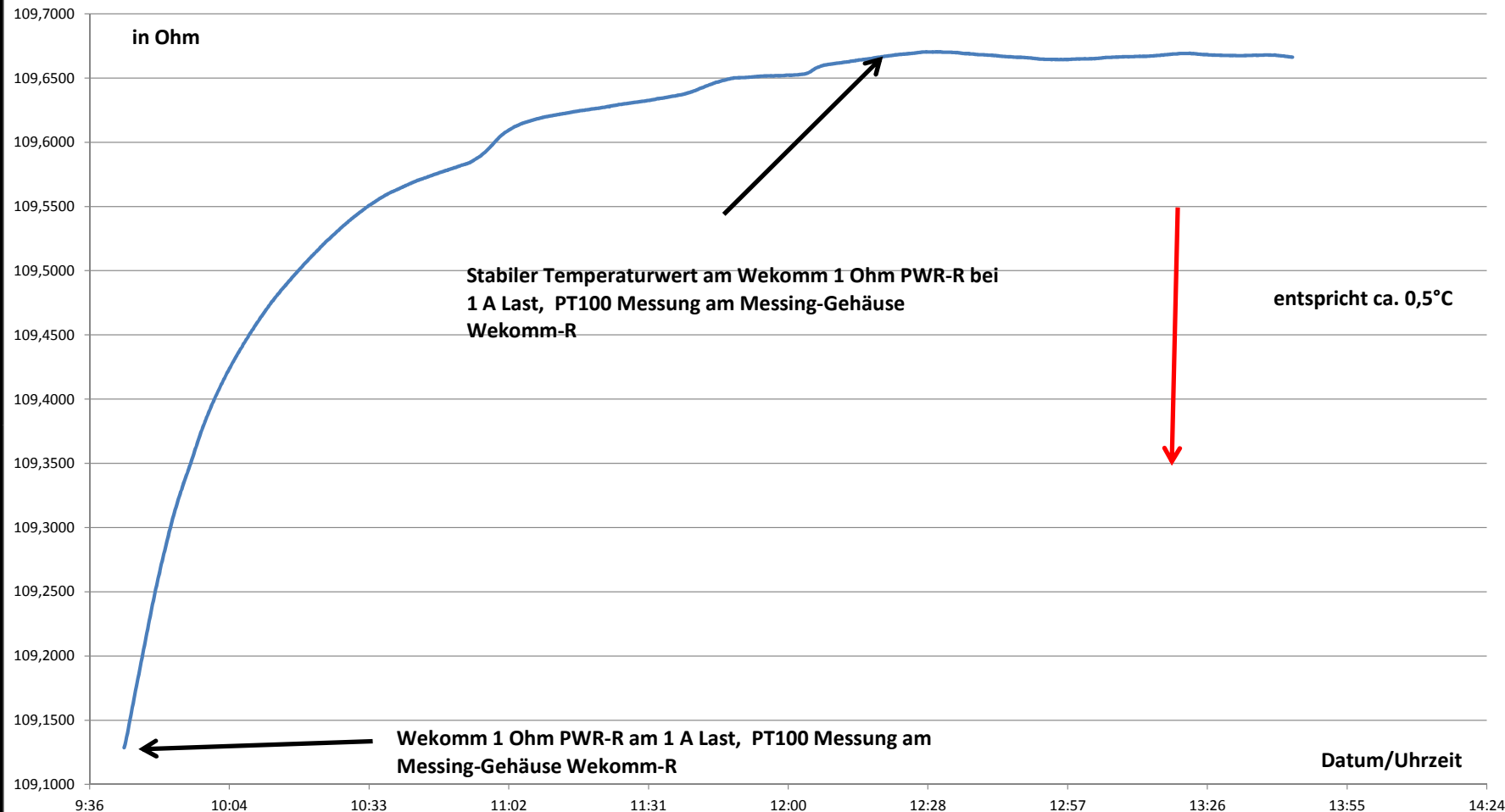
Gleichlauf PTB 10 Ohm (A2-0468) mit 1V und Wekomm 100 Ohm PWR mit 10V am Ausgang MI-Extender bei 100 mA,  
Primär Wekomm 1 Ohm PWR an 1 A (1V), Messzeit ca. 5 Stunden vom 09.02.2017



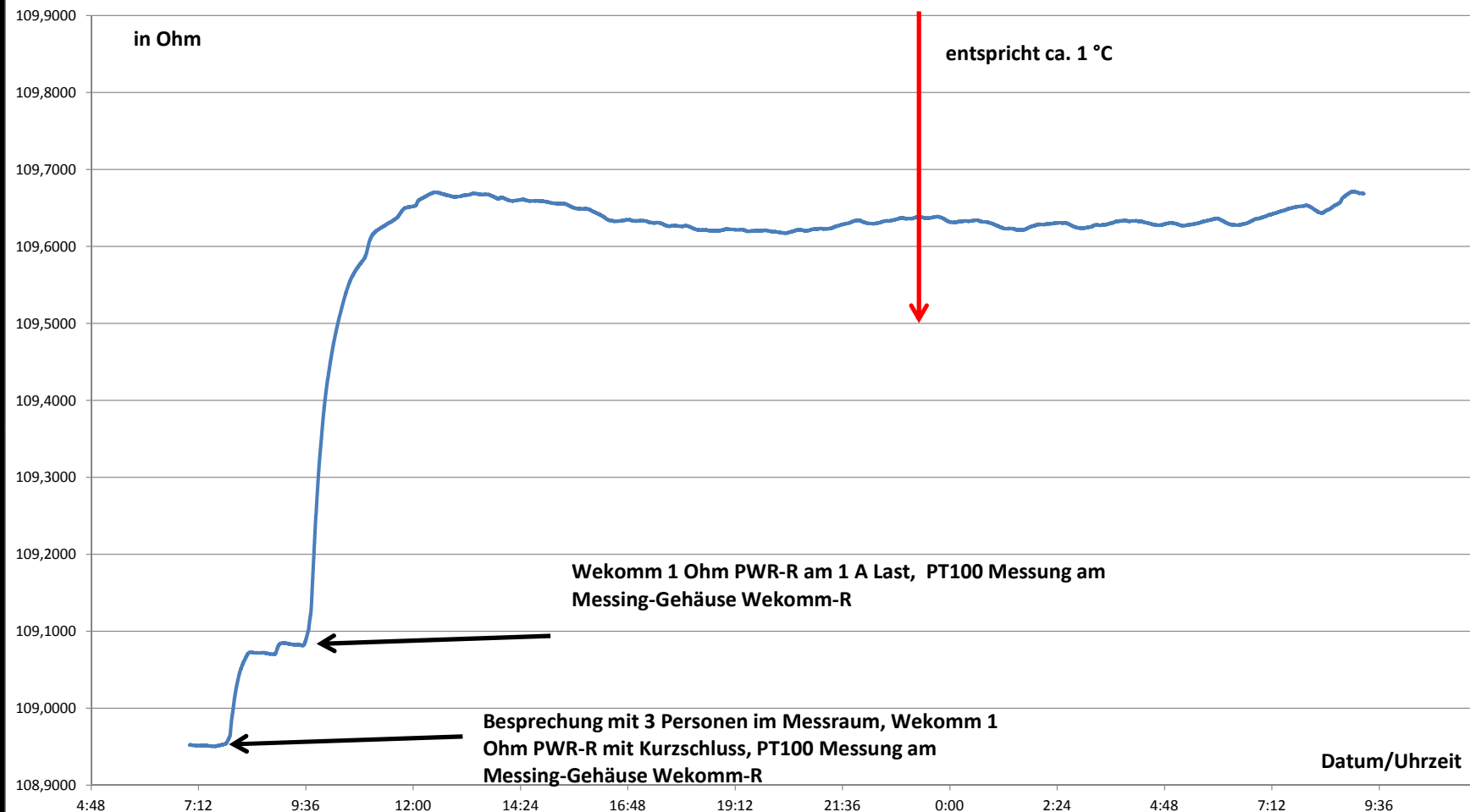




**PT100 bei Messung am Wekom 1 Ohm PWR-R mit Einlauf-Verhalten 0A und 1 A über FL52120A  
vom 25.09.2015 (Raumtemp: 23,4°C +/- 0,4 °C)**



**PT100 mess am Wekomm 1 Ohm PWR-R mit Einlauf-Verhalten 0A und 1 A über FL52120A vom  
25.09.2015 (Raumtemp: 23,4°C +/- 0,4 °C)**



# Welche Widerstände gibt es

Die nachfolgend gezeigten Widerstände können mit Strömen von 30A beaufschlagt werden, wobei der Eigenfehler der Widerstände unter  $3 \cdot 10^{-6}$  bleibt

Durch Kompensationsmaßnahmen kann der Widerstand in einem weiten Temperaturbereich ohne Genauigkeitseinbußen benutzt werden



RS9010A-001

Resistance Standard

**wekomm**

Temp.: 20°C to 30°C  
Max. Voltage = 0.3V  
Max. Amperes = 30A  
Nominal Value = 0.001Ω

**0.001Ω**



# Agenda

- Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie
- Einflussgrößen bei Leistungswiderständen
- Was tun gegen Störgrößen
- Warum Leistungswiderstände
- Aktuelle Widerstände und Messergebnisse
- Wekomm als Hersteller von Metrologieprodukten und Elektronik
- Ausblick / Fragen

# Wekomm als Hersteller

- Seit 15 Jahren entwickelt wekomm GmbH Elektronik und Präzisionsmesstechnik
- Kooperation mit der PTB seit vielen Jahren
- Wekomm Normalwiderstände gehören weltweit zu den besten Widerständen, die aktuell produziert werden
- Bei wekomm sind Elektronik-Know How und Messtechnik Erfahrung von vielen Jahrzehnten vorhanden



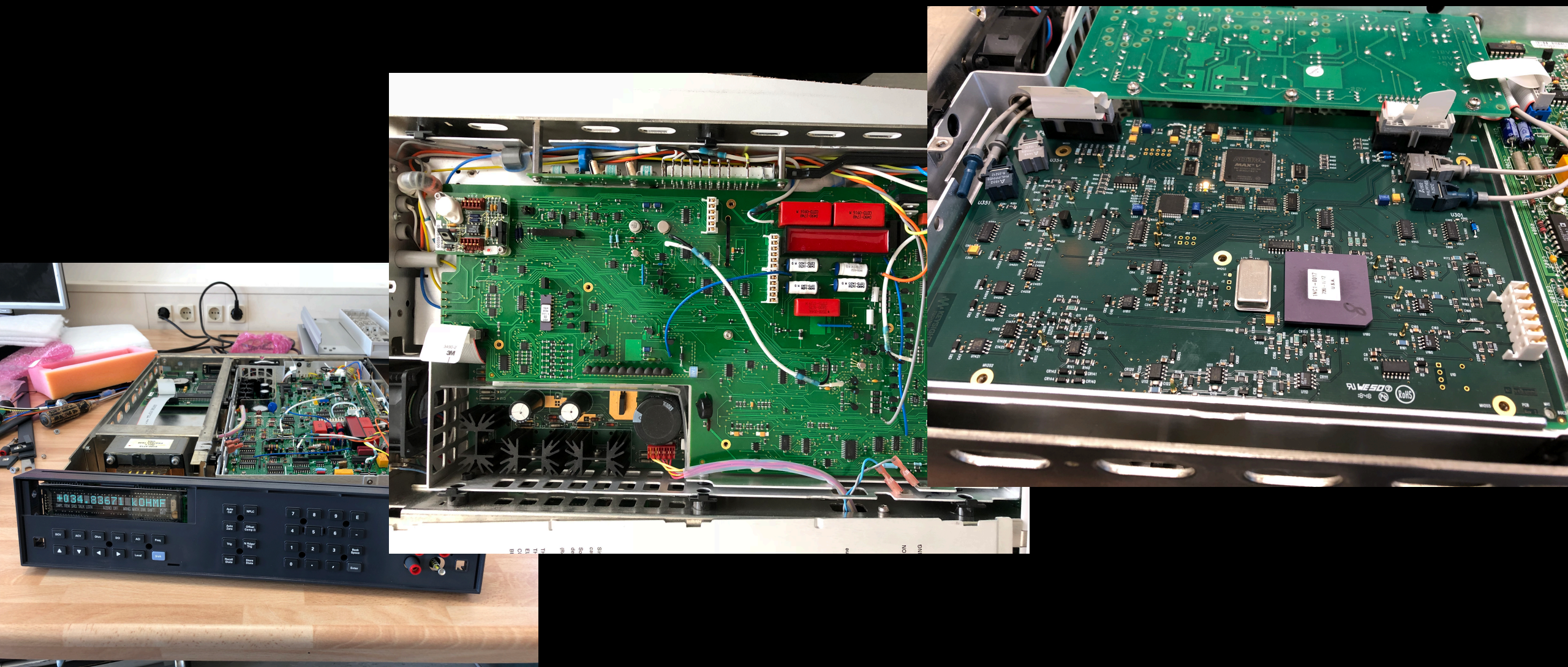
# Wekomm als Hersteller

- Wir forschen im Bereich Widerstandsproduktion
- Wir stellen drei Widerstandsproduktlinien her
- Wir haben eigene Messgeräte im Programm
- Wir entwickeln und fertigen Elektronik für weltweit tätige Hersteller
- Wir beraten andere Hersteller und Labore
- Wir betreiben eines der genauesten Kalibrierlabore für Gleichstrommesstechnik (derzeit ausschließlich Eigenbedarf)



# Neuentwicklung des Keysight 3458A Multimeters

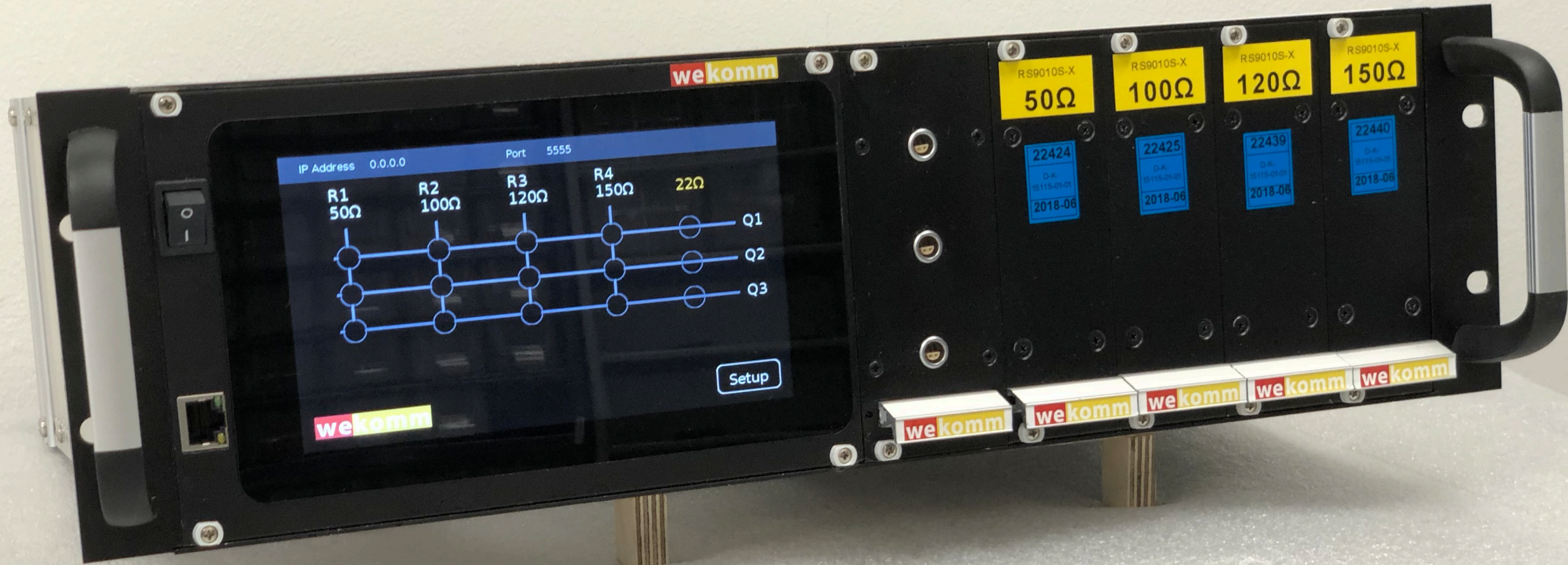
**wekomm**





# Präzisions-Widerstandsmatrix für Serienfertigung Medizintechnik

**wekomm**





# Environment Monitor mit „SensorFusion“ als Eigenprodukt



# Agenda

- Was sind Leistungswiderstände in der Metrologie
- Einflussgrößen bei Leistungswiderständen
- Was tun gegen Störgrößen
- Warum Leistungswiderstände
- Aktuelle Widerstände und Messergebnisse
- Wekomm als Hersteller von Metrologieprodukten und Elektronik
- Ausblick / Fragen

# Ausblick / Fragen

- Wir danken für Ihre Aufmerksamkeit
- Fragen bitte per Chat-Funktion stellen