



MOBA Mobile Automation AG

# Systemtest

## *CurrentInterface*

Version 2.000

<b>Produkt</b>	<b>MRW 4-20mA</b> (Momenten unabhängige Redundante Wägezelle)
<b>Auftraggeber</b>	<b>MOBA Mobile Automation AG</b> Kapellenstraße 15 65555 Limburg Germany
<b>Auftragnehmer</b>	<b>MOBA Mobile Automation AG</b> Kapellenstraße 15 65555 Limburg Germany

Dokument erstellt von	Datum	Unterschrift
M.Offenbach	28.04.2022	

Diese Dokumentation des Unittests basiert auf einem Vordruck der MOBA AG.

Der Inhalt darf ausschließlich den am Projekt beteiligten Personen zugänglich gemacht werden. Insbesondere die Weitergabe an Dritte ist ohne ausdrückliche schriftliche Erlaubnis der MOBA AG nicht erlaubt.

Außerhalb des gemeinsamen Projektes darf kein Teil dieser Unterlagen für irgendwelche Zwecke vervielfältigt oder übertragen werden, unabhängig davon, auf welche Art und Weise oder mit welchen Mitteln dies geschieht.

Die hier getroffenen Festlegungen schließen nicht aus, dass in einer gesonderten Geheimhaltungsvereinbarung weiterreichende oder abweichende Vereinbarungen zur Wahrung der Vertraulichkeit getroffen und festgeschrieben werden.

**Copyright by**  
MOBA Mobile Automation AG  
Kapellenstr. 15  
D-65555 Limburg  
Internet: [www.moba.de](http://www.moba.de)



## Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	6
1.1	Vorwort.....	6
1.2	Änderungshistorie .....	6
1.3	Ansprechpartner.....	7
1.4	Anhänge.....	7
1.5	Glossar.....	7
2	Systemtest ‚CurrentInterface‘ .....	8
2.1	Testmittel in der Übersicht .....	8
2.1.1	Firmware V2.000 – zu testende Firmware in der Originalfassung .....	8
2.1.2	Firmware V1.103 –Firmware in der Originalfassung .....	8
2.1.3	Terminalsoftware ‚Docklight Scripting V2.3‘ .....	8
2.1.4	MRW420digital – Wägezelle mit Firmware V2.000 .....	8
2.1.5	Testboard ‚MRW420‘ .....	9
2.1.6	Weigh-Tronix ‚Wiegestabsimulator‘ .....	9
2.1.7	WZ-Simulationsbox .....	10
2.1.8	Widerstandsdekade .....	10
2.1.9	Multimeter ‚HP3478A‘ .....	11
2.1.10	Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘ .....	11
2.1.11	Oszilloskop ‚Tektronix TDS2014B‘ .....	12
2.1.12	Signalgenerator ‚Juntek PSG9080‘ .....	12
2.1.13	2-Kanal-Relaisbox .....	12
2.1.14	MRW-Kommunikationsleitung.....	13
2.1.15	Adapter DB9 auf USB.....	13
2.2	Stromschnittstelle .....	14
2.2.1	Zu überprüfende Spezifikationen .....	14
2.2.2	Regelparameter in der Übersicht .....	15
2.2.3	Untersuchung des Regelverhaltens bei kontinuierlicher Lastzu- und abnahme von 0-920-0kg .....	15
2.2.3.1	Testbeschreibung .....	15
2.2.3.2	Testmittel.....	15
2.2.3.3	Testablauf.....	15
2.2.3.4	Testergebnisse .....	17
2.2.3.5	Testauswertung .....	18
2.2.3.6	Resultierendes Testergebnis .....	19
2.2.4	Untersuchung des Regelverhaltens bei sprunghafter Lastzu- und abnahme von 0-920-0kg .....	20
2.2.4.1	Testbeschreibung .....	20

---

2.2.4.2	Testmittel.....	20
2.2.4.3	Testablauf.....	20
2.2.4.4	Testergebnisse.....	21
2.2.4.5	Testauswertung.....	23
2.2.4.6	Resultierendes Testergebnis.....	24
2.2.5	Untersuchung des Einflusses des Lasterfassung-Mittelwertfilters auf das Ausgangssignal.....	25
2.2.5.1	Testbeschreibung.....	25
2.2.5.2	Testmittel.....	25
2.2.5.3	Testablauf.....	26
2.2.5.4	Testergebnisse.....	27
2.2.5.5	Testauswertung.....	29
2.2.6	Ab- und Anklemmen der Bürde.....	30
2.2.6.1	Testbeschreibung.....	30
2.2.6.2	Testmittel.....	30
2.2.6.3	Testablauf.....	30
2.2.6.4	Testergebnisse.....	30
2.2.6.5	Testauswertung.....	37
2.2.6.6	Resultierendes Testergebnis.....	38
2.2.7	Einfluss der Bürde auf den Ausgangsstrom.....	39
2.2.7.1	Testbeschreibung.....	39
2.2.7.2	Testmittel.....	39
2.2.7.3	Testablauf.....	39
2.2.7.4	Testergebnisse.....	39
2.2.7.5	Testauswertung.....	42
2.2.7.6	Resultierendes Testergebnis.....	42
2.2.9	Abschaltung bei Überlast.....	43
2.2.9.1	Testbeschreibung.....	43
2.2.9.2	Testmittel.....	43
2.2.9.3	Testablauf.....	43
2.2.9.4	Testergebnisse.....	44
2.2.9.5	Testauswertung.....	48
2.2.9.6	Resultierendes Testergebnis.....	49
2.2.10	Untersuchung der Abschaltzeit aufgrund einer Soll- Iststrom-Abweichung.....	50
2.2.10.1	Testbeschreibung.....	50
2.2.10.2	Testmittel.....	50
2.2.10.3	Testablauf.....	50
2.2.10.4	Testergebnisse.....	51
2.2.10.5	Testauswertung.....	52
2.2.10.6	Resultierendes Testergebnis.....	53
2.2.11	Verlässlichkeit der Soll- Iststrom-Untersuchung.....	54
2.2.11.1	Testbeschreibung.....	54
2.2.11.2	Testmittel.....	54
2.2.11.3	Testablauf.....	54
2.2.11.4	Testergebnisse.....	55

---

---

2.2.11.5	Testauswertung .....	61
2.2.11.6	Resultierendes Testergebnis .....	62
2.2.12	Abschaltung aufgrund eines Fehlers im 17V-Netzteil.....	63
2.2.12.1	Testbeschreibung .....	63
2.2.12.2	Testmittel.....	63
2.2.12.3	Testablauf.....	63
2.2.12.4	Testergebnisse .....	64
2.2.12.5	Testauswertung .....	65
2.2.12.6	Resultierendes Testergebnis .....	65
2.2.13	Einschaltzeit .....	66
2.2.13.1	Testbeschreibung .....	66
2.2.13.2	Testmittel.....	66
2.2.13.3	Testablauf.....	66
2.2.13.4	Testergebnisse .....	67
2.2.13.5	Testauswertung .....	69
2.2.13.6	Resultierendes Testergebnis .....	69
2.2.14	Vergleich des Zeitverhaltens zwischen den Firmware-Version V1.103 und V2.000.....	70
2.2.14.1	Testbeschreibung .....	70
2.2.14.2	Testmittel.....	70
2.2.14.3	Testergebnisse, -auswertung.....	70
2.2.14.4	Resultierendes Testergebnis .....	70
3	Kommentare.....	71
4	Anhang.....	72

# 1 Einführung

## 1.1 Vorwort

Die MOBA AG versteht sich als Partner für die Entwicklung und Lieferung kundenspezifischer Elektronikkomponenten und daraus zusammengestellter Steuerungssysteme, die für den Einsatz an mobilen Maschinen konzipiert sind.

Der hier vorliegend beschriebene Systemtest überprüft das exakte Verhalten der Funktionalität des CurrentInterfaces, welche aufgrund von Kompatibilitätsgründen mit alten Firmware-Varianten von Nöten ist.

Dokumentiert ist zunächst das erwartete Verhalten der Firmware in Bezug auf die Eeprom-Reorganisation, gefolgt von der Auflistung der benötigten Testmittel und der Beschreibung des Testablaufs. Im anschließenden Teil finden sich die Testergebnisse in Bezug auf das geforderte Verhalten wieder.

## 1.2 Änderungshistorie

Version	Datum	Kapitel	Änderung / Ergänzung
1.0	28.04.2022	alle	Erstellung

## 1.3 Ansprechpartner

### MOBA Mobile Automation AG

Kapellenstraße 15

65555 Limburg

Name	Position	Telefonnummer	E-Mail
Boris Zils	Produktmanager	+49(0)6431-9577-123	<a href="mailto:b.zils@moba.de">b.zils@moba.de</a>
Sebastian Schlesies	Vertrieb	+49(0)6431-9577-267	<a href="mailto:s.schlesies@moba.de">s.schlesies@moba.de</a>
Jürgen Stiller	Entwicklungsleiter	+49(0)6431-9577-282	<a href="mailto:j.stiller@moba.de">j.stiller@moba.de</a>
Norbert Lipowski	Entwicklung	+49(0)6431-9577-137	<a href="mailto:n.lipowski@moba.de">n.lipowski@moba.de</a>

## 1.4 Anhänge

Dokumentname	Beschreibung

## 1.5 Glossar

Abkürzung / Fachbegriff	Beschreibung / Definition
MRW	Momenten unabhängige Redundante Wägezelle
DMS	Dehnungsmessstreifen

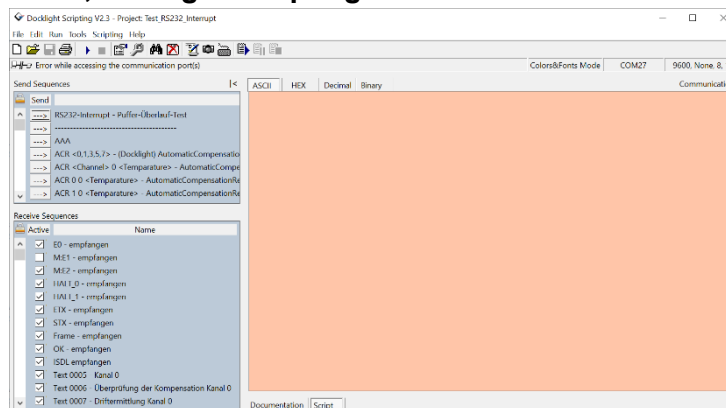
## 2 Systemtest ‚CurrentInterface‘

### 2.1 Testmittel in der Übersicht

#### 2.1.1 Firmware V2.000 – zu testende Firmware in der Originalfassung

#### 2.1.2 Firmware V1.103 –Firmware in der Originalfassung

#### 2.1.3 Terminalsoftware ‚Docklight Scripting V2.3‘

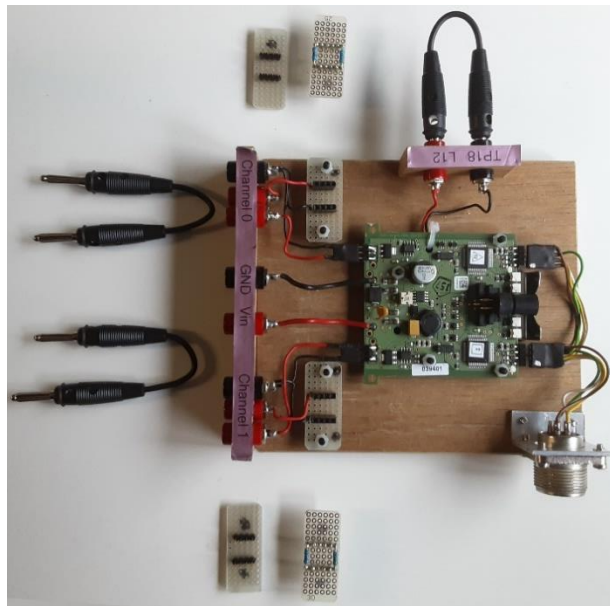


#### 2.1.4 MRW420digital – Wägezelle mit Firmware V2.000





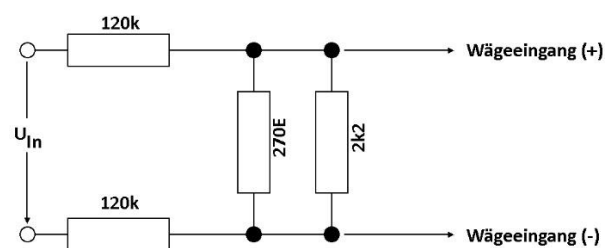
### 2.1.5 Testboard ,MRW420‘



### 2.1.6 Weigh-Tronix ,Wiegestabsimulator‘



### 2.1.7 WZ-Simulationsbox



### 2.1.8 Widerstandsdekade



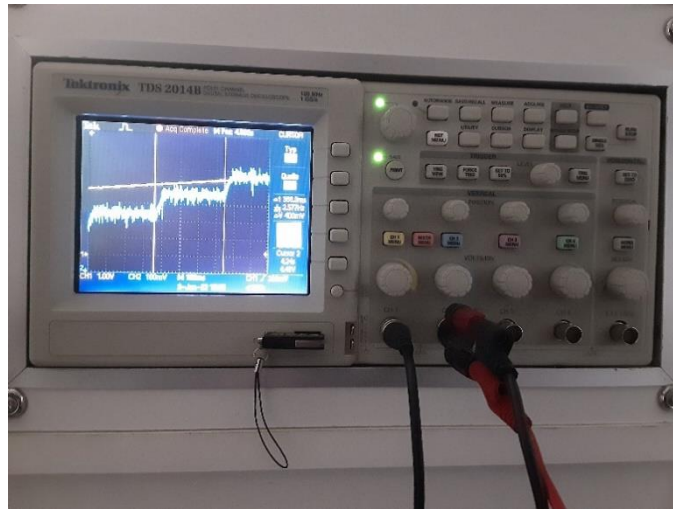
### 2.1.9 Multimeter ,HP3478A‘



### 2.1.10 Labornetzteil ,Owon ODP3033‘



### 2.1.11 Oszilloskop ,Tektronix TDS2014B‘



### 2.1.12 Signalgenerator ,Juntek PSG9080‘



### 2.1.13 2-Kanal-Relaisbox



#### **2.1.14 MRW-Kommunikationsleitung**



#### **2.1.15 Adapter DB9 auf USB**



## 2.2 Stromschnittstelle

### 2.2.1 Zu überprüfende Spezifikationen

Index	Verhalten	Testergebnis
ST1.1.1	Der Grenzwert zur Erkennung einer Stromabweichung liegt bei 0.16mA (Wägezellen mit 500kg Nennlast) bzw. 0.08mA (Wägezellen mit 1000kg Nennlast). Das entspricht einer Last von 5kg.	
ST1.1.2	Die genannten Spezifikationen gelten für alle MRW420-Wägezellen mit 500kg und auch mit 1000kg Nennlast.	
ST1.1.3	Bei einer mehrfach hintereinander festgestellten Stromabweichung (Ist-/Sollstrom) ist das System innerhalb von 3 Sekunden in den Sicherheitszustand zu überführen ( $I_{out} = 0mA$ ).	Erfüllt
	Der Sicherheitszustand wird über das dauerhafte Leuchten der dem Kanal zugeordneten, roten LED signalisiert	Erfüllt
	Das System verbleibt bis zum Neustart in diesem Zustand	Erfüllt
ST1.1.4	Ein defektes Netzteil der Spannungsversorgung des Stromausgangs muss detektiert werden, sobald der Ausgangsstrom über dem Wert liegt, welchen das defekte Netzteil noch treiben kann. Eine Detektion führt zum Sicherheitszustand.	Erfüllt Der Test von ST1.1.3 inkludiert diesen Test, da die gleichen Abschaltkriterien zu Tragen kommen
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	Erfüllt
ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	Erfüllt
ST1.1.7	Niederfrequente Schwingungen auf der Korblast dürfen nicht zum Sicherheitszustand führen.	Erfüllt
ST1.1.8	Zu jeder Zeit muss der Ausgangsstrom langsamen Laständerungen (100kg/s) folgen. Aufgrund der Aktualisierungszeit der Stromschnittstelle (< 550ms) dürfen sich 'Treppenstufen' einstellen. Der maximale Zeitversatz zwischen Lastkurve und Ausgangsstrom darf 1s nicht überschreiten. Zu keiner Zeit darf das System in den Sicherheitszustand gelangen.	Erfüllt
ST1.1.9	Der Zeitversatz zwischen sprunghaften Laständerung und Ausgangsstrom darf 2.5s nicht überschreiten. Zu keiner Zeit darf das System in den Sicherheitszustand gelangen.	Erfüllt
ST1.1.10	Kurzzeitige Unterbrechungen des Anschlusses zur Bürde (Kabelbruch) dürfen nicht zum Systemfehler führen.	Erfüllt
ST1.1.11	Eine dauerhafte Überlast (> 110% der Nennlast) muss binnen 3s zu einem Systemfehler führen ( $\Rightarrow$ Ausgangsstrom = 0mA). Dieser Zustand wird über ein dauerhaftes Leuchten der roten, dem Kanal zugeordneten Led signalisiert. Besteht dieses Kriterium nicht länger, geht das System in den normalen Betriebsmodus und stellt den Ausgangsstrom gemäß der Last ein.	Erfüllt
ST1.1.12	Die Veränderung der Bürde innerhalb von 0 bis 500Ω darf bei 1000kg Last nur eine Ausgangsstromänderung von 0.08mA (entspricht 5kg) nach sich ziehen.	Nicht erfüllt

### 2.2.2 Regelparameter in der Übersicht

Parameter	Wert	Bemerkung
Zellenkalibrierung ,Nennlast‘	500/1000kg g	
Zähler-Grenzwert ,Stromabweichung‘	13	Anzahl der ermittelten Stromabweichungs-Überschreitungen bis zur Abschaltung (SYSTEMCND_CURRENT_DEVIATION_COUNTER_LIMIT)
Grenzwert ,Stromabweichung‘	0.08mA	1000kg Zelle
	0.16mA	500kg Zelle
I-Anteil der ,Stromregelung‘	50%	
Abschaltung der Stromregelung ab einer Stromabweichung von	5mA	SYSTEMCND_CURRENT_DEVIATION_DISABLE_FEEDBACK

### 2.2.3 Untersuchung des Regelverhaltens bei kontinuierlicher Lastzu- und abnahme von 0-920-0kg

#### 2.2.3.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.8	Zu jeder Zeit muss der Ausgangsstrom langsamen Laständerungen (100kg/s) folgen. Der maximale Zeitversatz zwischen Lastkurve und Ausgangsstrom darf 1s nicht überschreiten. Zu keiner Zeit darf das System in den Sicherheitszustand gelangen.	Bei einer Mittelwertfilterung des Wägesignals mit Filtertiefe 6

In diesem Abschnitt soll das Regelverhalten der Stromschnittstelle bei kontinuierlicher Lastzu- und abnahme von 0kg-920kg-0kg untersucht werden. Als Bürde dient ein 100 und 500Ω Widerstand.

#### 2.2.3.2 Testmittel

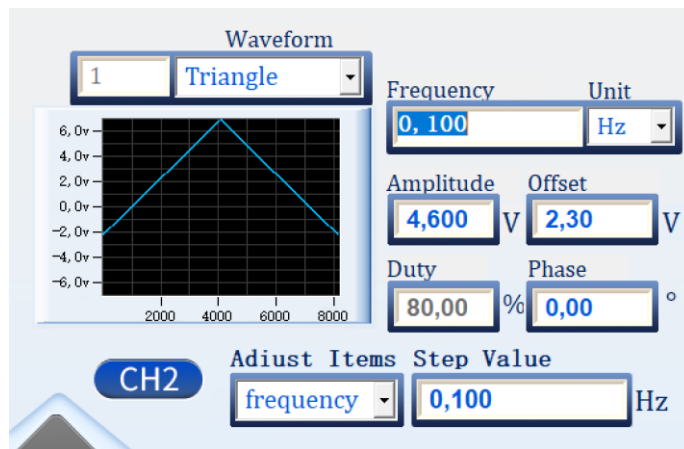
- Testboard ,MRW420‘ mit Projekt ,MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ,Owon ODP3033‘
- Oszilloskop ,Tektronix TDS2014B‘
- Signalgenerator ,Juntek PSG9080‘
- WZ-Simulationsbox

#### 2.2.3.3 Testablauf

Mit dem o.g. Signalgenerator wird dem Wägeeingang über die Netzteiladapionsplatine eine Dreiecksspannung eingespeist. Diese dient der Simulation einer Lastzu- bzw. abnahme um etwa



920kg innerhalb einer Zeit von jeweils fünf Sekunden. Aufgrund der WZ-Simulationsbox entspricht dies einer Amplitude des Eingangssignals von 4.6Vpp bei einem Offset von 2.3V.



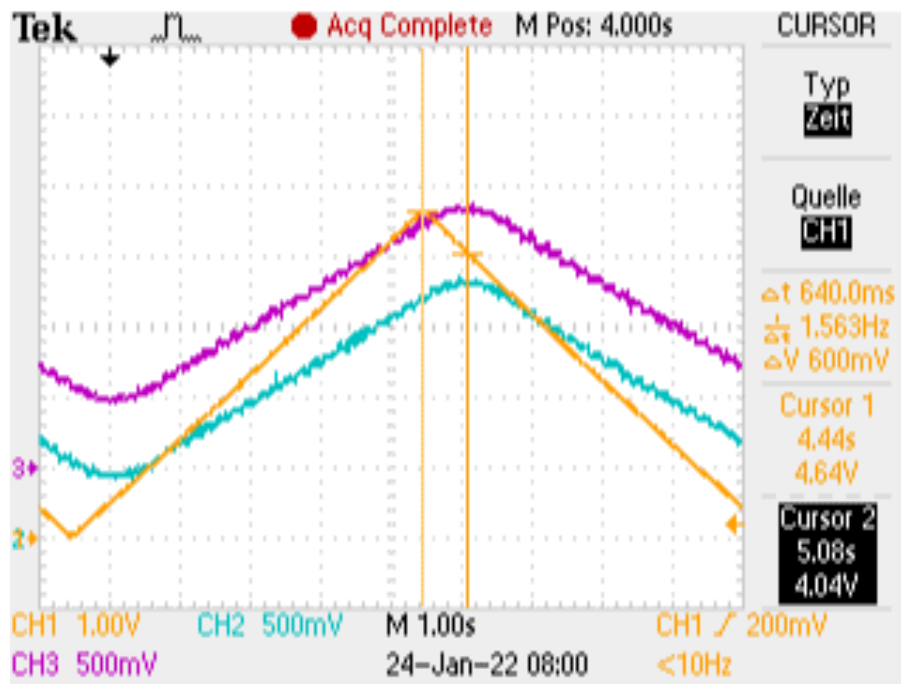
Einstellung Signalgenerator PSG9080

Zu diesem Eingangssignal ist die Spannung über eine 100Ω und eine 500Ω Bürde aufzuzeichnen und zu bewerten:

Zu jeder Zeit muss der Ausgangsstrom der Laständerung folgen.  
 Der maximale Zeitversatz zwischen Lastkurve und Ausgangsstrom darf 1s nicht überschreiten.

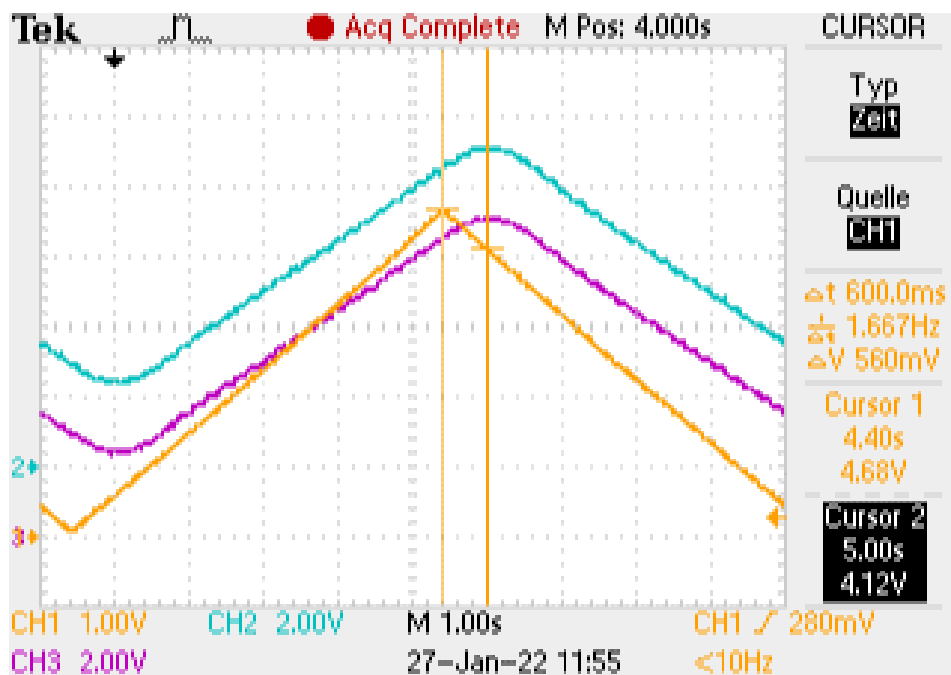


### 2.2.3.4 Testergebnisse



Laständerung - 100Ohm Bürde

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Dreiecksignal  
CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals  
CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



Laständerung - 500Ohm Bürde

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Dreiecksignal

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals

### 2.2.3.5 Testauswertung

Deutlich erkennt man eine Verzögerung des Ausgangssignals von etwa 600-700ms, welche neben der Regelverzögerung auch vom Mittelwertfilter der Gewichtserfassung beeinflusst wird. Das Ausgangssignal folgt dem Wägesignal kontinuierlich.

100Ω Bürde				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.8	Zu jeder Zeit muss der Ausgangsstrom langsamen Laständerungen (100kg/s) folgen. Aufgrund der Der maximale Zeitversatz zwischen Lastkurve und Ausgangsstrom darf 1s nicht überschreiten. Zu keiner Zeit darf das System in den Sicherheitszustand gelangen.	CH0	Ja	Bei einer Mittelwertfilterung des Wägesignals mit Filtertiefe 6
		CH1	Ja	

500Ω Bürde				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.8	Zu jeder Zeit muss der Ausgangsstrom langsamen Laständerungen (100kg/s) folgen. Aufgrund der Der maximale Zeitversatz zwischen Lastkurve und Ausgangsstrom darf 1s nicht überschreiten. Zu keiner Zeit darf das System in den Sicherheitszustand gelangen.	CH0	Ja	Bei einer Mittelwertfilterung des Wägesignals mit Filtertiefe 6
		CH1	Ja	

### 2.2.3.6 Resultierendes Testergebnis

Test bestanden

## 2.2.4 Untersuchung des Regelverhaltens bei sprunghafter Lastzu- und abnahme von 0-920-0kg

### 2.2.4.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.9	Der Zeitversatz zwischen sprunghaften Laständerung und Ausgangsstrom darf 2.5s nicht überschreiten. Zu keiner Zeit darf das System in den Sicherheitszustand gelangen.	

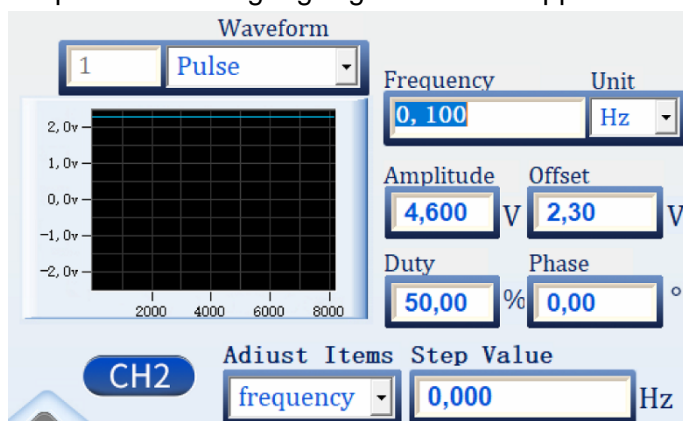
In diesem Abschnitt soll das Regelverhalten der Stromschnittstelle bei sprunghafter Lastzu- und Abnahme von 0kg-920kg-0kg untersucht werden. Als Bürde dient ein 100 und 500Ω Widerstand.

### 2.2.4.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Oszilloskop ‚Tektronix TDS2014B‘
- Signalgenerator ‚Juntek PSG9080‘
- WZ-Simulationsbox

### 2.2.4.3 Testablauf

Mit dem o.g. Signalgenerator wird dem Wägeeingang über die Netzteiladapptionsplatine eine Rechteckspannung eingespeist. Diese dient der Simulation einer Lastzu- bzw. Abnahme um etwa 920kg innerhalb einer Zeit von jeweils fünf Sekunden. Aufgrund der WZ-Simulationsbox entspricht dies einer Amplitude des Eingangssignals von 4.6Vpp bei einem Offset von 2.3V.

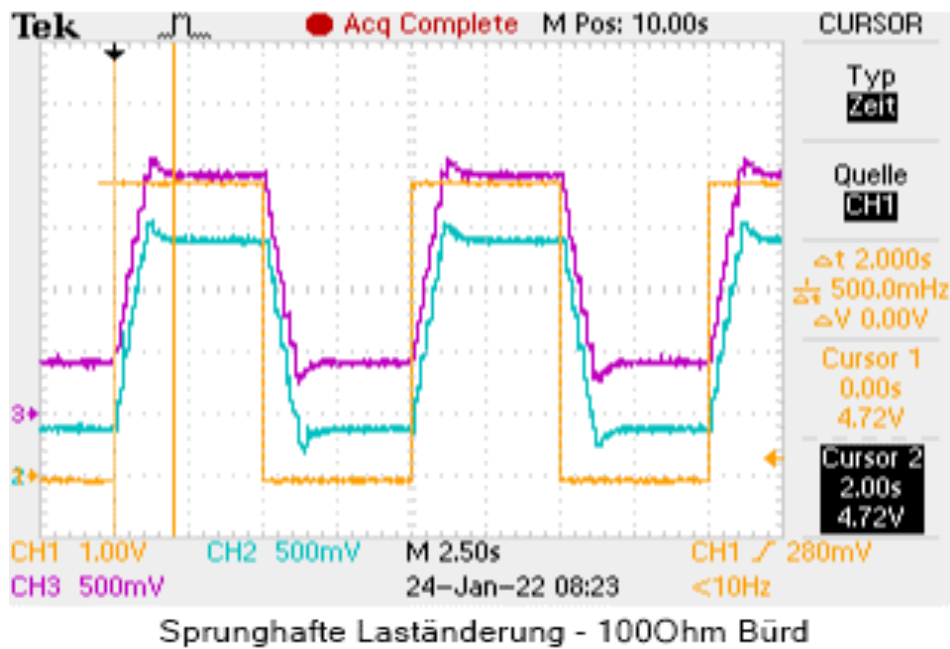


Einstellung Signalgenerator PSG9080

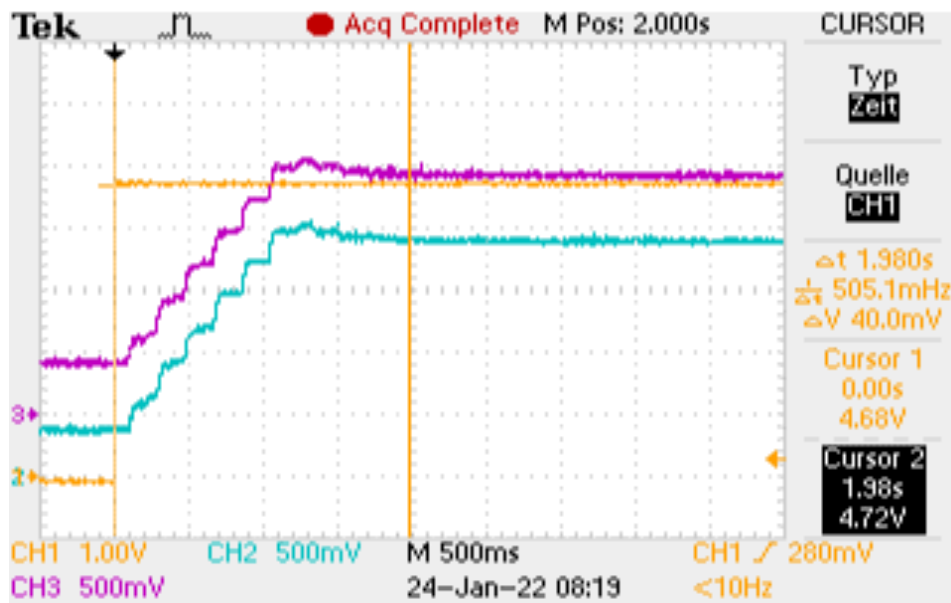
Zu diesem Eingangssignal ist die Spannung über eine 100Ω und eine 500Ω Bürde aufzuzeichnen und zu bewerten:

Zu jeder Zeit muss der Ausgangsstrom der Laständerung folgen.  
Der maximale Zeitversatz zwischen Lastkurve und Ausgangsstrom darf 2,5s nicht überschreiten.

#### 2.2.4.4 Testergebnisse



Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals  
CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



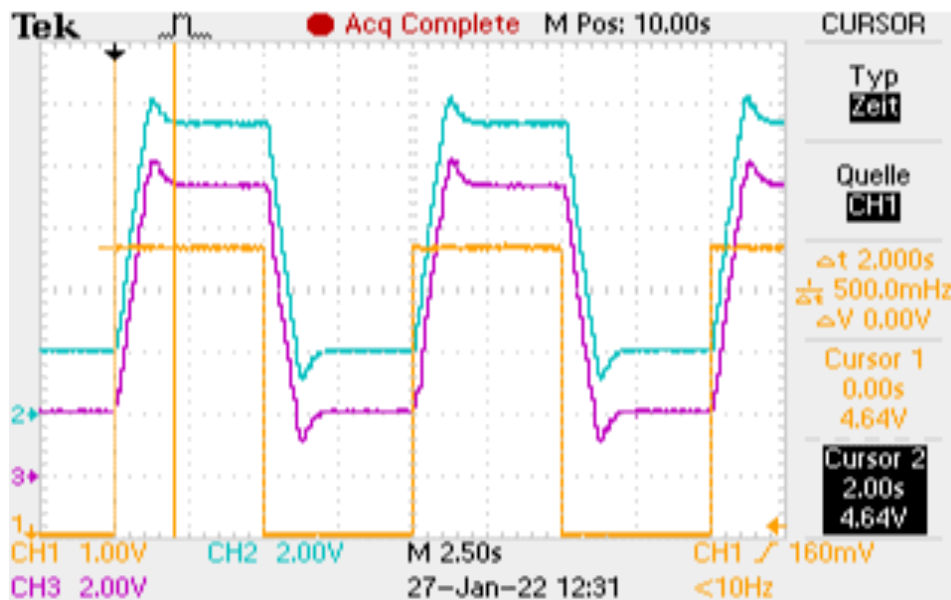
TDS 2014B - 08:21:16 24.01.2022

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal

CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



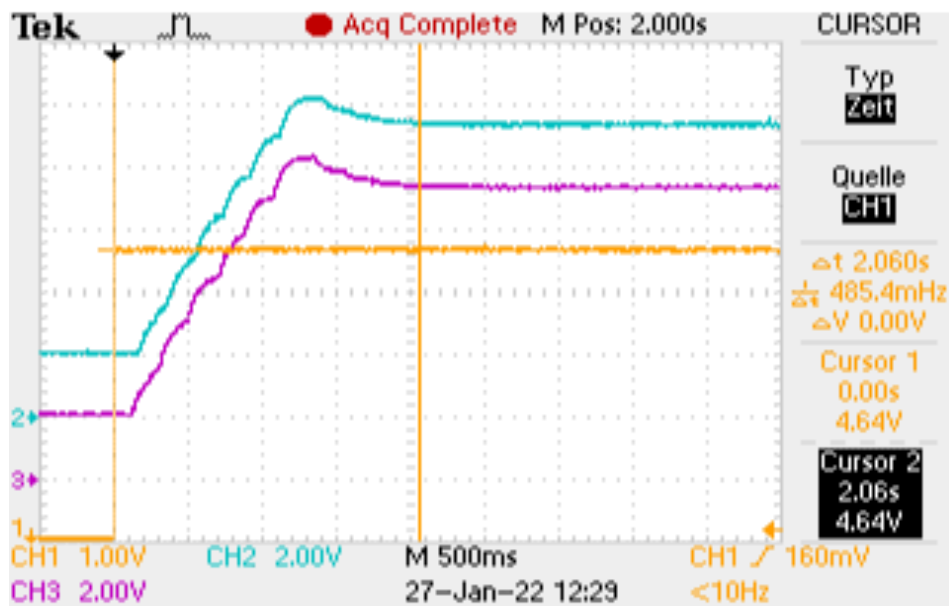
Sprunghafte Laständerung - 500Ohm Bürd

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



Sprunghafte Laständerung - 500Ohm Bürd

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals

#### 2.2.4.5 Testauswertung

Deutlich erkennt man eine Verzögerung des Ausgangssignals von etwa 2000-2100ms. Die Stufen der ansteigenden Flanken der Stromausgangssignale beruhen auf der Filterung des Wägesignals und haben einen deutlichen Einfluss auf die Dauer bis zur vollständigen Aussteuerung des ungefilterten Eingangssignals.

100Ω Bürde			
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt	Bemerkung
ST1.1.8	Ausgangsstrom folgt der Laständerung	Ja	
ST1.1.9	Zeitversatz < 2.5s	Ja	

500Ω Bürde			
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt	Bemerkung
ST1.1.8	Ausgangsstrom folgt der Laständerung	Ja	
ST1.1.9	Zeitversatz < 2.5s	Ja	

#### 2.2.4.6 Resultierendes Testergebnis

Test bestanden

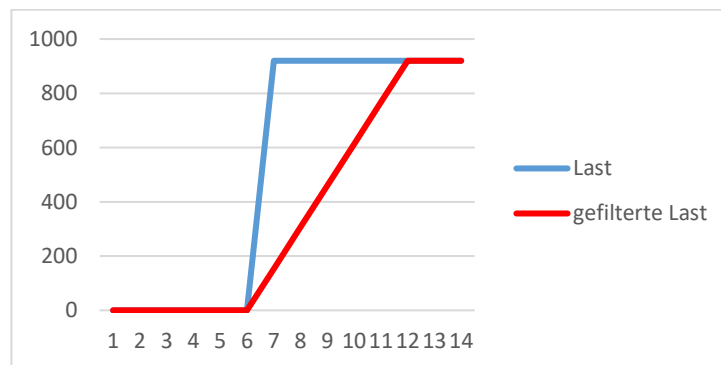


## 2.2.5 Untersuchung des Einflusses des Lasterfassung-Mittelwertfilters auf das Ausgangssignal

### 2.2.5.1 Testbeschreibung

Um die vorangegangenen und die nachfolgenden Messungen besser bewerten zu können, soll an dieser Stelle der Einfluss des Mittelwertfilters der Lasterfassung untersucht werden. Dieser bewirkt ein Verschleifen des Eingangssignals, welches dann in dieser Form dem Strommodul zur Wandlung in den geforderten Ausgangsstrom zugeführt wird.

Filtertiefe 6	
Eingangssignal	
Last [kg]	gefilterte Last [kg]
0	0
0	0
920	153
920	307
920	460
920	613
920	767
920	920
920	920
920	920



Berechneter Einfluss des Mittelwertfilters auf das dem Strommodul zugeführten Gewichtswert

### 2.2.5.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Oszilloskop ‚Tektronix TDS2014B‘
- Signalgenerator ‚Juntek PSG9080‘
- WZ-Simulationsbox

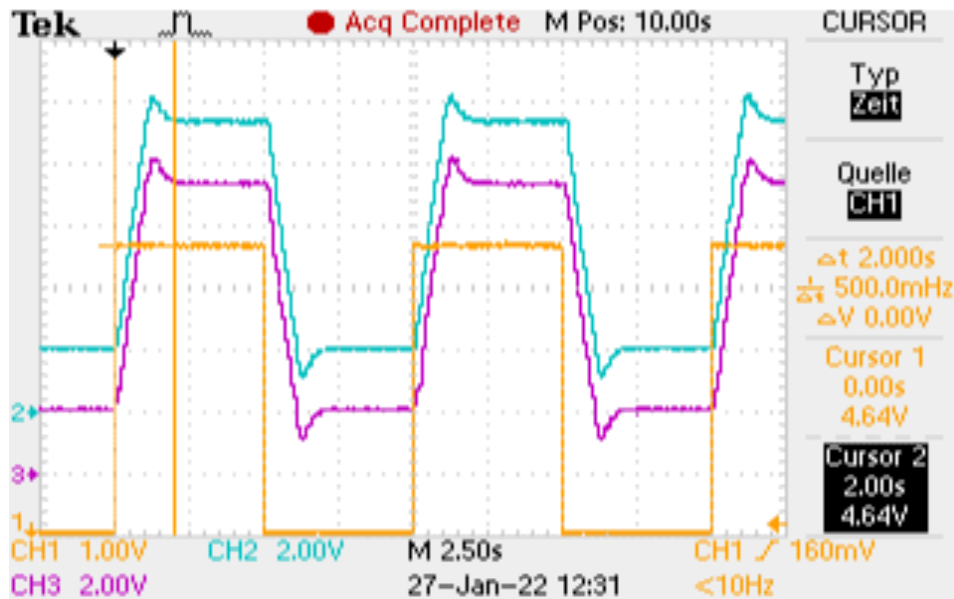
### 2.2.5.3 Testablauf

Mit dem o.g. Signalgenerator wird dem Wägeeingang über die Netzteiladaptersplatte eine Rechteckspannung eingespeist. Diese dient der Simulation einer Lastzu- bzw. abnahme um etwa 920kg innerhalb einer Zeit von jeweils fünf Sekunden. Aufgrund der WZ-Simulationsbox entspricht dies einer Amplitude des Eingangssignals von 4.6Vpp bei einem Offset von 2.3V. Als Bürde kommt ein 500Ω Widerstand zum Einsatz. Der Signalverlauf der Spannung am Wägeeingang und über der Bürde sind aufzuzeichnen.

Die Aufzeichnung erfolgt mit einer Mittelwert-Filtertiefe von 6 (einzustellen über den Uart-Befehl ‚SFD 6‘) und wird mit Filtertiefe 0 (‚SFD 0‘) – Filter ausgeschaltet – wiederholt.

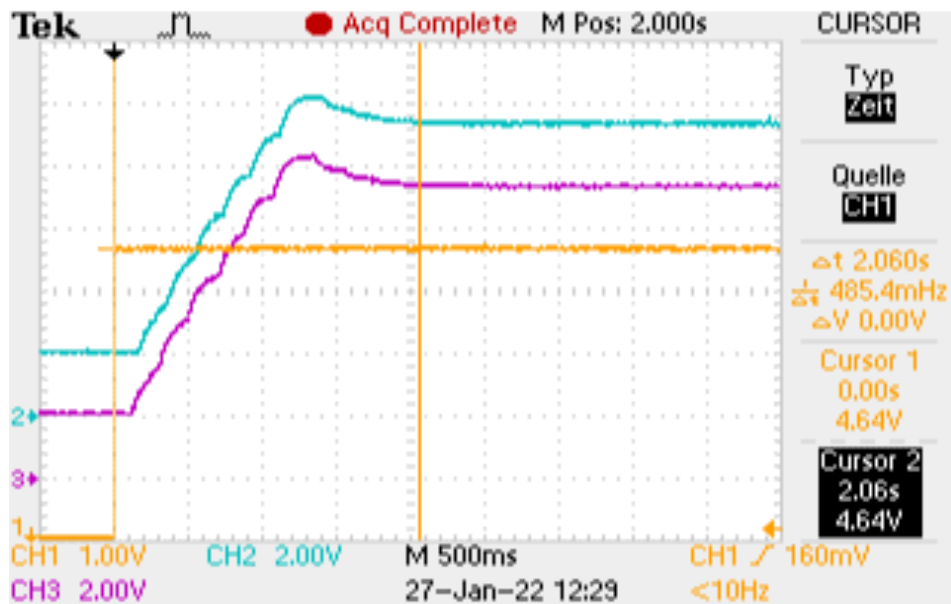
### 2.2.5.4 Testergebnisse

#### Filtertiefe 6



Sprunghafte Laständerung - 500Ohm Bürd

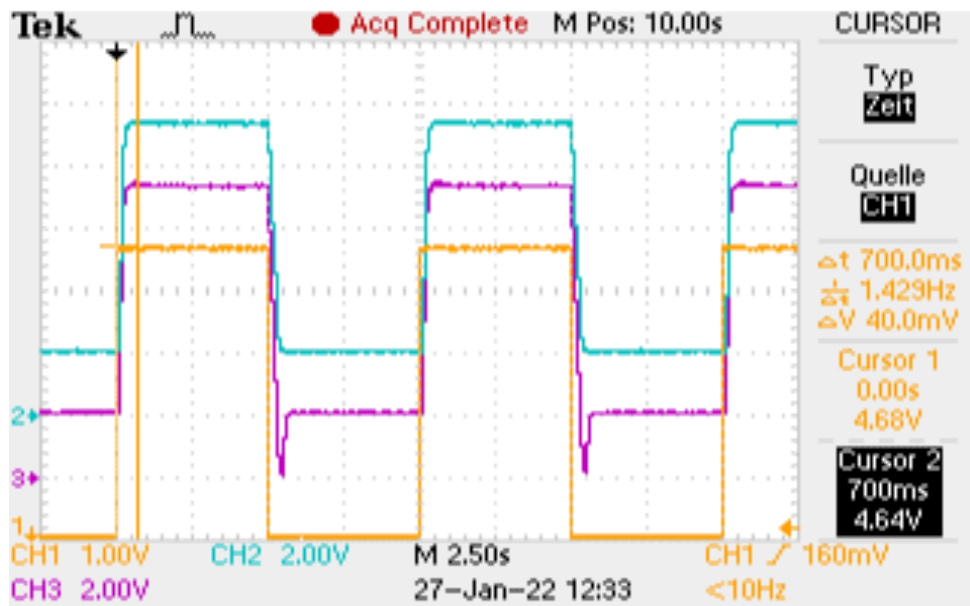
Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1 – Filtertiefe 6  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – „Uin“ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



Sprunghafte Laständerung - 500Ohm Bürd

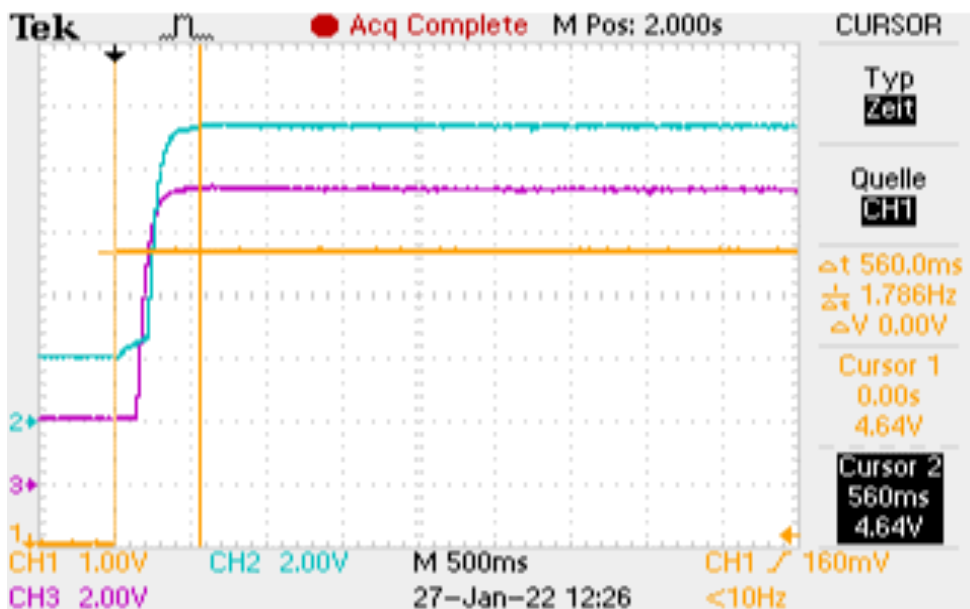
Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1 – Filtertiefe 6  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – „Uin“ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals

### Filtertiefe 0



Sprunghafte Laständerung - 500Ohm Bürd

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1 – Filtertiefe 0  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



Sprunghafte Laständerung - 500Ohm Bürd

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1 – Filtertiefe 0  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals

### 2.2.5.5 Testauswertung

Deutlich erkennt man den Einfluss des Mittelwertfilters auf die zur Ausregelung des Lastsprungs benötigte Zeit. Diese erhöht sich durch den Filter um etwa 1.4 bis 1.5 Sekunden und berechnet sich aus der ADC-Wandlungsperiode von etwa 200ms und der Filtertiefe:

$$\begin{aligned}\text{Verzögerungszeit} &= \text{ADC-Wandlungsperiode} * \text{Filtertiefe} \\ &= 0.200\text{s} * 6 \\ &= \underline{\underline{1.2\text{s}}}\end{aligned}$$

## 2.2.6 Ab- und Anklemmen der Bürde

### 2.2.6.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	
ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	
ST1.1.10	Kurzzeitige Unterbrechungen des Anschlusses zur Bürde (Kabelbruch) dürfen nicht zum Systemfehler führen.	

Eine abgeklemmte Bürde zum Systemstart sowie das Ab- und Anklemmen der Bürde während der Betriebsphase darf nicht zu einem Sicherheitszustand führen.

### 2.2.6.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Weigh-Tronix ‚Wiegestabsimulator‘
- 2-Kanal-Relaisbox
- 2x Multimeter HP3478A

### 2.2.6.3 Testablauf

Weigh-Tronix-Kalibrierbox an den Wägeeingang des Testboards ‚MRW420‘ anschließen. Über diese eine Last von 1mV/V, entsprechend 1000kg, einstellen.

Das Testboard ist nacheinander mit verschiedenen Bürden zu versehen. Diese werden über die 2-Kanal-Relaisbox mit 0.1 Hz (Duty: 50% - Tastzeit ist gleich der Pausenzeit) an- bzw. abgeklemmt. Für jeden Kanal nimmt ein HP3478A im Zwei-Sekundentakt den Ausgangsstrom auf und loggt diesen mit.

Weder durch das An- noch durch das Abklemmen der Bürde darf das System in den Sicherheitszustand gelangen. Gleiches gilt beim Anklemmen der Bürde während des Betriebs. Zuvor ist noch zu prüfen, ob der Aufstart des Systems ohne Bürde nicht zu einem Übergang in den Sicherheitsstaus (Systemfehler) führt.

Die Tests sind mit einer 0Ω, einer 100Ω und einer 500Ω Bürde durchzuführen.

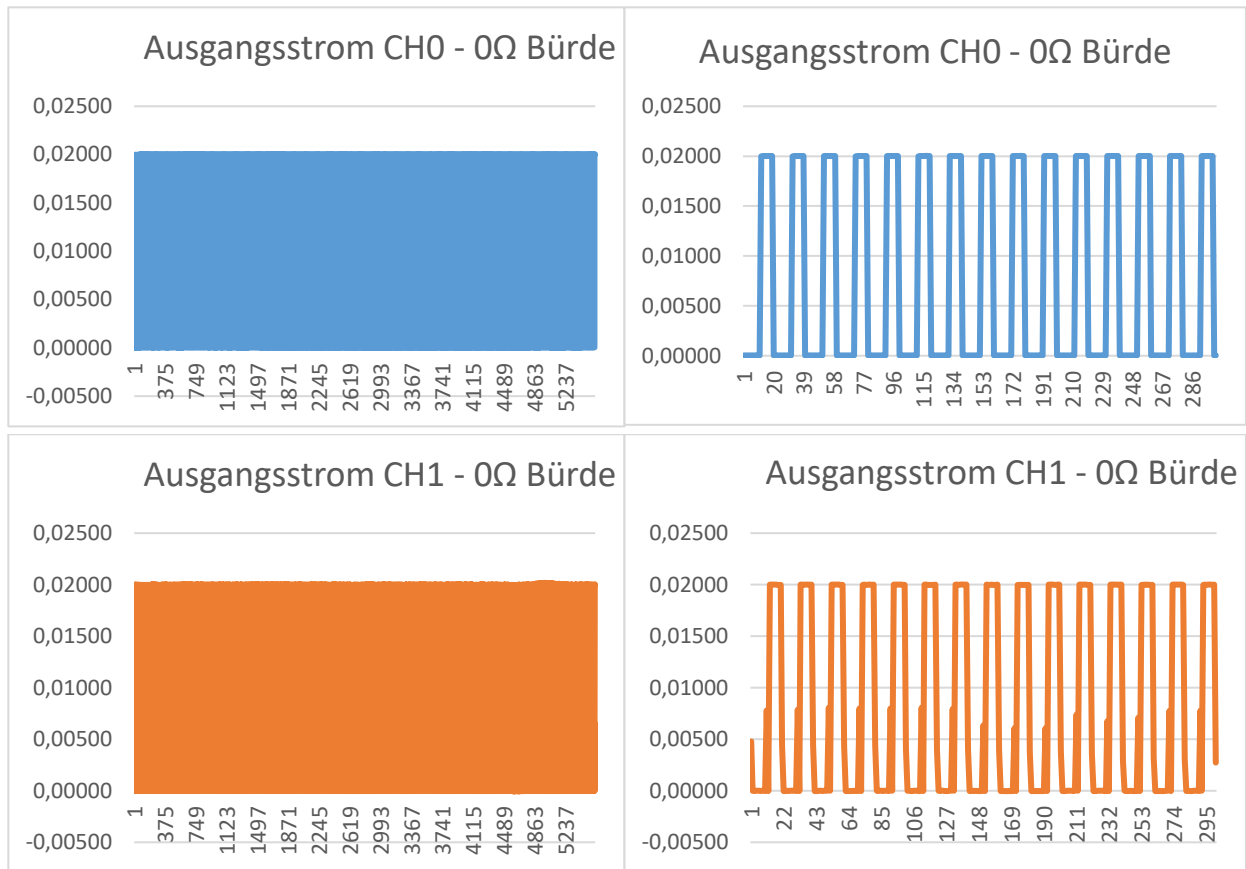
Abschließend erfolgt noch die Überprüfung bei kurzzeitig (100ms) abgeklemmter Bürde (z.B. durch kurzzeitigen Kabelbruch).

**Zu keiner Zeit darf das System in den Sicherheitszustand versetzt werden.**

### 2.2.6.4 Testergebnisse

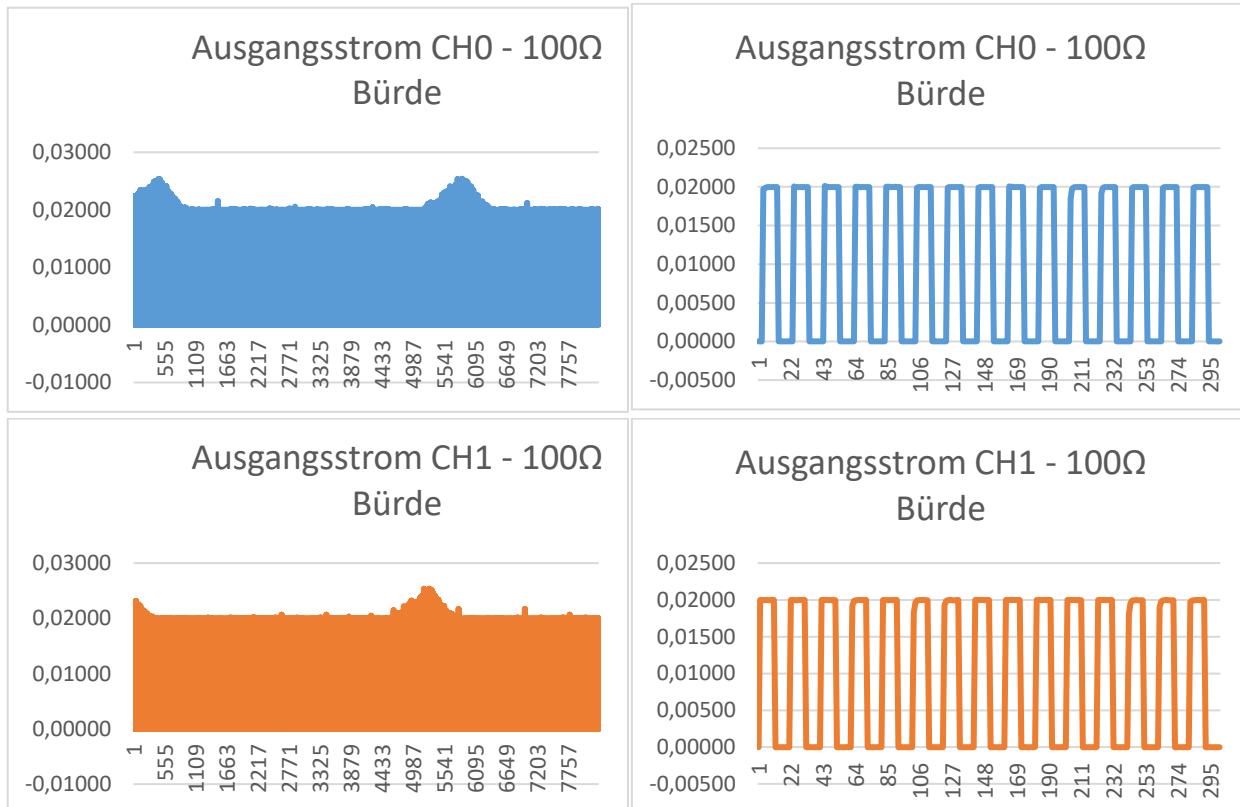
Die zyklisch gemessenen Ausgangsströme als Diagramm:

### 0Ω Bürde



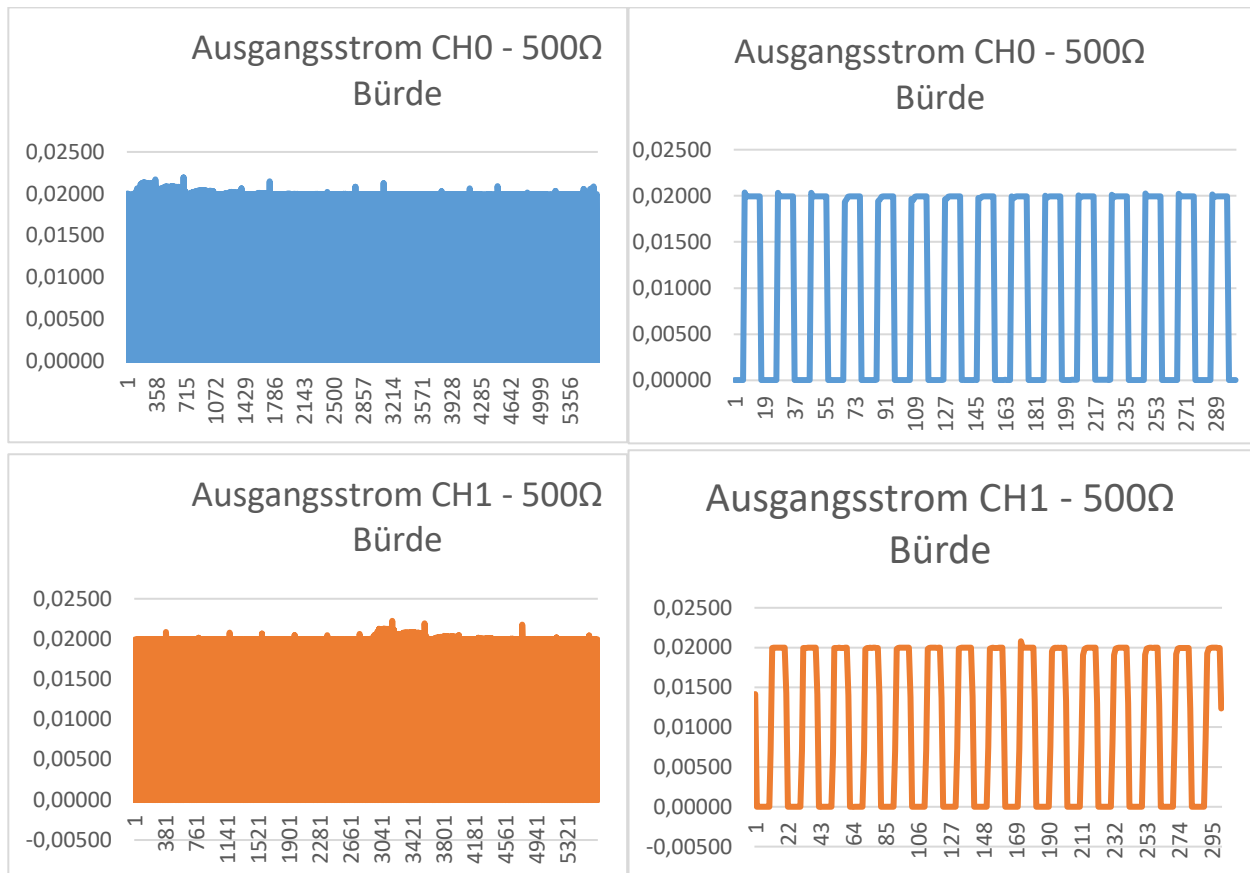
Ausgangsstrom bei zyklischem Ausschalten der 0Ω-Bürde (5s aus / 5s eingeschaltet).

**100Ω Bürde**



Ausgangsstrom bei zyklischem Ausschalten der 100Ω-Bürde (5s aus / 5s eingeschaltet).

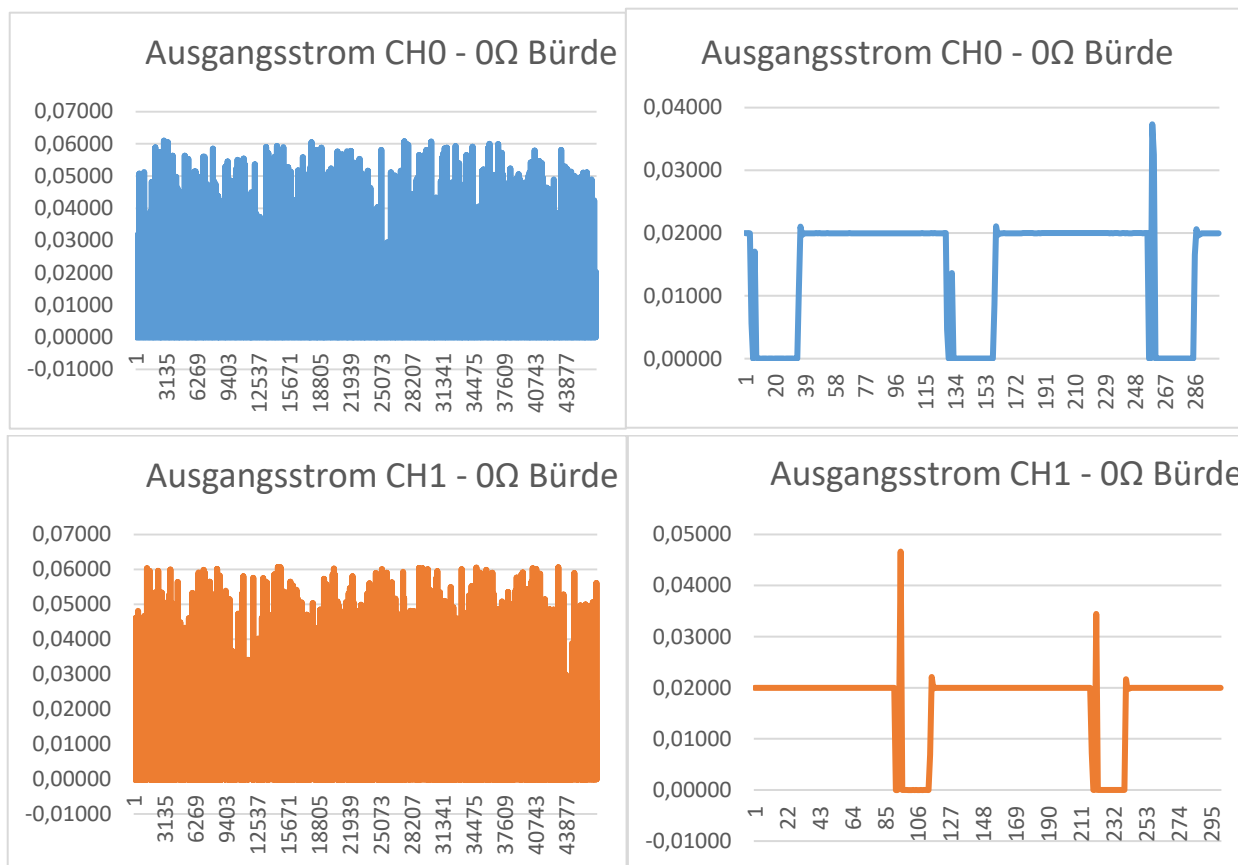


**500Ω Bürde**

Ausgangsstrom bei zyklischem Ausschalten der 500Ω-Bürde (5s aus / 5s eingeschaltet).

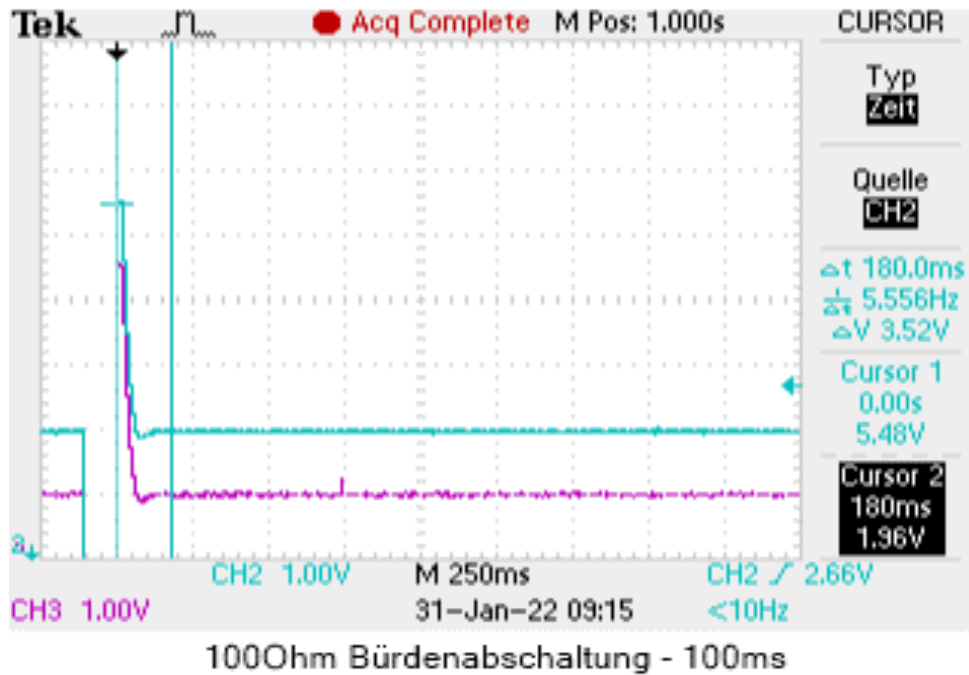
# 100ms-Impuls

## 0Ω Bürde



Ausgangsstrom bei kurzzeitigem (100ms) Ausschalten der 0Ω-Bürde.

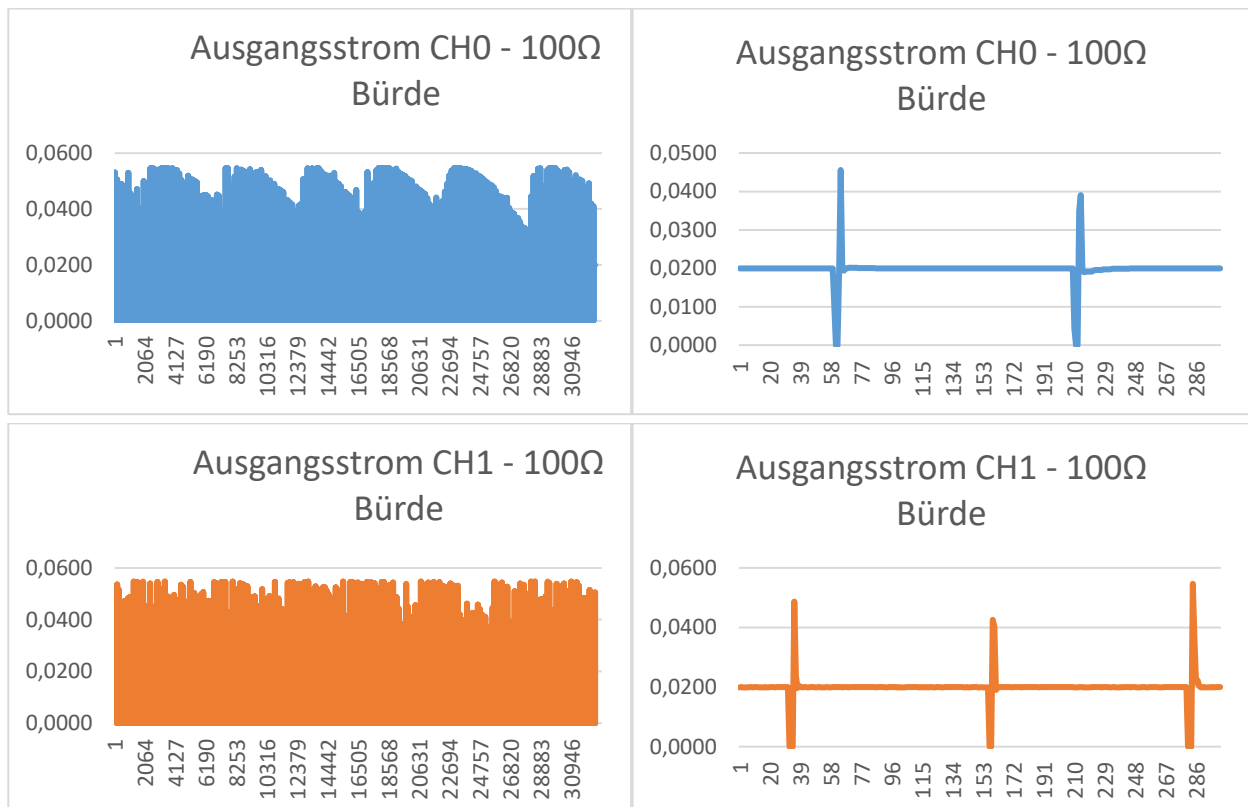
### 100Ω Bürde



Ausgangssignal bei kurzzeitiger Unterbrechung der Bürde für 100ms – Kanal 0 und Kanal 1

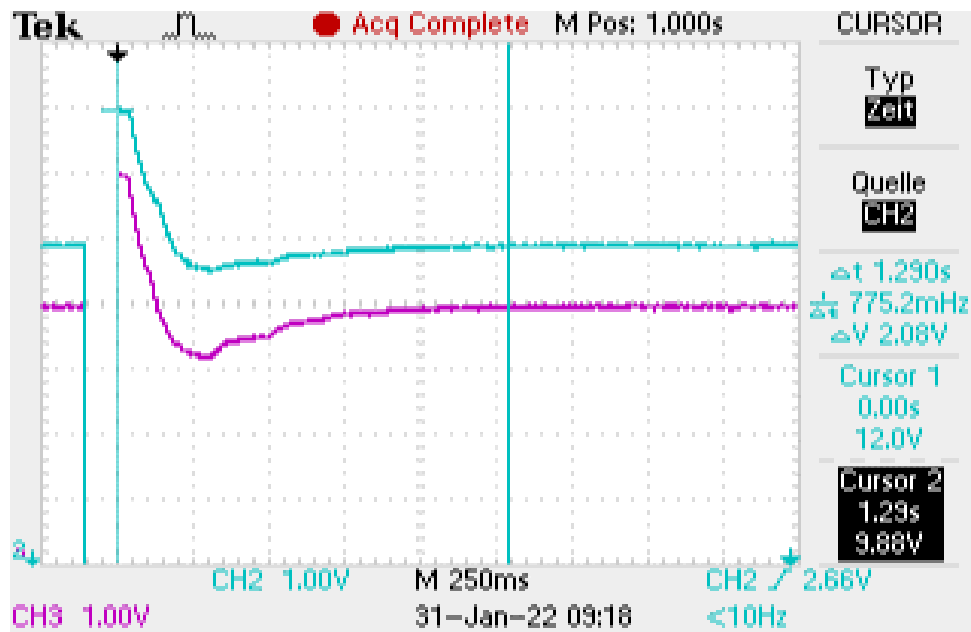
CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



Ausgangsstrom bei kurzzeitigem (100ms) Ausschalten der 100Ω-Bürde.

### 500Ω Bürde

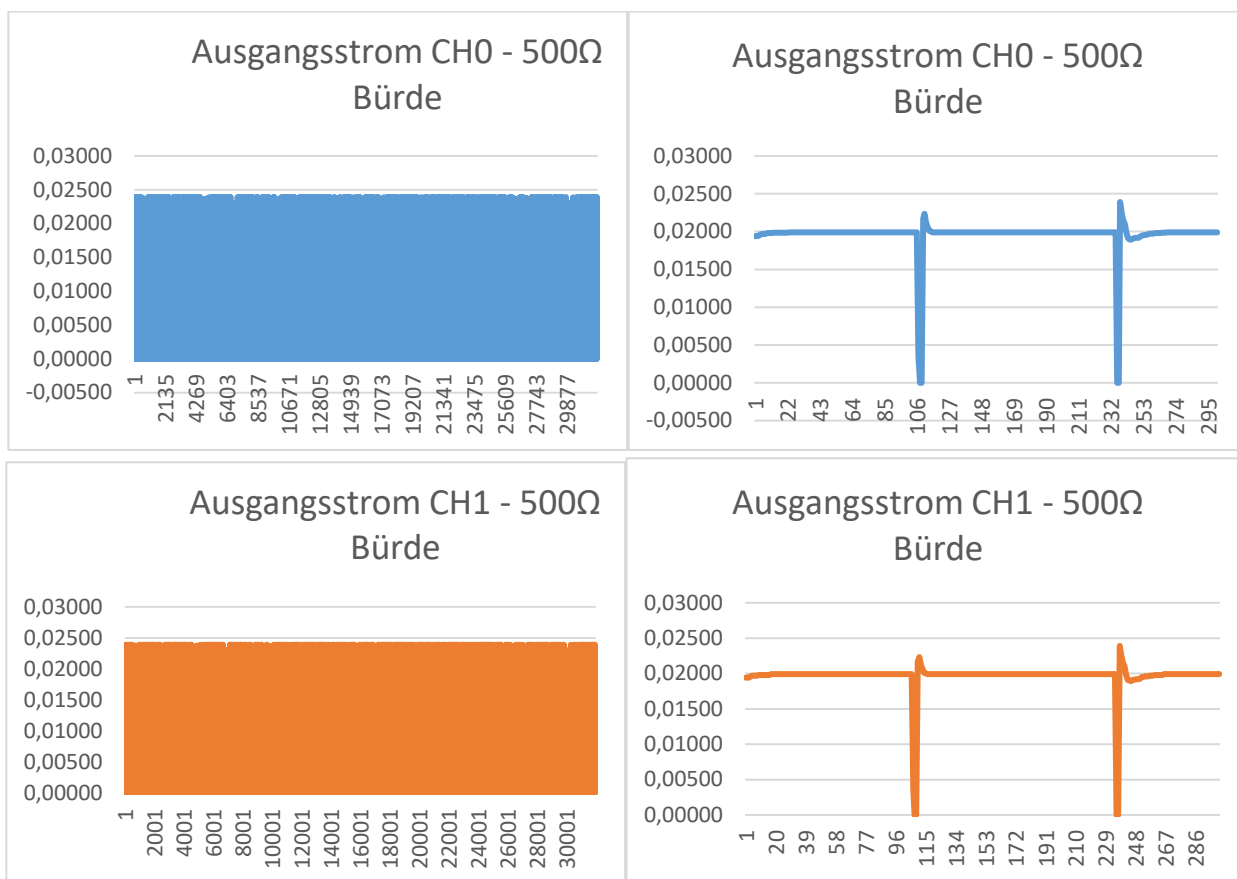


### 500Ohm Bürdenabschaltung - 100ms

Ausgangssignal bei kurzzeitiger Unterbrechung der Bürde für 100ms – Kanal 0 und Kanal 1

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



Ausgangsstrom bei kurzzeitigem (100ms) Ausschalten der 500Ω-Bürde.

### 2.2.6.5 Testauswertung

0Ω Bürde				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

100Ω Bürde				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

500Ω Bürde				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

0Ω Bürde – 100ms-Impuls				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.10	Kurzzeitige Unterbrechungen des Anschlusses zur Bürde (Kabelbruch) dürfen nicht zum Systemfehler führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

100Ω Bürde – 100ms-Impuls				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.10	Kurzzeitige Unterbrechungen des Anschlusses zur Bürde (Kabelbruch) dürfen nicht zum Systemfehler führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

500Ω Bürde – 100ms-Impuls				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.5	Eine abgetrennte Bürde beim Systemstart darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.6	Ein Ab- oder Zuschalten der Bürde im laufenden Betrieb darf nicht zum Sicherheitszustand führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
ST1.1.10	Kurzzeitige Unterbrechungen des Anschlusses zur Bürde (Kabelbruch) dürfen nicht zum Systemfehler führen.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

#### 2.2.6.6 Resultierendes Testergebnis

Test bestanden

## 2.2.7 Einfluss der Bürde auf den Ausgangsstrom

### 2.2.7.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.12	Die Veränderung der Bürde innerhalb von 0 bis 500Ω darf bei 1000kg Last nur eine Ausgangsstromänderung von 0.08mA (entspricht 5kg) nach sich ziehen.	

Ein veränderter Bürdenwiderstand darf nur geringfügig den Ausgangsstrom verändern.

### 2.2.7.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Weigh-Tronix ‚Wiegestabsimulator‘
- Multimeter HP3478A

### 2.2.7.3 Testablauf

Weigh-Tronix-Kalibrierbox an den Wägeeingang des Testboards ‚MRW420‘ anschließen. Über diese eine Last von 1mV/V, entsprechend 1000kg, einstellen.

Das Testboard ist nacheinander mit verschiedenen Bürden zu versehen. Ein Multimeter ‚HP3478A‘ erfasst bei verschiedenen Bürdenwiderständen jeweils 100mal den Ausgangsstrom. Diese Werte sind im Laufe der Auswertung zu mitteln.

Bürden von 0Ω, 100Ω und 500Ω sind bei diesem Test zu verwenden.

Der Ausgangsstrom darf sich von der niedrigsten zur höchsten Bürde nur um maximal 0.08mA (entsprechend 5kg) verändern.

### 2.2.7.4 Testergebnisse

Bürdenwiderstand 0Ω		Bürdenwiderstand 100Ω		Bürdenwiderstand 500Ω	
Iout CH0	Iout CH1	Iout CH0	Iout CH1	Iout CH0	Iout CH1
[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]
20,002	19,946	19,969	19,946	19,900	19,944
19,999	19,947	19,966	19,947	19,898	19,944
19,992	19,950	19,971	19,946	19,898	19,939
19,997	19,951	19,969	19,946	19,898	19,938
19,995	19,948	19,968	19,950	19,898	19,940
19,993	19,948	19,971	19,947	19,899	19,941

19,994	19,949	19,975	19,944	19,897	19,938
19,991	19,949	19,973	19,946	19,899	19,941
19,993	19,948	19,975	19,947	19,901	19,937
19,992	19,950	19,975	19,947	19,896	19,936
19,992	19,948	19,975	19,948	19,897	19,938
19,992	19,949	19,978	19,947	19,897	19,939
19,992	19,946	19,972	19,947	19,900	19,941
19,990	19,948	19,970	19,952	19,896	19,940
19,991	19,945	19,969	19,955	19,898	19,939
19,990	19,945	19,970	19,954	19,898	19,939
19,990	19,952	19,969	19,957	19,896	19,940
19,986	19,951	19,969	19,956	19,896	19,939
19,985	19,952	19,970	19,956	19,900	19,941
19,987	19,951	19,973	19,954	19,900	19,939
19,984	19,954	19,973	19,954	19,901	19,933
19,984	19,954	19,972	19,952	19,901	19,935
19,983	19,952	19,969	19,956	19,902	19,933
19,983	19,949	19,969	19,951	19,899	19,934
19,984	19,949	19,969	19,948	19,896	19,932
19,983	19,949	19,969	19,949	19,896	19,933
19,980	19,949	19,970	19,954	19,896	19,932
19,980	19,947	19,968	19,957	19,898	19,934
19,984	19,955	19,966	19,956	19,900	19,933
19,984	19,952	19,969	19,954	19,899	19,936
19,983	19,950	19,970	19,954	19,900	19,933
19,982	19,952	19,969	19,954	19,900	19,934
19,981	19,951	19,966	19,950	19,902	19,932
19,980	19,952	19,968	19,952	19,896	19,937
19,983	19,951	19,969	19,946	19,897	19,940
19,984	19,953	19,966	19,951	19,898	19,945
19,981	19,952	19,964	19,951	19,897	19,942
19,982	19,948	19,964	19,950	19,900	19,943
19,981	19,946	19,966	19,951	19,896	19,935
19,983	19,943	19,967	19,952	19,897	19,929
19,982	19,945	19,966	19,951	19,893	19,931
19,979	19,950	19,969	19,948	19,894	19,931
19,979	19,953	19,967	19,952	19,894	19,934
19,982	19,953	19,964	19,951	19,895	19,937
19,982	19,953	19,968	19,953	19,895	19,937
19,985	19,949	19,968	19,952	19,897	19,938
19,985	19,953	19,971	19,951	19,896	19,938
19,986	19,953	19,974	19,950	19,898	19,937
19,989	19,952	19,973	19,947	19,900	19,940
19,991	19,950	19,974	19,947	19,898	19,937
19,985	19,950	19,972	19,946	19,898	19,944
19,979	19,950	19,974	19,947	19,897	19,944
19,983	19,949	19,974	19,945	19,896	19,943
19,983	19,950	19,972	19,945	19,899	19,945
19,985	19,951	19,974	19,946	19,897	19,945
19,983	19,945	19,975	19,945	19,897	19,944
19,985	19,947	19,975	19,950	19,900	19,944
19,982	19,946	19,973	19,957	19,899	19,943
19,980	19,947	19,974	19,955	19,898	19,942
19,984	19,949	19,973	19,951	19,901	19,939
19,982	19,948	19,971	19,949	19,900	19,944
19,983	19,949	19,967	19,943	19,900	19,938
19,981	19,951	19,967	19,945	19,896	19,941
19,984	19,953	19,968	19,947	19,896	19,949
19,982	19,954	19,967	19,947	19,899	19,950
19,983	19,954	19,965	19,942	19,899	19,947
19,981	19,953	19,965	19,941	19,900	19,944
19,981	19,951	19,962	19,939	19,899	19,946



19,983	19,953	19,970	19,941	19,900	19,943
19,980	19,952	19,969	19,940	19,897	19,942
19,982	19,953	19,971	19,941	19,901	19,942
19,983	19,953	19,967	19,942	19,898	19,934
19,982	19,951	19,974	19,944	19,899	19,934
19,985	19,952	19,974	19,942	19,896	19,935
19,989	19,952	19,970	19,941	19,899	19,938
19,989	19,948	19,972	19,941	19,898	19,938
19,992	19,946	19,972	19,934	19,898	19,937
19,991	19,947	19,970	19,934	19,898	19,937
19,989	19,946	19,973	19,934	19,896	19,936
19,990	19,944	19,970	19,935	19,901	19,937
19,992	19,947	19,974	19,936	19,899	19,938
19,991	19,947	19,978	19,934	19,900	19,935
19,996	19,950	19,977	19,935	19,901	19,935
19,995	19,949	19,979	19,933	19,900	19,933
19,996	19,949	19,978	19,936	19,900	19,930
19,994	19,948	19,977	19,934	19,899	19,931
19,991	19,948	19,974	19,933	19,902	19,928
19,990	19,949	19,979	19,932	19,904	19,933
19,991	19,953	19,972	19,934	19,907	19,930
19,991	19,954	19,973	19,936	19,907	19,929
19,993	19,958	19,972	19,937	19,904	19,930
19,990	19,953	19,973	19,940	19,904	19,932
19,987	19,950	19,978	19,940	19,902	19,932
19,987	19,950	19,979	19,942	19,904	19,931
19,989	19,953	19,979	19,943	19,902	19,930
19,990	19,956	19,977	19,943	19,903	19,935
19,992	19,953	19,974	19,945	19,901	19,937
19,990	19,954	19,971	19,944	19,900	19,932
19,989	19,956	19,969	19,943	19,899	19,931
19,988	19,950	19,970	19,939	19,901	19,933

Bürde	Kanal	Mittelwert des Ausgangsstroms [mA]	Differenz zum Ausgangsstrom der 0Ω -Bürde	
			[mA]	[kg]
0Ω	CH0	19,987	0	
	CH1	19,95	0	
100Ω	CH0	19,971	-0,016	-0,98
	CH1	19,946	+0,004	+0,256
500Ω	CH0	19,899	-0,088	-5,494
	CH1	19,937	-0,013	-0,791

### 2.2.7.5 Testauswertung

Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
	Die Veränderung der Bürde innerhalb von 0 bis 500Ω darf bei 1000kg Last nur eine Ausgangsstromänderung von 0.08mA (entspricht 5kg) nach sich ziehen.	CH0	Nein	
		CH1	Ja	

### 2.2.7.6 Resultierendes Testergebnis

**Test nicht bestanden**

## 2.2.9 Abschaltung bei Überlast

### 2.2.9.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.11	<p>Eine dauerhafte Überlast (&gt; 110% der Nennlast) muss binnen 3s zu einem Systemfehler führen (=&gt; Ausgangsstrom = 0mA). Dieser Zustand wird über ein dauerhaftes Leuchten der roten, dem Kanal zugeordneten Led signalisiert.</p> <p>Besteht dieses Kriterium nicht länger, geht das System in den normalen Betriebsmodus und stellt den Ausgangsstrom gemäß der Last ein.</p>	

Übersteigt die Last für mehr als drei Sekunden 110% der Nennlast, muss das System den Ausgangsstrom auf 0mA setzen. Nach Unterschreitung dieses Grenzwerts, stellt sich der Ausgangsstrom wieder gemäß der Last ein.

### 2.2.9.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Signalgenerator ‚Juntek PSG9080‘
- Oszilloskop ‚Tektronix TDS2014B‘
- WZ-Simulationsbox

### 2.2.9.3 Testablauf

Ein wichtiges Kriterium bei der Bewertung der Wägezelle ist die Zeit bis zur Abschaltung bei Überlast. Simuliert wird diese durch ein Rechtecksignal, welches eine Amplitude von 5.75V und einen Offset von 2.875V aufweist. Diese Einstellung entspricht einem Lasthub von 0kg auf etwa 1150kg.

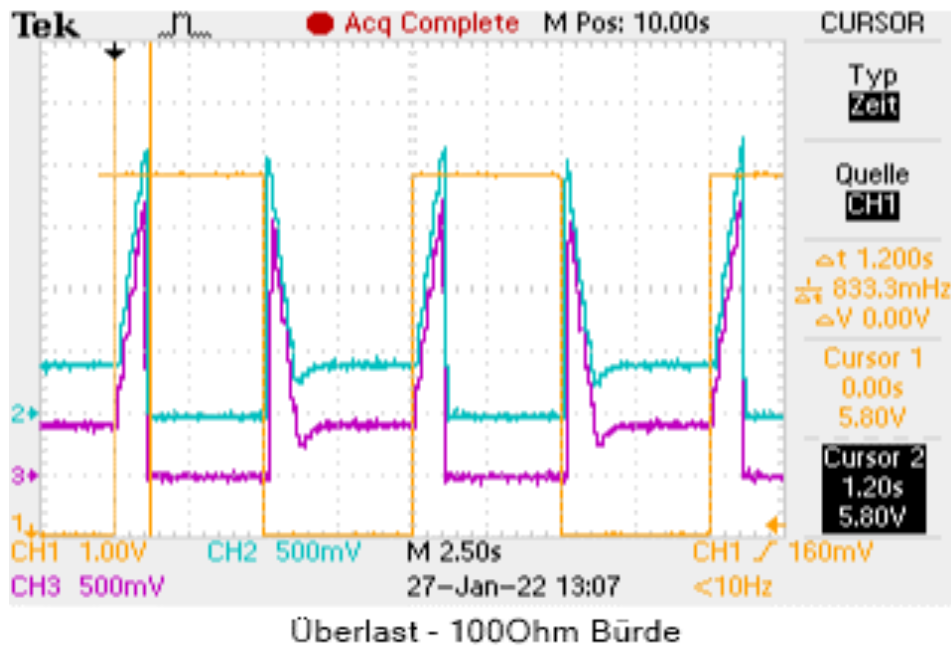
Die Untersuchung erfolgt mit einer 100 und 500Ω Bürde.

Um auch eine praxisgerechte Simulation der Überlastabschaltung zu betrachten, wird der Test mit den folgenden Parametern wiederholt:

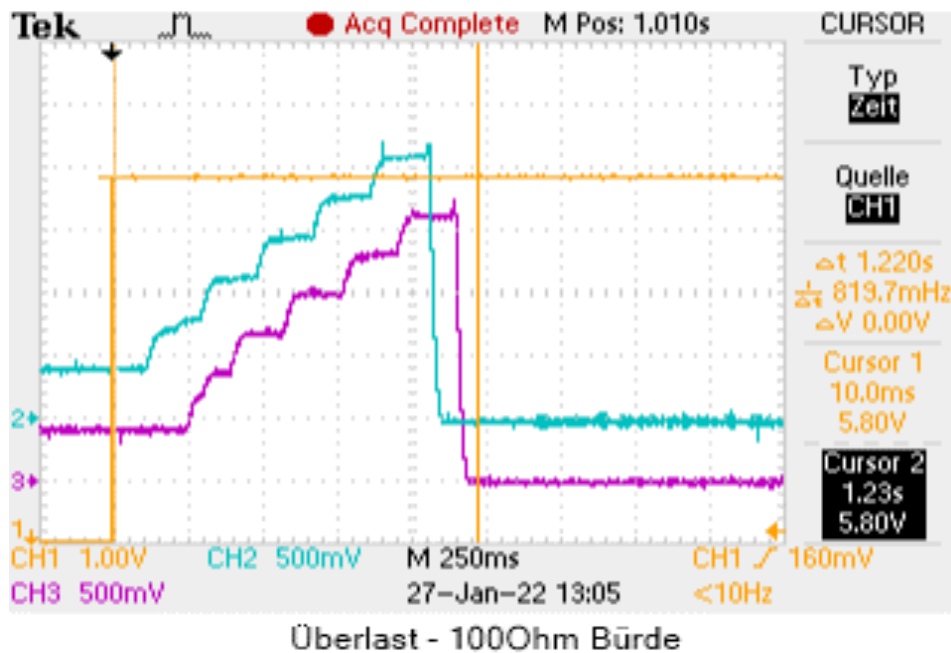
Gewichtssprung von 1050kg (hier 5,25V) auf knapp über 1150kg (hier 5,75V).

Die Abschaltung muss innerhalb einer Zeit von 3s erfolgen und über das Aufleuchten der dem Kanal zugeordneten roten LED signalisiert werden. Kehrt die Last wieder in den zulässigen Bereich zurück, stellt sich der Ausgangsstrom erneut ein.

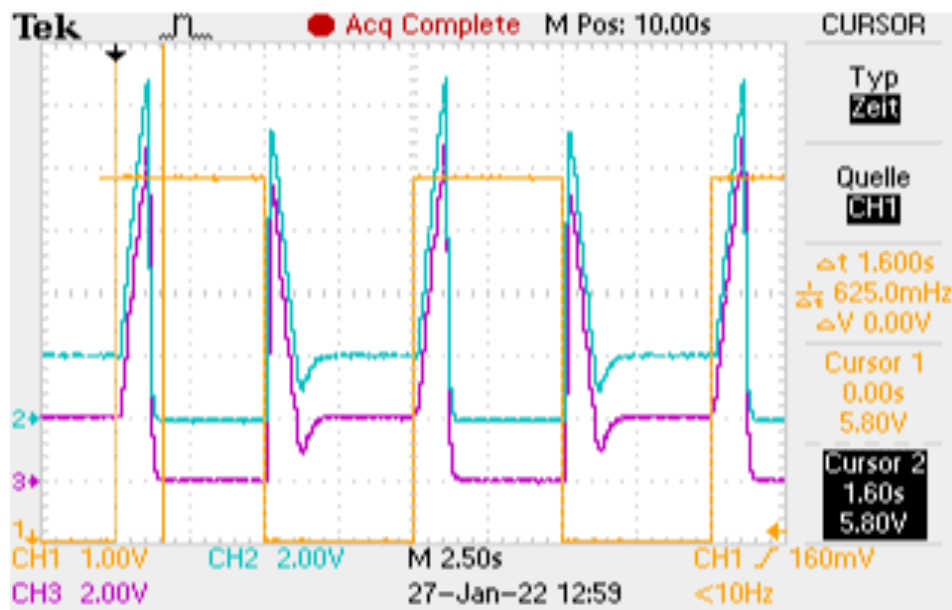
## 2.2.9.4 Testergebnisse



Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals

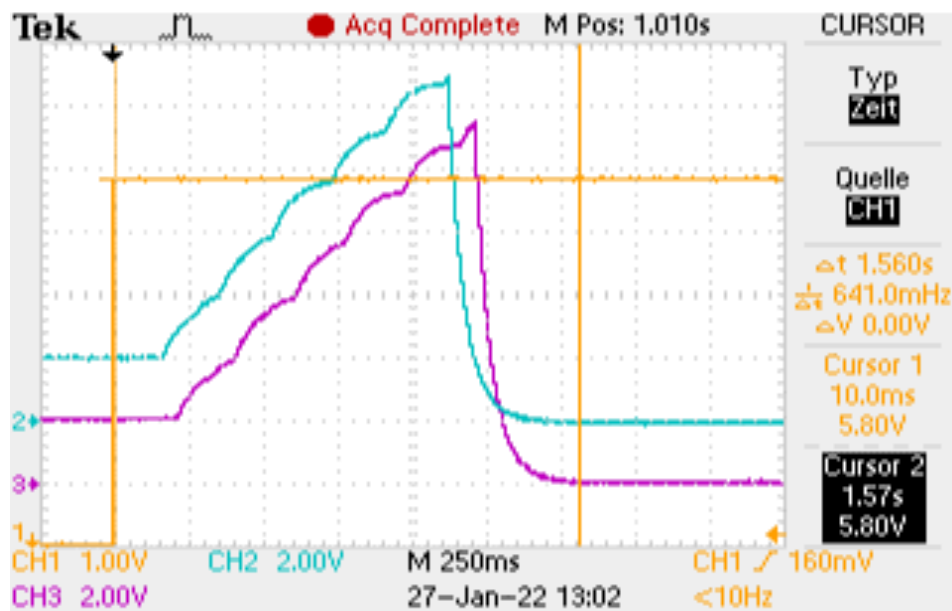


Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



Überlast - 500Ohm Bürde

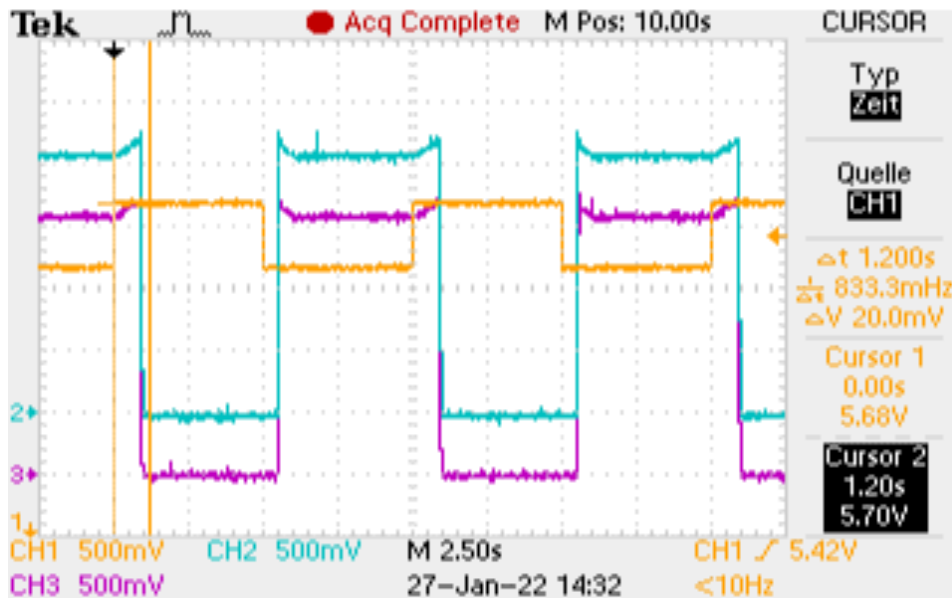
Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500 $\Omega$  Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500 $\Omega$  Bürde des 2.Kanals



Überlast - 500Ohm Bürde

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500 $\Omega$  Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500 $\Omega$  Bürde des 2.Kanals

## Überlastsimulation mit einer Laständerung von 1050kg auf 1150kg



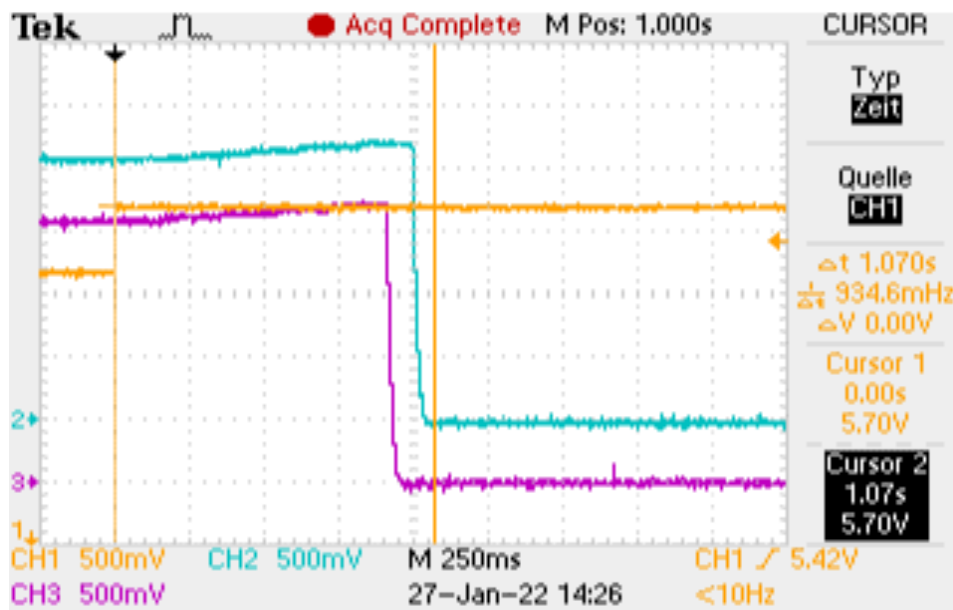
Überlast - 100Ohm Bürde

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – 'Uin' WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal

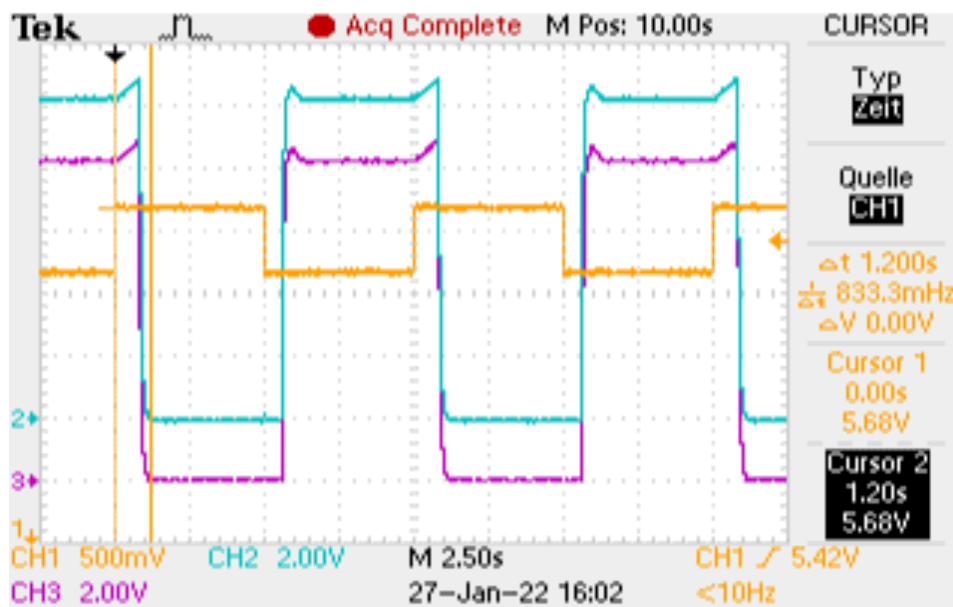
CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



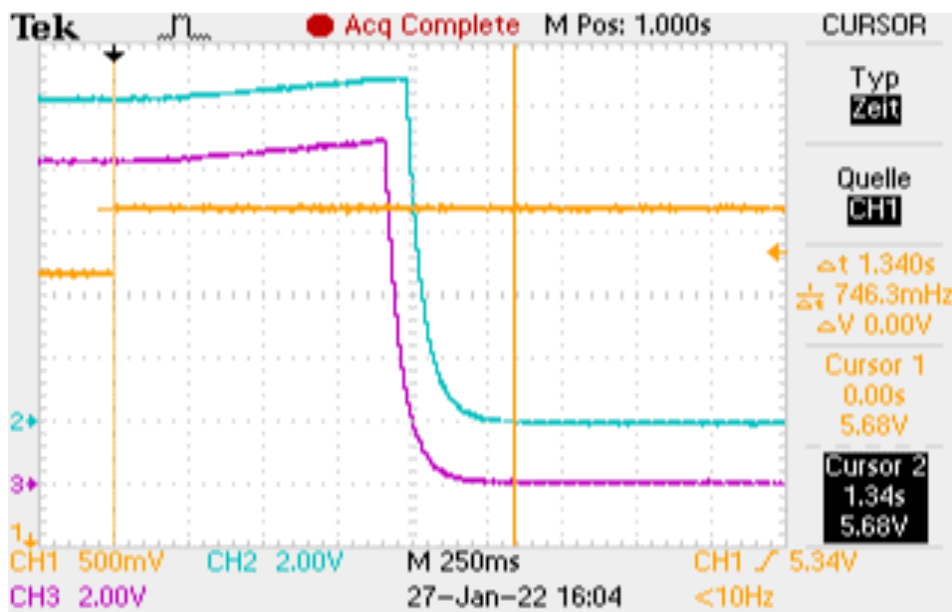
Überlast - 100Ohm Bürde

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



Überlast - 500Ohm Bürde

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



Überlast - 500Ohm Bürde

Eingangs- und Ausgangssignal bei 0.1Hz – Kanal 0 und Kanal 1  
 CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.1Hz-Rechtecksignal  
 CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals  
 CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals

## 2.2.9.5 Testauswertung

100Ω Bürde				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.10	Eine dauerhafte Überlast (> 110% der Nennlast) muss binnen 3s zu einem Systemfehler führen (=> Ausgangsstrom = 0mA	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
	Die Überlastung wird über ein dauerhaftes Leuchten der roten, dem Kanal zugeordneten Led signalisiert.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
	Besteht dieses Kriterium nicht länger, geht das System in den normalen Betriebsmodus und stellt den Ausgangsstrom gemäß der Last ein (rote LED ist aus)	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

500Ω Bürde				
Spec.	Prüfkriterium	erfüllt		Bemerkung
ST1.1.10	Eine dauerhafte Überlast (> 110% der Nennlast) muss binnen 3s zu einem Systemfehler führen (=> Ausgangsstrom = 0mA	CH0	Ja	
		CH1	Ja	



	Die Überlastung wird über ein dauerhaftes Leuchten der roten, dem Kanal zugeordneten Led signalisiert.	CH0	Ja	
		CH1	Ja	
	Besteht dieses Kriterium nicht länger, geht das System in den normalen Betriebsmodus und stellt den Ausgangsstrom gemäß der Last ein (rote LED ist aus).	CH0	Ja	
		CH1	Ja	

#### 2.2.9.6 Resultierendes Testergebnis

Test bestanden

## 2.2.10 Untersuchung der Abschaltzeit aufgrund einer Soll- Iststrom-Abweichung

### 2.2.10.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.3	Bei einer mehrfach hintereinander festgestellten Stromabweichung (Ist-/Sollstrom) ist das System innerhalb von 3 Sekunden in den Sicherheitszustand zu überführen ( $I_{out} = 0\text{mA}$ ).	
	Der Sicherheitszustand wird über das dauerhafte Leuchten der dem Kanal zugeordneten, roten LED signalisiert	
	Das System verbleibt bis zum Neustart in diesem Zustand	

Kann der Stromregler den Ausgangsstrom nicht auf den Sollwert einstellen, so muss das System innerhalb von drei Sekunden in den Sicherheitszustand gehen und den Ausgangsstrom auf 0mA einstellen. Dort verbleibt das System bis zum Spannungsreset.

### 2.2.10.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Weigh-Tronix ‚Wiegestabsimulator‘
- Oszilloskop ‚Tektronix TDS2014B‘
- Widerstandsdekade

### 2.2.10.3 Testablauf

An den Ausgang des Testboards wird die Widerstandsdekade mit einem Widerstandswert von 700Ω als Bürde angeklemt.

Als Wägesignal kommt der Weigh-Tronix ‚Wiegestabssimulator‘ zum Einsatz. Dieser ist auf 0.8mV/V einzustellen, was einer Last von etwa 800kg entspricht.

Über das Oszilloskop ist die Spannung über der Bürde bzw. der Widerstandsdekade aufzunehmen.

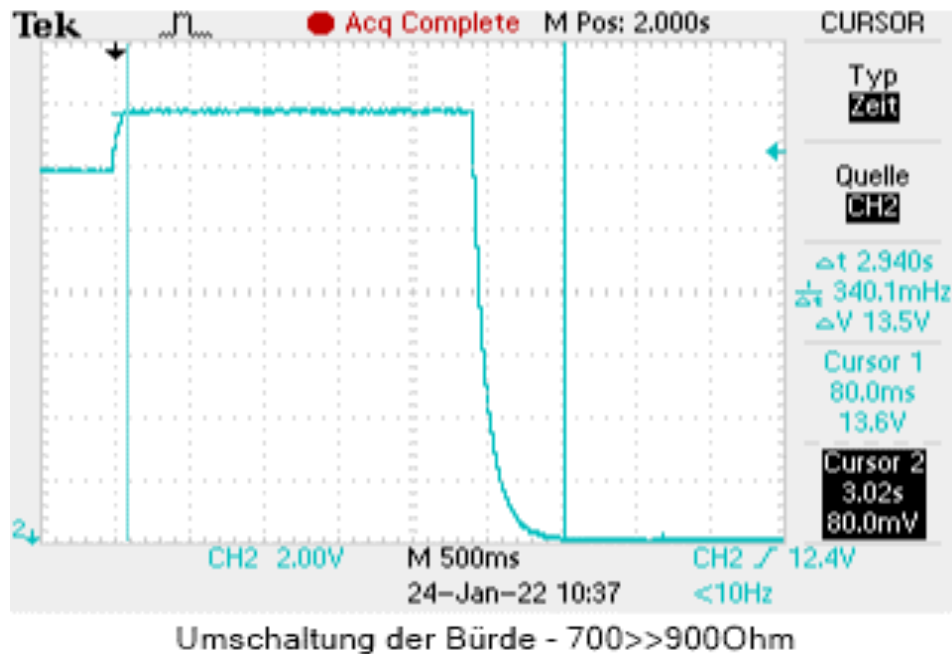
Die Überprüfung liegt nun darin, die Bürde bzw. den Widerstandswert der Widerstandsdekade von 700Ω auf 900Ω zu erhöhen. Da die Elektronik den Soll-Ausgangsstrom für eine 900Ω-Bürde nicht treiben kann, muss das System in den Sicherheitszustand schalten. Die maximal zulässige Reaktionszeit liegt bei 3s.

Anschließend den Widerstand wieder auf 700Ω zurückstellen. Der Sicherheitszustand und der Ausgangsstrom von 0mA müssen weiterhin anstehen.

**Die Überführung in den Sicherheitszustand und damit die Abschaltung des Ausgangsstroms, muss innerhalb einer Zeit von 3s erfolgen und über das Aufleuchten der dem Kanal**

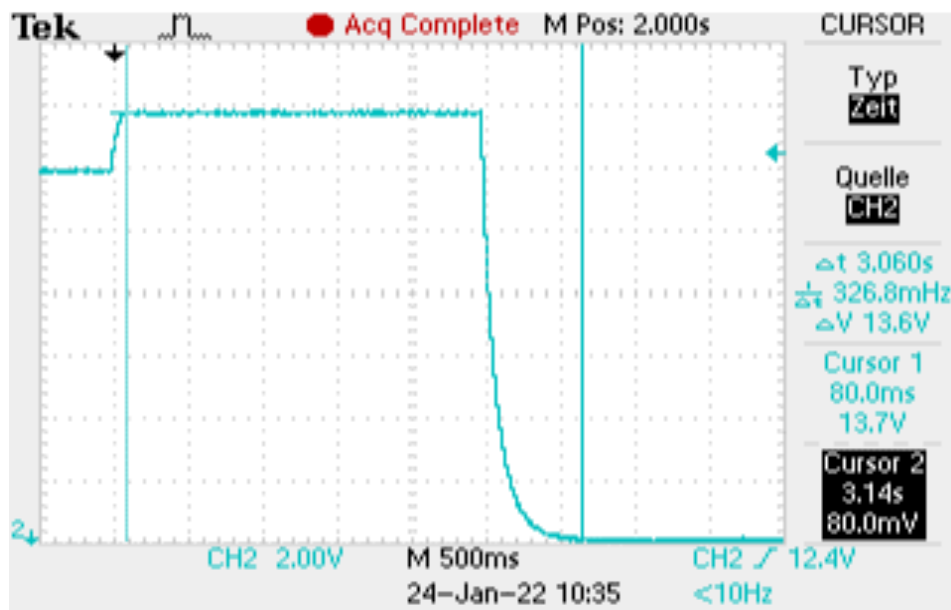
zugeordneten roten LED signalisiert werden. Auch wenn die Bedingungen dahingehend verändert werden, dass das System den Ausgangsstrom liefern könnte, muss es im Sicherheitszustand verbleiben.

#### 2.2.10.4 Testergebnisse



Ausgangssignal – Kanal 0  
CH2: Spannung über 700/900Ω Bürde

Sobald der Strom auf 0mA absinkt, leuchtet die dem Kanal zugehörige rote LED dauerhaft. Das anschließende Reduzieren der Bürde auf 700Ω hat keinen Einfluss auf den Ausgangsstrom bzw. den Systemzustand.



Ausgangssignal – Kanal 1  
CH2: Spannung über 700/900Ω Bürde

Sobald der Strom auf 0mA absinkt, leuchtet die dem Kanal zugehörige rote LED dauerhaft. Das anschließende Reduzieren der Bürde auf 700Ω hat keinen Einfluss auf den Ausgangsstrom bzw. den Systemzustand.

#### 2.2.10.5 Testauswertung

Spec.	Prüfkriterium	erfüllt	Bemerkung
ST1.1.3	Bei einer mehrfach hintereinander festgestellten Stromabweichung (Ist-/Sollstrom) ist das System innerhalb von 3 Sekunden in den Sicherheitszustand zu überführen ( $I_{out} = 0mA$ ).	Ja	
	Der Sicherheitszustand wird über das dauerhafte Leuchten der dem Kanal zugeordneten, roten LED signalisiert	Ja	
	Das System verbleibt bis zum Neustart in diesem Zustand	Ja	

Der Test wurde auch am 2.Kanal durchgeführt und zeigte keine Unterschiede zum 1.Kanal.

#### 2.2.10.6 Resultierendes Testergebnis

Test bestanden

## 2.2.11 Verlässlichkeit der Soll- Iststrom-Untersuchung

### 2.2.11.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.7	Niederfrequente Schwingungen auf der Korblast dürfen nicht zum Sicherheitszustand führen.	

Während des Betriebs der Wägezelle darf es nicht zu Abschaltungen durch fälschlich ermittelte Abweichungen zwischen Soll- und Iststrom kommen.

### 2.2.11.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Oszilloskop ‚Tektronix TDS2014B‘
- Signalgenerator ‚Juntek PSG9080‘
- WZ-Simulationsbox
- Widerstandsdekade

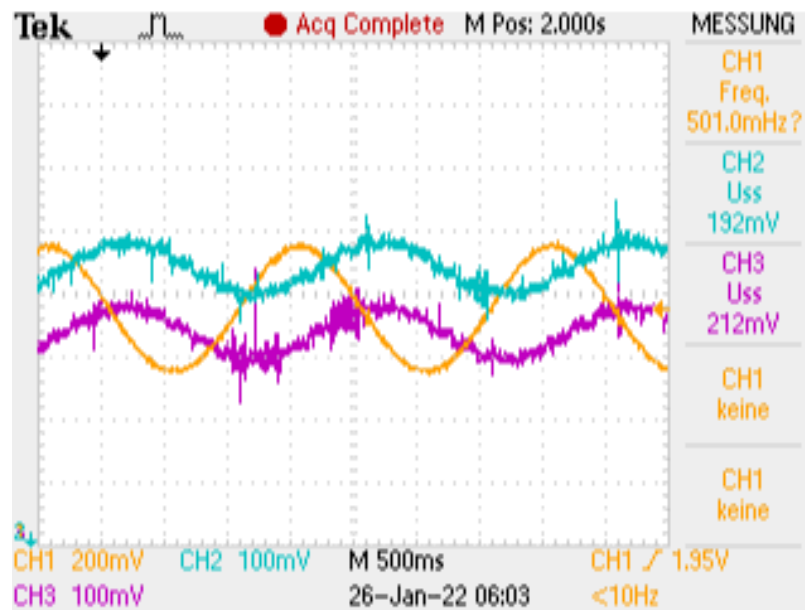
### 2.2.11.3 Testablauf

Um die Zuverlässigkeit der Stromregelung zu untersuchen, erfährt die Bühne über eine Offsetspannung von 2V am Eingang ‚Uin‘ der WZ-Simulationsbox eine Last von etwa 400kg. Dieser wird eine sinusförmige Laständerung von +/- 40kg (hier 400mVpp) überlagert, welche eine Frequenz von 0.5, 1, 2 und 5Hz hat. Zu keiner Zeit darf es zur Abschaltung kommen. Bürden von 100 und 500Ω kommen zum Einsatz.

**Es darf zu keiner Zeit zu Abschaltungen wegen einer Überlast- oder Stromabweichung-Erkennung kommen.**

**Die Schwankung des Ausgangsstroms muss innerhalb der Laständerung plus 5kg Toleranz (hier: 144mVpp (100Ω-Bürde) bzw. 720mVpp(500Ω-Bürde)) liegen.**

#### 2.2.11.4 Testergebnisse



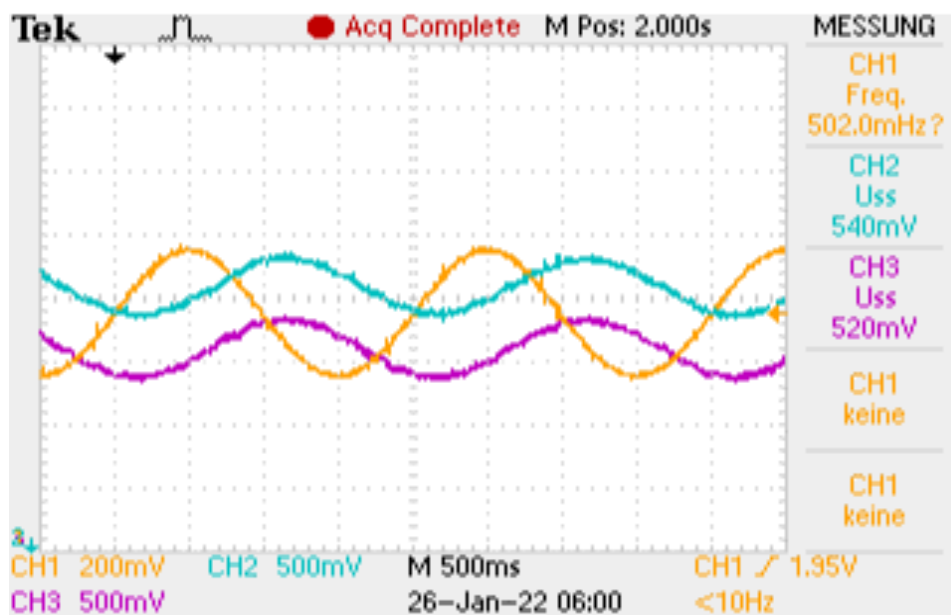
0.5Hz-Lastschwingungen - 100Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.5Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



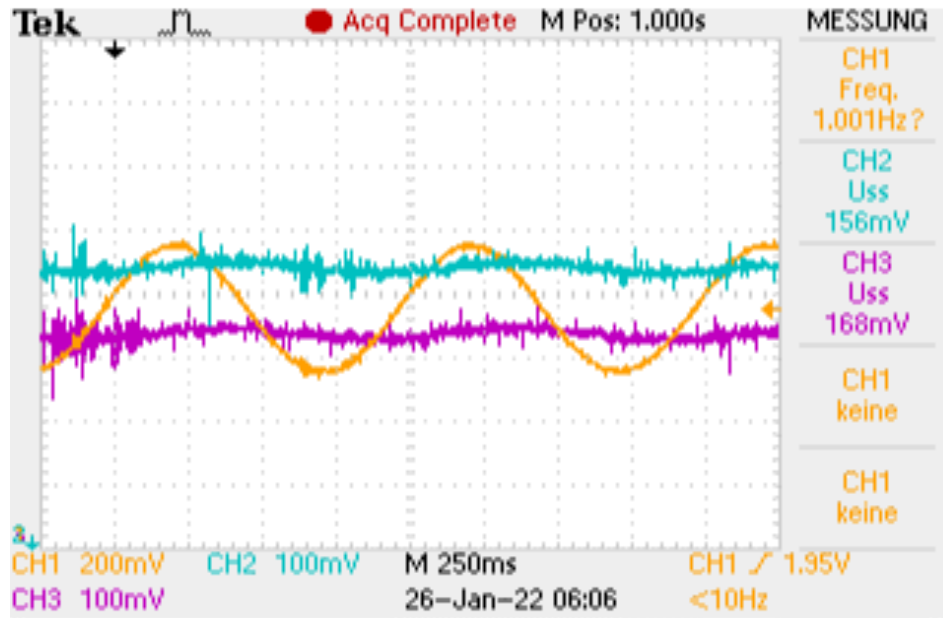
0.5Hz-Lastschwingungen - 500Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 0.5Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



1Hz-Lastschwingungen - 100Ohm Bürde

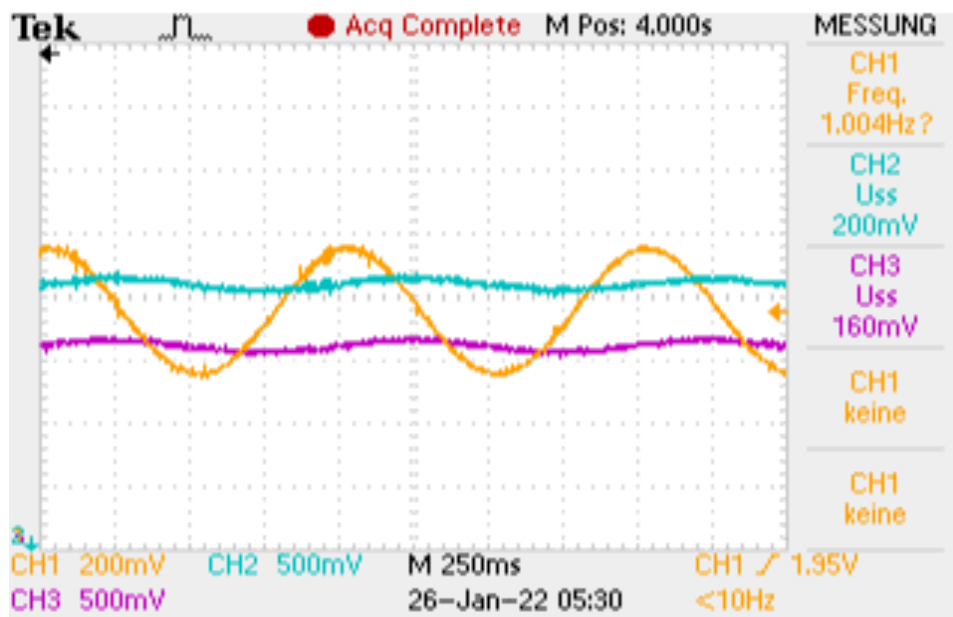
Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 1Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals





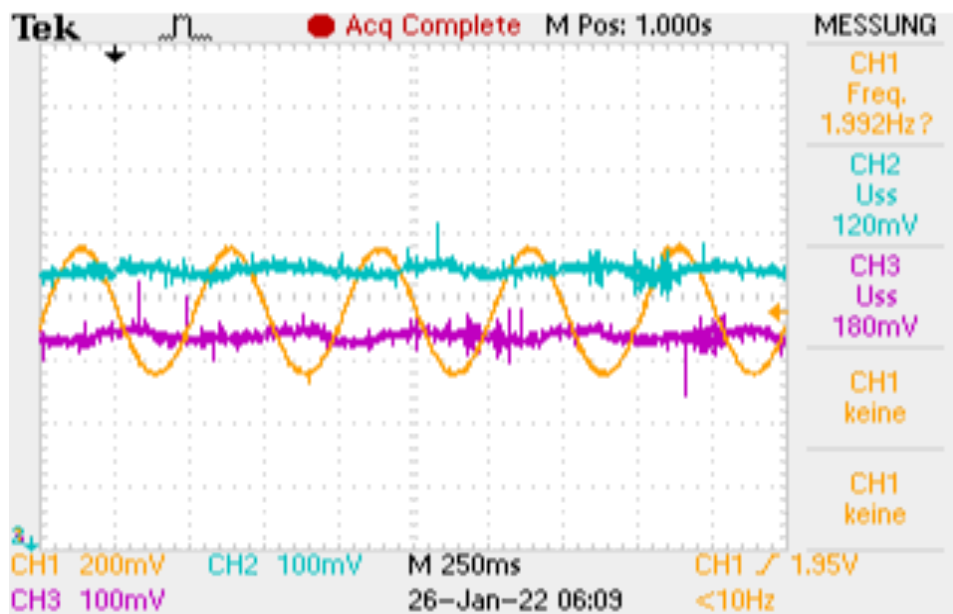
1Hz-Lastschwingungen - 500Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 1Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



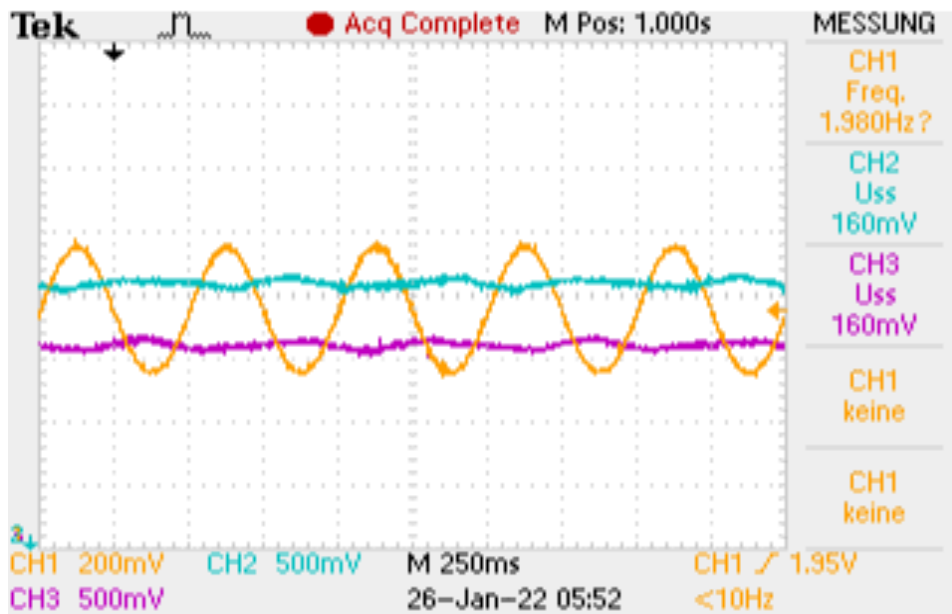
2Hz-Lastschwingungen - 100Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 2Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



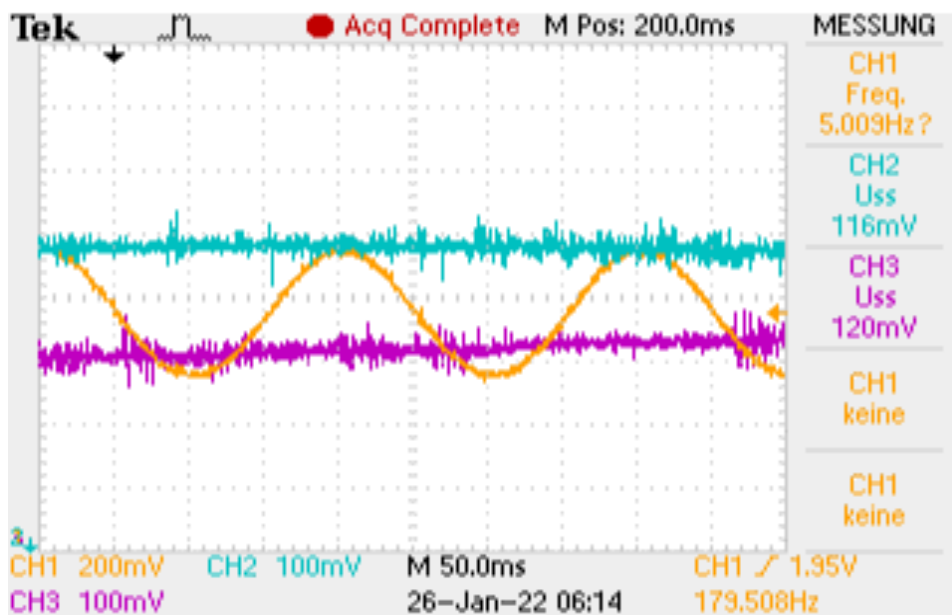
2Hz-Lastschwingungen - 500Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 2Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



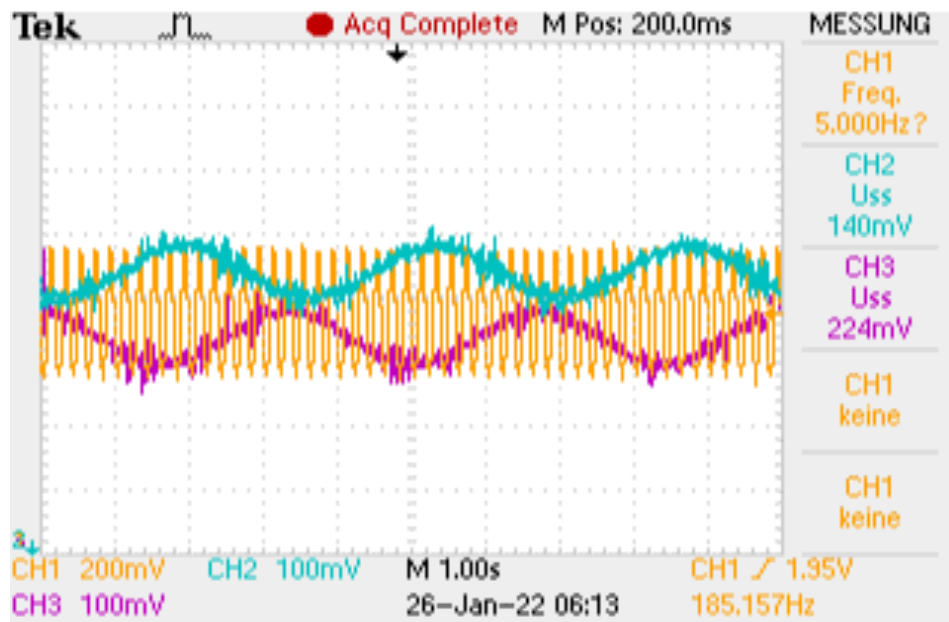
5Hz-Lastschwingungen - 100Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 5Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



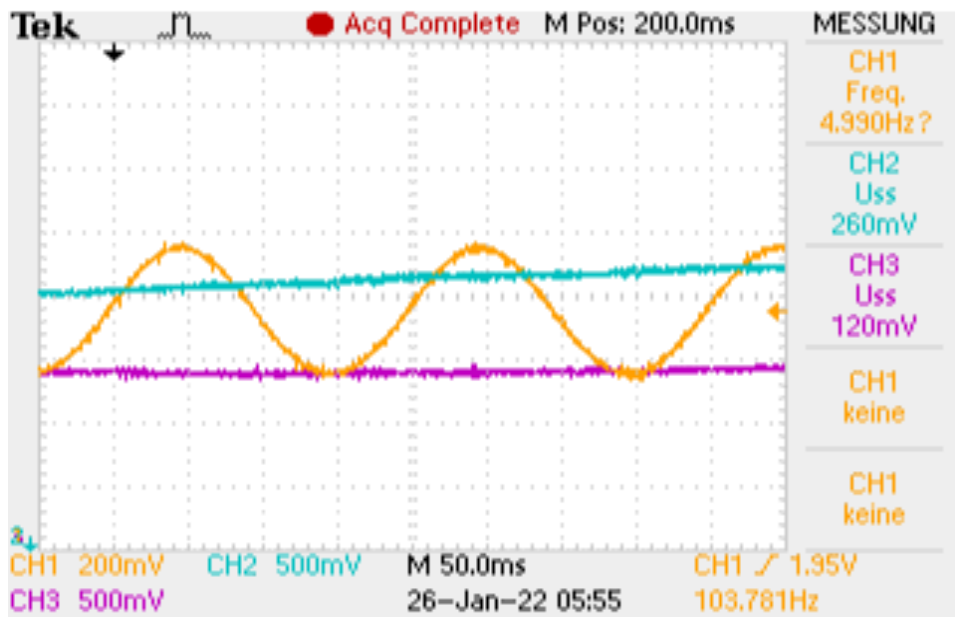
5Hz-Lastschwingungen - 100Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 5Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 100Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 100Ω Bürde des 2.Kanals



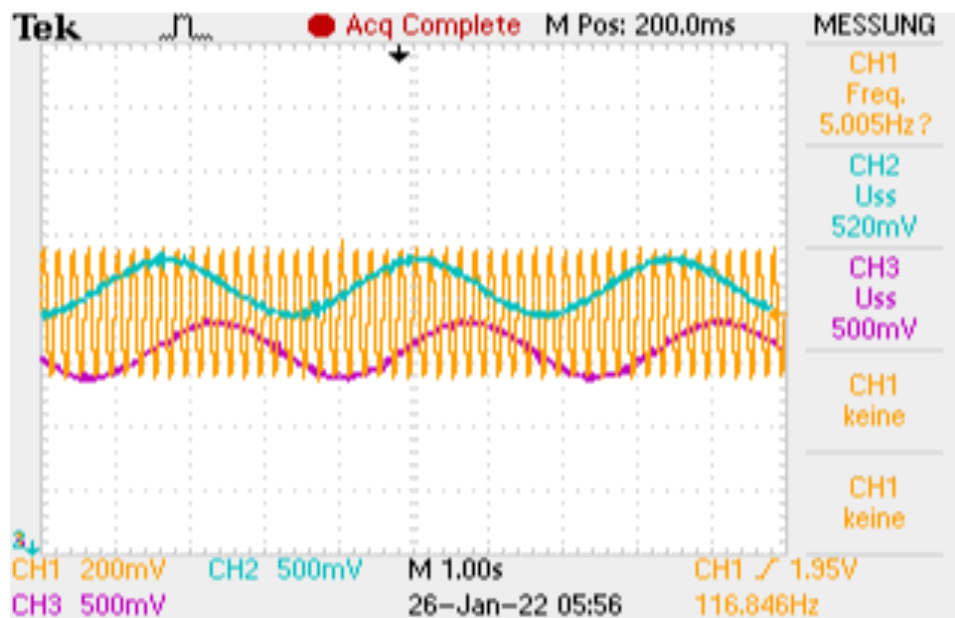
5Hz-Lastschwingungen - 500Ohm Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 5Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals



TDS 2014B - 05:57:49 26.01.2022

Ausgangssignal – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) - ‚Uin‘ WZ-Simulationsbox – 5Hz-Schwingung

CH2: Spannung über 500Ω Bürde des 1.Kanals

CH3: Spannung über 500Ω Bürde des 2.Kanals

### 2.2.11.5 Testauswertung

Spec.	Prüfkriterium	erfüllt	Bemerkung
ST1.1.7	Niederfrequente Schwingungen auf der Korblast dürfen nicht zum Sicherheitszustand führen.	Ja	
	Die Schwankung des Ausgangsstroms muss innerhalb einer Grenze von $\pm 40\text{kg} + 5\text{kg}$ Toleranz (hier: 144mVpp (100Ω-Bürde) bzw. 720mVpp(500Ω-Bürde)) liegen.	Ja	siehe nachfolgende Tabellen

100Ω - Bürde					
Frequenz	Gemessene Lastschwankung		Grenzwert	erfüllt	Bemerkung
0.5Hz	CH0	192mVpp	144mVpp	Ja	Die gemessenen Werte liegen aufgrund der Spitzen höher als der Grenzwert. Die reine Sinusschwingung des Ausgangsstroms erfüllt aber das Testkriterium
	CH1	212mVpp		Ja	
1Hz	CH0	156mVpp		Ja	Die gemessenen Werte liegen aufgrund der Spitzen höher als der Grenzwert. Eine Veränderung des Ausgangssignals ist kaum noch auszumachen und befindet sich innerhalb der Grenzen
	CH1	168mVpp		Ja	
2Hz	CH0	120mVpp		Ja	Die gemessenen Werte liegen aufgrund der Spitzen höher als der Grenzwert. Eine Veränderung des Ausgangssignals ist nichtmehr auszumachen und befindet sich innerhalb der Grenzen
	CH1	180mVpp		Ja	
5Hz	CH0	116mVpp		Ja	
	CH1	120mVpp		Ja	

500Ω - Bürde					
Frequenz	Gemessene Lastschwankung		Grenzwert	erfüllt	Bemerkung
0.5Hz	CH0	540mVpp	720mVpp	Ja	
	CH1	520mVpp		Ja	
1Hz	CH0	200mVpp		Ja	
	CH1	160mVpp		Ja	
2Hz	CH0	160mVpp		Ja	
	CH1	160mVpp		Ja	
5Hz	CH0	260mVpp		Ja	
	CH1	120mVpp		Ja	

Bereits bei einer Frequenz der Laständerung von 1Hz ist fast keine Auswirkung dieser auf das Ausgangssignal sichtbar. Dies ist auch gewünscht, um Vibrationen auf der Maschine nicht in das Messergebnis einfließen zu lassen. Niedrige Frequenzen werden durchgereicht und

verfälschen die tatsächliche Last auf der Zelle.

Bei den Auswertungen stellt sich heraus, dass es bei etwa 5Hz zu einer Eigenschwingung des Regelsystems kommt. Die daraus resultierenden Schwankungen im Ausgangsstroms haben aber keine Abschaltung des Systems zur Folge und liegen innerhalb der Spezifikation.

#### **2.2.11.6 Resultierendes Testergebnis**

# Test bestanden

## 2.2.12 Abschaltung aufgrund eines Fehlers im 17V-Netzteil

### 2.2.12.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.4	Ein defektes Netzteil der Spannungsversorgung des Stromausgangs muss detektiert werden, sobald der Ausgangsstrom über dem Wert liegt, welchen das defekte Netzteil noch treiben kann. Eine Detektion führt zum Sicherheitszustand.	

Liefert das 17V-Netzteil nicht die volle Spannung, kann u.U. der geforderte Sollstrom nicht ausgegeben werden. Aufgrund der Soll-Iststromabweichung muss das System dauerhaft in den Sicherheitszustand gehen.

### 2.2.12.2 Testmittel

- Testboard ‚MRW420‘ mit Projekt ‚MRW420 – V2.000‘  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘
- Oszilloskop ‚Tektronix TDS2014B‘
- Weigh-Tronix ‚Wiegestabsimulator‘
- Signalgenerator ‚Juntek PSG9080‘
- WZ-Simulationsbox

### 2.2.12.3 Testablauf

Am Testboard ‚MRW420‘ ist die Brücke an den Testbuchsen ‚TP18‘ und ‚L12‘ zu entfernen. Stattdessen wird an ‚TP18‘ die 17V-Versorgungsspannung über das Labornetzteil ‚Owon ODP3033‘ bereitgestellt (gegen Masse der Versorgungsspannung). Diese beträgt in diesem Testfall 4V gegen Masse.

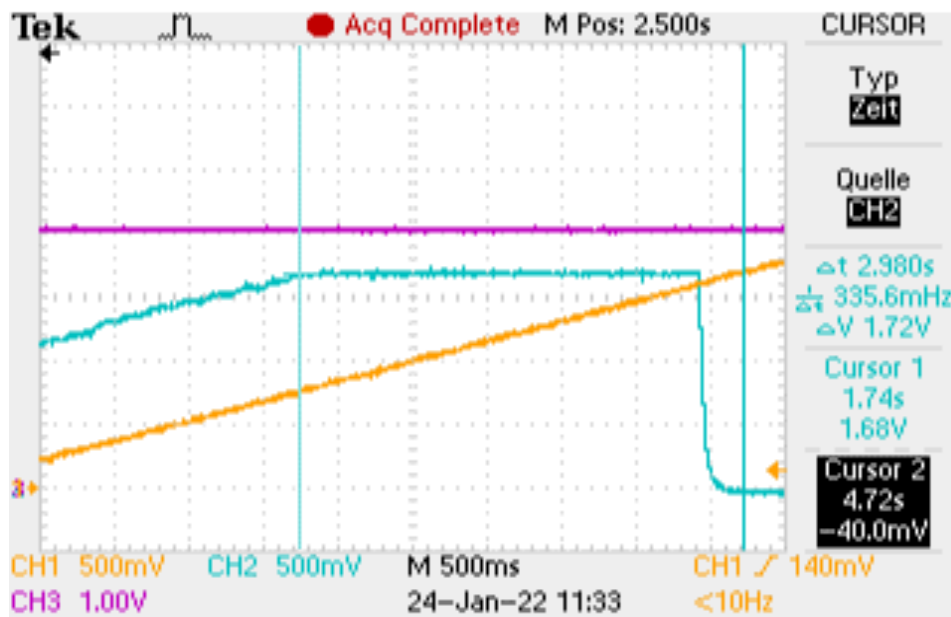
Die Last wird über den Signalgenerator, welcher eine Sägezahnspannung von 0 bis 2V ausgibt, und der WZ-Simulationsbox simuliert.

Die Widerstandsdekade mit eingestelltem 280Ω-Widerstand stellt die Bürde am Stromausgang dar.

Das Lastsignal, der Ausgangsstrom (indirekt über die Bürde/Widerstandsdekade), und die 17V-Versorgungsspannung werden zur Auswertung mit dem Oszilloskop aufgenommen.

**Sobald das 17V-Netzteil den Ausgangsstrom nicht mehr dem Sollstrom entsprechend einstellen kann, muss das System in den Sicherheitszustand gehen.**

## 2.2.12.4 Testergebnisse



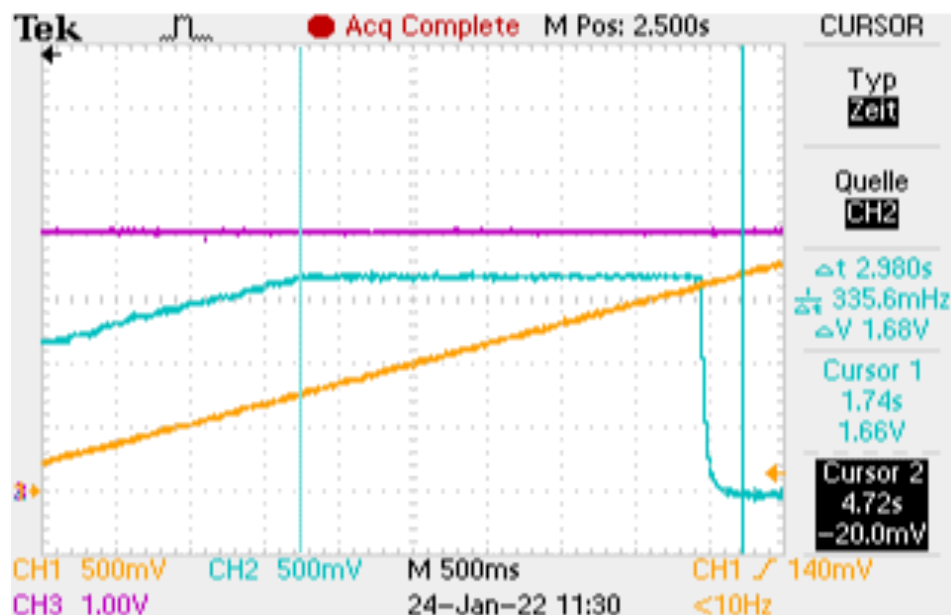
17V-Netzteilfehler - 280Ohm-Bürde

Ausgangssignal – Kanal 0

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ Wägesignal-Adaptionplatine

CH2: Spannung über 280 $\Omega$  Bürde

CH3: Simulierte 17V-Netzteilspannung an ‚TP18‘ – 4V



17V-Netzteilfehler - 280Ohm-Bürde

Ausgangssignal – Kanal 1

CH1: Brückenspannung (DMS) – ‚Uin‘ Wägesignal-Adaptionplatine

CH2: Spannung über 280 $\Omega$  Bürde

CH3: Simulierte 17V-Netzteilspannung an ‚TP18‘ – 4V



**2.2.12.5 Testauswertung**

Spec.	Prüfkriterium	erfüllt	Bemerkung
ST1.1.4	Ein defektes Netzteil der Spannungsversorgung des Stromausgangs muss detektiert werden, sobald der Ausgangsstrom über dem Wert liegt, welchen das defekte Netzteil noch treiben kann. Eine Detektion führt zum Sicherheitszustand.	Ja	

Der Test wurde auch am 2.Kanal durchgeführt und zeigte keine Unterschiede zum 1.Kanal.

**2.2.12.6 Resultierendes Testergebnis**

Test bestanden

## 2.2.13 Einschaltzeit

### 2.2.13.1 Testbeschreibung

Zu testen sind die Spezifikationen:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
---	---	Es existiert keine Spezifikation der Einschaltzeit

Es ist die Dauer nach dem Einschalten der Elektronik bis zum vollständigen Einstellen des Ausgangsstroms zu überprüfen. Z.Z. existiert keine Spezifikation hierzu.

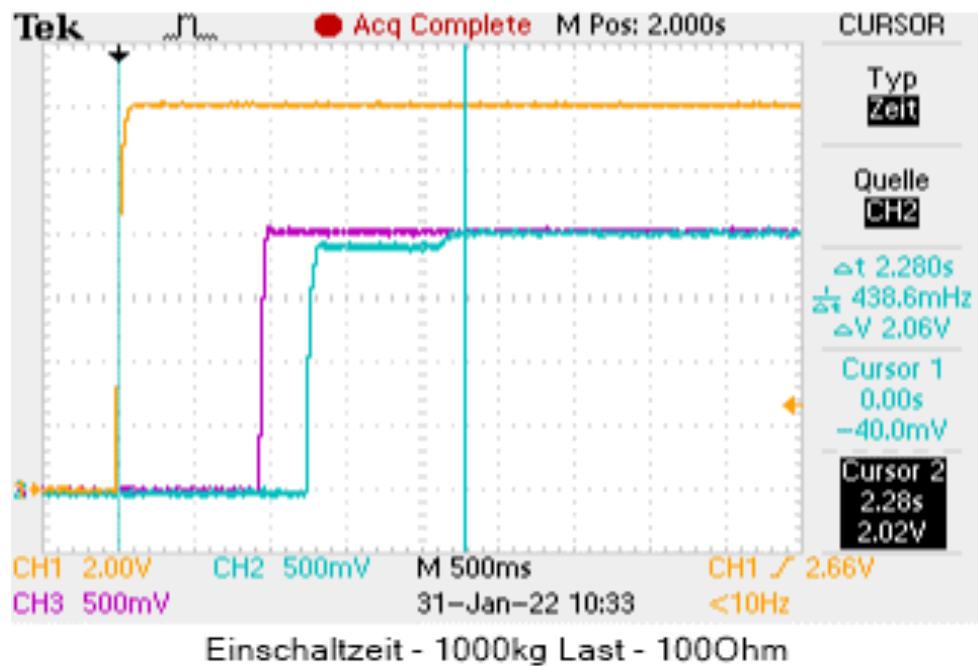
### 2.2.13.2 Testmittel

- Testboard ,MRW420' mit Projekt ,MRW420 – V2.000'  
Diese ist vor dem Test zu kalibrieren.
- Labornetzteil ,Owon ODP3033'
- Oszilloskop ,Tektronix TDS2014B'
- Weigh-Tronix ,Wiegestabsimulator'
- WZ-Simulationsbox

### 2.2.13.3 Testablauf

Das Testboard ,MRW420' ist nacheinander mit 100Ω und 500Ω Bürden zu bestücken und die Spannung über diesen mit dem Oszilloskop aufzuzeichnen. Um den Zeitpunkt der Bestromung festhalten zu können, wird zusätzlich die Versorgungsspannung erfasst.

#### 2.2.13.4 Testergebnisse

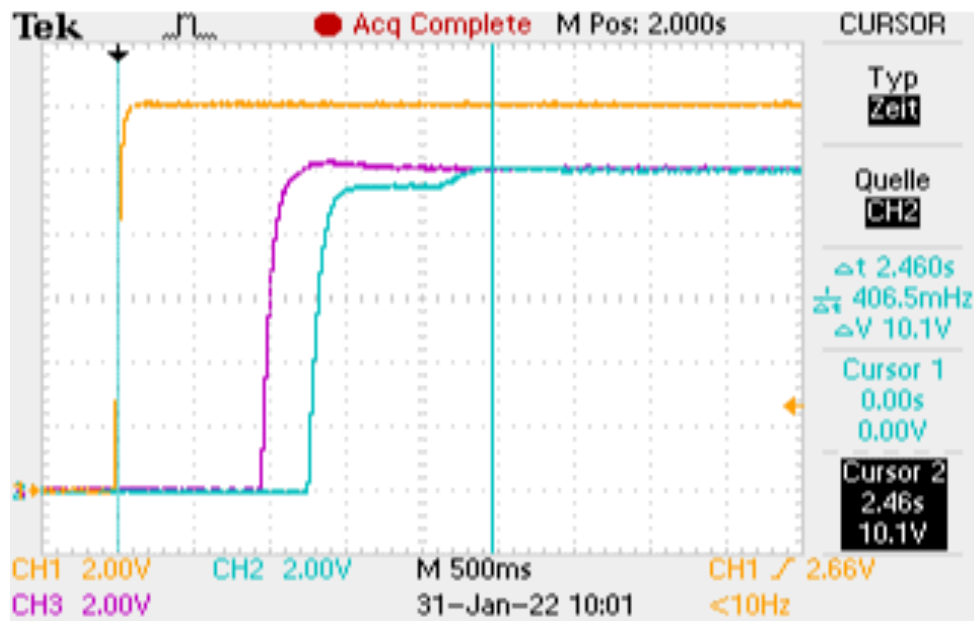


Ausgangssignal nach Bestromung – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Versorgungsspannung der MRW420-Elektronik

CH2: Spannung über 100 $\Omega$  Bürde – Kanal 0

CH3: Spannung über 100 $\Omega$  Bürde – Kanal 1



Einschaltzeit - 1000kg Last - 500Ohm

Ausgangssignal nach Bestromung – Kanal 0 und Kanal 1

CH1: Versorgungsspannung der MRW420-Elektronik

CH2: Spannung über 100Ω Bürde – Kanal 0

CH3: Spannung über 100Ω Bürde – Kanal 1

	100Ω Bürde	
Kanal	Einschaltzeit	Bemerkung
CH0	2280ms	
CH1	1100ms	

	500Ω Bürde	
Kanal	Einschaltzeit	Bemerkung
CH0	2460ms	
CH1	1750ms	

**2.2.13.5 Testauswertung**

Spec.	Prüfkriterium	erfüllt	Bemerkung
---	---	Ja	Es existiert keine Spezifikation der Einschaltzeit

Der Test wurde auch am 2.Kanal durchgeführt und zeigte keine Unterschiede zum 1.Kanal.

**2.2.13.6 Resultierendes Testergebnis**

# Test bestanden

## 2.2.14 Vergleich des Zeitverhaltens zwischen den Firmware-Version V1.103 und V2.000

### 2.2.14.1 Testbeschreibung

Zu testen ist die Spezifikation:

Spec.	Verhalten	Bemerkung
ST1.1.0	Das Zeitverhalten der Stromschnittstelle darf sich nicht nennenswert von der Version V1.103 unterscheiden	

Es soll das Zeitverhalten der Version V2.000 gegenüber der Referenz-Firmware V1.103 verglichen werden. Dieses darf aus Kompatibilitätsgründen nur unwesentlich voneinander abweichen.

### 2.2.14.2 Testmittel

- Es werden keine Testmittel benötigt, da hier der Vergleich zwischen den bereits erfassten Daten beider Versionen die Grundlagen bilden.

### 2.2.14.3 Testergebnisse, -auswertung

Beschreibung	V1.103	V2.000	Diff.	Erfüllt	Bemerkung
„Untersuchung des Regelverhaltens bei kontinuierlicher Lastzu- und abnahme von 0-920-0kg“ Dauer bis zur Ausregelung					
CH0	100Ω	600ms	640ms	40ms	Ja
CH1	100Ω	600ms	640ms	40ms	Ja
„Untersuchung des Regelverhaltens bei sprunghafter Lastzu- und abnahme von 0-920-0kg“ Dauer bis zur Ausregelung					
CH0	100Ω	2200ms	1980ms	-220ms	Ja
CH1	100Ω	2200ms	1980ms	-220ms	Ja
„Abschaltung bei Überlast“ Dauer bis zur Abschaltung					
CH0	100Ω	1150ms	1220ms	70ms	Ja
CH1	100Ω	1150ms	1220ms	70ms	Ja
Einschaltzeit bis zum vollständigen Einstellen des Ausgangsstroms					
CH0	100Ω	3300ms	2280ms	-1020ms	
CH1	100Ω	2600ms	1100ms	-1500ms	
CH0	500Ω	3140ms	2460ms	-680ms	
CH1	500Ω	3140ms	1750ms	-1390ms	

### 2.2.14.4 Resultierendes Testergebnis

**Test bestanden**

### **3 Kommentare**

## 4 Anhang