



# AMS Serie

Amperemeter für EMV Labore





## Inhaltsverzeichnis

1	Lieferumfang .....	4
2	Allgemeine Warnhinweise .....	4
3	Quick Start .....	5
4	Modelle .....	6
5	Anschlüsse .....	7
5.1	AMS-S.....	7
5.2	AMS-U.....	8
6	Funktionsbeschreibung.....	9
6.1	Blockschaltbild.....	10
6.2	Strom-Messung .....	11
6.2.1	Messbereichswahl .....	11
6.2.2	Frequenzgang .....	11
6.2.3	Power Mode .....	15
6.2.4	Oversampling Ratio.....	15
6.2.5	Global Chop Mode .....	15
6.2.6	Effektive Datenrate .....	15
6.2.7	Messwert Speicher .....	16
6.3	Spannungs-Messung .....	18
6.3.1	Frequenzgang.....	18
6.4	Voraussetzungen für den ordnungsgemäßen Betrieb.....	19
6.4.1	Ladezustand des Akkus .....	19
6.4.2	Maximal erlaubter Temperaturbereich .....	19
6.4.3	Maximal erlaubter Messbereich .....	19
6.4.4	Potentialbehaftete Signale .....	20
6.4.5	Ein- und Ausschalten des Geräts.....	20
6.4.6	Trennen der Messleitungen .....	21
6.5	Akku laden.....	21
7	Spezifikationen.....	22
7.1	Strom-Messung .....	22
7.1.1	Messbereiche .....	22
7.1.2	Messperformance.....	24
7.1.3	Auswirkungen des Oversampling Ratio (OSR).....	25
7.2	Spannungs-Messung .....	25
7.3	Temperatur.....	25
7.4	Akku.....	26
7.5	EMV .....	27



7.5.1	CE-Kennzeichnung .....	27
7.5.2	Anwendung im EMV Labor .....	28
8	SCPI Schnittstelle .....	29
8.1	Serielle Schnittstelle .....	29
8.2	Kommunikations-Timeout .....	30
8.3	SCPI Protokoll .....	31
8.3.1	SCPI Befehle .....	31
9	Software Update .....	41
10	Mechanische Abmessungen .....	42
10.1	AMS-S .....	42
10.2	AMS-U .....	43
11	Anwendungsbeispiele .....	44
11.1	Strom-Messung ohne besondere Anforderungen .....	44
11.2	BCI (Bulk Current Injection) Messung mit High-Side Strom-Messung .....	45
11.3	BCI (Bulk Current Injection) Messung mit Low-Side Strom-Messung .....	46
12	Support und Kontakt .....	47
13	Revisionsgeschichte .....	48



## 1 Lieferumfang

Der Lieferumfang umfasst folgende Teile:

- 1x „AMS-S“ Sensoreinheit
- 1x „AMS-U“ USB-Einheit zum Anschluss an den Computer
- 2x Crimp-Kontakte für die Hochstromkabel  
(Hochstromkabel und Crimp-Werkzeug sind nicht im Lieferumfang enthalten)
- 1x 10m optisches Kabel
- 1x 1m USB-C zu USB-A Kabel
- 1x USB-Stick mit
  - o Datenblatt
  - o Software-Update Tool
  - o COM-Port Treiber
  - o EU Konformitätserklärung

Alle Teile sind auch einzeln erhältlich - fragen Sie einfach beim Support an (siehe Kapitel [Support und Kontakt](#)).

## 2 Allgemeine Warnhinweise



Das Gehäuse des Sensors wird bei Messung hoher Ströme sehr warm - um Verbrennungen zu vermeiden, sollte nach solch einer Messung eine angemessene Abkühlzeit gewartet werden, bevor der Sensor wieder angefasst wird.

Der Sensor ist für Spannungen bis  $U_{ISO}$  entwickelt worden. Das Messen von oder bei höheren Spannungen ist weder vorgesehen noch empfohlen.

Das Gerät ist zur Verwendung in Labor-Umgebungen (wie z.B. EMV-Laboren) vorgesehen. Eine Verwendung außerhalb der genannten Umgebung fällt nicht in die bestimmungsgemäße Verwendung.

Das Tragen von Sicherheits-Schuhen beim Umgang mit dem Gerät wird empfohlen.

Um die allgemeine elektrische Sicherheit zu erhöhen, wird empfohlen, die Crimp-Kontakte mit Schrumpfschlauch zu isolieren.

Vor der Verwendung des Geräts ist eine Sichtprüfung auf sichtbare Mängel oder Schäden am Gerät durchzuführen. Sollte ein Schaden sichtbar sein, so darf das Gerät nicht weiter verwendet werden. In diesem Falle sollte der [Support](#) kontaktiert werden.



Das Gerät darf nur durch geschultes Personal verwendet und bedient werden!  
Das Personal muss mit den Gefahren, die von Lichtbögen und hohen Strömen ausgehen, vertraut und darin unterwiesen worden sein!



### 3 Quick Start

Folgender Ablauf wird bei der Erst-Inbetriebnahme des Geräts empfohlen:

- 1) Den Akku gemäß Kapitel [Akku laden](#) vollständig aufladen und das Ladekabel entfernen.
- 2) Die Sensor-Einheit und die USB-Einheit mithilfe des optischen Kabels gemäß folgender Abbildung verbinden:



- 3) Die Messleitungen entsprechend ihrer Stromtragfähigkeit konfektionieren (siehe Kapitel [Strom-Messung](#)) und an die beiden Strom-Messanschlüsse (roter und schwarzer Würfel) anschließen. Um die Messkabel anzuschließen muss die Kunststoff -Kappe des Anschlusses heruntergedrückt werden. Nun kann das mit dem beiliegenden Crimp-Kontakt konfektionierte Kabel in den Anschluss geschoben und die Kunststoff-Kappe losgelassen werden. Es gelten die Bestimmungen aus dem Kapitel [Maximal erlaubter Messbereich](#).
- 4) Die USB-Einheit mit beiliegendem USB-C Kabel an einen Computer anschließen.
- 5) Das Gerät durch Knopfdruck auf dein Einschaltbutton (siehe Kapitel [Anschlüsse: AMS-S](#)) einschalten - die LED am Einschaltbutton sollte dauerhaft grün leuchten.
- 6) Mess-Software auf dem Computer starten.

Für die grundsätzliche Funktion ist keine Modifikation der Einstellungen notwendig.

Die Messungen starten automatisch bei Einschalten des Geräts und können mit den entsprechenden Befehlen aus dem Kapitel [SCPI Befehle](#) ausgelesen werden.

Folgende Einstellungen sind für den Benutzer vorgesehen:

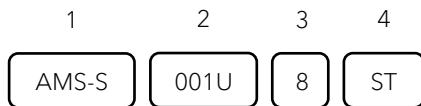
Parameter	Default Wert	SCPI-Befehl
Oversampling Ratio (OSR)	16384	<a href="#">SETT:SOSR</a>
Power Mode	VLP	<a href="#">SETT:SPWR</a>
Minimum Channel	0	<a href="#">CHAN:MSET</a>

Daraus ergibt sich nach Kapitel [Effektive Datenrate](#) eine Default-Datenrate von 20.83 Sps.



## 4 Modelle

Die USB-Einheit ist unabhängig von der verwendeten Sensor-Einheit und heißt immer „AMS-U“.  
Die Sensor-Einheit wird nach folgendem Schema benannt:



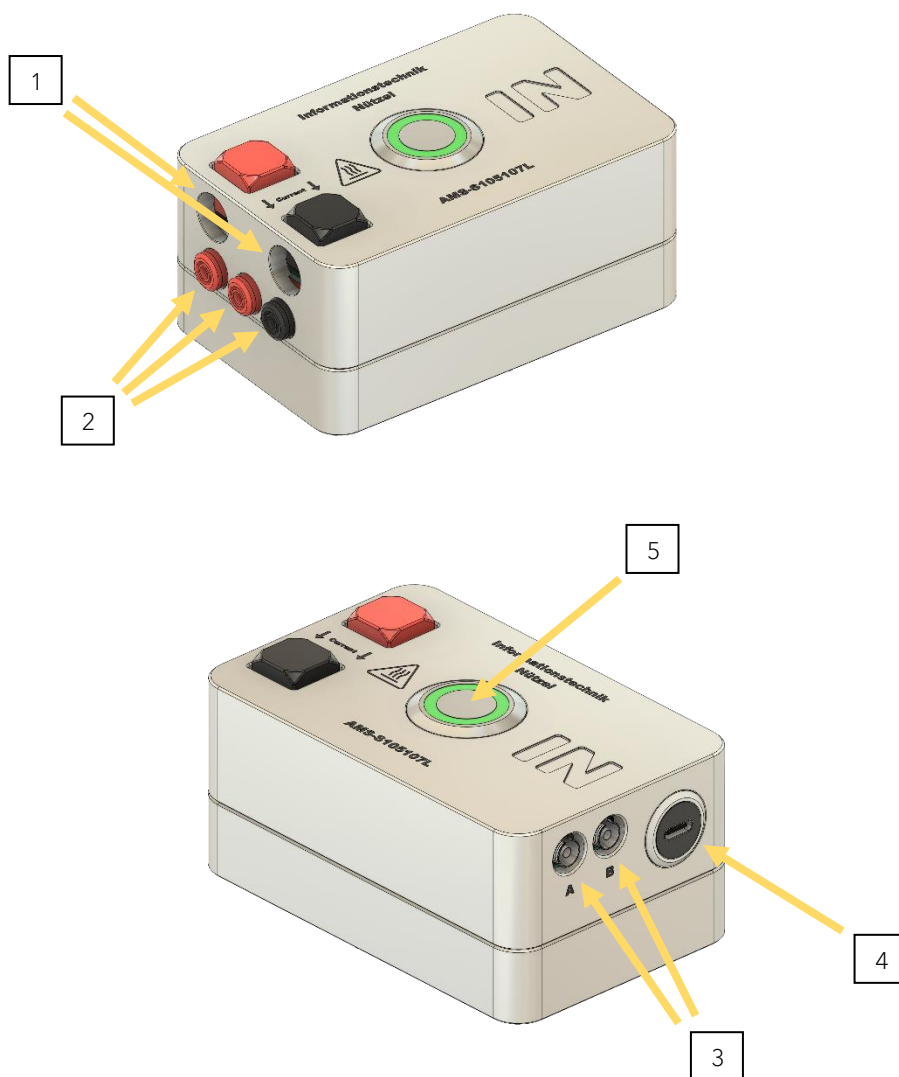
1. Sensor-Einheit
2. Messbereich Start  
3 Ziffern als Zahl und 1 Buchstabe für die 1000er Potenz  
001U → 1µA  
300N → 300nA  
017N → 17nA
3. Mess-Spanne  
Faktor zwischen Messbereichs-Start und Messbereichs-Ende als 10er Potenz.  
8 → 10<sup>8</sup>
4. Optische Anschlüsse  
Ausführung des optischen Anschlusses – folgende Optionen sind verfügbar:  
ST  
SC  
FC

Folgende Modelle sind erhältlich:

Modell	Messbereich	Shunt Widerstand Channel 0	Shunt Widerstand Channel 1	Shunt Widerstand Channel 2	Shunt Widerstand Channel 3
AMS-S001U8ST	1µA - 100A	300Ω	3Ω	30mΩ	300µΩ
AMS-S001U8SC					
AMS-S001U8FC					
AMS-S600N8ST	600nA - 60A	499Ω	4.99Ω	50mΩ	500µΩ
AMS-S600N8SC					
AMS-S600N8FC					
AMS-S300N8ST	300nA - 30A	1kΩ	10Ω	100mΩ	1mΩ
AMS-S300N8SC					
AMS-S300N8FC					
AMS-S003U7ST	3µA - 30A	100Ω	1Ω	10mΩ	1mΩ
AMS-S003U7SC					
AMS-S003U7FC					

## 5 Anschlüsse

### 5.1 AMS-S



Die Sensor-Einheit hat folgende Anschlüsse:

1) **Strom-Messleitungen rot (+) und schwarz (-)**

Durch diese Anschlüsse fließt der Mess-Strom und wird mit positivem Vorzeichen erfasst, wenn der Strom von dem roten Anschluss zum schwarzen Anschluss fließt. Die passenden Crimp-Kontakte zur Kabelkonfektionierung sind:

- Würth WG-PLUG REDCUBE 7464004 (4mm<sup>2</sup> - 50A)
- Würth WG-PLUG REDCUBE 7464006 (6mm<sup>2</sup> - 60A)
- Würth WG-PLUG REDCUBE 74640010 (10mm<sup>2</sup> - 80A)
- Würth WG-PLUG REDCUBE 74640016 (16mm<sup>2</sup> - 120A)

Nähere Informationen zum korrekten Anschluss der Messleitungen finden sich im Kapitel [Quick Start](#).



- 2) **Spannungs-Messung**  
Diese 2mm Bananenbuchsen dienen der Spannungsmessung von bis zu maximal zwei Kanälen. Details hierzu finden sich im Kapitel [Spannungs-Messung](#).
- 3) **Optisches Kabel A und B**  
Über diese beiden optischen Anschlüsse findet die Kommunikation zum Messrechner statt - Anschluss gemäß Kapitel [Quick Start](#).
- 4) **USB-C Lade- und Kommunikations-Anschluss**  
Über diesen USB-C Anschluss kann der integrierte Akku wieder aufgeladen werden. Zusätzlich ist eine direkte Kommunikation zum Sensor über diesen Port ohne die AMS-U USB-Einheit möglich.
- 5) **Einschalt-Button mit integrierter LED**  
Mithilfe dieses Buttons kann das Gerät ein- und ausgeschaltet werden. Eine Verzögerungszeit von bis zu 3 Sekunden nach Betätigen des Buttons ist akzeptabel.  
Die integrierte RGB-LED zeigt im Normalbetrieb mit ihrer Farbe den Ladezustand des Akkus an. Das Farbspektrum reicht dabei von grün (Akku voll geladen) über blau (mittlerer Ladungszustand) bis zu rot (Akku nahezu vollständig entladen).  
Während des Ladens pulsiert die LED langsam in grünem Farbton.

## 5.2 AMS-U

Der USB-Einheit hat folgende Anschlüsse:

- 1) **Optisches Kabel**  
Über diese beiden Kabel findet die Kommunikation zum Messrechner statt. Anschluss gemäß Kapitel [Quick Start](#).
- 2) **USB-C Lade- und Kommunikations-Anschluss**  
Über diesen USB-C Anschluss wird die USB-Einheit mit Energie versorgt. Außerdem wird die Kommunikation zur Sensor-Einheit an den Messrechner übertragen. Das beiliegende Kabel wird mit dem anderen Ende an einen USB-A Host-Anschluss gesteckt. Ein Standard USB-Port mit 500mA Strom genügt.





## 6 Funktionsbeschreibung

Die Geräte der AMS-Serie sind Amperemeter, welche speziell für EMV-Labore zur Messung von Strömen mit sehr weitem Messbereich entwickelt wurde. Sie zeichnen sich durch eine sehr gute Störfestigkeit, sehr wenig Störabstrahlung, eine automatische Messbereichsumschaltung und wertige Verarbeitung aus. Das Gehäuse ist aus Aluminium-Vollmaterial gefräst und garantiert neben elektromagnetischer Schirmung auch Langlebigkeit durch mechanische Stabilität.

Die Messung potentialbehafteter Signale (z.B. bei High-Side Strom-Messung) ist durch den Akkubetrieb bis  $U_{ISO}$  problemlos möglich. Details und Warnhinweise hierzu finden sich im Kapitel [Voraussetzungen für den ordnungsgemäßen Betrieb](#). Für ein optimales EMV-Verhalten kommen für die Kommunikation zwischen Computer und Sensor optische Kabel zum Einsatz. Diese stellen zugleich eine störsichere Kommunikation zum Messrechner sicher. Alternativ kann auch direkt über den USB-C Anschluss der Sensor-Einheit kommuniziert werden. Bei Verwendung dieser Betriebsart gelten jedoch nicht die im Kapitel [EMV](#) angegebenen EMV-relevanten Werte.

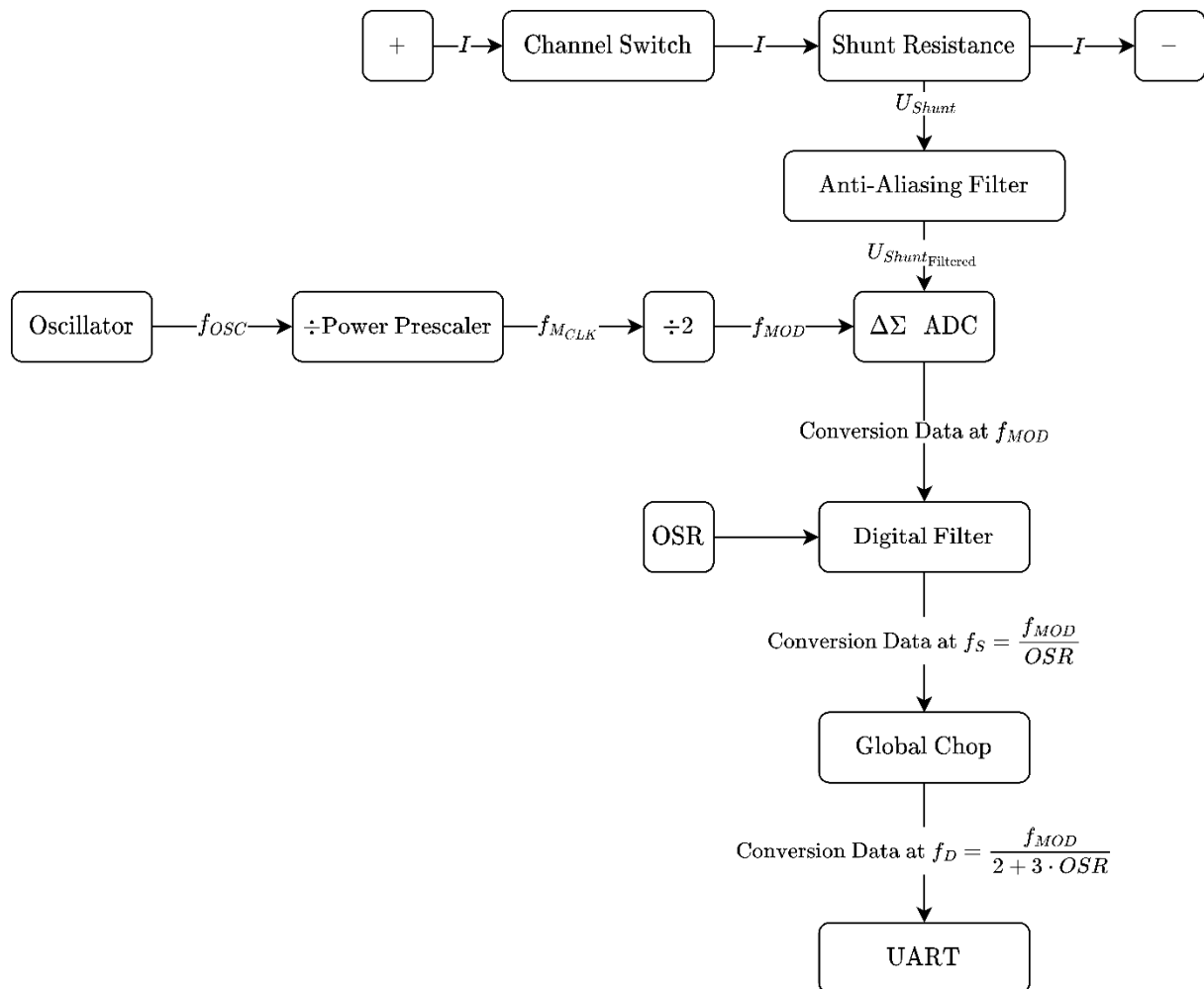
Als Kommunikationsprotokoll wird ein Subset des [SCPI Protokolls](#) verwendet, welches über die [Serielle Schnittstelle](#) abgewickelt wird und die Integration des Sensors in bestehende Messumgebungen erleichtert.

Der Mess-Strom wird an den Klemmkontakten eingespeist und von rot (+) nach schwarz (-) gemessen. Sowohl DC-Ströme als auch AC-Ströme können bis zur Datenrate  $f_D$  gemessen werden. Die elektrischen Spezifikationen zu den einzelnen Messbereichen und dem Frequenzverhalten finden sich im Kapitel [Spezifikationen](#).

Für eine zeitgleiche Spannungs-Messung stehen dem Benutzer zwei Mess-Kanäle zur Verfügung, welche durch den Sensor ebenfalls mit  $f_D$  abgetastet werden.



## 6.1 Blockschaftbild





## 6.2 Strom-Messung

Der Mess-Strom wird über einen Shunt-Widerstand gemessen, welcher je nach gemessenem Strom angepasst wird. Dadurch ergeben sich insgesamt  $N_{Ch}$  Messbereiche, welche automatisch vom Sensor gewählt werden. Die elektrischen Spezifikationen der Messbereiche finden sich im Kapitel [Messbereiche](#). Gemessen werden können sowohl Gleichströme als auch Wechselströme, wobei der [Frequenzgang](#) des Sensors berücksichtigt werden muss. Die Polarität des Stroms wird positiv angegeben, wenn der Mess-Strom von rot (+) nach schwarz (-) fließt (siehe Kapitel [Anschlüsse: AMS-S](#)).

### 6.2.1 Messbereichswahl

Die Auswahl des passenden Messbereichs erfolgt standardmäßig automatisch. Details zu den Schaltzeiten finden sich im Kapitel [Messbereiche](#). Ist eine manuelle Kontrolle über den verwendeten Messbereich gewünscht, beispielsweise weil der Benutzer einen Mess-Strom bekannter Höhe erwartet und die Messbereichs-Umschaltzeiten (siehe [Messbereiche](#)) vermeiden möchte, so kann mithilfe des Befehls [CHAN:MSET](#) der minimale Messbereich festgelegt werden.

#### 6.2.1.1 Automatische Messbereichsumschaltung durch Schutzschaltung

Der Sensor hat eine in Hardware aufgebaute Schutzschaltung, welche bei Überlast eines Messbereichs automatisch in den nächst-größeren Messbereich umschaltet. Der Benutzer kann den aktuell verwendeten Messbereich mit dem Befehl [CHAN:GCUR](#) in Erfahrung bringen. Die Grenzwerte für ein Überlast-Ereignis finden sich im Kapitel [Messbereiche](#).

### 6.2.2 Frequenzgang



**Der Messfehler, der durch den Frequenzgang des Sensors entsteht, wird nicht vom Sensor kompensiert oder berechnet.**

Der Frequenzgang der Strom-Messung setzt sich aus zwei Anteilen zusammen.

Der erste Anteil wird durch die analogen Filter verursacht und hängt von dem verwendeten Mess-Kanal ab. Der Betrag der idealen Übertragungsfunktion lautet:

$$|H(f)| = \frac{3 + 24\pi^2 f^2 LC_1}{3 + 24\pi^2 f^2 LC_1 + 8\pi f R_{Shunt} C_1 + 16\pi^3 f^3 R_{Shunt} LC_1^2} \cdot \frac{1}{1 + 4\pi^2 f^2 LC_1} \cdot \frac{1}{1 + 4\pi f RC_2}$$

$$\begin{aligned} L &= 1 \mu H \\ C_1 &= 2.2 \mu F \\ R &= 39 k\Omega \\ C_2 &= 51 pF \end{aligned}$$

Der Wert für  $R_{Shunt}$  ist dem Kapitel [Modelle](#) zu entnehmen.



Exemplarische Plots für  $300\mu\Omega$  und  $300\Omega$ :

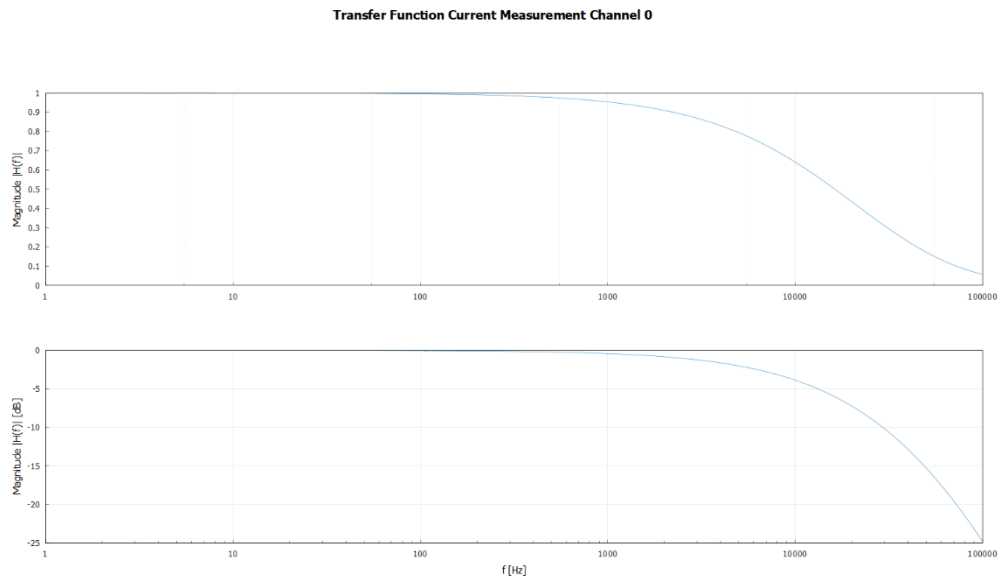


Abbildung 6.1: Übertragungsfunktion der analogen Filter für  $R_{Shunt} = 300\mu\Omega$

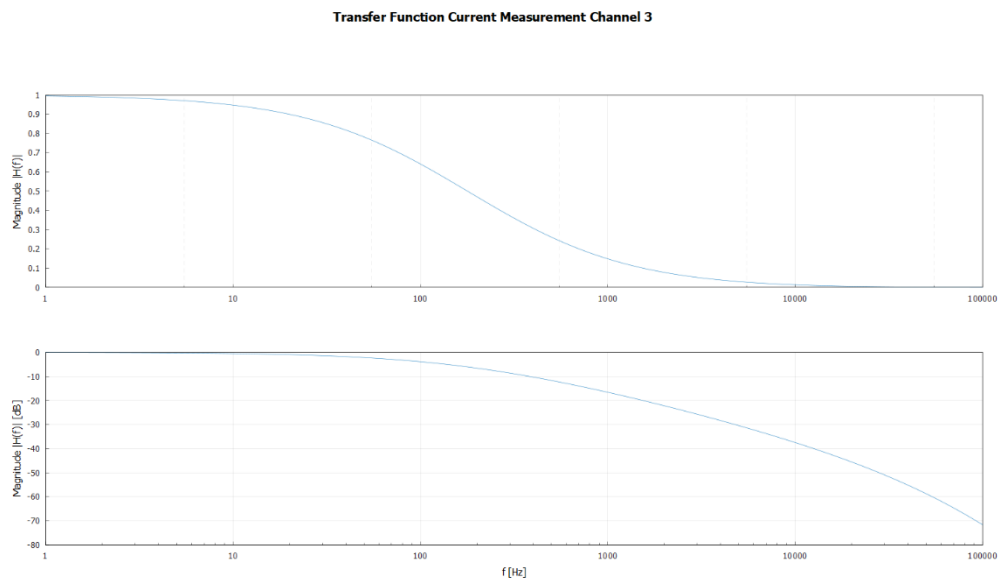


Abbildung 6.2: Übertragungsfunktion der analogen Filter für  $R_{Shunt} = 300\Omega$



Der zweite Teil entsteht durch den im AD-Wandler integrierten digitalen Filter. Seine Übertragungsfunktion hängt vom gewählten **Power Mode** und dem eingestellten **Oversampling Ratio** ab.  $f_{MOD}$  ist dem Kapitel **Power Mode** zu entnehmen.

Für  $OSR \leq 1024$  gilt:

$$|H(f)| = \left| \frac{\sin\left(\frac{OSR \cdot \pi f}{f_{MOD}}\right)}{OSR \cdot \sin\left(\frac{\pi f}{f_{MOD}}\right)} \right|^3$$

Digital Filter with OSR = 1024

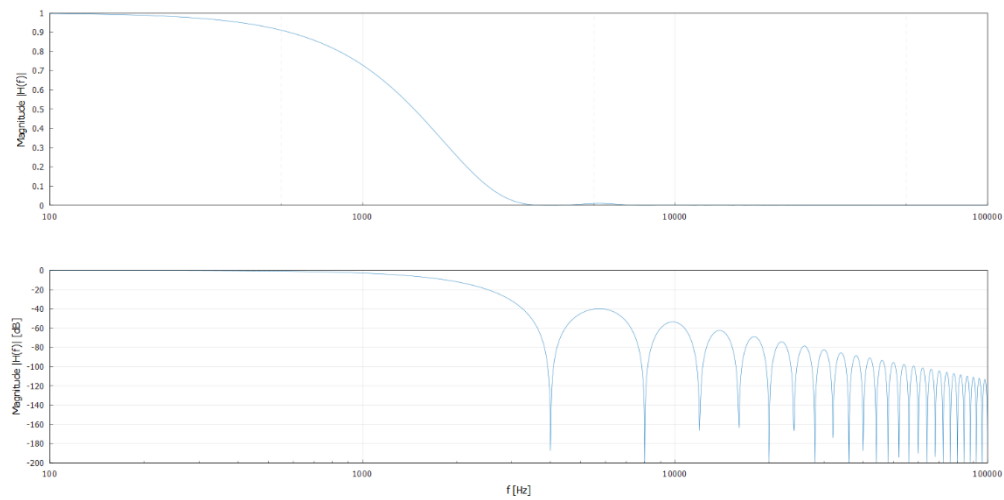


Abbildung 6.3: Digitaler Filter für  $OSR = 1024$  und **Power Mode = High Resolution**



Für  $OSR > 1024$  gilt:

$$|H(f)| = \left| \frac{\sin\left(\frac{1024 \cdot \pi f}{f_{MOD}}\right)}{1024 \cdot \sin\left(\frac{\pi f}{f_{MOD}}\right)} \right|^3 \cdot \left| \frac{1024 \cdot \sin\left(\frac{OSR \cdot \pi f}{f_{MOD}}\right)}{OSR \cdot \sin\left(\frac{1024 \cdot \pi f}{f_{MOD}}\right)} \right|$$

Digital Filter with OSR = 4096

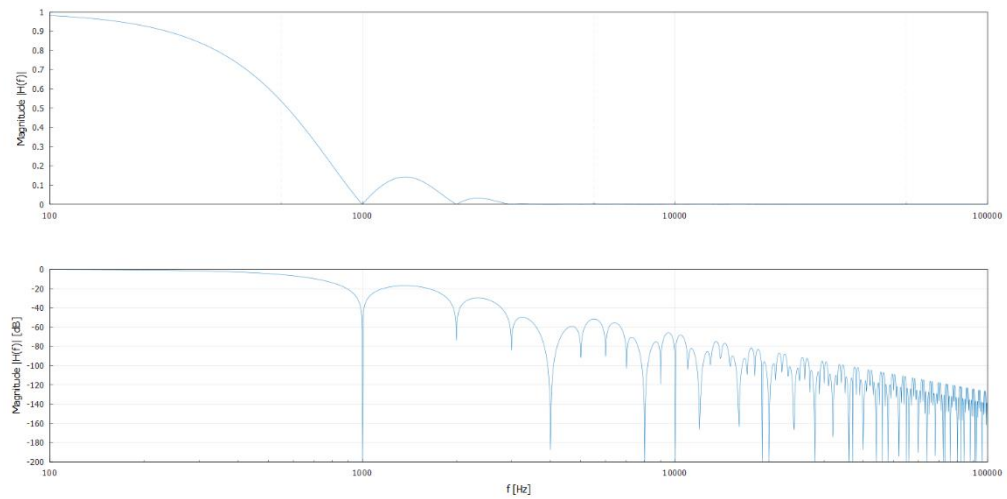


Abbildung 6.4: Digitaler Filter für  $OSR = 4096$  und Power Mode = High Resolution



### 6.2.3 Power Mode

Der Power Mode bestimmt die Energieaufnahme durch Veränderung von  $f_{MCLK}$  und damit auch  $f_{MOD}$ , der Modulatorfrequenz des  $\Delta\Sigma$ -Wandlers (siehe [Blockschaltbild](#)). Mit der Modulatorfrequenz ändert sich auch die Sample Rate  $f_s$  und die Messgenauigkeit durch Rauschen (siehe [Auswirkungen des Oversampling Ratio \(OSR\)](#)). Es gilt:

$$f_{MOD} = \frac{f_{MCLK}}{2} = \frac{f_{osc}}{2 \cdot \text{Power Prescaler}}$$

Power Mode	Beschreibung	Power Prescaler
HR	High Resolution	1
LP	Low Power	2
VLP	Very Low Power	4

### 6.2.4 Oversampling Ratio

Das Oversampling Ratio ist definiert als das Verhältnis der Modulatorfrequenz  $f_{MOD}$  zur Sample Rate  $f_s$  und bestimmt die Messgenauigkeit und die Übertragungsfunktionen der [digitalen Filter](#). Das OSR ist standardmäßig auf  $OSR_{Def}$  eingestellt und kann mit dem Befehl `SETT:SOSR` geändert werden. Details zu möglichen Werten und deren Auswirkungen auf die Messgenauigkeit finden sich in Kapitel [Auswirkungen des Oversampling Ratio \(OSR\)](#). Es gilt:

$$f_s = \frac{f_{MOD}}{OSR}$$

### 6.2.5 Global Chop Mode

Der Global Chop Mode dient der Minimierung des Offset-Messfehlers. Der AD-Wandler polt den Messeingang nach jeder Messung um und berechnet das Messergebnis aus dem Mittelwert zweier aufeinanderfolgender Messungen. Da durch das Umpolen des Messeingangs die [digitalen Filter](#) jedoch zurückgesetzt werden müssen, ist die Datenrate  $f_D$  um den Faktor drei kleiner als  $f_s$ . Zusätzlich wird noch zwei Perioden der Modulatorfrequenz  $f_{MOD}$  gewartet, um das Mess-Signal einschwingen zu lassen. Es gilt:

$$f_D = \frac{f_{MOD}}{2 + 3 \cdot OSR}$$

### 6.2.6 Effektive Datenrate

Die effektive Datenrate  $f_D$  ergibt sich nach all diesen Betrachtungen zu:

$$f_D = \frac{f_{osc}}{2 \cdot \text{Power Prescaler} \cdot (2 + 3 \cdot OSR)}$$



## 6.2.7 Messwert Speicher

Der Sensor speichert die aktuellsten  $N_{Buffer}$  Samples der Strom- und Spannungsmessungen in einem internen Ringspeicher. Dieser Speicher kann mit dem Befehl `READ:CURB` (Strom-Messung) oder `READ:VOLB` (Spannungsmessung) ausgelesen werden. Der Sensor überträgt dabei immer nur die Messwerte, welche seit der letzten Nutzung des Befehls gemessen wurden – nur limitiert durch die Größe des Ringspeichers. Ist der Ringspeicher voll, so wird der jeweils älteste Wert durch den neuen Wert ersetzt. Beide Ringspeicher können gleichzeitig mit dem Befehl `BUFF:ERAS` gelöscht werden.

Der Aufbau des durch die Lese-Befehle erhaltenen Datenpakets wird im Folgenden beschrieben:

Die ersten beiden Byte des Pakets geben die Anzahl an Messwerten an, die daraufhin als „float“ nach IEEE754 („single“, bzw. „binary32“) folgen. Das letzte Byte des Pakets ist das Terminator-Zeichen (siehe [SCPI Befehle](#)).

Folgendes Code-Beispiel kann zum Zusammensetzen eines Messwerts verwendet werden (C++):

```
1. constexpr inline float _4x8Bit_to_float(const uint8* lowestByte, bool msbFirst = true)
2. {
3.     union convert
4.     {
5.         float d;
6.         uint8 u[4];
7.     };
8.
9.     convert c = {0};
10.
11.    if(msbFirst == false)
12.    {
13.        for(uint32 i = 0; i < 4; i++)
14.        {
15.            c.u[i] = lowestByte[i];
16.        }
17.    }
18.    else
19.    {
20.        for(uint32 i = 0; i < 4; i++)
21.        {
22.            c.u[i] = lowestByte[3 - i];
23.        }
24.    }
25.
26.    return(c.d);
27. }
```

Der Parameter „lowestByte“ ist der Empfangspuffer mit dem zuerst empfangenen Byte an Index 0 und dem zuletzt empfangenen Byte an Index 3. An Index 4 beginnt der nächste Messwert und muss durch erneuten Aufruf dieser Funktion mit um 4 inkrementierten Pointer ermittelt werden.



Folgendes Beispiel kann zum Zusammensetzen der Anzahl der Messwerte aus den ersten beiden Bytes verwendet werden (C++):

```
1. constexpr inline uint16 _2x8Bit_to_1x16Bit(const uint8* lowestByte, bool msbFirst = true)
2. {
3.     if(msbFirst == true)
4.     {
5.         return((lowestByte[0] << 8) + lowestByte[1]);
6.     }
7.     return((lowestByte[1] << 8) + lowestByte[0]);
8. }
```

Der Parameter „lowestByte“ ist der Empfangspuffer mit dem zuerst empfangenen Byte an Index 0 und dem zuletzt empfangenen Byte an Index 1.

Die Größe des gesamten Datenpakets beträgt:

$$L = 2 + 4n + 1 \text{ Byte} = \text{max. } 16387 \text{ Byte}$$

L = Länge des Datenpakets

n = Anzahl der Messwerte.

## 6.3 Spannungs-Messung

Der Sensor stellt zwei Kanäle zur Spannungs-Messung bereit. Diese Kanäle werden mit derselben Datenrate  $f_D$  wie die Strom-Messung aufgezeichnet und können mit dem Befehl `MEAS:VOLT` abgefragt werden. Die im Kapitel [Spannungs-Messung](#) angegebenen Spezifikationen der Kanäle müssen eingehalten werden, ansonsten kann der Sensor beschädigt werden.

Zusätzlich müssen die Bestimmungen des Kapitels [Voraussetzungen für den ordnungsgemäßen Betrieb](#) beachtet werden.



**Die Verwendung außerhalb des angegebenen Messbereichs führt zum Verlust von Garantie- und Gewährleistungs-Ansprüchen.**

### 6.3.1 Frequenzgang



**Der Messfehler, der durch den Frequenzgang des Sensors entsteht, wird nicht vom Sensor kompensiert oder berechnet.**

Der Frequenzgang der Spannungs-Messung lässt sich mit folgender Formel berechnen:

$$|H(f)| = \frac{1}{1 + 4\pi^2 f^2 LC}$$

$$L = 1 \mu H$$

$$C_1 = 2.2 \mu F$$

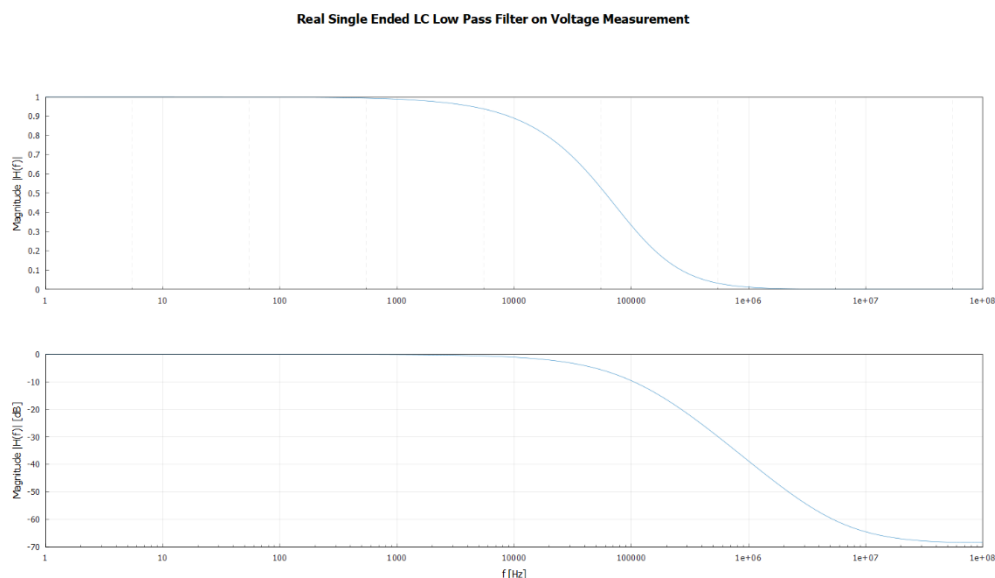


Abbildung 6.5: Frequenzgang der Spannungs-Messung



## 6.4 Voraussetzungen für den ordnungsgemäßen Betrieb

### 6.4.1 Ladezustand des Akkus

Zum Schutze des Akkus sollte der Benutzer dafür sorgen, dass der Akku immer ausreichend geladen ist. Die Akkuspannung selbst kann mit dem Befehl `ACCU:VOLT`, der Ladezustand in Prozent mit `ACCU:CHAP` ermittelt werden. Die verbleibende Akku-Ladung in mAh kann mit dem Befehl `ACCU:CHAC` abgefragt werden. Der Zustand des Akku-Managements kann mit dem Befehl `ACCU:STAT` in Erfahrung gebracht werden.

Weitere wichtige Hinweise im Zusammenhang mit dem Akku finden sich im Kapitel [Ein- und Ausschalten des Geräts](#).

### 6.4.2 Maximal erlaubter Temperaturbereich

Die Temperatur des Sensors wird kontinuierlich überwacht und dem Benutzer über den Befehl `MEAS:TEMP` zur Verfügung gestellt.



**Die Sensortemperatur darf  $T_{Max}$  nicht überschreiten, sonst kann der Sensor beschädigt werden.**

Wird der Sensor bis zur maximalen Umgebungstemperatur  $T_{AmbMax}$  verwendet, so kann der volle Messbereich ausgeschöpft werden. Dennoch sollte im Betrieb die Sensortemperatur überwacht und bei Übertemperatur der Mess-Strom verringert werden. Sollte trotz eingehaltener Spezifikationen Übertemperatur vorliegen, wenden Sie sich bitte an den Support (siehe Kapitel [Support und Kontakt](#)).



**Die Umgebungstemperatur muss zur Vermeidung von Übertemperatur des Sensors, aber auch zum Schutze des Akkus unbedingt eingehalten werden. Ist die Umgebungstemperatur höher als  $T_{AmbMax}$ , kann der Akku stark beschädigt werden, womit akute Brandgefahr einhergeht. Um eine lange Lebensdauer des Akkus zu gewährleisten, darf die Umgebungstemperatur  $T_{AmbMin}$  auch nicht unterschritten werden. Dies gilt nicht nur während des Sensorbetriebs, sondern auch für die Lagerung des Sensors.**

Um die Personengefährdung zu minimieren, ist der Akku in einem massiven Aluminiumgehäuse verbaut, sodass eine Brandausbreitung unwahrscheinlich ist.

### 6.4.3 Maximal erlaubter Messbereich

#### 6.4.3.1 Strom-Messung

Der im Kapitel [Messbereiche](#) angegebene Messbereich ist unter Einhaltung sämtlicher Spezifikationen nutzbar. Eine Überschreitung des maximalen Mess-Stroms beschädigt den Sensor nicht sofort, kann aber die Messgenauigkeit dauerhaft beeinträchtigen. Bei Überschreitung des maximalen Mess-Stroms muss



aber auf jeden Fall die **maximal erlaubte Sensortemperatur** eingehalten werden. Bei Messung höherer Ströme muss auf eine ausreichende Dimensionierung der Kabelquerschnitte und der Kabelkonfektionierung geachtet werden. Für die Konfektionierung der Messleitungen werden die beiliegenden Crimp-Kontakte und Kupfer-Kabel mit  $16\text{mm}^2$  Querschnitt empfohlen.



Die Verwendung außerhalb des angegebenen Messbereichs führt zum Verlust von Garantie- und Gewährleistungs-Ansprüchen.

#### 6.4.3.2 Spannungs-Messung

Die maximal anliegende Spannung an den Spannungs-Messkanälen darf  $U_{Max}$  nicht überschreiten. Es sind unbedingt die Hinweise im Kapitel [Potentialbehaftete Signale](#) zu beachten!

#### 6.4.4 Potentialbehaftete Signale

Die Messung von Signalen mit Potential gegenüber Erde (Sensor-Gehäuse) ist bis  $U_{Iso}$  möglich.



Die Verwendung oberhalb  $U_{Iso}$  kann das Gerät dauerhaft beschädigen und führt zum Verlust von Garantie- und Gewährleistungs-Ansprüchen. Zusätzlich besteht die Gefahr eines elektrischen Schlags!



Folgende Anschlüsse sind galvanisch miteinander verbunden

- Der Ground-Pin des USB-C Anschlusses der Sensor-Einheit
- Das Gehäuse des USB-C Anschlusses der Sensor-Einheit
- Der Minus-Pol (schwarzer Block) der Strom-Messung

- Der Ground-Pin der Spannungs-Messung

Eine gleichzeitige Messung von Spannung und Strom muss deshalb ausschließlich über eine Low-Side Strom-Messung erfolgen! Bei einer High-Side Strom-Messung muss entweder auf eine gleichzeitige Spannungs-Messung verzichtet werden oder das Bezugspotential der Spannungs-Messung muss auf demselben Potential liegen wie der negative Pol der Strom-Messung.

Sollte das Gerät während der Messung auch geladen werden, so muss vorher sichergestellt werden, dass der Ground-Pin der USB-C Schnittstelle auf demselben Spannungs-Potential liegt wie der Minus-Pol der Strom-Messung, bzw. der Ground-Pin der Spannungs-Messung!

#### 6.4.5 Ein- und Ausschalten des Geräts

Es wird empfohlen, dafür zu sorgen, dass kein Mess-Strom fließt, wenn das Gerät ein- oder ausgeschaltet wird.



Bevor das Gerät ausgeschaltet wird, muss sichergestellt sein, dass kein Mess-Strom mehr fließt! Wenn der Akku leer ist, schaltet sich das Gerät zwangsläufig selbst ab. Auch in diesem Fall muss der Benutzer Sorge dafür tragen, dass diese Bedingung eingehalten wird.

Die Missachtung dieser Vorgabe kann das Gerät dauerhaft beschädigen und führt zum Verlust von Garantie- und Gewährleistungs-Ansprüchen.

Das Gerät kann sich auch selbst ausschalten, siehe Kapitel [Kommunikations-Timeout](#).



## 6.4.6 Trennen der Messleitungen



**Sowohl die Strom- als auch die Spannungs-Messleitungen dürfen nicht unter Last getrennt werden!  
Vor dem Trennen muss die Mess-Spannung 0V, bzw. der Mess-Strom 0A betragen!**

**Die Missachtung dieser Vorgabe kann das Gerät dauerhaft beschädigen und führt zum Verlust von Garantie- und Gewährleistungs-Ansprüchen. Ebenso können bei Missachtung auch Personenschäden entstehen!**

## 6.5 Akku laden

Das Gerät unterstützt das Laden nach dem USB-C Power-Delivery Standard. Ein entsprechendes Netzteil sollte mindestens 10W Leistung bereitstellen können. Empfohlen wird das Modell NGE100 der Firma „Meanwell“ (nicht im Lieferumfang enthalten).

Wird ein zum USB-C Power-Delivery Standard nicht-kompatibles Ladegerät verwendet, so wird die Ladeleistung begrenzt und die Ladedauer verlängert sich entsprechend. Das Ladegerät (nicht im Lieferumfang enthalten) muss jedoch dauerhaft mindestens 500mA Strom bereitstellen können.

Zum Laden des Geräts die Sensor-Einheit mit dem beiliegendem USB-C Kabel an das USB-Netzteil (nicht im Lieferumfang enthalten) anschließen. Die grüne LED im Akku sollte nun langsam pulsieren. Der Ladevorgang dauert je nach Ladezustand des Akkus maximal  $t_{AccuCh}$  Stunden. Wenn der Akku vollständig geladen ist leuchtet die LED konstant und das Ladekabel kann entfernt werden.



## 7 Spezifikationen

### 7.1 Strom-Messung

#### 7.1.1 Messbereiche

Symbol	Parameter		Bedingungen	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
$N_{ch_i}$	Anzahl an Strom-Messbereichen		-	-	4	-	-
$I_{Mess}$	Mess-Strom des jeweiligen Messbereichs	AMS-S 001U8	Channel 0	-100	-	100	$\mu$ A
			Channel 1	-10	-	10	mA
			Channel 2	-1	-	1	A
			Channel 3	-100	-	100	A
		AMS-S 600N8	Channel 0	-60	-	60	$\mu$ A
			Channel 1	-6	-	6	mA
			Channel 2	-600	-	600	mA
			Channel 3	-60	-	60	A
		AMS-S 300N8	Channel 0	-30	-	30	$\mu$ A
			Channel 1	-3	-	3	mA
			Channel 2	-300	-	300	mA
			Channel 3	-30	-	30	A
		AMS-S 300U7	Channel 0	-300	-	300	$\mu$ A
			Channel 1	-30	-	30	mA
			Channel 2	-3	-	3	A
			Channel 3	-30	-	30	A



$R_{channel}$	Widerstand des jeweiligen Messbereichs, gemessen zwischen + und -	AMS-S 001U8	Channel 0	-	300	-	$\Omega$
			Channel 1	-	3	-	$\Omega$
			Channel 2	-	30	-	m $\Omega$
			Channel 3	-	1.2	-	m $\Omega$
		AMS-S 600N8	Channel 0	-	499	-	$\Omega$
			Channel 1	-	4.99	-	$\Omega$
			Channel 2	-	50	-	m $\Omega$
			Channel 3	-	1.4	-	m $\Omega$
		AMS-S 300N8	Channel 0	-	1	-	k $\Omega$
			Channel 1	-	10	-	$\Omega$
			Channel 2	-	100	-	m $\Omega$
			Channel 3	-	1.9	-	m $\Omega$
		AMS-S 300U7	Channel 0	-	100	-	$\Omega$
			Channel 1	-	1	-	$\Omega$
			Channel 2	-	10	-	m $\Omega$
			Channel 3	-	1.9	-	m $\Omega$
$I_{Low_{sw}}$	Prozent des maximalen Stroms des nächstkleineren Messbereichs, bei dessen Unterschreiten der Messbereich softwareseitig verkleinert wird	-	-	$\pm 80$	-	%	
$I_{High_{sw}}$	Prozent des maximalen Stroms des aktuellen Messbereichs, bei dessen Überschreiten der Messbereich softwareseitig vergrößert wird	-	-	$\pm 100$	-	%	



$I_{High_{HW}}$	Prozent des maximalen Stroms des aktuellen Messbereichs, bei dessen Überschreiten der Messbereich durch die Schutzschaltung vergrößert wird	-	-	$\pm 116$	-	%
$t_{High_{Max}}$	Maximal verstrichene Zeitdauer zwischen Überschreiten von $I_{High_{HW}}$ und voller Stromübernahme durch den nächstgrößeren Messbereich	-	-	-	33	$\mu s$
$U_{Iso}$	Isolationsfähigkeit des Sensors zwischen Messkontakten und Gehäuse	-	60	-	-	V

### 7.1.2 Messperformance

Symbol	Parameter	Bedingungen	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
$PWR_{Def}$	Voreingestellter Power Mode	Reset Zustand	-	VLP	-	-
$OSR_{Def}$	Voreingestelltes Oversampling Ratio	Reset Zustand	-	16384	-	-
$f_{osc}$	Oscillator Frequency	-	7766	8192	8619	kHz
$f_s$	Sample Rate	-	62.5	-	32000	Sps
$f_D$	Data Rate	-	20.8	-	10611 <sup>(1)</sup>	Sps
$t_{startup}$	Zeit, bis die Messwerte des Sensors gültig sind	Reset Zustand	10	-	-	s
$N_{Buffer}$	Größe des internen Ringspeichers	-	-	2048	-	-

(1) Um diese Datenrate zu erreichen, muss der Befehl „:READ:CURB“, bzw. „:READ:VOLB“ verwendet werden.



### 7.1.3 Auswirkungen des Oversampling Ratio (OSR)

Die Angabe „ppm FSR“ entspricht dem Bereich von 0 bis  $I_{Highsw}$ . Die Messgenauigkeit ist der absolute Peak-Wert gemessen über 1000 Samples mit intern kurzgeschlossenen Analog-Eingängen. Der RMS-Wert befindet sich weit darunter.

Messgenauigkeit durch Rauschen [ppm FSR] und Sample Rate $f_s$ [Sps]						
OSR	Power Mode					
	HR		LP		VLP	
16384	39	250	39	125	77	62.5
8192	77	500	77	250	39	125
4096	77	1000	77	500	77	250
2048	77	2000	77	1000	77	500
1024	115	4000	115	2000	115	1000
512	153	8000	153	4000	191	2000
256	268	16000	268	8000	229	4000
128	306	32000	344	16000	306	8000

## 7.2 Spannungs-Messung

Details finden sich im Kapitel [Spannungs-Messung](#).

Symbol	Parameter	Bedingungen	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
$U_{Max}$	Maximal erlaubte Mess-Spannung	-	0	-	60	V
$N_{Chu}$	Anzahl an Spannungs-Messbereichen	-	-	2	-	-

## 7.3 Temperatur

Details finden sich im Kapitel [Maximal erlaubter Temperaturbereich](#).

Symbol	Parameter	Bedingungen	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
$T_{Max}$	Maximal erlaubte Sensortemperatur	-	-	-	125	°C
$T_{AmbMin}$	Minimale Umgebungstemperatur	-	5	-	-	°C
$T_{AmbMax}$	Maximale Umgebungstemperatur	-	-	-	40	°C
$T_{100A}$	Sensor Temperatur bei 100A Mess-Strom	AMS-S001U8, $I_{Mess} = 100A$ , $T_{Amb} = 25^{\circ}C$	-	40	-	°C



## 7.4 Akku

Symbol	Parameter	Bedingungen	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit
$U_{Accu_{Nom}}$	Nominale Akkuspannung	-	-	3.72	-	V
$C_{Accu}$	Nominale Kapazität des Akkus	Akku vollständig geladen	-	10000	-	mAh
$t_{Accu_{RST}}$	Akkulaufzeit mit Reset-Einstellungen	Default Einstellungen, Akku vollständig geladen	200	-	-	h
$t_{Accu_{min}}$	Akkulaufzeit mit maximaler Leistungsaufnahme	Default Einstellungen, OSR = 128, Power Mode = HR, Akku vollständig geladen	140	-	-	h
$t_{Accu_{ch}}$	Maximale Ladedauer	Akku vollständig entladen, kein USB-C Power-Delivery Netzteil	-	-	30	h



## 7.5 EMV

Die durchgeführten Prüfungen teilen sich auf in zwei Bereiche:

- Für die CE-Kennzeichnung erforderlich
- für die Anwendung im EMV-Labor sinnvollen

### 7.5.1 CE-Kennzeichnung

Folgende EMV Prüfungen wurden für die CE-Konformitätsvermutung durchgeführt und bestanden:

Prüfung	Prüfverfahren	Fachgrundnorm / Grenzwert	Frequenzbereich
Radiated Emissions Antenna (RE)	CISPR 16-2-3 EN 55016-2-3	EN 61000-6-3	30 MHz - 1 GHz
Radiated Immunity Antenna (RI)	EN 61000-4-3	EN 61000-6-2 (10 V/m)	80 MHz - 1 GHz
Conducted Voltage Emissions (CVE)	CISPR 16-2-1	EN 61000-6-3	150 kHz - 30 MHz
Conducted Voltage Immunity (CVI)	EN 61000-4-6	EN 61000-6-2 (10V)	150 kHz - 80 MHz
Harmonics	EN 61000-3-2	Class A	Bis zur 40. Harmonischen von 50Hz
Flicker	EN 61000-3-3	EN 61000-3-3	-
Voltage dips and short interruptions	EN 61000-4-11	EN 61000-6-2	-
Burst	EN 61000-4-4	EN 61000-6-1 Level 2 (1kV)	5 kHz und 100 kHz
Surge	EN 61000-4-5	EN 61000-6-1 Level 3 (1kV)	-
ESD	EN 61000-4-2	Air: Level 3 (8kV) Contact: Level 2 (4kV)	-



## 7.5.2 Anwendung im EMV Labor

Folgende EMV Prüfungen wurden für die Anwendung des Gerätes im EMV-Labor durchgeführt und bestanden:

Prüfung	Prüfverfahren	Fachgrundnorm / Grenzwert	Frequenzbereich
Radiated Emissions Antenna (RE)	CISPR 25	CISPR 25	9 kHz - 6 GHz
Radiated Immunity Antenna (RI)	ISO 11452-2	VW TL 81000:2021 200 V/m	200 MHz - 6 GHz
Conducted Voltage Emissions (CVE)	CISPR 25	CISPR 25	150 kHz - 108 MHz
Bulk Current Injection (BCI)	ISO 11452-4	200mA	150 kHz - 400 MHz



## 8 SCPI Schnittstelle

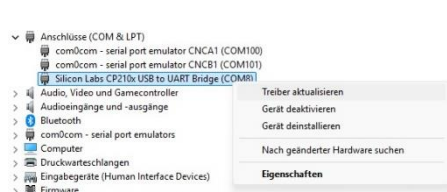
### 8.1 Serielle Schnittstelle

Die Kommunikation zwischen Sensor und Computer erfolgt seriell über das SCPI Protokoll. Die Parameter für die serielle Schnittstelle sind:

Baudrate	921600
Data Bits	8
Start Bits	1
Stop Bits	1
Parity Mode	None

Zum Betrieb der seriellen Schnittstelle ist es unter Microsoft Windows nötig, den COM-Port Treiber zu installieren. Der Treiber ist auf dem mitgelieferten USB-Stick enthalten - die neueste Version kann jedoch unter

[https://www.silabs.com/documents/public/software/CP210x\\_Universal\\_Windows\\_Driver.zip](https://www.silabs.com/documents/public/software/CP210x_Universal_Windows_Driver.zip)

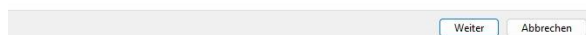


heruntergeladen werden. Zur Installation muss dieser Ordner nach dem Download entpackt werden. Nun muss im Geräte-Manager der zugehörige COM-Port gefunden werden und mit Rechtsklick der Treiber aktualisiert werden. Mit der Option „Auf meinem Computer nach Treibern suchen“ kann zu dem Ordner navigiert werden, der soeben entpackt wurde. Mit Klick auf „Weiter“ wird der Treiber

installiert und die erfolgreiche Installation von Microsoft Windows bestätigt.

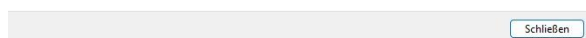


→ Aus einer Liste verfügbarer Treiber auf meinem Computer auswählen  
Diese Liste enthält verfügbare Treiber, die mit dem Gerät kompatibel sind, und alle Treiber in derselben Kategorie wie das Gerät.



Ihre Treiber wurden von Windows erfolgreich aktualisiert.

Die Treiber für das Gerät wurden von Windows installiert:





## 8.2 Kommunikations-Timeout

Um den Akku des Geräts zu schonen, schaltet sich das Gerät automatisch 30 Minuten nach dem letzten empfangenen Befehl ab.



**Die Hinweise aus dem Kapitel [Ein- und Ausschalten des Geräts](#) müssen unbedingt beachtet werden!**



## 8.3 SCPI Protokoll

Das SCPI Protokoll ist textbasiert und benutzt Befehle, um den Sensor zu konfigurieren und auszulesen. Im Kapitel [SCPI Befehle](#) sind alle verfügbaren Befehle aufgeführt.

### 8.3.1 SCPI Befehle

Für eine erfolgreiche Kommunikation müssen beiden Kommunikationsteilnehmern die verwendeten Datentypen und -formatierungen bekannt sein:

Datentyp	Beschreibung	Formatierung	Beispiel
int	Ganzzahl (Integer)	Optionales Vorzeichen und Zahl	-1234 2 4358 32768 -2333009
float	Gleitkommazahl (Floating Point)	Eine bis maximal drei als <b>int</b> formatierte Vor-Komma-Stellen gefolgt von einem Punkt, sechs Nachkommastellen, „e“ und der als <b>int</b> formatierten Zehnerpotenz. Die Zehnerpotenz nimmt nur Werte an, die ein Vielfaches von drei sind.	-1.054509e0 2.000000e-3 904.102999e12 -123.456789e-9 -23.758300e-6
string	ASCII Zeichenkette	ASCII Zeichen ohne Einklammerung durch Anführungszeichen oder Ähnlichem. Darf kein Semikolon (;) enthalten.	Test123Test stringBeispiel Channel0 839_Testjka

Manche Befehle benötigen Parameter, die im Befehl durch Werte ersetzt werden müssen. Diese Parameter sind in spitzen Klammern angegeben. Beispiel für eine Ersetzung:

**:CHAN:SOSR <Oversampling Ratio>**

mit dem Wert 256 für das neue Oversampling Ratio wird zu:

**:CHAN:SOSR 256**

Wenn der Wertebereich mit "-" angegeben ist, ist er nur durch den Datentyp begrenzt.



**Nach jedem Befehl muss das Terminator-Zeichen gesendet werden. Der Sensor antwortet dann mit der entsprechenden Antwort gefolgt von dem Terminator-Zeichen. Das Terminator-Zeichen ist (hexadezimal) 0x0A.**

Es folgt eine Auflistung aller verfügbaren Befehle:



### 8.3.1.1 \*IDN?

Syntax	<b>*IDN?</b>		
Beschreibung	<p>Liest die eindeutige Identifikation durch Modell-Bezeichnung und Version des Sensors und des Akkus aus.</p> <p>&lt;model&gt; steht für die Modell-Bezeichnung (siehe Kapitel <a href="#">Modelle</a>)</p> <p>&lt;sv&gt; und &lt;hv&gt; stehen für die Software- und Hardware-Version des Geräts und werden im Format „1.2“ übertragen.</p> <p>&lt;sn&gt; steht für die Seriennummer und wird durch eine Zahl des Datentyps <b>int</b> ersetzt im Hexa-Dezimal Format ersetzt (z.B. „0x1234567890ABCDEF01234567“).</p>		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Identifikation	string	<model> SW V<sv> HW V<hv> SN <sn>

### 8.3.1.2 \*RST

Syntax	<b>*RST</b>		
Beschreibung	Setzt alle Einstellungen auf Werkseinstellung zurück und startet den Sensor neu.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	-	-	-



### 8.3.1.3 ACCU:VOLT

Syntax	:ACCU:VOLT		
Beschreibung	Liest die Akku-Spannung aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Akku-Spannung	float	-

### 8.3.1.4 ACCU:CURRE

Syntax	:ACCU:CURRE		
Beschreibung	Liest den aktuellen Strom des Akkus in Ampere aus. Ein negativer Wert bedeutet eine Entladung des Akkus, ein positiver Wert deutet auf einen Ladevorgang hin.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Strom	float	-

### 8.3.1.5 ACCU:CHARGE

Syntax	:ACCU:CHARGE		
Beschreibung	Liest den Ladezustand des Akkus in mAh aus. Der Ladezustand kann auch negativ werden, da das Akku-Management von einer nominalen Kapazität des Akkus von $C_{Accu}$ ausgeht. Neue Akkus haben jedoch meistens etwas mehr Kapazität. Ein Wert von größer $C_{Accu}$ ist ebenso möglich, da das Akku-Management den Wirkungsgrad des Akkus nicht berücksichtigt. Um die Kapazitätsberechnung zu kalibrieren, empfiehlt es sich, den Akku vollständig aufzuladen.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Ladezustand	float	Siehe $C_{Accu}$



### 8.3.1.6 ACCU:CHAP

Syntax	<b>:ACCU:CHAP</b>		
Beschreibung	<p>Liest den Ladezustand des Akkus in Prozent aus.</p> <p>Der Ladezustand kann auch negativ werden, da das Akku-Management von einer nominalen Kapazität des Akkus von <math>C_{Accu}</math> ausgeht. Neue Akkus haben jedoch meistens etwas mehr Kapazität.</p> <p>Ein Wert von größer 100 ist ebenso möglich, da das Akku-Management den Wirkungsgrad des Akkus nicht berücksichtigt. Um die Kapazitätsberechnung zu kalibrieren, empfiehlt es sich, den Akku vollständig aufzuladen.</p>		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Ladezustand	int	-

### 8.3.1.7 ACCU:TEMP

Syntax	<b>:ACCU:TEMP</b>		
Beschreibung	Liest die Temperatur des Akkus in Grad Celsius aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Messwert	int	-

### 8.3.1.8 ACCU:STAT

Syntax	<b>:ACCU:STAT</b>		
Beschreibung	Liest den aktuellen Zustand der Akku-Lade-Software aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Zustand	string	IDLE CONSTANT CURRENT CONSTANT VOLTAGE ERROR



### 8.3.1.9 MEAS:CURR

Syntax	:MEAS:CURR		
Beschreibung	Liest den gemessenen Strom in Ampere aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Messwert	float	siehe $I_{Mess}$

### 8.3.1.10 MEAS:TEMP

Syntax	:MEAS:TEMP		
Beschreibung	Liest die Temperatur des Sensors in Grad Celsius aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Temperatur	int	-

### 8.3.1.11 MEAS:VOLT

Syntax	:MEAS:VOLT <Channel>		
Beschreibung	Liest die gemessene Spannung des angegebenen Messkanals aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	Channel	int	0 oder 1
Rückgabe	Spannung	float	-



### 8.3.1.12 *SETT:SOSR*

Syntax	:SETT:SOSR <Oversampling Ratio>		
Beschreibung	Setzt das Oversampling Ratio.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	Oversampling Ratio	int	siehe <a href="#">Oversampling Ratio</a>
Rückgabe	-	-	-

### 8.3.1.13 *SETT:GOSR*

Syntax	:SETT:GOSR		
Beschreibung	Liest das aktuelle Oversampling Ratio aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Oversampling Ratio	int	siehe <a href="#">Oversampling Ratio</a>

### 8.3.1.14 *SETT:SPWR*

Syntax	:SETT:SPWR <Power Mode>		
Beschreibung	Setzt den Energiesparmodus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	Power Mode	string	siehe <a href="#">Power Mode</a>
Rückgabe	-	-	-

### 8.3.1.15 *SETT:GPWR*

Syntax	:SETT:GPWR		
Beschreibung	Liest den aktuellen Energiesparmodus aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Power Mode	string	siehe <a href="#">Power Mode</a>



### 8.3.1.16 CHAN:NUMB

Syntax	<b>:CHAN:NUMB</b>		
Beschreibung	Liest die Anzahl der Messbereiche des Sensors aus. Der erste Wert sind die Strom-Messkanäle, der zweite die Spannungs-Messkanäle. Beide Werte sind durch ein Komma getrennt.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
	Strom-Messkanäle	int	$N_{Ch_1}$
Rückgabe	Spannungs-Messkanäle	int	

### 8.3.1.17 CHAN:INFO

Syntax	<b>:CHAN:INFO &lt;Channel&gt;</b>		
Beschreibung	Liest die Grenzen des Messbereichs des Sensors aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	Channel	int	0 bis $N_{Ch_1} - 1$
Rückgabe	Untergrenze	float	siehe <a href="#">Messbereiche</a>
	Obergrenze	float	siehe <a href="#">Messbereiche</a>

### 8.3.1.18 CHAN:MSET

Syntax	<b>:CHAN:MSET &lt;Channel&gt;</b>		
Beschreibung	Setzt die untere Grenze für die Messbereichsumschaltung. Der Sensor schaltet nicht mehr automatisch in einen Messkanal unterhalb des angegebenen.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	Channel	int	0 bis $N_{Ch_1} - 1$
Rückgabe	-	-	-



### 8.3.1.19 CHAN:MGET

Syntax	:CHAN:MGET		
Beschreibung	Liest den minimalen Messbereich für die Messbereichsumschaltung aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Channel	int	0 bis $N_{Ch_1} - 1$

### 8.3.1.20 CHAN:GCUR

Syntax	:CHAN:GCUR		
Beschreibung	Dieser Befehl liest den aktuell verwendeten Messbereich aus.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Channel	int	0 bis $N_{Ch_1} - 1$



### 8.3.1.21 READ:CURB

Syntax	:READ:CURB		
Beschreibung	Dieser Befehl liest den Messwertspeicher der Strom-Messung aus. Details dazu finden sich im Kapitel <a href="#">Messwert Speicher</a> .		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Messwerte	float [ <i>N<sub>Buffer</sub></i> ] (binary)	siehe Kapitel <a href="#">Messwert Speicher</a>

### 8.3.1.22 READ:VOLB

Syntax	:READ:VOLB <Channel>		
Beschreibung	Dieser Befehl liest den Messwertspeicher der Spannungs-Messung aus. Details dazu finden sich im Kapitel <a href="#">Messwert Speicher</a> .		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	Channel	int	0 oder 1
Rückgabe	Messwerte	float [ <i>N<sub>Buffer</sub></i> ] (binary)	siehe Kapitel <a href="#">Messwert Speicher</a>

### 8.3.1.23 READ:TIME

Syntax	:READ:TIME		
Beschreibung	Dieser Befehl liest die Zeit seit dem letzten Reset aus. <hh> steht für die Anzahl an Stunden und wird durch eine Zahl des Datentyps <b>int</b> ersetzt. <mm> steht für die Anzahl an Minuten und wird durch eine Zahl des Datentyps <b>int</b> ersetzt. <ss> steht für die Anzahl an Sekunden und wird durch eine Zahl des Datentyps <b>int</b> ersetzt.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	Time	string	<hh>:<mm>:<ss>



### 8.3.1.24 *BUFF:ERAS*

Syntax	<b>:BUFF:ERAS</b>		
Beschreibung	Dieser Befehl löscht den Messwertspeicher der Spannungs- und Strom-Messung.		
	<u>Name</u>	<u>Datentyp</u>	<u>Wertebereich</u>
Parameter	-	-	-
Rückgabe	-	-	-



## 9 Software Update

Die Sensor-Einheit kann sowohl über das optische Kabel, als auch über die USB-C Schnittstelle auf den neuesten Software-Stand gebracht werden.

Folgende Vorgehensweise wird für ein Software-Update empfohlen:

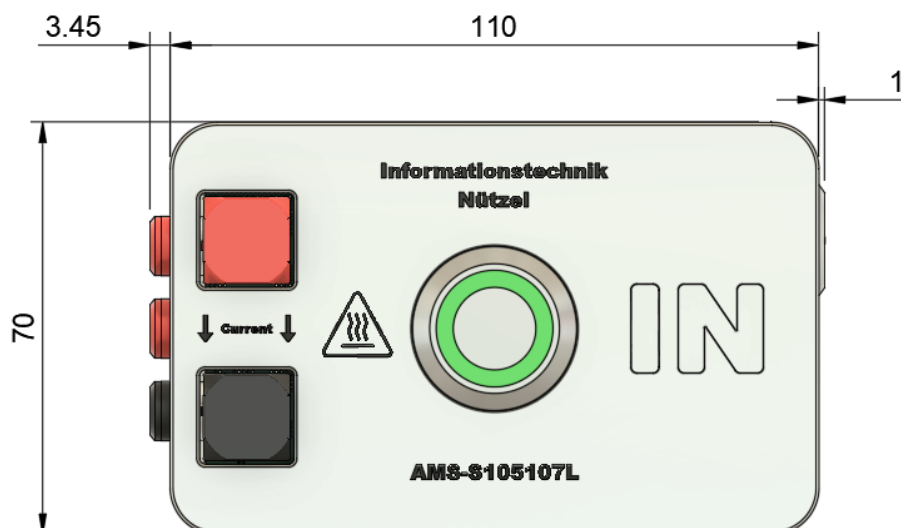
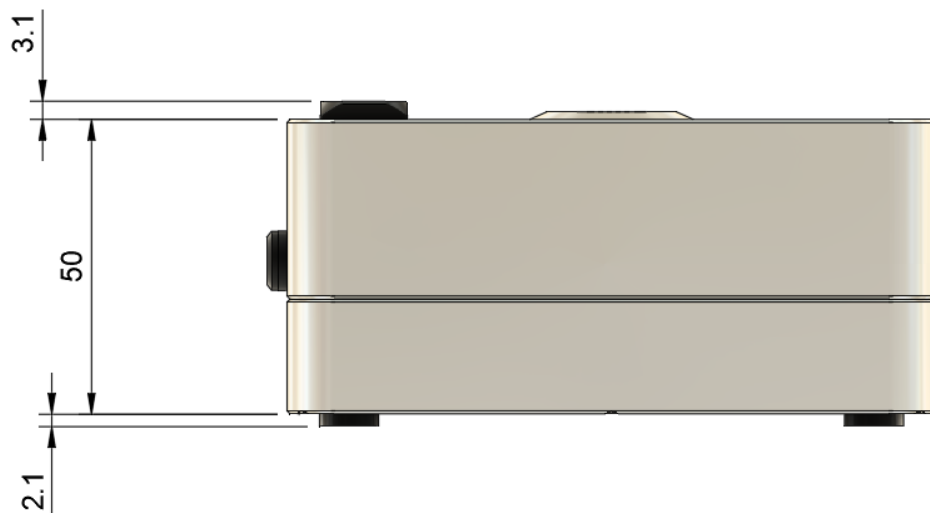
1. Das Gerät mithilfe des beiliegenden USB-C Kabels mit einem Computer verbinden.
2. Den beiliegenden USB-Stick an den Computer anschließen.
3. Die neue Software (Datei mit Endung „.bin“) von der Website <https://informationstechnik-nuetzel.de/ams-series/software> herunterladen oder die mitgelieferte Software-Version auf dem USB-Stick verwenden.
4. Das Software-Update Tool “updateTool.exe“ auf dem USB-Stick durch Doppelklick starten und den Anweisungen auf dem Bildschirm folgen.
5. **Achten Sie auf einen ausreichend geladenen Akku bevor Sie das Update starten. Während des gesamten Update-Vorgangs darf der Sensor nicht ausgeschaltet werden!** Sollte dies doch einmal passieren, kontaktieren Sie bitte den [Support](#).
6. Das Update-Tool gibt Ihnen eindeutig Rückmeldung, wie lange das Update ungefähr dauern sollte und ob das Update schließlich erfolgreich durchgeführt wurde. Sobald Sie diese Rückmeldung haben, startet das Gerät automatisch neu und steht anschließend wieder normal zur Verfügung.





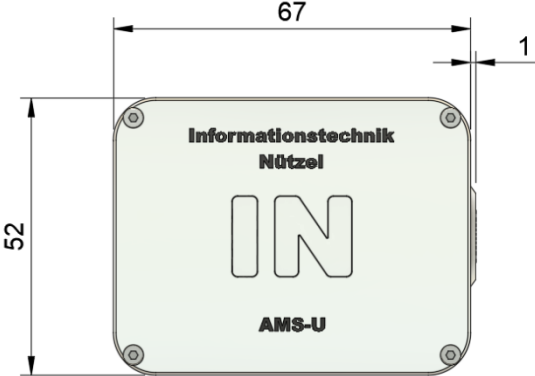
## 10 Mechanische Abmessungen

### 10.1 AMS-S





10.2 AMS-U

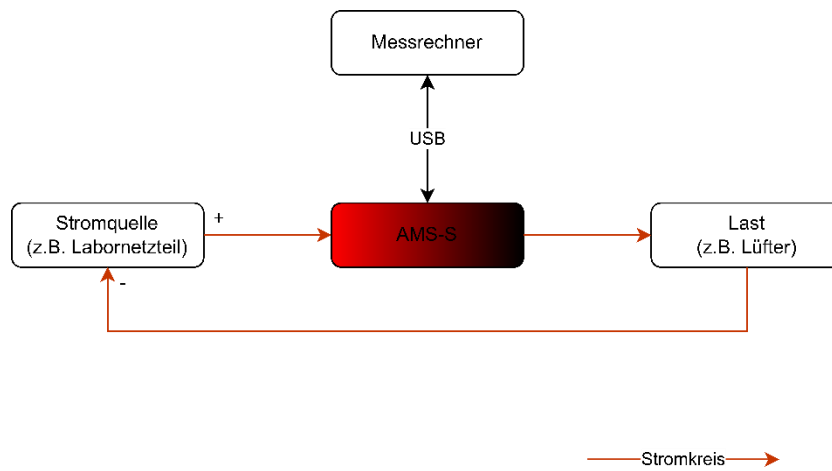




## 11 Anwendungsbeispiele

### 11.1 Strom-Messung ohne besondere Anforderungen

Werden keine besonderen Anforderungen an das Messgerät gestellt, so ist der Betrieb ohne optische Kabel möglich (aber nicht unbedingt notwendig). Dabei wird das USB-Kabel vom Messrechner direkt in die USB-C Buchse an der Sensor-Einheit gesteckt und die USB-Einheit (AMS-U) nicht benötigt.

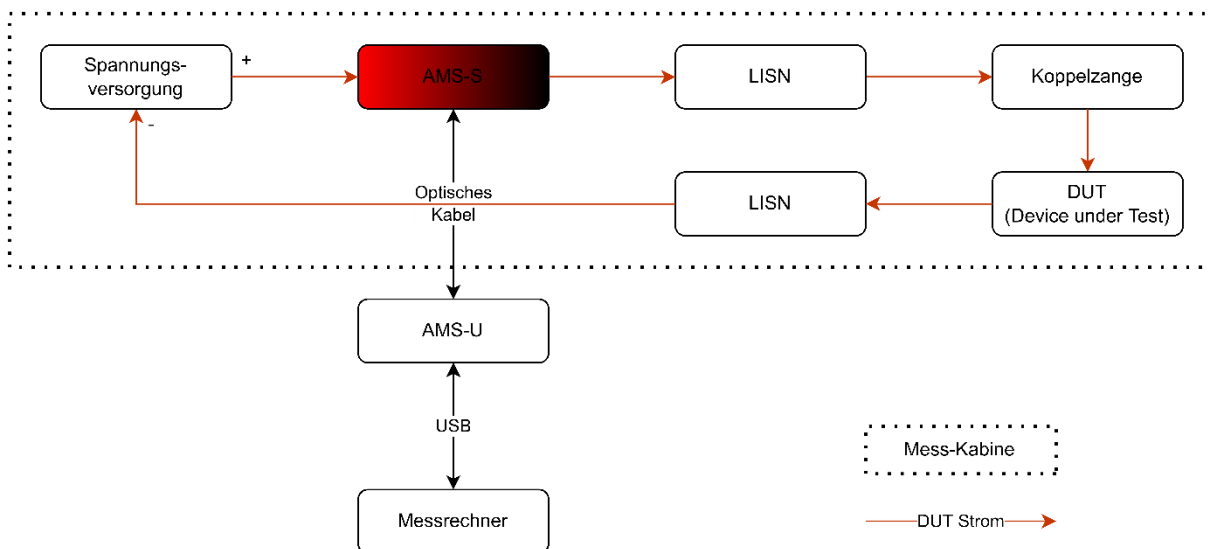




## 11.2 BCI (Bulk Current Injection) Messung mit High-Side Strom-Messung

Bei der BCI-Messung werden die guten Störfestigkeit- und Störaussendungs-Eigenschaften des Sensors genutzt, um trotz der bei einer EMV-Messung auftretenden Störsignale gleichbleibend genaue Messergebnisse zu liefern und die Messung dabei nur minimal zu verfälschen.

In dieser Konfiguration wird der Strom auf der High-Side gemessen, was eine gleichzeitige Spannungsmessung nur im Rahmen gewisser Bedingungen (siehe Kapitel [Potentialbehafete Signale](#)) ermöglicht.

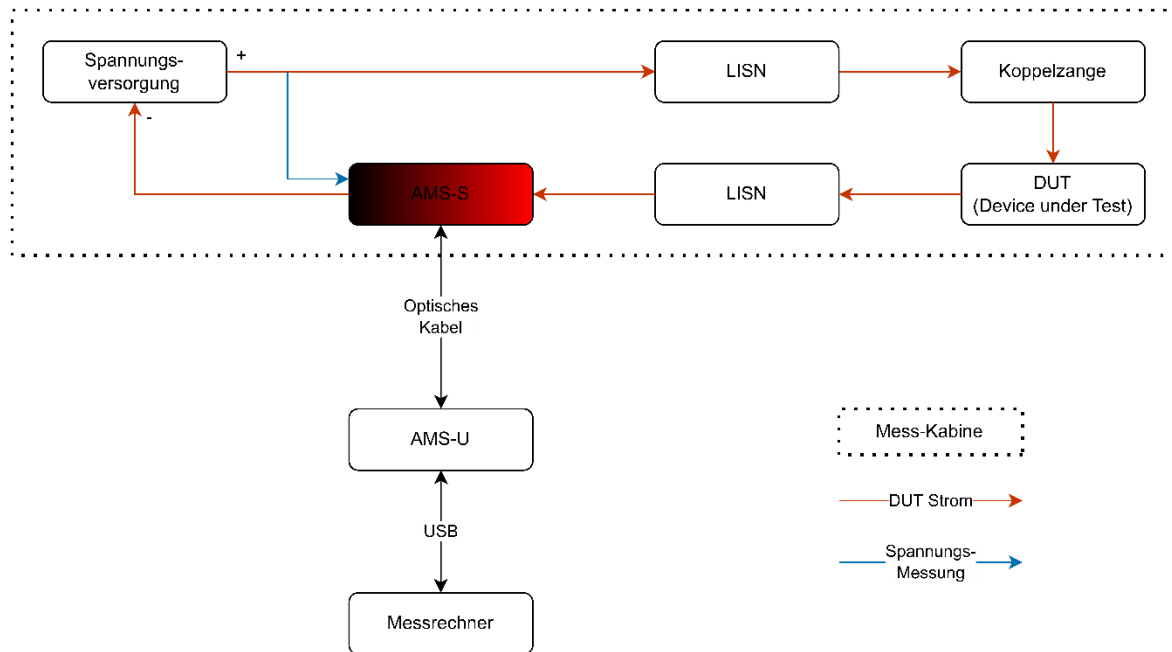




### 11.3 BCI (Bulk Current Injection) Messung mit Low-Side Strom-Messung

Bei der BCI-Messung werden die guten Störfestigkeit- und Störaussendungs-Eigenschaften des Sensors genutzt, um trotz der bei einer EMV-Messung auftretenden Störsignale gleichbleibend genaue Messergebnisse zu liefern und die Messung dabei nur minimal zu verfälschen.

Bei der Low-Side Messung ist eine gleichzeitige Spannungsmessung gut realisierbar. So kann z.B. die vom DUT aufgenommene Leistung zuverlässig gemessen werden.

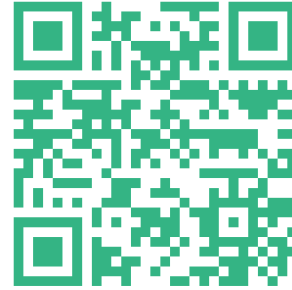




## 12 Support und Kontakt

Bei Fragen oder Problemen wenden Sie sich bitte an:

E-Mail: [info@informationstechnik-nuetzel.de](mailto:info@informationstechnik-nuetzel.de)





## 13 Revisionsgeschichte

Revisionsnummer	Datum	Änderungen
0	01/2025	Pre-Release Version erstellt
0.1	01/2025	Pre-Release Version Update: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapitel 1: M2 Inbus Schraubendreher entfernt</li> <li>- Kapitel 3: SCPI Default Einstellungen hinzugefügt</li> <li>- Kapitel 6.1: Crimp-Kontakte und -Zange hinzugefügt</li> <li>- Kapitel 7.2.7: Messwertspeicher Funktion geändert</li> <li>- Kapitel 7.4.3.2: Verweis auf Kapitel 7.4.4</li> <li>- Kapitel 7.4.4: Ergänzungen zur galvanischen Verbindung</li> <li>- Kapitel 7.4.5: Abschaltbedingung geändert</li> <li>- Kapitel 8.1.2: Größe des internen Ringspeichers geändert</li> <li>- Kapitel 8.1.3: Maximale Datenrate Limit aufgehoben</li> <li>- Kapitel 9.1: Baudrate geändert</li> <li>- Kapitel 9.1: COM Port Treiber Installation hinzugefügt</li> <li>- Kapitel 9.2.2.26: „:READ:BUFF?“ Befehl geändert</li> <li>- Kapitel „12. Anwendungsbeispiele“ hinzugefügt</li> </ul>
0.2	08/2025	Pre-Release Version Update: Sehr viele Änderungen durch Redesign - nahezu alle Kapitel betroffen
0.3	10/2025	Pre-Release Version Update: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapitel 7.5 „EMV“ mit Mess-Ergebnissen gefüllt</li> </ul>
1.0	10/2025	Release: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapitel 1: Lieferumfang angepasst</li> <li>- Kapitel 4: Modellnummern Update</li> </ul>
1.1	01/2026	Kleine Anpassungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_{channel}</math> ersetzt durch <math>N_{Ch1}</math>, <math>N_{ChU}</math> hinzugefügt</li> <li>- Modellnummern im Dokument konsistent ersetzt</li> <li>- Modelnummer AMS-S003U8 korrigiert zu AMS-S003U7</li> <li>- Kapitel 2: Neue Warnhinweise hinzugefügt</li> <li>- Kapitel 4: Modelle Tabelle korrigiert</li> <li>- Kapitel 6.1: Blockschaltbild korrigiert</li> <li>- Kapitel 6.4.6: „Trennen der Messleitungen“ hinzugefügt</li> <li>- Kapitel 8.3.1.16: „CHAN:NUMB“ Befehl angepasst</li> </ul>