



TMM-1 Trace Moisture Meter

Benutzerhandbuch

0 Überblick.....	1
1 Anschlüsse.....	2
1.1 Stromversorgung.....	3
1.2 Zellenanschluss.....	3
1.3 USB-Interface.....	3
1.4 Analogausgang.....	4
1.5 Relais-Ausgänge.....	4
1.6 RS232-Interface.....	4
1.7 Display-Anschluss.....	5
1.8 microSD-Karte.....	5
2 Bedienung am Gerät.....	6
2.1 Signal-LED.....	6
2.2 Bedienknopf.....	7
2.2.1 Display-Seite 1: Stromanzeige.....	7
2.2.2 Display-Seite 2: Integralanzeige.....	8
2.2.3 Display-Seite 3: Betriebszustand.....	8
2.2.4 Display-Seite 4: Datenlogger.....	9
3 Technische Daten.....	10

0 Überblick

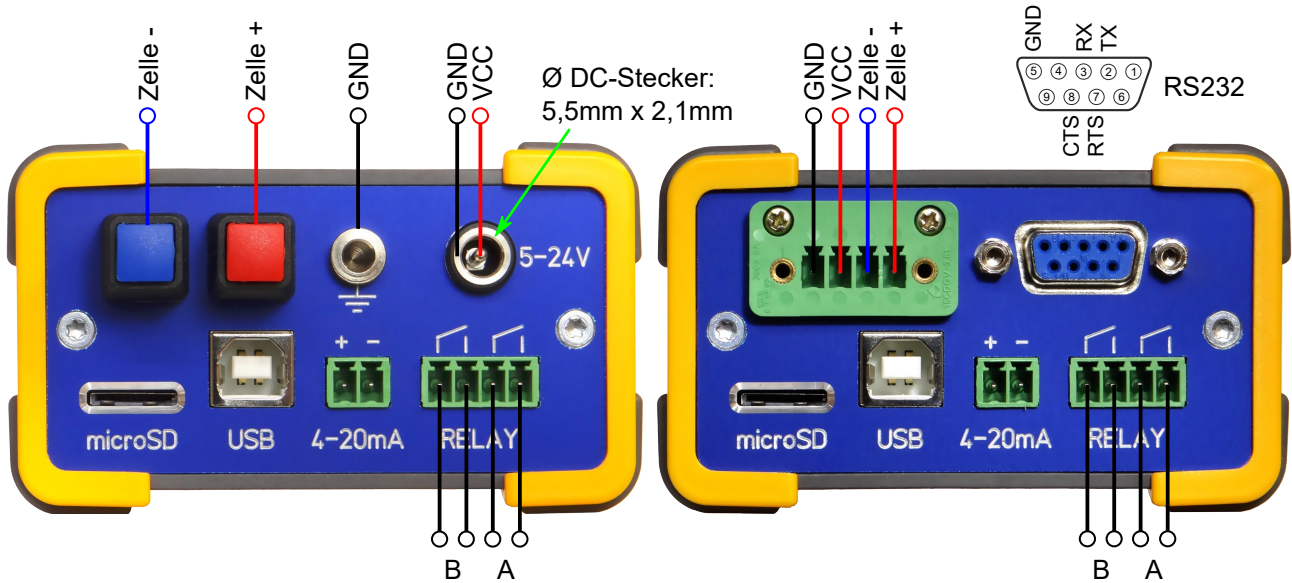
Die grundlegenden Funktionen des TMM-1 sind in der Werkseinstellung ohne Computer zu benutzen: Feuchtemessung, Wassermengen bestimmen, Messdaten aufzeichnen. Die nötigen Schritte erklärt dieses Handbuch.

Alle erweiterten Mess- und Konfigurationsmöglichkeiten erschließen sich mit der Q-Moisture Software. Die Bedienung ist im Handbuch **Q-Moisture** beschrieben.

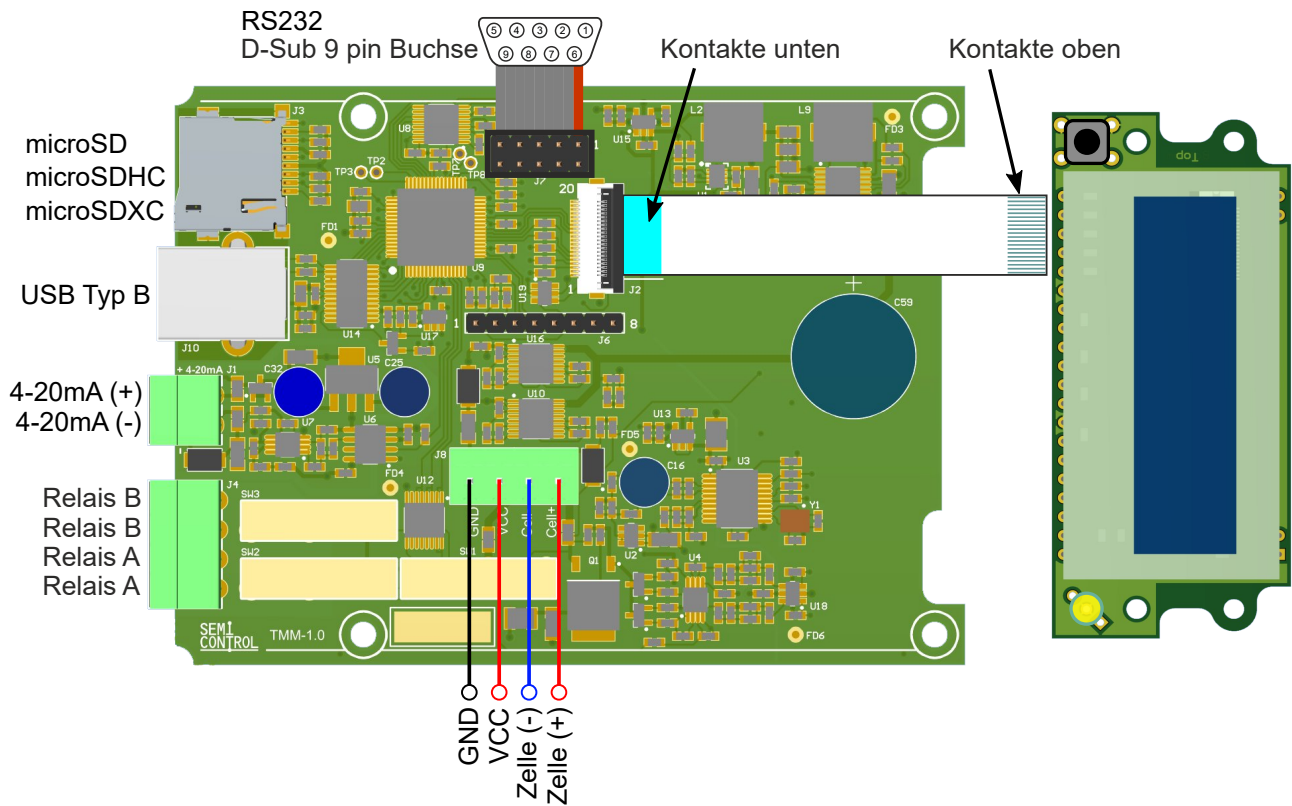
Programmierer oder Systemintegratoren, die für das Gerät eine eigene Software entwickeln oder es in eine Softwareumgebung einbinden möchten, finden die nötigen Schnittstellenbeschreibungen in den Dokumenten **TMM-1 Kurzanleitung Kommandozeile** und **Trace Moisture Meter USB API**.

1 Anschlüsse

Labor-Gehäuse (LAB) / Industrie-Gehäuse (IND)



Leiterplatten ohne Gehäuse



1.1 Stromversorgung

Die Stromversorgung über GND / VCC kann gleichzeitig (redundant) mit der Versorgung über USB benutzt werden. Sie ist mit einer elektronischen Sicherung auf 750 mA strombegrenzt sowie verpolungsgeschützt.

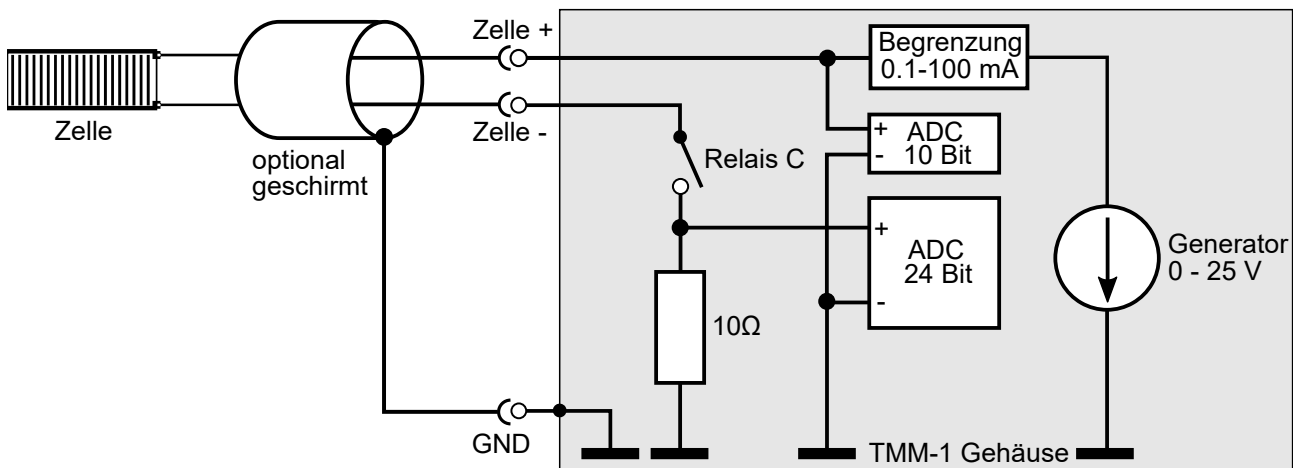
- Spannung: 5 ... 24 V $\pm 10\%$
- Leistungsaufnahme: max. 3,3 W
- Stützzeit bei 24V: 200 ms (worst case), 750 ms (trockene Zelle, Displaybeleuchtung und Relais aus)
- Empfohlenes Netzteil: 24V, min. 6W, DC-Stecker mit 2,1 mm Innendurchmesser und 5,5 mm Außendurchmesser.

1.2 Zellenanschluss

Hier wird die Elektrolysezelle angeschlossen. Die Polarität ist beliebig, allerdings kann die Zelle eine vorübergehend überhöhte oder abgesenkte Empfindlichkeit aufweisen, wenn sie im laufenden Betrieb umgepolt wird.

Die Leitungslänge ist nicht beschränkt. Eine Einkopplung von Störsignalen sollte aber vermieden werden. Muss die Zuleitung zusammen mit störintensiven Leitungen verlegt werden, empfiehlt sich ein abgeschirmtes Kabel, wobei der Schirm am TMM-1 auf Masse gelegt wird und an der Zelle offen bleibt.

Auf keinen Fall den Minuspol der Zelle mit der Gerätemasse verbinden!



1.3 USB-Interface

Das TMM-1 verfügt über eine Full Speed USB-Schnittstelle (USB 2.0 mit 12 Mbit/s) als zentraler Datenschnittstelle. Es meldet sich am PC als serielles Interface, eine manuelle Treiberinstallation ist nicht nötig. In der **Q-Moisture**-Software werden alle erkannten Geräte aufgelistet, Sie können sich dort mit einem davon verbinden, um es fernzusteuern.

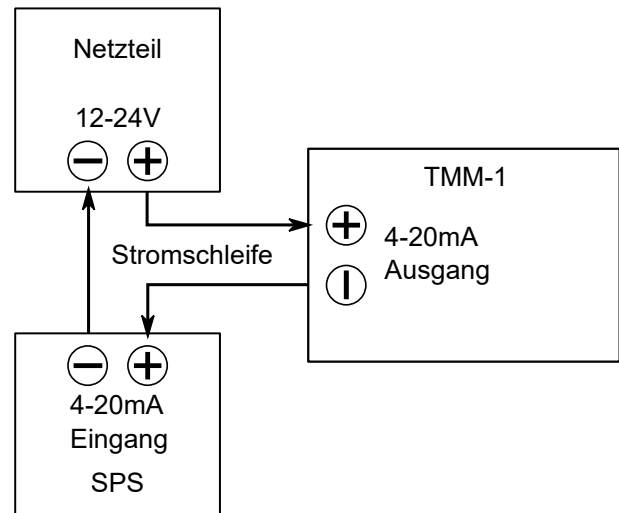
Wenn das Gerät nur über USB mit Strom versorgt wird, sollte das USB-Kabel von besserer Qualität (dick) und nicht zu lang sein (max. 3 m), um Spannungsverluste gering zu halten. Wird das Gerät an einem USB-Hub betrieben, muss dieser eine eigene Stromversorgung haben (powered hub).

Das Gerät kann an einem USB-Ladegerät oder einer USB-Powerbank betrieben werden. Diese müssen dem USB-DCP-Standard entsprechen (Dedicated Charging Port).

1.4 Analogausgang

Der Feuchtemesswert und eine Reihe weiterer Signale können über die 4-20mA-Stromschnittstelle ausgegeben werden. Der Ausgang ist vollständig isoliert, er kann an jede Stelle innerhalb der Stromschleife eingefügt werden. In jedem Fall wird eine externe Spannungsquelle benötigt. Dazu kann die Stromversorgung des TMM-1 mitbenutzt werden, es geht aber auch ein separates Netzteil.

Mit der Q-Moisture Software wird eine Signalquelle ausgewählt sowie die Skalierung des Signals auf 4 bis 20 mA festgelegt.



Eigenschaften der Anlogschnittstelle:

- Mindestspannung: 6 V, maximal zulässiger Spannungsabfall: 26 V
- Eigenstromverbrauch bei ausgeschaltetem TMM-1: 3,0 mA
- DAC-Auflösung: 13 Bit, Samplerate: 1 kHz
- Werkseinstellung: 4 ... 20 mA \cong 0 ... 100 ppmV @ 100ml / min

1.5 Relais-Ausgänge

Es gibt zwei unabhängige Relais A und B. Beide sind einpolige Schließer. Mit der Q-Moisture Software wird jeweils eine Signalquelle ausgewählt und die Schaltschwelle programmiert.

Belastbarkeit der Relaiskontakte:

- max. 250 V AC oder 30 V DC.
- max. 3 A (5 A mit reduzierter Lebensdauer)

1.6 RS232-Interface

Die RS232-Stiftleiste kann über ein übliches Flachbandkabel auf einen 9-poligen D-Sub-Stecker herausgeführt werden. Beim TMM-1 mit Industrie-Gehäuse ist dieser bereits ein-

gebaut. Die Verbindung mit dem PC erfolgt über eine 1:1-Verlängerung. Das Interface ist fest vorkonfiguriert mit diesen Einstellungen:

Baudrate: 115200 bit/s, Protokoll: 8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität (8N1).

Wenn die Datenausgabe mit Hilfe der Q-Moisture Software aktiviert worden ist, erscheint regelmäßig im eingestellten Messintervall die folgende Zeile auf dem RS232-Ausgang:

```
[Timecode] [Spannung] [Messwert] [Integral][CR][LF]
```

- **Timecode** ist der Sampling-Zeitpunkt, gezählt in ms seit dem Start. Der Timecode läuft bei 2^{32} ms (1193 Stunden) über.
- **Spannung** ist die Zellenspannung in Volt.
- **Messwert** ist der Zellenstrom, umgerechnet mit dem Umrechnungsfaktor für die Feuchtemessung. Der Umrechnungsfaktor kann in Q-Moisture geändert werden und ist voreingestellt auf 76,1035 ppmV@100ml/min pro mA.
- **Integral** ist die gezählte Ladungsmenge, umgerechnet mit dem Integralfaktor. Der Faktor ist voreingestellt auf 0,09383 µg Wasser pro mAs. Er kann mit der Q-Moisture Software geändert werden.
- Jede Zeile ist mit Enter und Zeilenvorschub abgeschlossen.

Beispiel:

```
100000 24.975 2.0016692E+01 0.000000E+00[CR][LF]
```

Dieses Sample wurde 100 s nach dem Starten der Datenausgabe aufgenommen, die Zellenspannung betrug 24,975 V, der Feuchtemesswert betrug 20,016 ppmV@100ml/min. Der Integralwert steht bei 0, weil die Integration noch nicht gestartet wurde.

Weitere Funktionalitäten der RS232-Schnittstelle (z.B. Abfrage zusätzlicher Sensoren, Kommunikation mit einer SPS, Steuern von Ventilen etc.) können als kundenspezifische Entwicklung implementiert werden.

1.7 Display-Anschluss

Wird das TMM-1 ohne Gehäuse geliefert (nur Leiterplatten), wird hier das optionale Display angeschlossen. Die Verbindung erfolgt über ein 20-poliges FFC-Folienkabel mit Raster 0,5 mm, Kontakte auf gegenüberliegenden Seiten. Die maximale Länge beträgt 15 - 20 cm.

Ein Display ist nicht notwendig zum Betrieb des TMM-1. Alle Bedienschritte können über USB erfolgen.

1.8 microSD-Karte

Hier kann eine microSD-Karte zum Aufzeichnen von Messdaten eingesteckt werden. Es werden SD-, SDHC- und SDXC-Karten unterstützt, diese müssen mit FAT16 oder FAT32 formatiert sein.

microSD, microSDHC: Diese Karten sind ab Werk mit FAT16 bzw. FAT32 formatiert, sie können ohne weiteres verwendet werden. Dieser Kartentyp wird für das TMM-1 empfohlen.

microSDXC: Karten mit einer Kapazität von **mehr** als 32 GB werden unter der Bezeichnung SDXC verkauft und sind ab Werk mit exFAT formatiert. Sie funktionieren ebenfalls, müssen aber vorher umformatiert werden. Dies gelingt am einfachsten mit der Q-Moisture Software. Windows bietet eine Formatierung auf FAT32 für diesen Kartentyp nicht an, daher muss ein spezielles Formatierprogramm wie z.B. *AOMEI Partition Assistant* benutzt werden.

Sollte die Karte aus einer früheren Anwendung mit einem anderen Format als FAT (z.B. NTFS) formatiert sein, ist die Umformatierung mit dem TMM-1 nicht möglich, sie muss erst im Computer auf FAT32 neu formatiert werden.

2 Bedienung am Gerät

Die grundlegenden Funktionen können direkt am Gerät bedient werden, der Anschluss an einen Computer ist dazu nicht notwendig.

Auf der Vorderseite des Gerätes befindet sich ein Bedienknopf, mit dessen Hilfe zwischen vier Seiten auf dem Display gewechselt wird, sowie eine Signal-LED.



2.1 Signal-LED

Die rot / grüne Signal-LED zeigt folgende Betriebszustände an:

- | | |
|--------|---|
| dunkel | Es ist keine Spannung auf der Zelle, das Relais C ist offen.
Das Relais C kann in der Q-Moisture Software geschaltet werden oder durch langen Druck auf den Bedienknopf. |
| grün | Die Zellenspannung ist eingeschaltet (Relais C ist geschlossen). Die Zelle bekommt die eingestellte Spannung. Dies ist der normale Betriebsfall. |

rot

Die Zellenspannung erreicht nicht den eingestellten Wert, weil der Strom begrenzt wird. Mögliche Gründe hierfür sind:

- Die Zelle ist nass und hat einen geringen Widerstand.
- Zelle oder Zuleitungen sind kurzgeschlossen.
- Die Strombegrenzung ist zu niedrig eingestellt. Mit der Q-Moisture Software kann der Grenzstrom geändert werden. Er ist ab Werk auf 30 mA eingestellt.
- Die Leistungsbegrenzung ist erreicht. Die maximale Abgabeleistung beträgt 1 Watt, sie kann in Q-Moisture auch niedriger eingestellt werden.

2.2 Bedienknopf

Ein kurzer Druck auf den Bedienknopf wechselt die Display-Seite.

Ein langer Druck (länger als 2 Sekunden) löst je nach angezeigter Display-Seite eine Funktion aus, wie im Folgenden beschrieben.

2.2.1 Display-Seite 1: Stromanzeige



57.434
ppmV @ 100ml/min

Die Stromanzeige basiert auf dem gemessenen elektrischen Strom durch die Zelle. Er wird mit dem Umrechnungsfaktor multipliziert. In der Zeile unter dem Messwert steht die zugehörige Einheit. Faktor und Einheit können in Q-Moisture angepasst werden. Die Werkseinstellung ist ppmV @ 100 ml / min.

Ein langer Druck auf den Bedienknopf schaltet das Relais C und somit die Zellenspannung an und aus.

2.2.2 Display-Seite 2: Integralanzeige



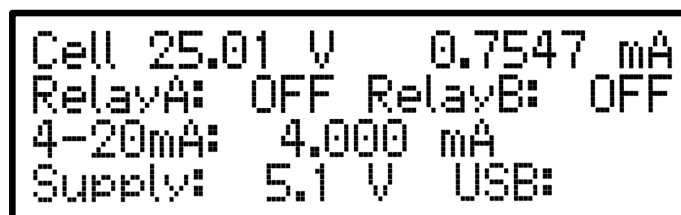
∫ 1.8794
µg Water

Die Integralanzeige basiert auf der gemessenen elektrischen Ladung, die durch die Zelle geflossen ist. Das TMM-1 ermittelt die Ladungsmenge in mAs durch fortlaufende Integration der Stromstärke. Der Ladungswert wird mit einem Umrechnungsfaktor multipliziert und angezeigt, in der Zeile darunter steht die entsprechende Einheit. Faktor und Einheit können in Q-Moisture angepasst werden. Die Werkseinstellung zeigt μg Wasser an.

Ein langer Druck auf den Bedienknopf setzt die Ladungsanzeige auf 0 zurück und startet die Integration.

Ein weiterer langer Druck auf den Bedienknopf hält die Integration an. Der letzte Messwert bleibt stehen.

2.2.3 Display-Seite 3: Betriebszustand



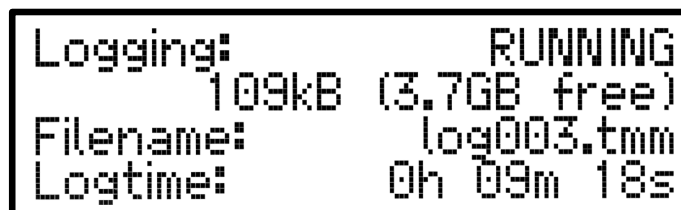
```
Cell 25.01 V    0.7547 mA
RelayA: OFF  RelayB: OFF
4-20mA:  4.000 mA
Supply:  5.1 V  USB:
```

Die Betriebszustandsanzeige gibt einen Überblick über die wesentlichen Messwerte.

- Die erste Zeile zeigt die tatsächliche Zellenspannung in V und den Zellenstrom in mA. Die Spannung kann etwas niedriger liegen als die eingestellte Spannung, da über den internen Messwiderstand von 10 Ohm Spannung abfällt.
- Die zweite Zeile zeigt die Schaltzustände der beiden Relais.
- Die dritte Zeile zeigt den Ausgangsstrom am Analogausgang.
- Die vierte Zeile zeigt die Versorgungsspannung des Gerätes. Wird das Gerät gleichzeitig (redundant) über USB und den DC-Eingang versorgt, so erscheint hier die höhere der beiden Spannungen. Des weiteren wird der USB-Verbindungsstatus angezeigt.

Ein langer Druck auf den Bedienknopf schaltet die Beleuchtung des Displays an / aus.

2.2.4 Display-Seite 4: Datenlogger



```
Logging:          RUNNING
                109kB (3.7GB free)
Filename:        log003.tmm
Logtime:         0h 09m 18s
```


Auf dieser Seite wird die Datenaufzeichnung auf microSD-Karte gesteuert.

- Die erste Zeile zeigt die Aktivität des Loggers an.
- Die zweite Zeile zeigt die aufgelaufene Größe der aktuellen Logdatei sowie den freien Speicherplatz auf der Karte.
- Die dritte Zeile enthält den Dateinamen der aktuellen Logdatei.
- Die vierte Zeile zeigt die bisherige Dauer der laufenden Aufzeichnung.

Ein langer Druck auf den Bedienknopf startet eine Aufzeichnung. Dabei wird automatisch eine neue Logdatei mit einer fortlaufenden Nummer angelegt. Der Dateiname kann mit der Q-Moisture-Software geändert werden. Wenn der Dateiname die Endung .csv hat, wird eine CSV-Datei angelegt, die man direkt in eine Tabellenkalkulation (z.B. LibreOffice Calc) importieren kann. Alle anderen Dateinamen ergeben eine platzsparende Binärdatei, die nur mit der Q-Moisture-Software geöffnet werden kann.

Ein weiterer langer Druck auf den Bedienknopf beendet die laufende Aufzeichnung.

Wichtig: Beenden Sie immer eine laufende Aufzeichnung bevor Sie die microSD-Karte herausnehmen. Andernfalls kann es zu Datenverlust kommen.

	Standard	Standard	Standard	Standard
1	Timestamp [ms]	Cell voltage [V]	Moisture [ppmv @ 100 mL/min]	Integral [μg]
2	1000	25.019	9.389051E+01	0.000000E+00
3	2000	25.020	9.389010E+01	0.000000E+00
4	3000	25.018	9.388770E+01	0.000000E+00
5	4000	25.020	9.388957E+01	0.000000E+00
6	5000	25.019	9.389097E+01	0.000000E+00
7	6000	25.020	9.389029E+01	0.000000E+00
8	7000	25.019	9.388947E+01	0.000000E+00

Beim Importieren der CSV-Datei muss die Sprache auf Englisch eingestellt sein, damit Zahlen (Punkt statt Komma) richtig eingelesen werden.

3 Technische Daten

Abmessungen	52 mm x 90 mm x 113 mm
Gewicht (mit Gehäuse)	300 g
Versorgungsspannung	5 ... 24 V \pm 10%
Max. Leistungsaufnahme	3,3 Watt
Stützzeit bei 24V	200 ms (worst case), 750 ms (ohne Last)
Generatorspannung	0 ... 25 V
Genauigkeit der Generatorspannung	0,1% \pm 10 mV
Strombegrenzung	0,1 ... 100 mA
Genauigkeit der Strombegrenzung	\pm 0,2 mA
Maximale Leistungsabgabe	1 Watt
Messgenauigkeit der Zellenspannung	10 Bit \pm 1 LSB
Messintervall	1000 s ... 100 Hz
Auflösung Zellenstrom	24 Bit, 1 kHz
Genauigkeit Zellenstrom	\pm (0,1% + 100 nA)
Strom-Messwiderstand	10 Ohm
Auflösung 4-20mA-Ausgang	13 Bit
Anstiegszeit 4-20mA-Ausgang	100 ms (10-90%)
Spannungsabfall 4-20mA-Ausgang	min. 6 V, max. 26V
Ruhestrom 4-20mA-Ausgang	3,0 mA bei ausgeschaltetem Gerät
Relais-Kontakte	250 V AC oder 30 V DC, max. 3 A
Messgenauigkeit d. Versorgungsspannung	10 Bit \pm 1 LSB
Anzeige-Auflösung	6 Stellen, Fließkomma
USB-Schnittstelle	FTDI serial port, Full Speed USB, 12 MBit/s
RS232-Schnittstelle	\pm 10 V, 115,2 kBit/s, 8N1
microSD-Karte	SPI Mode, 24 MHz, FAT16/32
Display	32 x 132 Pixel LCD, weiße Beleuchtung
MCU	32 Bit MIPS, 48 MHz, 32 kB RAM

Dokument erstellt: 23.03.2021