

---

## Schleibinger Schwindschichtsystem

---

*Schleibinger Geräte  
Teubert u. Greim GmbH  
Gewerbestraße 4  
84428 Buchbach  
Germany  
Tel. +49 8086 9473110  
Fax. +49 8086 9473114  
[www.schleibinger.com](http://www.schleibinger.com)  
[info@schleibinger.com](mailto:info@schleibinger.com)*

12. Februar 2019

REV03

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Einführung</b>	<b>4</b>
1.1 Taxonomy der Schwindmesssysteme . . . . .	4
<b>2 Das Messprinzip</b>	<b>8</b>
2.1 Schwindschichtsystem . . . . .	8
<b>3 Installation der Hardware</b>	<b>8</b>
3.1 Wichtiger Sicherheitshinweis . . . . .	8
3.1.1 Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung . .	9
3.2 Voraussetzungen . . . . .	10
3.3 Installation des Datenloggers für das Schwindschichtsystem . . . . .	10
3.4 Konfiguration der Netzwerkschnittstelle . . . . .	12
3.4.1 Netzwerkverbindung zwischen dem Gerät und einem PC herstellen . . . . .	12
3.5 Thermoelement . . . . .	16
3.6 Waagenanschluß . . . . .	17
<b>4 Handhabung</b>	<b>17</b>
4.1 Schwindschichtsystem - Vorbereitung für die Messung . . . . .	17
<b>5 Die Software - Bedienung über Web-Browser</b>	<b>19</b>
5.1 Messvorgang . . . . .	19
5.2 Setup Einstellungen . . . . .	19
5.2.1 Einstellungen der einzelnen Kanäle . . . . .	19
5.2.2 Setup aller Kanäle . . . . .	22
5.3 Starten der Messung . . . . .	22
5.3.1 Offset . . . . .	22
5.3.2 Daten Reset . . . . .	23
5.3.3 Start der Messung für die einzelnen Kanäle .	23
5.3.4 QUICKstart . . . . .	25
5.4 Graphische Darstellung der Messwerte im Browser .	26
5.4.1 Auswahl der Messkanäle . . . . .	26
5.4.2 Messbereichsauswahl in Y-Richtung . . . . .	26

---

5.4.3	Messbereichsauswahl auf der Zeitachse . . .	26
5.4.4	Einfügen eines Textes . . . . .	27
5.4.5	Drucken der Grafik . . . . .	27
5.5	Auslesen und Export der Messwerte . . . . .	28
5.5.1	Datenformat . . . . .	28
5.5.2	Auslesen der Messdaten der einzelnen Kanäle	28
5.5.3	Auslesen der Gesamtdatei . . . . .	29
5.5.4	FTP . . . . .	31
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>32</b>

## 1 Einführung

Zementbasierte Baumaterialien ändern ihr Volumen während der Hydratation. Dies ist ein bekanntes Phänomen und hängt von den strukturellen Faktoren und Umwelteinflüssen ab. Die Volumenänderung kann über mehrere Monate und Jahre erfolgen und äußert sich in Schwinden und Dehnen von Materialien. Die Volumenänderung ist für die meisten technischen Anwendungen von Baumaterialien sehr schädlich und muss minimiert oder zumindest kontrolliert werden.

Viele theoretische Modelle beschreiben die Ursachen für Schwinden und Dehnen von zementbasierten Baumaterialien lange nach dem Erhärten, wenn die Materialien bereits eine Festigkeit aufweisen. Dies umfasst insbesondere Trockenschwinden von Materialien, wenn das Wasser an die Umgebung abgegeben wird und dadurch eine Volumenänderung erfolgt. Neben dem Trockenschwinden spielt auch das autogene Schwinden eine große Rolle insbesondere in der Hinsicht auf die Rissbildung in den Baumaterialien.

Es gibt viele Modelle, die diese Vorgänge auf makroskopischer, mikroskopischer und molekularer Ebene beschreiben. Es sind allerdings noch nicht alle Vorgänge und Zusammenhänge komplett verstanden. Während das autogene Schwinden nach dem Erhärten gut beschrieben und erklärt ist, gibt es noch keine theoretischen Erklärungen für das autogene Schwinden in den ersten Stunden und Tagen der Hydratation. Dies ist jedoch von besonderem Interesse, da vor allem während des Erhärtens die Materialien sehr geringe Zugfestigkeiten und dadurch erhöhtes Rissbildungsrisiko aufweisen.

Fast alle vorhandenen Normen erfassen die Formänderung der Baustoffe nur im festen Zustand. Die Messungen an Baumaterialien im plastischen Zustand sind aufgrund der Schwierigkeit der Durchführung eher rar und mit sehr hohen Messfehlern behaftet. Eine entsprechende Messvorrichtung ist daher sehr wichtig, um eine präzise messtechnische Erfassung des Schwindens und Dehnens ab dem Beginn der Hydratation und unter verschiedenen Umweltbedingungen zu gewährleisten.

### 1.1 Taxonomy der Schwindmesssysteme

In Bezug auf die Dauerhaftigkeit darf die Volumenänderung von Baumaterialien nicht unterschätzt werden. Die Formänderung wird meist auf das Austrocknen von Baumaterialien über längere Zeitperiode zurück geführt. Neben dem Trockenschwinden sind auch die Formänderungen durch die thermischen Einflüsse und das autogene Schwinden, welches durch chemische Vorgängen und strukturelle Änderungen innerhalb der Baumaterialien statt finden, von großer Bedeutung. So stellt das autogene Schwinden insbe-

sondere bei sehr festen Betonen mit geringem Wasser-Zement-Verhältnis wie z.B. UHPC ein großes Problem dar.

Nach dem Anmischen mit Wasser läuft das Abbinden der Baumaterialien in unterschiedlichen Stufen ab:

- flüssig (F)
- Start der Festigkeitsentwicklung (S)
- das Material ist ausgehärtet (H)

Für das Schwindverhalten der zementbasierten Materialien können zwei Hydratationsbereiche definiert werden: Frühhydratation bis zu 24 Stunden und Erhärtungsperiode mit einer Festigkeitsentwicklung nach ca. 24 Stunden ab Anmischen mit Wasser. Während die Volumenänderung der Materialien im erhärteten Zustand durch standardisierte Messeinrichtungen erfasst werden können, können diese auf das noch plastische Material nicht angewendet werden. Die Untersuchung von Baumaterialien vor allem während der Änderung der Konsistenz von flüssig zu fest stellt auch heute noch hohe Anforderungen an die Messsysteme und ihre Auslegung dar.

Die Baumaterialien sind verschiedenen Einflüssen ausgesetzt. Diese können sich in Abhängigkeit von der Geometrie und den Umweltbedingungen unterschiedlich auf das Produkt auswirken. Zum Beispiel:

- kompakter Körper → keine Verdunstung
- kleines Volumen, große Oberfläche → starkes Austrocknen
- hohe oder niedrige Temperatur
- periodische Temperaturschwankungen
- Feuchtigkeitsgradient
- Temperaturgradient

Während der ersten Stunden nach Wasserzugabe ändern sich Volumen und Festigkeit am meisten. Deshalb sollten diese Materialkennwerte möglichst früh gemessen werden. Die Hydratation des Bindemittels selbst wird wiederum von den Umweltbedingungen wie Temperatur und Feuchte beeinflusst. Damit das Schwinden von den Baumaterialien untersucht werden kann, müssen die Umwelteinflüsse soweit minimiert oder konstant gehalten werden, damit eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse gegeben ist. Auf der anderen Seite kann das Schwindmaß unter wechselnden Umweltbedingungen auch ein Indikator für die zu erwartende Festigkeit oder Widerstandsfähigkeit und somit Dauerhaftigkeit sein. Dies wird vor allem bei der Messung der Reaktivität in Bezug auf Alkali-Kieseläure-Reaktion und bei dem Frost-Tau-Widerstand ausgenutzt.

Solange das Material flüssig ist, verursacht eine Volumenänderung im Allgemeinen keine technischen Probleme. Aufgrund der Formänderung entstehen Spannungen im Baumaterial sobald dieser fest wird, oder er im Kontakt mit einem nicht schwindenden Material steht. Übersteigt diese Spannung die maximale Zugfestigkeit des Baumaterials, kommt es zur Rissbildung. Es ist daher wichtig, nicht nur das freie Schwinden sondern auch die entstehenden Spannungen zu messen. Man spricht hier von der Messung des behinderten Schwindens.

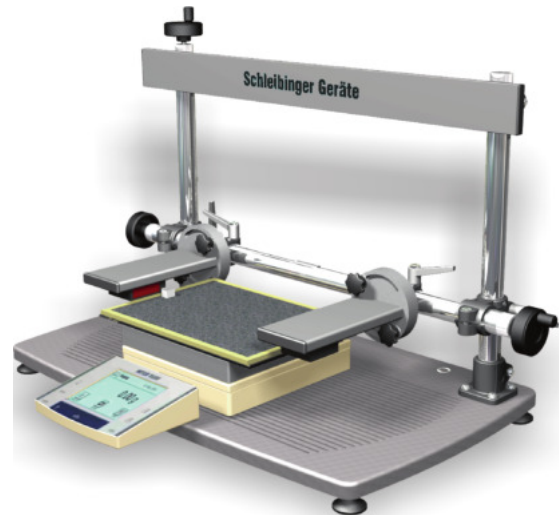
Die Firma **Schleibinger Geräte** bietet für jede der aufgeführten Bereiche und Messaufgaben die richtige Vorrichtung. Die Geräte sind netzwerkfähig und können ohne Probleme in ein Labornetzwerk integriert werden.

- Die **Schleibinger Schwindrinne** ist die ideale Vorrichtung zur Messung der Schwind- und Dehnvorgänge in mineralischen Baustoffproben während des Abbindevorgangs. Es stehen Modelle für Feinmörtel und Putze sowie für Beton zur Verfügung. Die Standardlänge der Rinnen beträgt 1 m. Andere Längen, Querschnitte oder Ausführungen sind auf Anfrage erhältlich. Eine doppelwandige Version der Schwindrinne bietet die Möglichkeit, die Schwindrinne an eine Kühl- oder Heizeinheit anschließen zu können und die Proben temperaturabhängig zu prüfen.
- Der **Schleibinger Schwindkegel** ist das ideale Messgerät, um das sehr frühe Schwinden zu erfassen. Sofort nach dem Einfüllen des Messgutes können das Schwind- und Dehverhalten der Probe gemessen werden. Die Messung wird berührungsfrei mit einem Laser durchgeführt.
- Zum Messen des freien Schwindens an dünnen Schichten wurde das **Schwindschichtsystem** von Schleibinger entwickelt. Hier wird das Längenschwinden dünner Schichten mit zwei Lasersystemen berührungslos gemessen.
- Mit der **Schleibinger Schüsselrinne** können Prüfungen nach DIN EN 13892-9 - "Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen - Teil 9: Bestimmung des Schwindens und Quellens" durchgeführt werden. Zusätzlich zum Schwinden wird das Schüsseln einer Probe gemessen. Durch die integrierte Heizung in der Schüsselrinne kann eine Fußbodenheizung simuliert werden.
- Mit dem **Schleibinger Schwindring** kann nach ASTM C1581 das behinderte Schwinden sowie die Spannungen, die sich bis zum Versagen im Material aufbauen, gemessen werden.

In Abhängigkeit von dem zu untersuchenden Bereich - ob flüssig (F), bei der Festigkeitsentwicklung (S) oder im bereits ausgehärteten Zustand (H) - kann die entsprechende Messmethode ausgewählt werden (Abb. 1).



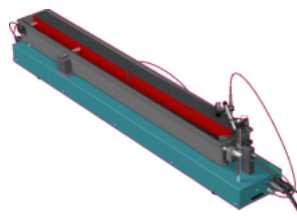
(a) Schwindkegel



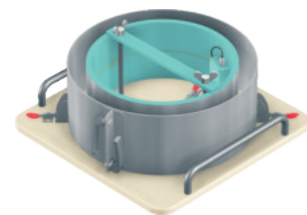
(b) Dünnschichtmesssystem



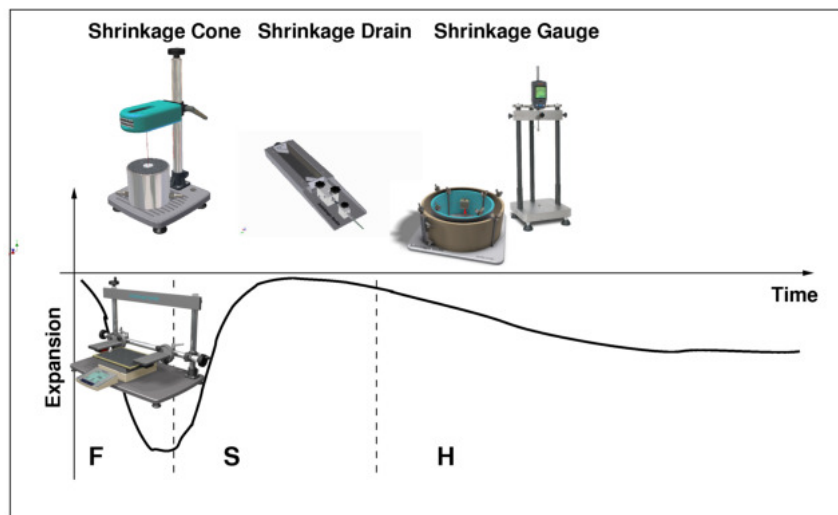
(c) Schwindrinne



(d) Schüsselrinne



(e) Schwindring



(f) Schwinden über die Zeit

Abbildung 1: Schwindmesstechnik von Schleibinger Geräte

## 2 Das Messprinzip

### 2.1 Schwindschichtsystem

Für die Messung muss erst eine Gießform für die Probe vorbereitet werden. Dies kann z.B. eine Folie mit der Größe von ca. 20 x 30 cm sein, welche an den Kanten mit einem Klebeband (z.B. Tesa Moll) beklebt wird. Alternativ für einen festen Verbund kann eine Fliese mit aufgeklebten Styroporkanten verwendet werden. Die Höhe des Klebebandes bzw. der Styroporkanten bestimmt anschließend die Höhe der Probe.

Die Form wird anschließend mit einer frisch angemischten Probe befüllt und zwischen den Lasersensoren des Schwindschichtsystems gesetzt. Durch anbringen von Reflektoren auf der Probenoberfläche werden die Laser ausgerichtet und die Messung kann gestartet werden.

Parallel zum Schwinden (oder Expandieren) kann der Massenverlust der Probe erfasst werden. Hierzu kann eine Waage (z.B. der Firmen Mettler, Kern oder Sartorius) an den Datenlogger angeschlossen werden. Die Probe wird auf der Waage platziert und die Messwerte der Waage werden kontinuierlich zusammen mit den anderen Messwerten aufgezeichnet.

## 3 Installation der Hardware

### 3.1 Wichtiger Sicherheitshinweis

Der Lasersensor arbeitet mit einem Halbleiterlaser der Wellenlänge 670 nm. Die Sensoren sind in die Laserklasse 2 eingeordnet. Der Laser wird gepulst betrieben, die maximale optische Leistung ist  $\leq 1$  mW.

Beim Betrieb der Sensoren sind die einschlägigen Vorschriften nach DIN EN 60825-1 (VDE 0837, Teil 1 von 07/2015) und die Deutschland gültige Unfallverhütungsvorschrift "Laserstrahlung"(BGV B2 von 1/97) zu beachten. Danach gilt:

- Bei Lasereinrichtung der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d.h. Einwirkungsdauer bis 0,25 s, nicht gefährdet.
- Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen Sie deshalb ohne weitere Schutzmaßnahmen einsetzen, wenn Sie nicht absichtlich länger als 0,25 s in den Laserstrahl oder in spiegelnd reflektierende Strahlung hineinschauen.
- Da vom Vorhandensein des Lidschlussreflexes in der Regel nicht ausgegangen werden darf, sollte man bewusst die Augen schließen oder sich sofort abwenden, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft.



Laser der Klasse 2 sind nicht anzeigepflichtig und ein Laserschutzbeauftragter ist nicht erforderlich.

Ebenfalls sind alle sonstigen nationalen oder internationalen Vorschriften zu beachten!

### 3.1.1 Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung

Auszüge, ohne Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit aus den Vorschriften:

#### II. Begriffsbestimmungen

##### §2 Begriffsbestimmungen

(1) Lasereinrichtungen im Sinne dieser Unfallverhütungsvorschrift sind Geräte, Anlagen oder Versuchsaufbauten, mit denen Laserstrahlung erzeugt, übertragen oder angewendet wird.

(2) Laserstrahlung im Sinne dieser Unfallverhütungsvorschrift ist jede elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen im Bereich zwischen 100 nm und 1 mm, die als Ergebnis kontrollierter stimulierter Emission entsteht.

(3) Die Klasse einer Lasereinrichtung im Sinne dieser Unfallverhütungsvorschrift kennzeichnet das durch die zugängliche Laserstrahlung bedingte Gefährdungspotential nach Massgabe folgender Bedingungen:

1. Klasse 1: Die zugängliche Laserstrahlung ist ungefährlich.
2. Klasse 2: Die zugängliche Laserstrahlung liegt nur im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s) ungefährlich auch für das Auge.
3. Klasse 3 A: Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlungsquerschnitt durch optische Instrumente verkleinert wird. Ist dies nicht der Fall, ist die ausgesandte Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich....

...zu §2 Abs. 3 Nr. 2:

Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälligem, kurzzeitigem Hineinschauen in die Laserstrahlung durch den Lidchlussreflex geschützt. Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen deshalb ohne weitere Schutzmassnahmen eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass weder ein absichtliches Hineinschauen über längere Zeit als 0,25 s noch wiederholtes Hineinschauen in die Laserstrahlung bzw. direkt reflektierte Laserstrahlung erforderlich ist. Für kontinuierlich strahlende Laser der Klasse 2 beträgt der Grenzwert der zugänglichen Strahlung (GZS) 1 mW...

### 3.2 Voraussetzungen

Die Schwindrinne, der Schwindkegel und das Schwindschichtsystem werden mit einem externen Datenlogger geliefert.

Die Messwerte werden automatisch aufgezeichnet und nichtflüchtig im Datenlogger gehalten. Der Datenlogger ist mit einem Netzwerkinterface ausgestattet und kann in ein verfügbares lokales Intranet oder auch weltweit in das Internet integriert werden.

Zur Bedienung benötigen Sie lediglich einen PC mit Internet-Browser wie Firefox 24+, Internet Explorer 9+, Microsoft Edge, Chrome 25+, Opera 15+. Es kann jeder PC ab Win95 . . . Windows 8 . . . 10, Apple, oder Linux Rechner zum Einsatz kommen. Die Verwendung von Tablets mit Android oder iOS Systemen ist ebenfalls möglich. Der Computer muss mit einer Netzwerkschnittstelle ausgestattet sein.

Für den lokalen Betrieb wird das Gerät direkt an den Computer angeschlossen. Der Computer wird zum Start der Messung und zum Auslesen der Messdaten benötigt. Während der Messung ist kein Computer notwendig.

Es können beliebig viele Schleibinger Datenlogger in ein Netzwerk integriert werden (siehe Kapitel 3.4).

### 3.3 Installation des Datenloggers für das Schwindschichtsystem

- Der Datenlogger wird mit einem Steckernetzteil geliefert. Dieses ist für 100V-240V ~, 50..60Hz geeignet. Stecken Sie das Netzteil vorne links am Datenlogger mit dem 3-poligen DIN Stecker an (Spannung 24V=). Mit einer Überwurfmutter wird der Stecker fixiert. Ziehen Sie die Mutter nur leicht an!
- Die Lasermessköpfe werden am Stativ befestigt.
- Die Laserelektroniken, die ebenfalls am Stativ befestigt sind, werden jeweils mit einem Rundstecker am Messkopf befestigt
- Achten Sie darauf dass der Laserkopf an die richtige Lasermesselektronik angeschlossen wird. Der linke Messkopf muss mit der linken Elektronik verbunden werden.
- Schliessen Sie nun das mitgelieferte 25-polige DSub-Kabel an beide Laserelektroniken und an den 25-poligen D-Sub Stecker des Datenloggers an (siehe Bild 2).
- Stecken Sie (optional) die Temperatur und Feuchtefühler an der Rückseite des Loggers an. Die Stecker nicht drehen. Zum Anstecken aufdrücken und verschrauben.
- Die Waage mit dem mitgelieferten Kabel von Schleibinger an der 9-poligen Buchse an der Ruckseite anschliessen. Die Waagen der Firma Sartorius auf 1200 baud, 7 bit und

odd parity einstellen. Die Waagen der Firma Mettler auf 19200 baud, 8 bit und no parity einstellen.

- Verbinden Sie den Datenlogger mit dem Computer über einen Netzkabel.
- Der Datenlogger benötigt eine feste IP Adresse oder einen Zugriff auf einen DHCP Server. Näheres unter Kapitel 3.4

Abbildung 2 zeigt die prinzipielle Verdrahtung.

Auf den Lasersensoren befinden sich je eine Leuchtdiode. Diese hat folgende Bedeutung:

Farbe	Bedeutung
grün	leuchtet - Versorgungsspannung liegt an, Messkopf im Messbereich
rot	leuchtet - Sensor ist zu weit vom Reflektor entfernt, oder zu nah, Messbereich überschritten !
gelb	Sensor in Messbereichsmittle

Im Normalbetrieb dürfen Leuchtdioden nur grün oder orange leuchten!

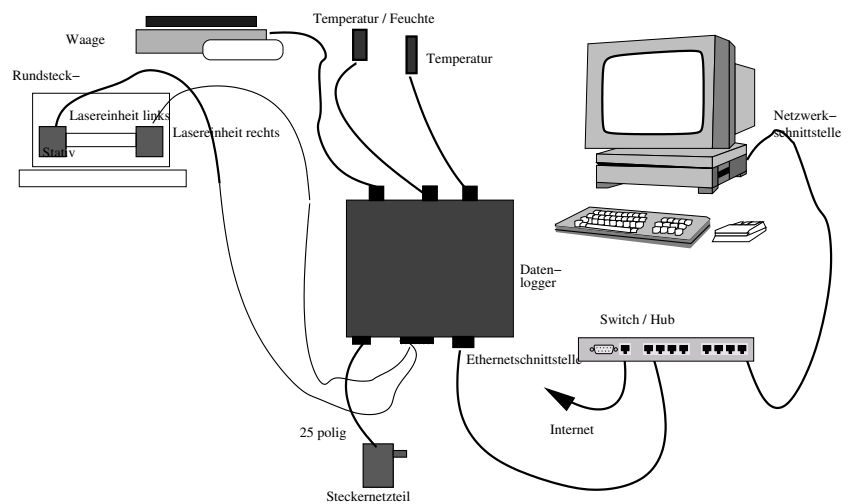


Abbildung 2: Verdrahtung des Schwindschichtsystem

### 3.4 Konfiguration der Netzwerkschnittstelle

Der Datenlogger, der Schleibinger Slabtester, die CDF Anlage und die AKR-Truhe sind mit einem *100 BaseT* Netzwerkinterface ausgestattet. Die Geräte können in ein lokales Intranet, oder auch weltweit in das Internet integriert werden. Die Netzwerkkonfiguration kann mit dem Programm Chiptool vorgenommen werden. Das Programm Chiptool ist auf dem mitgelieferten USB-Stick zu finden oder kann von der Seite [www.schleibinger.com/chiptool](http://www.schleibinger.com/chiptool) heruntergeladen werden.

**Bitte Fragen Sie Ihren Netzwerkadministrator, wie man am besten ein Schleibinger Gerät in Ihre Netzwerkinfrastruktur integrieren kann.**

Werkseinstellungen:

```
Gerät: Datenlogger für Schlüsselrinne
Kunde: Musterwerke, Neustadt
Serien Nr: 201312330
MAC-ID: 00:30:56:90:7D:CC
Hostname: Bdrain_201312330
[x] IP-Adresse automatisch beziehen
[ ] Folgende IP-Adresse verwenden:
```

IP-Adresse:.....

Subnetzmaske:.....

#### 3.4.1 Netzwerkverbindung zwischen dem Gerät und einem PC herstellen

Es gibt zwei Möglichkeiten für die Konfiguration des Datenloggers mit dem PC:

- automatisches Beziehen der IP-Adresse
- Benutzen einer statischen IP-Adresse

##### automatisches Beziehen der IP-Adresse

Der Anschluss des Gerätes in ein lokales Netzwerk mit integriertem DHCP- und DNS-Server ist die einfachste und schnellste Methode.

- Verbinden Sie das Gerät mit ihrem lokalen Netzwerk (Switch) mit dem mitgelieferten Netzkabel und schalten Sie das Gerät ein.
- Geben Sie in der Adresszeile Ihres Browsers den Hostname des Gerätes (siehe Werkseinstellungen) ein in der Form "**http://...**"(Abb. 3).

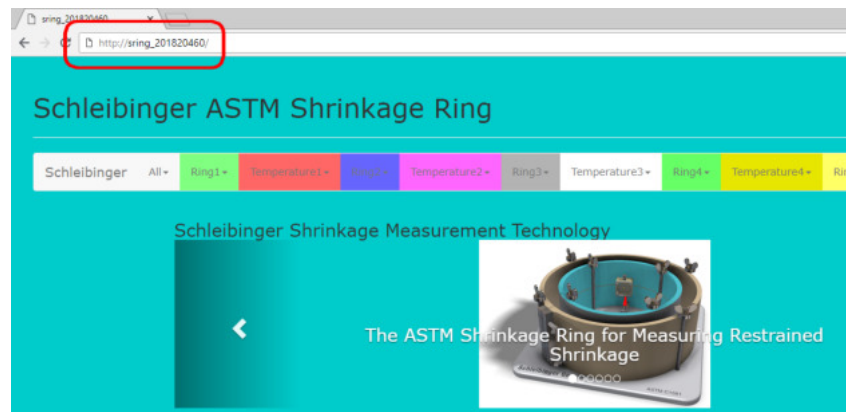


Abbildung 3: Zugriff auf das Schleibinger Gerät mit dem Hostname

Ein DHCP-Server erteilt dem Datenlogger eine freie IP-Adresse und über den vergebenen Hostname mittels DNS erreichen Sie den Datenlogger, siehe Bild 3.

Von Zeit zur Zeit scannt das DHCP-Server das Netzwerk nach IP-Adressen und den entsprechenden Zuordnungen der Computer im Netzwerk. Dieses Prozedere kann gegebenenfalls einige Zeit in Anspruch nehmen. Warten Sie, bevor Sie mit der Verbindung des Datenloggers fortfahren.

Alternativ, wenn DNS-Server nicht funktioniert oder in Ihrem Netzwerk nicht unterstützt wird, kann die Verbindung mit dem Datenlogger über eine ihm zugeordnete IP-Adresse erfolgen. Diese kann mithilfe des Programms Chiptool gefunden werden (Abb. 4).

**Stellen Sie sicher, dass der Datenlogger immer die gleiche IP-Adresse von dem DHCP-Server bezieht.** Für die Verbindung, geben Sie die IP-Adresse, die der DHCP-Server dem Datenlogger zugeordnet hat, anstelle des Hostnamen in das Eingabefenster ihres Browsers ein (Abb. 5)

Srv	Name	DHCP	IP	Netmask	Gateway	Target	ID	IfIdx	RTOS	IfType
00E88A	Bdrain_2017demo	Yes	192.168.1.212	255.255.255.0	192.168.1.19	SC24	00305630E88A	2.0	V2.01	ETH
00E88C	AKP_201720095	Yes	192.168.1.174	255.255.255.0	192.168.1.19	SC24	00305630E88C	2.0	V2.01	ETH
00E88D	Slab_841384963	Yes	192.168.1.205	255.255.255.0	192.168.1.19	SC24	00305630E88D	2.0	V2.01	ETH
0271B4	Slabtester_Sep_07_07	Yes	192.168.1.202	255.255.255.0	192.168.1.19	SC12	003056F271B4	2.0	V1.25	ETH

Abbildung 4: Auslesen der IP Adresse des Schleibinger Gerätes mit dem Programm Chiptool

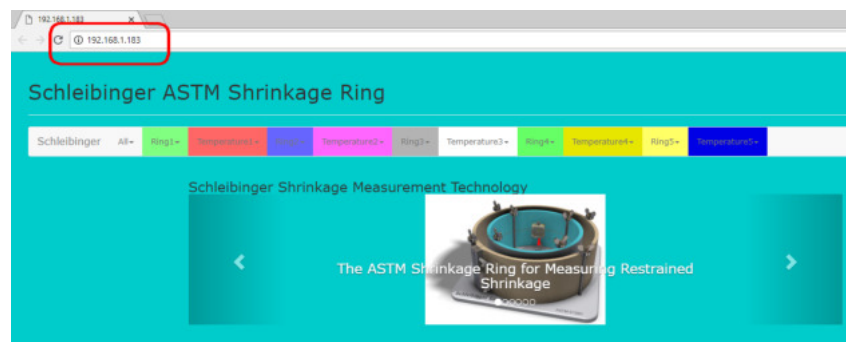


Abbildung 5: Zugriff auf das Schleibinger Gerät mit einer IP Adresse

verwenden einer statischen IP Adresse

Falls kein Netzwerk vorhanden ist oder eine Einbindung der Geräte in ein lokales Netzwerk nicht möglich ist, kann der Schleibinger Datenlogger direkt mit einem Computer verbunden werden.

Die meisten PCs sind so konfiguriert, dass sie ebenfalls eine automatisch zugewiesene IP-Adresse von einem DHCP-Server beziehen. Im Fall einer direkten Verbindung zwischen dem Datenlogger und einem PC fehlt diesen beiden Teilnehmern der DHCP-Server. In diesem Fall muss jeweils eine statische IP-Adresse wie folgt zugewiesen werden:

#### a) Einstellen einer IP Adresse am Windows-Computer:

Öffnen Sie am PC die Systemsteuerung → Netzwerkverbindungen → LAN-Verbindung → Eigenschaften und stellen Sie eine feste IP-Adresse aus einem der sogenannten privaten Bereiche z.B. 192.168.1.1 und eine Subnetzmaske 255.255.255.0 ein (Abb. 6). Gateway muss nicht eingestellt werden.

#### b) Einstellen einer IP Adresse am Schleibinger Gerät:

Verbinden Sie den Datenlogger mit dem Computer, auf dem Sie soeben eine IP-Adresse eingestellt haben, und starten Sie dort das Programm Chiptool.

Das Programm sucht nach dem Datenlogger und falls der Computer richtig konfiguriert ist, erscheint das Schleibinger Gerät im Fenster des Programms.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Eintrag in dem Fenster und wählen Sie IP-Konfiguration. Ein kleines Fenster erscheint. Deaktivieren Sie dort die Wahl `Use DHCP`.

Stellen Sie dort ebenfalls eine feste IP-Adresse aus dem gleichen privaten Bereich (aber andere als auf dem PC) z.B. 192.168.1.2 und die gleiche Subnetzmaske ein (Abb. 7). Abschließend klicken Sie auf `Config`.

Geben Sie die soeben eingestellte IP-Adresse des Datenloggers in die Adresszeile des Browsers ein. Die Startseite des Schleibinger Geräts wird angezeigt.

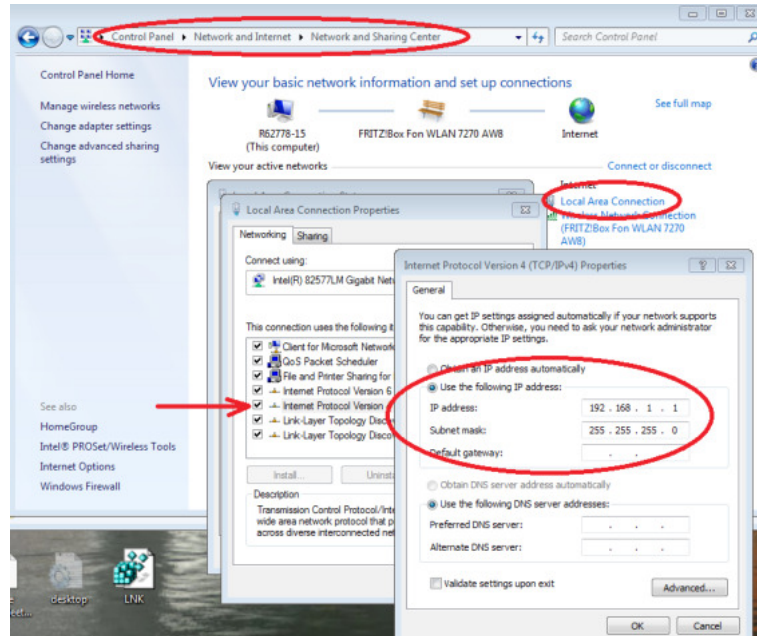


Abbildung 6: Konfiguration am PC für eine direkte Verbindung zwischen PC und Schleibinger Gerät

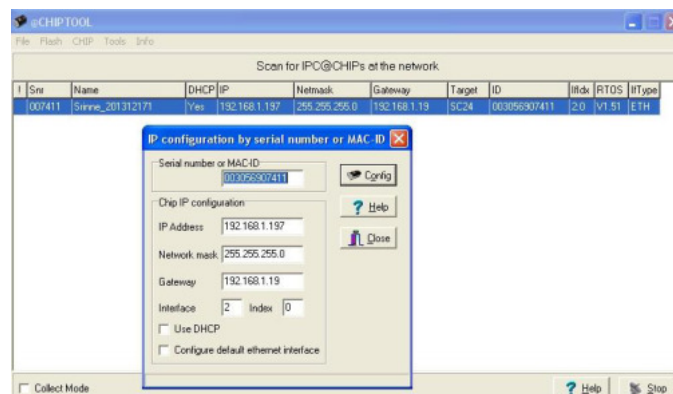


Abbildung 7: Konfiguration des Schleibinger Geräts für eine direkte Verbindung zwischen PC und Gerät mit dem Hilfsprogramm Chiptool

### 3.5 Thermoelement

Zur Temperaturerfassung der Proben kann ein Thermoelement an dem Datenlogger angeschlossen werden.

Ein Thermoelement ist ein Paar metallischer Leiter aus unterschiedlichem Material, die an einem Ende verbunden und aufgrund des thermoelektrischen Effektes zur Temperaturmessung geeignet sind. Aufgrund der Temperaturdifferenz entlang des elektrischen Leiters erzeugt das Thermoelement eine Spannung, welche gemessen werden kann.

Die Thermoelemente werden häufig als Temperatursensoren bei Messungen und Steuerungen eingesetzt. Sie sind preiswert, austauschbar, werden mit Standardsteckverbindungen geliefert und decken einen breiten Temperaturspektrum ab. Der Nachteil der Thermoelemente ist ihre Genauigkeit: eine Temperaturgenauigkeit von weniger als einem Grad Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) kann nur schwer erreicht werden.

Das meist verwendete Thermoelement vom Typ K weist eine Sensitivität von ca.  $41\text{V}/^{\circ}\text{C}$  auf (Abb. 8). Dieses Thermoelement deckt einen Temperaturbereich von  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $+1350\text{ }^{\circ}\text{C}$  ab <sup>1</sup>

**Achtung: Bitte benutzen Sie den Schleibinger Datenlogger nur mit dem Thermoelement Typ K. Ansonsten können die Ergebnisse fehlerhaft sein!**

Nach der Messung kann das Thermoelement entweder herausgezogen oder, wenn das nicht möglich ist, abgeschnitten werden. Für die Wiederverwendung muss die Isolierung am Ende der Kabel im Bereich von ca. 10 mm entfernt und die Kabelenden miteinander verdrillt bzw. verschweißt werden.

Die Temperatur wird auch dann angezeigt, wenn das Thermoelement nicht angeschlossen oder beschädigt ist. Diese Temperatur wird am Temperaturstecker des Datenloggers bezogen.

Bitte beachten!

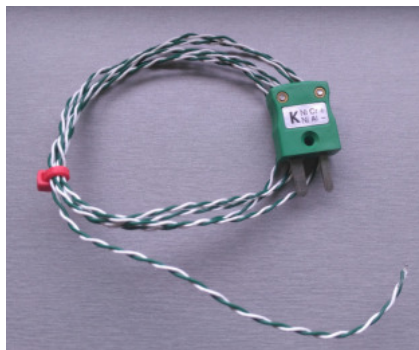


Abbildung 8: Thermoelement Typ K

<sup>1</sup> Wikipedia "Thermocouple." Wikipedia, The Free Encyclopedia. Wikipedia, The Free Encyclopedia, 31 May. 2015. Web. 5 Jun. 2015.



### 3.6 Waagenanschluß

Der Datenlogger kann mit einer Waage (z.B. Kern, Mettler Toledo oder Santorius) zum Erfassen der Gewichtsänderung der Probe während der Prüfung verbunden werden. Hierfür wird die Waage am Datenlogger über einen RS-232-Anschluß angeschlossen.

Beim Verwenden der Waage sollte die automatische Justierung bzw. Kalibrierung der Waage ausgeschaltet werden. Schalten Sie erst die Waage und dann den Datenlogger ein.

## 4 Handhabung

### 4.1 Schwindschichtsystem - Vorbereitung für die Messung

Stellen Sie das Schwindschichtsystem möglichst in einem klimatisierten Raum mit geringen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen auf. Vermeiden Sie eine direkte Sonneneinstrahlung auf die beiden Lasersysteme.

Die Vorbereitung für die Messung mit dem Dünnschichtsystem kann wie folgt durchgeführt werden:

- Bereiten Sie eine Form für die flüssige Probe vor. Zum Beispiel: bekleben Sie eine Folie ca. 200 x 300 mm an allen vier Rändern mit Tesa-Moll so, dass sich eine Art Probenbehälter bildet. Oder verwenden Sie eine andere Form für die Probe.
- Legen Sie die Form auf eine glatte ebene Unterlage.
- Füllen Sie die frisch angemischte Probe in die Form ein und setzen Sie diese zwischen den beiden Lasersensoren.
- Die Lasersensoren können mit den Handrädern verstellt werden. Positionieren Sie die beiden Sensoren möglichst nahe der Probenkante.
- Setzen Sie die Reflektoren auf die Probenoberfläche so, dass diese sich im Laserstrahl befinden und der Laser diese möglichst in der Mitte der Reflektorfläche trifft.

Die Justage der Laserpositionen kann mit den Handrädern durchgeführt werden:

- Die Höhe des Lasersensors kann mit Hilfe des oberen Handrades eingestellt werden
- Der Abstand zwischen dem Laser und der Probe kann mit den seitlichen Handrädern variiert werden.

Justieren Sie die Position des linken Sensors mit dem Handrad so, dass die LED am Sensor nicht mehr rot leuchtet. Befindet sich der Laser im Messbereich, wird dies durch grünes LED angezeigt. Die

Position des Lasersensors soll möglichst in der Mitte des Messbereichs eingestellt werden. Dieser wird durch gelb-grünes (orange) LED am Sensor angezeigt. Drehen Sie den linken seitlichen Handrad so lange bis die LED am Sensor von grün nach gelb-grün wechselt. Wiederholen Sie den Vorgang für den rechten Sensor.

Optimale Sensorposition kann über Web-Browser überprüft werden. Klicken Sie hierfür im Hauptmenü **Alle** → **Onlineanzeige** → **Start**. Es werden numerische Werte abgefragt und tabellarisch dargestellt. Die Nummerierung der Kanäle erfolgt dem Menü entsprechend.

Zur Sensoreinstellung soll der Rohwert des Laserkanals jeweils im Bereich von ca. 32500 und 33000 liegen. Bei einem Gesamtweg von 10 mm entspricht dieser Rohwert der Messbereichsmitte von 5 mm (Abb. 9) (Näheres im Kap. 5).

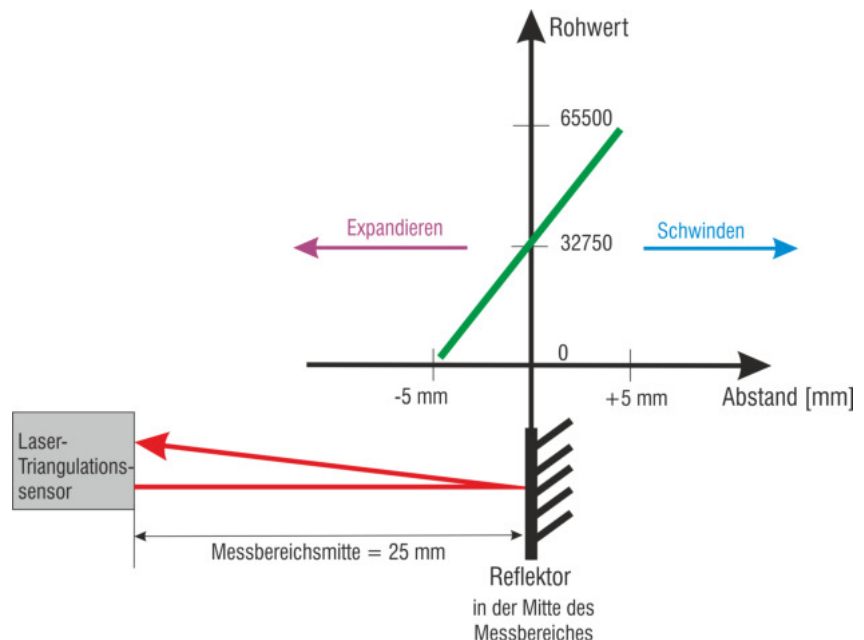


Abbildung 9: Lasersensoranordnung

## 5 Die Software - Bedienung über Web-Browser

Die Software basiert für alle Schleibinger Schwindmessgeräte auf dem gleichen Prinzip.

### 5.1 Messvorgang

Sobald der Datenlogger mit Strom versorgt wird, wird die Datenaufzeichnung fortgeführt. Dies wird durch ein langsames Blinken der grünen LED am Gehäuse angezeigt. Die Messdaten können je nach eingestellter Abtastrate bis zu einem Jahr aufgezeichnet werden. Der PC wird zur Konfiguration und Start der Messung und zur Datenübernahme benötigt.

### 5.2 Setup Einstellungen

- Schließen Sie die Systembestandteile an den entsprechenden Anschlüssen an.
- Verbinden Sie den Datenlogger mit Ihrem Computer (siehe Kapitel 3.4)
- Öffnen Sie den Browser und geben Sie den Hostnamen oder die IP-Adresse im Adressfeld ein. Der Startbildschirm wird angezeigt (Abb. 10).
- Direkt unterhalb der Kopfzeile befindet sich die Menüzeile, in der einzelne Messkanäle ausgewählt werden können. Je nach Ausstattung des Messsystems kann die Menüzeile variieren.
- Unter dem Menüpunkt **Alle** können alle Kanäle gleichzeitig auf die gleiche Art und Weise bedient werden. Dies bezieht sich z.B. auf Starten der Messung, Eingabe des Datums und Zeit, Anzeige der Messwerte oder graphische Darstellung aller Messwerte (Abb. 11).
- Die einzelnen Messkanäle sind rechts von dem Menüpunkt **Alle** aufgelistet. In Abhängigkeit von dem Umfang der installierten Optionen, umfassen diese z.B. Lasersensoren für Schwindkegel oder Dünnschichtmesssystem, Geber-Sensoren für Schwindrinne oder Schüsselrinne, Temperatursensor, kombinierter Feuchtigkeits- und Temperatursensor und Waagenanschluß.

#### 5.2.1 Einstellungen der einzelnen Kanäle

Für jeden Kanal kann ein **Setup** durchgeführt werden. Wählen Sie hierzu den entsprechenden Kanal in der Menüleiste aus und klicken Sie **Setup** (Abb. 12).

Die Einstellungen können wie folgt vorgenommen werden:

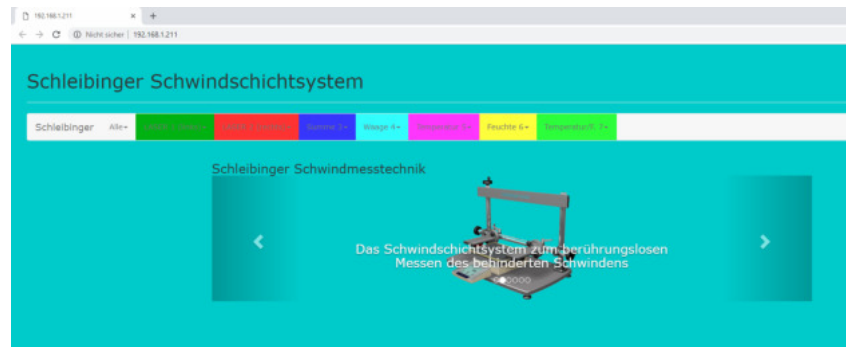


Abbildung 10: Startbildschirm

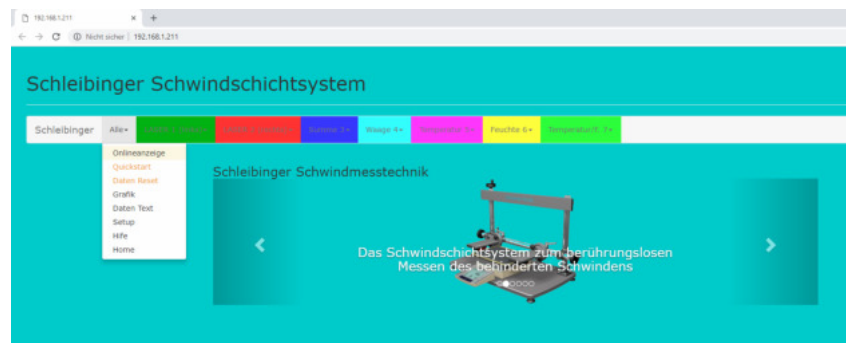
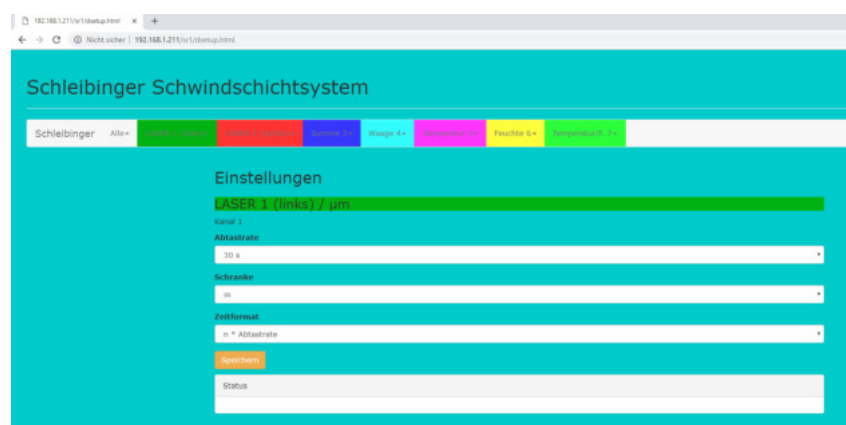
Abbildung 11: Startbildschirm mit dem Menüpunkt **Alle**

Abbildung 12: Messeinstellungen

**Abtastrate** Hier kann die Abtastrate eingestellt werden. Die Abtastrate kann zwischen 1s und 4 h gewählt werden (Abb. 13).

**Schranke** Unter Menüpunkt **Schranke** kann ein Grenzwert für die Aufzeichnung der Messwerte definiert werden. Dies ist besonders dann von Interesse, wenn nur die Messwerte aufgezeichnet werden sollen, die eine Änderung, die größer ist als der eingestellte Wert der Schranke, erfahren. Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgt somit erst, wenn die Differenz zum Vorwert größer ist als der gesetzte Grenzwert spätestens aber nach der in der Abtastrate definierter Zeit. Ist die Schranke auf *unendlich* gesetzt, so ist die Funktion der Schranke nicht wirksam.

Achtung!

Die Zeitachse wird dementsprechend nicht kontinuierlich aufgenommen.

**Zeitformat** Unter diesem Menüpunkt können eine der zwei Konfigurationen gewählt werden:

#### **Zeit / s = tatsächliche Abtastrate**

Die Messdaten werden im Format Zeit / s und Messwert aufgezeichnet. Technisch bedingt kann der Abstand zwischen zwei Messwerten leicht variieren. So kann die Zeitfolge 30s ... 61s ... 89s ... 122s ... betragen. Ist die Option Zeit / s ausgewählt, werden die Messdaten mit dem tatsächlichen Zeitraster aufgezeichnet.

#### **n \* Abtastrate / s = gerundete Abtastrate**

Zum vereinfachten Handhaben der Daten kann die Abtastrate gerundet dargestellt werden. Der Schleibinger Datenlogger rundet und speichert die Messdaten so ab, dass der Abstand zwischen zwei Messwerten immer ein geradzahliges Vielfaches der Abtastrate ist: 30s ... 60s ... 90s ... 120s ...

Nach erfolgreicher Konfiguration der Messeinstellungen werden diese durch die Auswahl der Schaltfläche **Speichern** gesichert.

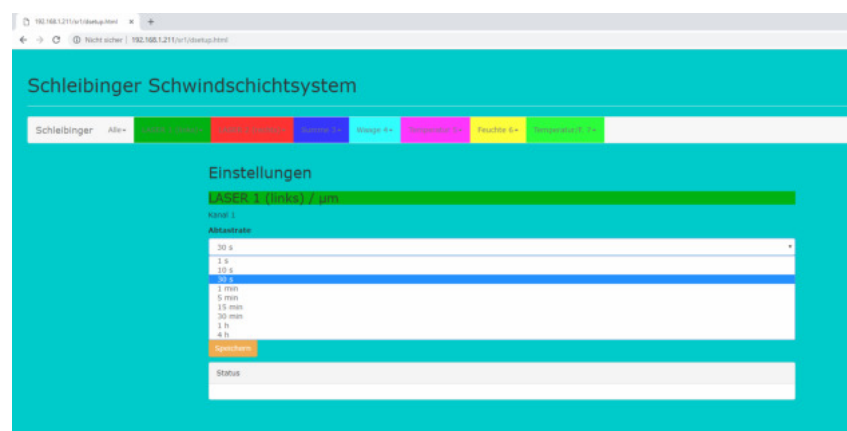


Abbildung 13: Einstellung der Abtastrate

### 5.2.2 Setup aller Kanäle

Unter dem Menüpunkt **Alle** → **Setup** können das Datum und die Uhrzeit extra eingestellt werden (Abb. 14). Zeitformat ist nach Europäischen Zeit wie folgt:

Tag.Monat.Jahr:Stunden:Minuten

Beispiel: 26.09.17:16:55

Nach erfolgreicher Einstellung werden die Parameter durch das Drücken der Schaltfläche **Datum und Zeit einstellen** gesichert.

Werden keine Änderungen vorgenommen, wird die Systemzeit für die Messungen übernommen.

Achtung!

**Ändern Sie die Uhrzeit nicht während der laufenden Messungen!**



Abbildung 14: Datum- und Uhrzeiteinstellung

### 5.3 Starten der Messung

Da die Messwerte von allen angeschlossenen Sensoren kontinuierlich aufgezeichnet werden, sollten für jede einzelne Messung die vorher aufgenommenen Werte gelöscht und der Zeitpunkt auf 0 gesetzt werden. Dies bedingt ein Zurücksetzen der Länge auf den Wert =0 (Offset), das Löschen der vorher aufgenommenen Daten und anschließend das Starten der neuen Messung.

#### 5.3.1 Offset

Zum Erfassen von relativer Änderung der Messwerte sollte vor dem Beginn der Messung ein Offset durchgeführt werden. Hierfür verfahren Sie wie folgt:

- Stellen Sie den Sensor so ein, dass Sie sich in etwa in der Mitte des Messbereichs befinden. Zur Kontrolle, lassen Sie sich die Rohwerte im Menüpunkt **Alle** → **Onlineanzeige** → **Messdaten** → **Start** anzeigen (Abb. 15).

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Schleibinger Schwindsschichtsystem' interface. The page has a teal header and a navigation bar with buttons for 'Alle', 'Start', 'Stop', 'Offset', 'Messung', 'Feuchte', and 'Temperatur'. Below the navigation bar, there is a 'Messdaten' section with a sub-header 'Alle / µm/g/°C/%' and 'Kanal 1'. There are 'Start' and 'Stop' buttons. The current time is 13:45:21. Below this is a table with 7 columns: Kanal, Geber, Messung, d / h / min / s, Wert, Einheit, and Rohwert. The table contains 7 rows of data for different sensors.

Kanal	Geber	Messung	d / h / min / s	Wert	Einheit	Rohwert <sup>1)</sup>
1	SSD0000001	SSD_00	08_02_19_10_27	4 03:18:31	0.00	Länge / µm
2	SSD0000002	Test_00	08_02_19_10_27	4 03:18:31	0.00	Länge / µm
3	GAU0000003	Test_00	08_02_19_10_27	4 03:18:31	0.00	Länge / µm
4	MET0000001	Test_00	08_02_19_10_27	4 03:18:31	---	Gewichte / g
5	TEMP0000005	Test_00	08_02_19_10_27	4 03:18:31	22.84	Temperatur / °C
6	SHF0000001	Test_00	08_02_19_10_27	4 03:18:31	0.00	rel. Feuchte / %
7	SHF0000001	Test_00	08_02_19_10_27	4 03:18:31	36.75	Temperatur / °C

Abbildung 15: Messwerte Numerisch

Jede Zeile der Tabelle ist entsprechend der Reihenfolge einem Sensor zugeordnet. Die Rohwerte werden jeweils in der letzten Spalte der Tabelle angezeigt.

Der Rohwert des Gebers der Schwind- und Schüsselrinnen sollte zwischen 7000 und 8000 liegen.

Der Wert des Lasers sollte im Bereich von ca. 32500 - 33000 eingestellt werden.

- Wählen Sie den entsprechenden Messkanal in der oberen Menüleiste.
- Wählen Sie im Menüpunkt **Offset**
- Klicken Sie auf **Offset=0**. Der aktuelle Messwert wird zum Offset-Wert und im Folgenden von allen Messwerten automatisch abgezogen (Abb.16).

Diese Funktion ist für das Thermoelement und den kombinierten Feuchtigkeits- und Temperatursensor nicht verfügbar!

Achtung!

### 5.3.2 Daten Reset

Zum Löschen der Messdaten einzelner Kanäle wählen Sie in der Menüleiste den entsprechenden Kanal aus und klicken Sie auf **Daten Reset** (Abb. 17). Durch die Auswahl **Löschen** werden alle Messdaten des ausgewählten Kanals gelöscht.

### 5.3.3 Start der Messung für die einzelnen Kanäle

- Wählen Sie den entsprechenden Kanal aus
- Klicken Sie auf den Menüpunkt **Start** (Abb. 18).
- Geben Sie einen Namen für die Messung ein (nicht zwingend)



Abbildung 16: Offset.

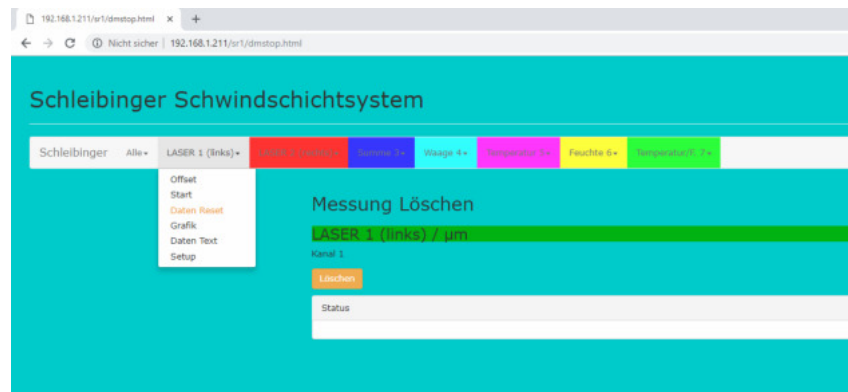


Abbildung 17: Messwerte löschen

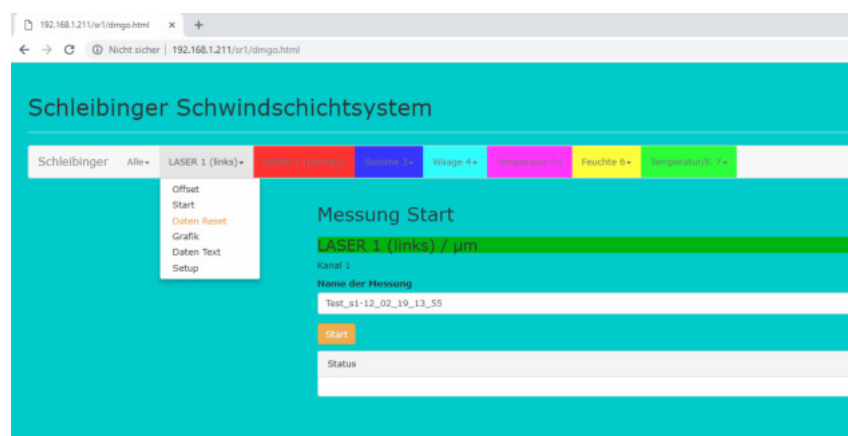


Abbildung 18: Start der Messung



- Drücken Sie **Start**
- Messzeit wird auf 0 gesetzt und die Aufzeichnung der Messwerte des jeweiligen Kanals beginnt.

### 5.3.4 QUICKstart

Das Starten der Messung kann für jedes einzelne Kanal separat oder für alle Kanäle gleichzeitig ausgeführt werden.

Die Option **QUICKstart** fasst alle vorausgehenden Schritte für einen Messstart zusammen. Es werden gleichzeitig der Offset durchgeführt, die bestehende Dateien gelöscht, die Messzeit auf 0 gesetzt und die Messung gestartet.

- Schließen Sie die Sensoren an die entsprechenden Anschlußstellen an.
- Stellen Sie den Sensor so ein, dass Sie sich in etwa in der Mitte des Messbereichs befinden. Zur Kontrolle, lassen Sie sich die Rohwerte im Menüpunkt **Alle** → **Onlineanzeige** → **Messdaten** → **Start** anzeigen (Abb. 15).

Jede Zeile der Tabelle ist entsprechend der Reihenfolge einem Sensor zugeordnet. Die Rohwerte werden jeweils in der letzten Spalte der Tabelle angezeigt.

Der Rohwert des Gebers der Schwind- und Schüsselrinnen sollte zwischen 7000 und 8000 liegen.

Der Wert des Lasers sollte im Bereich von ca. 32500 und 33000 eingestellt werden.

- Wählen Sie im Hauptmenü **Alle** → **Quickstart** und klicken Sie auf **Start** (Abb. 19).

Achtung!

**Quickstart löscht die alten Messdaten bei allen Kanälen!**

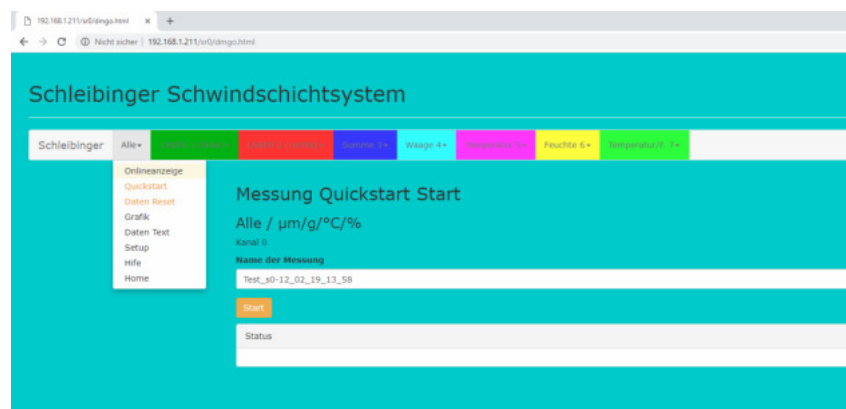


Abbildung 19: Starten der Messung mit Quickstart

## 5.4 Graphische Darstellung der Messwerte im Browser

Die Messwerte können für jeden Kanal einzeln oder für alle Kanäle zusammen graphisch angezeigt werden. Wählen Sie in der Hauptmenüleiste den entsprechenden Kanal und im Untermenü den Tab **Grafik** aus für eine graphische Darstellung der Messwerte des ausgewählten Kanals (Abb. 20).

Bitte beachten!

Je nach Browser kann die Darstellung unterschiedlich ausfallen.

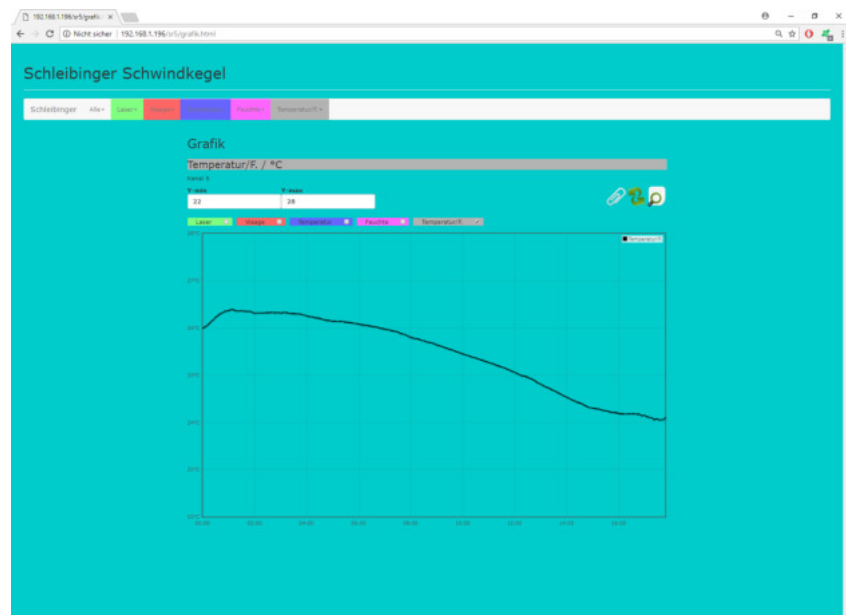


Abbildung 20: Graphische Darstellung der Messwerte.

### 5.4.1 Auswahl der Messkanäle

Im oberen Bereich befinden sich Schaltflächen mit denen sie die angezeigten Kanäle durch das Setzen eines Häkchens auswählen können (Abb. 21). Die Farbe der Messkurven entspricht dabei den Farben des jeweiligen Kanals. Nach der Auswahl muss die graphische Darstellung durch das Anklicken des Icons mit den grünen Pfeilen aktualisiert werden.

### 5.4.2 Messbereichsauswahl in Y-Richtung

Die Skalierung des Graphen erfolgt automatisch. Durch Eingabe in den Feldern **Y-min** und **Y-max** kann der Ausschnitt individuell in Y-Achse angepasst werden.

### 5.4.3 Messbereichsauswahl auf der Zeitachse

Ein Ausschnitt auf der X-Achse bzw. der Zeitachse kann mit der Maus bestimmt werden. Hierfür markieren Sie mit gedrückter linker Maustaste einen Bereich der Messung, welcher angezeigt werden soll.



Abbildung 21: Messkurvendarstellung im Internet-Browser

Durch drücken des Icons mit der Lupe oben rechts (Zoom out) wird diese Auswahl rückgängig gemacht.

#### 5.4.4 Einfügen eines Textes

Beim Drucken des Icons der Büroklammer öffnet sich ein Textfenster in dem Grafikbereich. Hier können Anmerkungen und Kommentare eingeben werden. Das Kreuz über dem Textfenster schließt es wieder.

#### 5.4.5 Drucken der Grafik

**Firefox:** Nutzen Sie die Druckfunktion des Browsers. Wählen Sie im Druckdialog *aktueller Frame* zum Drucken der Grafik ohne Menüs.

**Internet Explorer 9 und andere:** Bei den meisten Browsern können Sie durch drücken der rechten Maustaste in der Grafik einen Dialog öffnen, der das Drucken der Grafik ohne Menüs, erlaubt.

## 5.5 Auslesen und Export der Messwerte

Die Messwerte werden lokal im Datenlogger gespeichert. Der Speicher ist bei Netzausfall geschützt.

Zum Auslesen der Daten kann im einfachsten Fall ein Web-Browser verwendet werden.

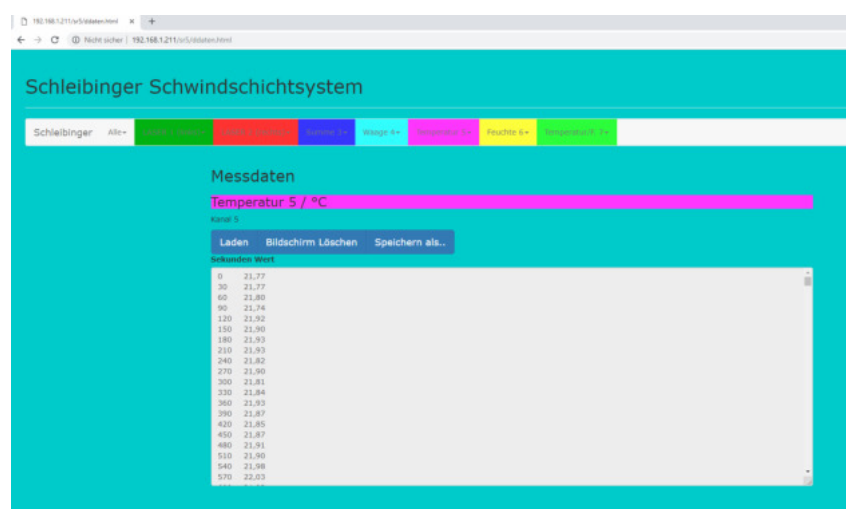
### 5.5.1 Datenformat

Für jeden einzelnen Kanal sowie für alle Messergebnisse wird eine txt-Datei angelegt. Die Bezeichnung der Datei richtet sich nach der Nummer des jeweiligen Kanals. Somit wird für den ersten Kanal eine Datei mit dem Namen **data1.txt**, für den zweiten Kanal **data2.txt** und für jeden weiteren Kanal entsprechend **data<sub>n</sub>.txt** erzeugt.

Daneben können alle Messergebnisse als eine Datei **data0.txt** dargestellt werden. Die Messwerte aller Kanäle werden dabei auf eine Abtastrate x 10 reduziert.

### 5.5.2 Auslesen der Messdaten der einzelnen Kanäle

- Wählen Sie in der Hauptmenüleiste einen Kanal aus, von dem Sie die Messdaten auslesen möchten.
- Wählen Sie dem Untermenü den Punkt **Text-Daten** und klicken Sie auf **Laden**.
- Die Messdaten des ausgewählten Kanals werden in Tabellenform angezeigt (Abb. 22). In der ersten Spalte werden Sekunden ab Messbeginn und in der zweiten Spalte die jeweiligen Messwerte gelistet.



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Schleibinger Schwindschichtsystem' interface. The main content area is titled 'Messdaten' and shows 'Temperatur 5 / °C'. Below this, there are buttons for 'Laden', 'Bildschirm Löschen', and 'Speichern als...'. A table displays the measurement data with two columns: 'Sekunden' and 'Wert'.

Sekunden	Wert
0	21,77
30	21,77
60	21,80
90	21,74
120	21,92
150	21,90
180	21,93
210	21,93
240	21,82
270	21,90
300	21,81
330	21,84
360	21,93
390	21,87
420	21,85
450	21,87
480	21,91
510	21,90
540	21,98
570	22,03

Abbildung 22: Anzeige der Messdaten

- Die Daten können einfach über die Zwischenablage als Copy-Paste in andere Programme, z.B. Excel, übernommen werden.
- Um einen direkten Link zu der txt-Datei zu bekommen, klicken Sie auf **Speichern als....** Es öffnet sich ein Browser-Fenster mit den Daten, die als entsprechende txt-Datei abgespeichert werden können (rechte Maustaste → Speichern unter).
- Die Daten können auch direkt z.B. in Excel eingelesen werden. Kopieren Sie die Adresse aus Ihrem Browser. Gehen Sie in Excel zum Dialog

Daten --> Aus dem Web.

Dann geben Sie im Adressenfeld die kopierte Adresse ein z.B. für den Kanal 3:

<http://www.192.168.1.40/daten/data3.txt>

Bestätigen Sie mit **ok**.

Bitte beachten:

Für die Messungen an Dünnschichten mit dem Schwindschichtsystem gilt (Abb. 9, 23):

- zunehmende Lasermesswerte bedeuten ein Schwinden der Probe
- abnehmende Lasermesswerte bedeuten ein Dehnen der Probe

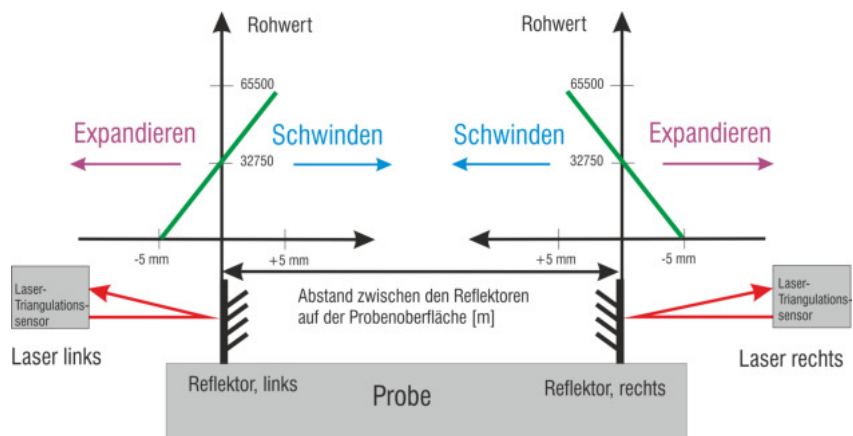


Abbildung 23: Messprinzip des Schwindschichtsystems

### 5.5.3 Auslesen der Gesamtdatei

Neben den Daten der einzelner Kanäle können die Messwerte als eine Gesamtdatei exportiert werden. Hierfür kann wie folgt vorgegangen werden:

- Wählen Sie in der Menüleiste **Alle** und klicken Sie auf **Text**
- Wählen Sie dem Untermenü den Punkt **Text** und klicken Sie auf **Laden** (Abb. 24). In der ersten Spalte stehen Datum und Uhrzeit und in der zweiten Spalte wird die Zeit im Excelformat dargestellt. Nach der Formatierung dieser Spalte im Excel als Datum/Uhrzeit, werden diese als solche angezeigt. In den nachfolgenden Spalten werden die Messdaten der Kanäle aufgeführt.

Die Abtastrate beträgt in dieser Datei das zehnfache der eingestellten Abtastrate von Kanal 1. Z.B. ist die Abtastrate für Kanal 1 auf 30 sek. eingestellt, so werden hier alle 5 Min. eine Zeile abgespeichert.

Achtung!

- Die Daten können einfach über die Zwischenablage als Copy-Paste in andere Programme, z.B. Excel, übernommen werden.
- Um einen direkten Link zu der txt-Datei zu bekommen, klicken Sie auf **Speichern als...** Es öffnet sich ein Browser-Fenster mit den Daten, die als entsprechende txt-Datei abgespeichert werden können (rechte Maustaste → Speichern unter).
- Die Daten können auch direkt z.B. in Excel eingelesen werden. Kopieren Sie die Adresse aus Ihrem Browser. Gehen Sie in Excel zum Dialog

Daten --> Aus dem Web.

Dann geben Sie im Adressenfeld die kopierte Adresse ein z.B.:

<http://www.192.168.1.40/daten/data0.txt>

Bestätigen Sie mit **ok**.

The screenshot shows a web browser displaying the 'Schleibinger Schwindschichtsystem' interface. The main content area is titled 'Messdaten' and shows a table of data for 'Alle / µm/g/°C/%'. The table has 10 columns: 'Date and Time', 'Exam Time', '1-Laser', '2-Laser', '3-Sum', '4-Weigh', '5-/C1', '6-mth', and '7-Bar'. The data rows show a sequence of measurements over time, with values for each parameter.

Date and Time	Exam Time	1-Laser	2-Laser	3-Sum	4-Weigh	5-/C1	6-mth	7-Bar
08.02.19 10:29:11	43504,436933	0,00	0,00	0,00	1234,57	21,52	31,01	22,61
08.02.19 10:31:42	43504,438681	0,00	0,00	0,00	1234,57	21,90	31,88	22,65
08.02.19 10:34:12	43504,440417	0,00	0,00	0,00	1234,57	21,85	31,82	22,69
08.02.19 10:36:42	43504,442153	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,03	31,85	22,73
08.02.19 10:39:12	43504,443889	0,00	0,00	0,00	1234,57	21,98	31,86	22,77
08.02.19 10:41:43	43504,445627	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,07	31,89	22,81
08.02.19 10:44:13	43504,447373	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,09	32,13	22,86
08.02.19 10:46:43	43504,449109	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,12	32,24	22,92
08.02.19 10:49:14	43504,450866	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,07	32,21	22,96
08.02.19 10:51:44	43504,452592	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,24	32,21	23,02
08.02.19 10:54:14	43504,454329	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,18	32,22	23,07
08.02.19 10:56:44	43504,456065	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,24	32,22	23,12
08.02.19 10:59:14	43504,457801	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,28	32,19	23,18
08.02.19 11:01:44	43504,459537	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,28	32,46	23,22
08.02.19 11:04:14	43504,461273	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,47	32,50	23,19
08.02.19 11:06:45	43504,463021	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,46	32,58	23,36
08.02.19 11:09:15	43504,464757	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,57	32,71	23,42
08.02.19 11:11:45	43504,466493	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,47	32,75	23,47
08.02.19 11:14:15	43504,468229	0,00	0,00	0,00	1234,57	22,59	32,62	23,52

Abbildung 24: Anzeige aller Messdaten

#### 5.5.4 FTP

Der etwas geübte Anwender kann die Messdatei auch direkt über FTP (File Transfer Protokoll) vom Datenlogger holen. Dazu benötigen Sie z.B. ein Programm wie z.B. Wise-FTP o.a. Der Vorteil hier ist, dass sich dieser Vorgang automatisieren lässt. D.h. die Daten werden von Zeit zu Zeit automatisch geholt. Der Username und das Password für den ftp-Dienst ist "ftp". Die Daten werden im Verzeichnis `/httpd/htdocs/daten` gespeichert.

Die Dateinamen für die einzelnen Messdateien sind `data1.txt`, `data2.txt` und so weiter. Die Gesamtmessdatei mit den Werten aller Kanäle heißt `data0.txt`.

## 6 Literaturverzeichnis

### Literatur

- [1] ASTM C 1581-09a. "Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restrained Shrinkage", 2009
- [2] ASTM C 827-95a (Reapproved 1997) "Standard Test Method for Change in Height at Early Ages of Cylindrical Specimens from Cementitious Mixtures", 1997
- [3] Bludau W, "Lichtwellenleiter in Sensorik und optischer Nachrichtentechnik", Springer Berlin 1998
- [4] Breitenbücher R, "Zwangsspannungen und Rissbildung infolge Hydratationswärme" Dissertation TU München, München, 1989
- [5] Bühler E, Zurbriggen R, "Mechanisms of early shrinkage and expansion of fast setting flooring compounds" Tagung Bauchemie, 7./8. Oktober 2004 in Erlangen Neubauer J, Goetz-Neunhoeffler F, hrsg. von der GDCh-Fachgruppe Bauchemie, 2004
- [6] EN 12617-4:2002, "Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods, Part 4: Determination of shrinkage and expansion"
- [7] Gerstner B, Haltenberger H, Teubert O, Greim M, "Device for measuring deformation of mortar in two directions under different temperature conditions has sensors for simultaneous measurement of vertical and horizontal mortar movement" German Patent Application DE000010123663A1, 2001
- [8] Greim M, Teubert O, "Appliance for detecting initial expansion and shrinkage behavior of building materials based on contactless measurement of change in filling level of container of fresh material specimens until set", German Patent Application DE000010046284A1, 2000
- [9] Ilchner B, Singer RF, "Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik: Eigenschaften, Vorgänge, Technologien" Springer Berlin 2010
- [10] Jensen OM, Hansen PF. "A Dilatometer for Measuring Autogeneous Deformation in Hardening Portland Cement Paste" Materials and Structures : Research and Testing. 28:406-409, 1995
- [11] Lorenz OK, Schmidt M, "Aufschüsseln schwimmend verlegter Zementestriche", ibausil, 13. Internationala Baustofftagung September 1997, hrsg. Stark J. Band 1, 1997
- [12] Lura P, Durand F , Jensen OM, "Autogenous strain of cement pastes with superabsorbent polymers", International RI-



- LEM Conference on Volume Changes of Hardening Concrete: Testing and Mitigation, Jensen OM, Lura P, Kovler K (eds), RILEM Publications SARL 2006
- [13] Sören Eppers Assessing the autogenous shrinkage cracking propensity of concrete by means of the restrained ring test  
Die Bewertung der autogenen Schwindrissneigung von Beton mit Hilfe des Ring-Tests
- [14] Sören Eppers, Christoph Müller On the examination of the autogenous shrinkage cracking propensity by means of the restrained ring test with particular consideration of temperature influences
- [15] Prof. Dr.-Ing. Harald S. Müller, Dipl.-Geol. Dipl.-Min. Astrid Hirsch, Dr.-Ing. Vladislav Kvitsel Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Prof. Dr.-Ing. Rolf Silbereisen, Dipl.-Ing. Carsten Becker CEMEX Deutschland AG Schwindarmer Beton ? Entwicklung und Möglichkeiten
- [16] Frank Apicella, BASF Corp - Construction Chemicals "Crack-Free" Repair Materials ... Are We There Yet ? Minnesota Concrete Council
- [17] Jae-Heum Moon, Farshad Rajabipour, Brad Pease, and Jason Weiss Quantifying the Influence of Specimen Geometry on the Results of the Restrained Ring Test Journal of ASTM International, Vol. 3, No. 8, Paper ID JAI100436
- [18] Henkensiefken et al. 2008 CBC Reducing Restrained Shrinkage Cracking in Concrete: Examining the Behavior of Self-Curing Concrete Made using Different Volumes of Saturated Lightweight Aggregate