

# Ultrakompakt Multi-Funktions- Testsystem

*PC-Bedienoberfläche  
und Integrierte  
Entwicklungsumgebung  
für automatische Prüfabläufe*

**SMMU05-USR001**

für  
Source Measurement Multiplex Unit  
von Ingenieurbüro Frank

**Dr. Markus Bär**  
**Consulting / Training / Softwareentwicklung**  
Pfarrgartenweg 8  
D-72119 AMMERBUCH  
TEL \*49 (0)7071 / 913291  
FAX \*49 (0)7071 /  
Email [info@dr-markus-baer.de](mailto:info@dr-markus-baer.de)  
Internet [www.dr-markus-baer.de](http://www.dr-markus-baer.de)

## Historie

Version	Autor	Firma	Telefon	Datum	Änderungsgrund
A0	M.Bär	Dr. Bär Consulting	07073-913291	07.08.2006	Erstellung
A1	M.Bär	Dr. Bär Consulting		19.08.2006	Signifikante Erweiterung
A2	M.Bär	Dr. Bär Consulting		12.2.2007	Kleine Erweiterungen

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INTERAKTIVE BEDIENOBERFLÄCHE</b>	<b>6</b>
2.1	STEUER- UND TERMINAL-FENSTER (MAIN)	7
2.1.1	Options / Firmware-Update	7
2.2	FUNKTIONSTEST UND IN-CIRCUIT-TEST	8
2.3	SOURCE	8
2.4	METER	8
2.4.1	Funktionstest (Spannung / Strom / Leistung)	8
2.4.2	In-Circuit-Test	9
2.5	MULTIPLEXER	10
2.6	AUXIO UND SPSIO	11
<b>3</b>	<b>PC-ENTWICKLUNGSUMGEBUNG FÜR DIE ERSTELLUNG VON TEST- UND PRÜFABLÄUFEN</b>	<b>12</b>
3.1	VISUAL-BASIC FOR APPLICATION – INTEGRATION	12
3.1.1	Kapselung der SMMU-Kommandos in Visual-Basic Funktionen / Prozeduren	12
3.2	EXCEL-INTEGRATION	13
3.2.1	Report-Erstellung in Excel	13
3.2.2	Datenbankfunktionen	14
3.2.3	Visualisierung	14
3.3	INTEGRATION MIT LABVIEW® UND MATLAB®	14
<b>4</b>	<b>APPLIKATIONSBEISPIELE</b>	<b>15</b>
4.1	DEMO	15
4.2	WIDERSTANDS-MATRIX (OPTION)	16
4.3	SMMU05 FUNKTIONSTEST- UND KALIBRIERUNG	17
4.3.1	Test und Kalibrierung des Controllers CTL274	17
4.3.2	Test der Multiplexerkarte MUX275	17
4.4	C-MESSUNG (OPTION)	17
4.5	MEHRKANALSCHREIBER (OPTION)	18
4.6	AUTOMATISCHE ENTLADUNG VON KONDENSATOREN (CODE BEISPIEL)	19
4.7	KENNLINIENSCHREIBER (OPTION)	19
4.7.1	Dioden	19
4.7.2	VDR20	
4.7.3	Kennlinienschar eines Feldeffekt-Transistors (FET)	20
4.8	TEST EINER LED-LEUCHTEINHEIT	21
4.9	KABELTESTER	22
4.9.1	Hochgenaue Widerstandsmessung (Option)	22
4.9.2	Durchgangs- und Verpolungsprüfung (Option)	22
4.10	KUNDENSPEZIFISCHE SOFTWARE-ERWEITERUNGEN	22
4.11	AUSBLICK	22
4.12	APPLICATION-NOTES	22
<b>5</b>	<b>BESTELLNUMMERN</b>	<b>23</b>
1.1	EINZELTEILE	23

## Verwendete Abkürzungen

SMMU	Source Measurement Multiplex Unit	
PC	Personalcomputer	Steuerrechner
COM, RS232	Serielle asynchrone Schnittstelle	
CTL274	Controller274	Zentraleinheit der SMMU05
MUX275	Multiplexer275	Schaltereinheit der SMMU05
OktalMUX	8fach Multiplexer auf MUX275 verwaltet 8 DUT-AP	
DUT	DeviceUnderTest	Prüfling
AP	Anschluss Punkt am MUX für DUT, besteht aus den 3 Anschlusspins SF, SS und S	
SF	SupplyForce	Lastausgang der DUT-Versorgung
SS	SupplySense	Eingang für die Fühlerleitung der DUT-Spannungsversorgung
S	Sense	Eingang für Spannungsmessung
AF	AuxiliaryForce	Der Hilfsschalter AF verbindet im MUX275 den AF mit dem SF-Anschluss
Messbus (MB)	besteht aus den Analogsignalen MBSFP, MBSSP, MBSP, MBSN, MBSSN und MBSFN	
MINIPOINT	Analogport, direkt auf den Messbus aufschaltbar	
SFP	Spannungsversorgung SupplyForcePositiv	
SSP	Spannungsversorgung SupplySensePositiv	
SP	Messeingang SensePositiv	
SN	Messeingang SenseNegativ	
SSN	Spannungsversorgung SupplySenseNegativ	
SFN	Spannungsversorgung SupplyForceNegativ	
SVGP	DUT- SupplyGeneratorPositive	
SVGN	DUT- SupplyGeneratorNegative	
IREG	Stromregler macht ICONST	
ICONST	Konstantstrom vom Stromregler	
ENDMS	EnableDutMiniportSense	Aufschalten der Senseleitungen SP und SN vom Miniport an den Messbus
ENDMF	EnableDutMiniportForce	Aufschalten von SSP0, SSN0 und SFN0 vom Miniport an den Messbus
DISDUTU	DisableDutVoltage, Schalter von SFP0 nach SFN0 (Versorgungskurzschluss)	
CLAMPSFN	Klemmt Anschluss SFN0 über eine Diode an Systemmasse	
DMM	Digitales Multimeter	
DVM	Digitales Voltmeter	
DAM	Digitales Amperemeter	
SPS	Speicher Programmierbare Steuerung	
SPSIO	Speicher Programmierbare Steuerung Input Output	
PE	Power Earth	Anschluß an Schutzerde
EMV	ElektroMagnetische Verträglichkeit	
ESD	ElectroStaticDischarge,	Elektrostatische Entladung
PGA	Programmable Gain Amplifier	programmierbarer Verstärker
OpAmp, OPA	Operational Amplifier	Operationsverstärker
IO	Input Output	Eingang/Ausgang
SH	Shield	elektrische Schirmung
274X1	Steckerreferenz: Modul CTL <b>274</b> fi <b>X</b> montierter Stecker Nummer <b>1</b>	
274P1	Steckerreferenz: Modul CTL <b>274</b> Portables Steckergegenstück von X1	
GNDA	Analogmasse	
GND	Ground (Digitalmasse)	
CASE	Gehäusepotential	
TP	Testpin	
wc	WorstCase	
@	Bei der Bedingung (Es steht für das englische „at“, bezeichnet also eine Bedingung „bei“ z.B. einer bestimmten Temperatur...)	
0	logische Null an einem Digitaleingang (Massepotential)	
1	logische Eins an einem Digitaleingang (3,3 oder 5V)	
L	logisch Low an einem Digitalausgang (Massepotential)	
H	logisch High an einem Digitalausgang (3,3 oder 5V)	
To	Toleranz Oben	
Tu	Toleranz Unten	
min	minimal	
max	maximal	
neg	negativ	
pos	positiv	
NC, nc	not connected	nicht angeschlossen
SMD	SurfaceMountedDevice,	Bauteil mit Oberflächenmontage
THD	ThruHoleDevice,	Bauteil mit normaler Durchstecktechnik
Tbd. tbd.	To be defined;	noch festzulegen

## 1 Einleitung

Mit dem Ultrakompakt Multi-Funktions-Testsystem **SMMU05** (Source Measurement Multiplex Unit) können Schalter-, Elektronikmodule und Kabelsätze geprüft werden. Die Prüfung kann erfolgen als In-Circuit- oder Funktionstest. Der Prüfling kann intern mit Schaltern, Stabis, ICs, CPUs, Zenerdioden, Dioden, Widerständen, Kondensatoren, Batterien, Leuchtdioden... bestückt sein. Die SMMU05 wird von einem PC, einer SPS oder einem Controller über eine serielle COM-Schnittstelle (RS232) angesteuert.

Die **Steuersoftware** SMMU05-USR001 bietet eine Interaktive Benutzer-Schnittstelle zur direkten Ansteuerung der Komponenten SOURCE (Programmierbare Strom- und Spannungsversorgung des Prüflings), MEASURE (Spannungs-, Strom, Widerstands-, ... Messung), MUX (Multiplexer für die Verbindung zum Prüfling), AUXIO (Hilfsein-/ausgänge) und SPSIO (SPS-kompatible Ein- und Ausgänge). Weiterhin beinhaltet die Steuersoftware eine komfortable Entwicklungsumgebung für komplexe Prüf- und Testabläufe, die durch die Einbettung in Microsoft-Visual-Basic-for-Applications / Excel beliebig erweiterbar ist und in übergeordnete Fertigungs-Prüfabläufe integriert werden kann.

### Technische Details der SMMU05-64S:

- Versorgung mit 24V Gleichspannung (18...36V,  $\leq 25$ Watt)
- Ansteuerung durch einen übergeordneten PC, eine SPS oder einen Controller
- In-Circuit- und Funktionstest von Prüflingen mit bis zu 64 Anschlusspunkten **AP** (vollständige Mess- und Stimulationsmatrix)
- Mit 64 AP sind bis zu 192 Spannungseingänge möglich (Ankündigung)
- Jeder Prüflingsanschlusspunkt kann softwaregesteuert über einen Zusatzschalter mit einem externen Gerät oder einem der Anschlusspunkte verbunden werden
- Vollelektronische Lösung ohne störanfällige mechanische Relaiskontakte, keine Trimmer
- Erdfreie Masse des Prüfsystems
- Bis zu je 8x8 SPS kompatible digitale Ein- und Ausgänge zur Ablaufkontrolle (Option)
- 2 potentialfreie V24 Schnittstellen, davon 1 freie V24 Schnittstelle zur Ansteuerung von externen Geräten unter Testprogrammkontrolle
- Firmwareupdate über V24 Schnittstelle

### Der Prüfling kann versorgt werden mit:

- Konstantspannung USUPPLY 0...34V mit Strombegrenzung ILIMIT 30...400mA (mit oder ohne SupplySensefunktion)
- Konstantstrom ICONST 1uA...400mA mit Spannungsbegrenzung ULIMIT 1...26V

### Der Prüfling kann beeinflusst werden durch:

- Stimulationsmatrix: Schalten der Betriebsspannung oder Masse auf DUT-AP
- Schalter: AF-Schalter je ein Hilfsschalter pro AP
- Frequenzgenerator Rechteck über AF-Schalter
- Externe Geräte über AF-Schalter
- Modulation der Speisespannung (auf Anfrage)
- Modulation des Speisestroms (auf Anfrage)

### Es werden folgende Messungen unterstützt:

- Spannungsmessungen UDCoverage differentiell über die Messmatrix (intern, extern, DVM extern)
- Strommessungen direkt oder über Shunt oder mit zusätzlichem DAM
- Widerstandsmessung mit Thermospannungskompensation
- Widerstandsmessung ohne Thermospannungskompensation
- Messungen können in 2 oder 4 Leiter-Technik durchgeführt werden.
- Messung von Diodensperrwiderständen
- Messung der Diodendurchlassspannung
- Messung Frequenz über externes HF-Vorteilermodule DIV252 im MHz-Bereich
- Erfassung von Helligkeitssensoren zum Test von Leuchtmitteln
- Temperaturmessung intern und extern
- Wegmessung über einen Incrementalzähler
- Zeitstempel im 1ms Raster bei allen Analogmessungen
- Messung von PWM-Signalen im KHz-Bereich (Frequenz, Tastverhältnis) (auf Anfrage)
- Messung von Blindwiderständen (L,C,R, tangens delta) (auf Anfrage)
- Loggermessung (auf Anfrage)
- Messung von UACeff, UDCEff, Umax, Umin, Uss (auf Anfrage)

## 2 Interaktive Bedienoberfläche

Wie in der technischen Beschreibung des **Ultrakompakt Multi-Funktions-Testsystems SMMU05** ausgeführt, erfolgt die Ansteuerung der SMMU05 über eine serielle Schnittstelle in einem einfachen Kommandomodus, in den die SMMU05 Konfigurations- und Messbefehle ausführt und die Ergebnisse zurück meldet.

Diese low-level Schnittstelle ist beispielsweise zur Integration in eine SPS-Umgebung sehr geeignet. Sie bietet jedoch keine direkte Unterstützung für Prüfabläufe oder eine, über die einfache Terminal-Schnittstelle hinausgehende, interaktive Bedienung.

Die PC-Steuer-Software SMMU05-USR001 von Dr. Bär Consulting (<http://www.dr-markus-baer.de>) deckt diese beiden Bereiche ab.

Die Kommandoschnittstelle der SMMU wurde dazu in eine Funktionsbibliothek in Visual-Basic for Applications gekapselt und eingebettet in die integrierte Entwicklungsumgebung von Microsoft Excel (ab Version 2000); siehe Kapitel „

PC-Entwicklungsumgebung für die Erstellung von Test- und Prüfabläufen“.

Basierend auf dieser Funktionsbibliothek bietet die interaktive Benutzerschnittstelle den komfortablen Zugriff auf alle Funktionen der SMMU in Form eines virtuellen Instrumenten-Panels.

Damit können im Labor und im Prüffeld Messung an Prüflingen schnell und flexibel interaktiv vorgenommen werden, wodurch auch die Erstellung von automatisierten Prüfabläufen erheblich erleichtert und beschleunigt wird.

Die Interaktive Bedienoberfläche besteht aus den Komponenten (Fenstern)

1. Steuerzentrale und Terminal (**Main**)
2. Stromversorgung (**Source**),
3. Mess-System (**Meter**),
4. Mess-Stellen-Multiplexer (**MUX**),
5. Zusatzfunktionen wie Analog- und Frequenzmessung etc. (**AUX-I/O**)
6. SPS-kompatible Digital-Ein- und Ausgabeschnittstelle (**SPS-I/O**)

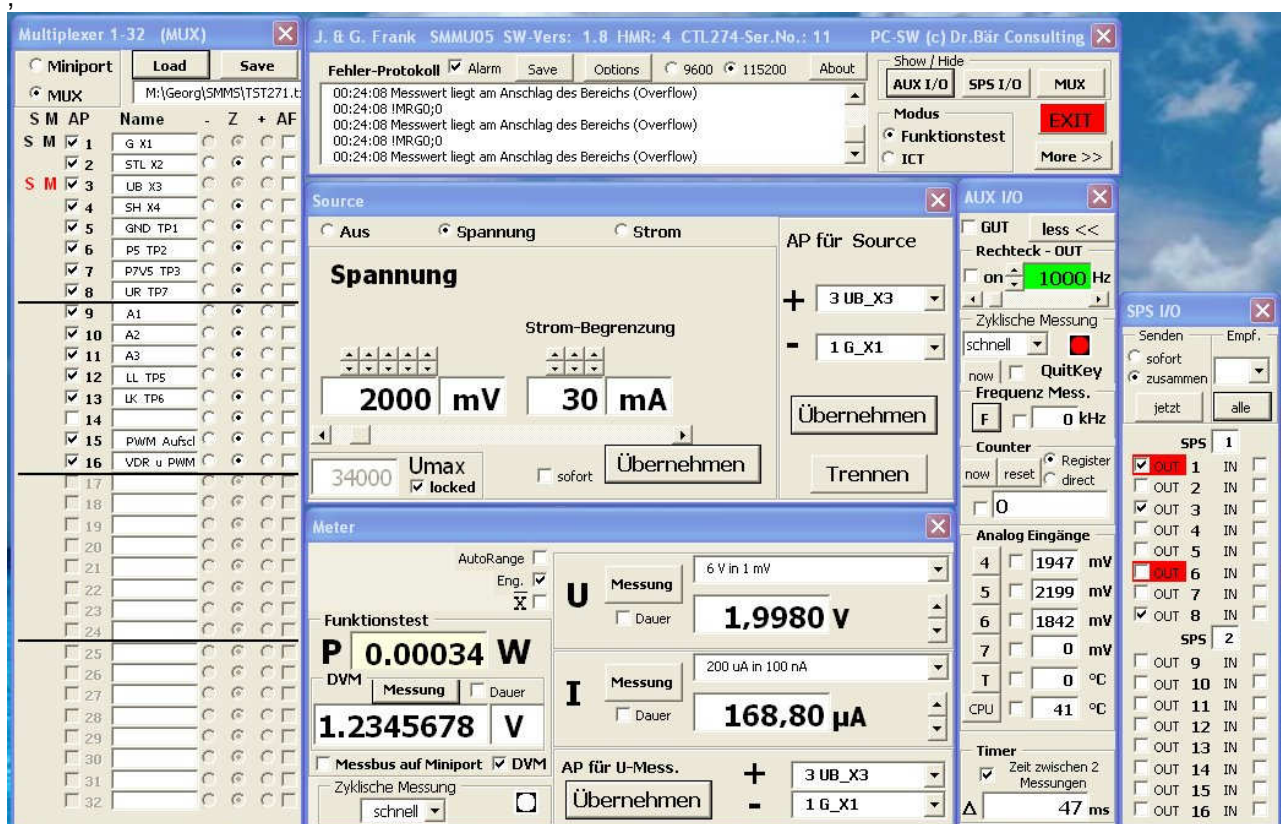


Abb.: 1 Interaktive Bedienoberfläche für SMMU05, hier mit 16 Anschlusspunkten und SPS-IO

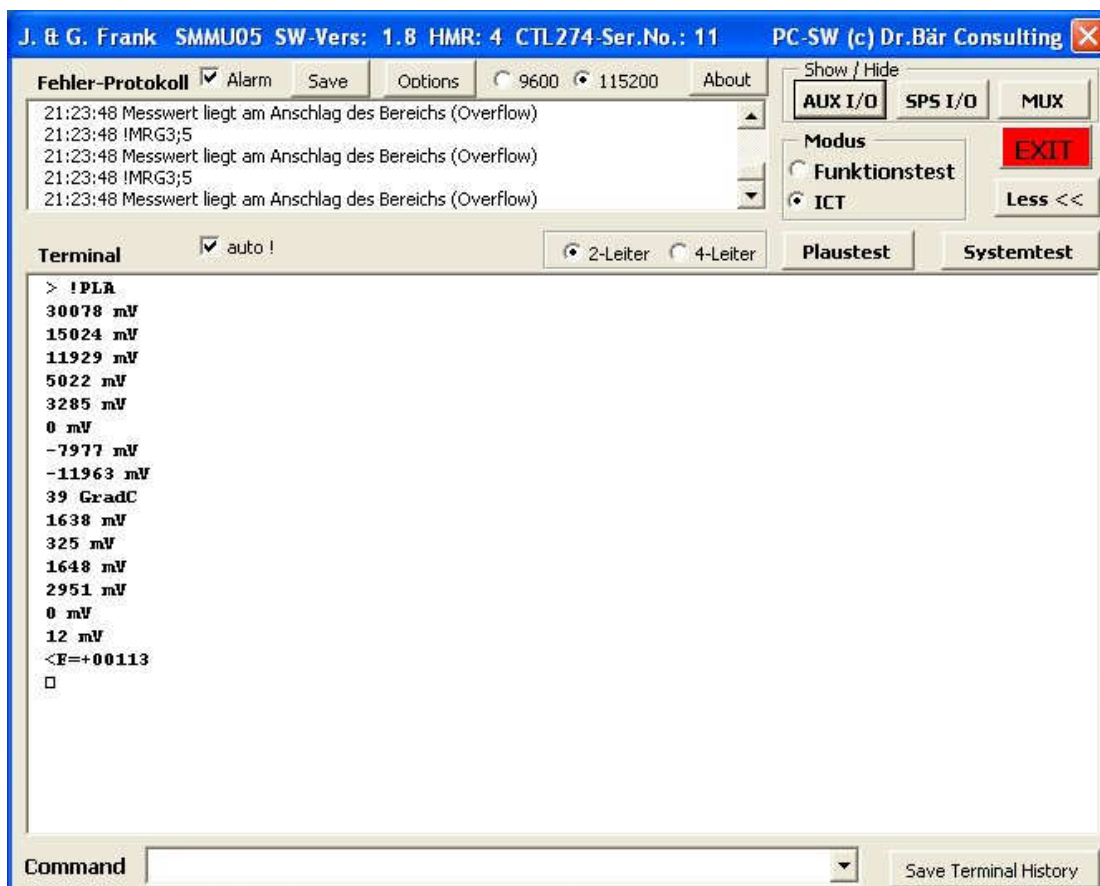
Für eine SMMU05 mit mehr als 32 Anschlusspunkten erscheint ein weiteres Multiplexerfenster.

## 2.1 Steuer- und Terminal-Fenster (Main)

Das Steuer- und Terminalfenster (Main) bietet in der Standard-Ansicht die Möglichkeit, den Betriebsmodus zwischen Funktionstest und In-Circuit-Test (ICT) umzuschalten, die weiteren Fenster ein- und auszuschalten sowie Optionseinstellungen vorzunehmen. Darüber hinaus werden in einem Protokollfenster Fehlermeldungen und Warnhinweise ausgegeben und protokolliert. Das Protokoll kann abgespeichert werden. Die Geschwindigkeit der seriellen Verbindung zur SMMU05 wird automatisch erkannt und angezeigt.



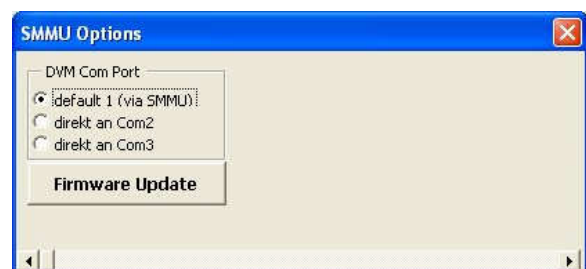
Das Betätigen der Schaltfläche **MORE** öffnet ein integriertes Terminalfenster, mit dem direkt Steuerkommandos an die SMMU05 übertragen werden können. Mit separaten Schaltflächen können ein Plausibilitäts- und Systemtest ausgeführt werden. Das Sitzungsprotokoll kann abgespeichert werden. Eine Kommandohistorie beschleunigt die Eingabe.



### 2.1.1 Options / Firmware-Update

Die Option DVM-Com-Port erlaubt es, ein externes Digital-Multimeter mit serieller Schnittstelle anzusteuern; entweder über die zweite V24.1-Schnittstelle der SMMU05, oder direkt über eine freie COM-Schnittstelle des PC.

Mit der Funktion **Firmware-Update** kann über die PC-Bedienoberfläche komfortabel neue Firmware in die SMMU05 eingespielt werden.





## 2.2 Funktionstest und In-Circuit-Test

Beim Ultrakompakt Multi-Funktions-Testsystem werden zwei Betriebsmodi unterschieden:

Der **Funktionstest** und der **In-Circuit-Test (ICT)**

Im **Funktionstest** steht der interne Generator für Spannung und Strom (**Source**) zur Versorgung des Prüflings zur Verfügung. Mit dem Mess-System können passive Messungen wie (U, I, Frequenz ..) durchgeführt werden.

Beim **In-Circuit-Test** ist der Versorgungsgenerator (**Source**) nicht verfügbar. Er wird dazu verwendet, um aktive Messungen wie Widerstand, Diodenprüfung und künftig auch eine Kapazitätsmessung durchzuführen.

## 2.3 Source

Der Versorgungsgenerator (Source) kann als **Spannungsquelle** mit Strombegrenzung oder als **Stromquelle** mit Spannungsbegrenzung geschaltet werden. Der Ausgang kann auf den Miniport und über den Mess-Stellen-Multiplexer auf die vorhandenen Anschlusspunkte aufgeschaltet werden. Die Aufschaltung erfolgt mit Fühlerleitungen (Sensebetrieb).



Abb.: 2 Versorgung mit Konstantspannung bis 34V, 400 mA, 1mV Auflösung

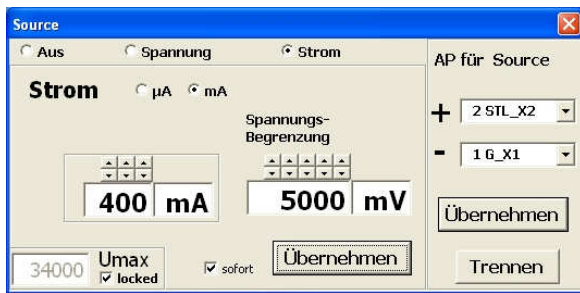


Abb.: 3 Stromquelle bis 400mA, 1 mA Auflösung



Abb.: 4 Stromquelle bis 10000 µA, 1µA Auflösung

## 2.4 Meter

### 2.4.1 Funktionstest (Spannung / Strom / Leistung)

Die Kommandoschnittstelle der SMMU-Firmware liefert die Messergebnisse als Integer-Wert zwischen +/- 32000 mit einem Skalierungsfaktor und Maßeinheit zurück. Dies ist zwar für eine maschinelle Weiterverarbeitung geeignet, aber nicht für die interaktive Benutzung.

Die Benutzerschnittstelle des Mess-Systems dagegen besitzt die gewohnte Darstellung als Digital-Multimeter. Messbereiche können interaktiv ausgewählt oder von der **Auto-Range** Funktion selbstständig bestimmt werden. Die Anzeige der Messwerte erfolgt standardmäßig in SI-(Engineering)-Einheiten. Zur Unterstützung der Testentwicklung z.B. für die Einbindung in eine SPS können jedoch auch die Integer-Originalwerte der SMMU angezeigt werden.

Die Messungen lassen sich zyklisch in verschiedenen Zeitintervallen durchführen. Die alternierende (quasi gleichzeitige) Messung von Spannung und Strom ist möglich. Mit der Leistungsanzeige P steht das Produkt von U und I zur

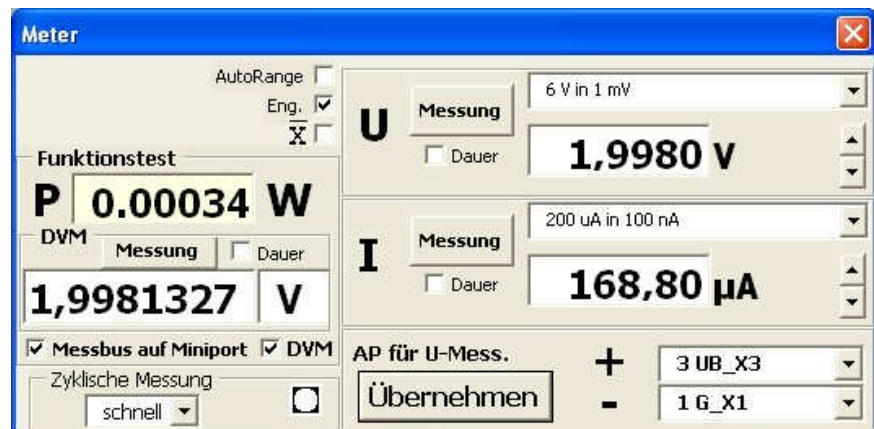


Abb.: 5: Meter: Spannungs- und Strommessung



Verfügung. Über eine **Mittelwertbildung** kann die Messung verrauschter Signale verbessert werden. Die Anzahl der Messwerte, über die gemittelt wird ist angezeigt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, ein externes Digitalmultimeter oder eine externe Messerfassung mit dem Multiplexer der SMMU zu kombinieren.

## 2.4.2 In-Circuit-Test

Bei den verschiedenen In-Circuit-Messungen steht der Versorgungsgenerator nicht für den Anwender zur Verfügung, sondern wird intern vom Mess-System für die aktiven Messungen eingesetzt.

### 2.4.2.1 Widerstand ohne Thermospannungskompensation



Abb. 6: Meter: Widerstandsmessung ohne Thermospannungskompensation

### 2.4.2.2 Widerstand mit Thermospannungskompensation



Abb. 7: Meter: Widerstandsmessung mit Thermospannungskompensation

### 2.4.2.3 Dioden-Durchgangs-Spannung

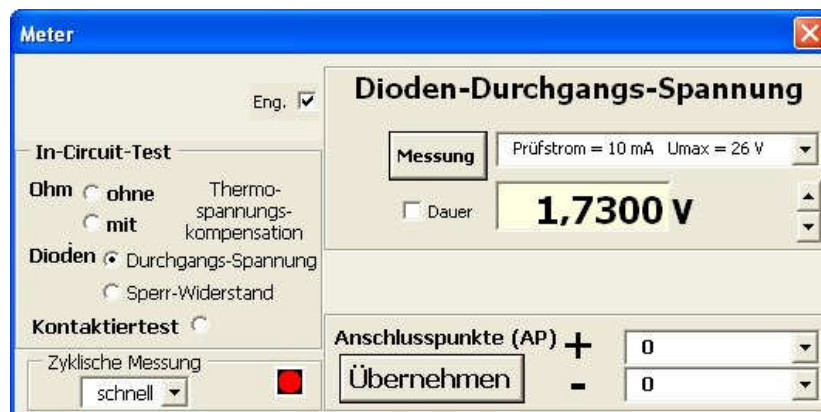


Abb. 8: Meter: Dioden-Durchgangs-Spannung

#### 2.4.2.4 Dioden-Sperrwiderstand

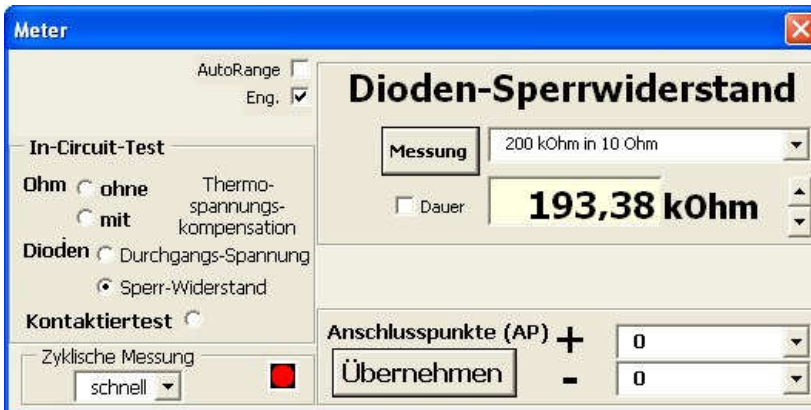


Abb. 9: Meter: Dioden-Sperrwiderstand

#### 2.4.2.5 Kontaktiertest



Abb. 10: Meter: Kontaktiertest

### 2.5 Multiplexer

Das Multiplexer-Fenster (bei mehr als 32 Anschlusspunkten erscheint ein 2. Fenster) erlaubt es interaktiv mit allen Anschlusspunkten zu arbeiten.

Jedem einzelnen Anschlusspunkt kann ein symbolischer Bezeichner zugeordnet werden, der hilft die Anschlüsse eines Prüflings einfach anzusprechen. Mit Häkchen versehene AP sind im Fenster **Source** und **Meter** verfügbar. Diese prüflings-spezifische Multiplexer-Konfiguration kann abgespeichert werden. Die Aufschaltung und Polarität (rot = +, schwarz = -) des Versorgungsgenerators (**Source**) an die AP wird mit **S** markiert. Ebenso werden die Anschlüsse und die Polarität des Mess-Systems (**Meter**) in der Multiplexer-Anzeige mit **M** gekennzeichnet.

Dadurch, dass bei der SMMU im Gegensatz zu anderen Testsystemen die komplette Matrix gleichzeitig als Mess- und Stimulationsmatrix ausgeführt ist, kann jeder nicht durch den Versorgungsgenerator (Source) belegte Ausgang SF jedes Anschlusspunktes zusätzlich auf 3 Positionen geschaltet werden:

1. DUT-Versorgung Pluspol (+)
2. Hochohmig (Z)
3. DUT-Versorgung Minuspol (-)

Jeder der Hilfsschalter an den Anschlusspunkten (AF-Schalter) kann durch setzen des Häkchens der zugeordneten Checkbox gesetzt werden.

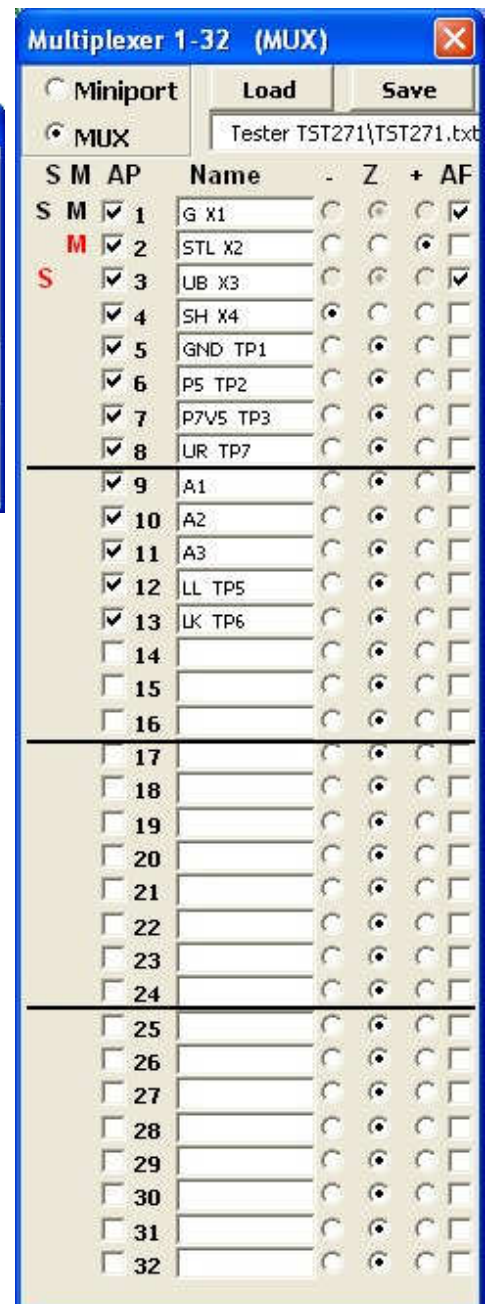
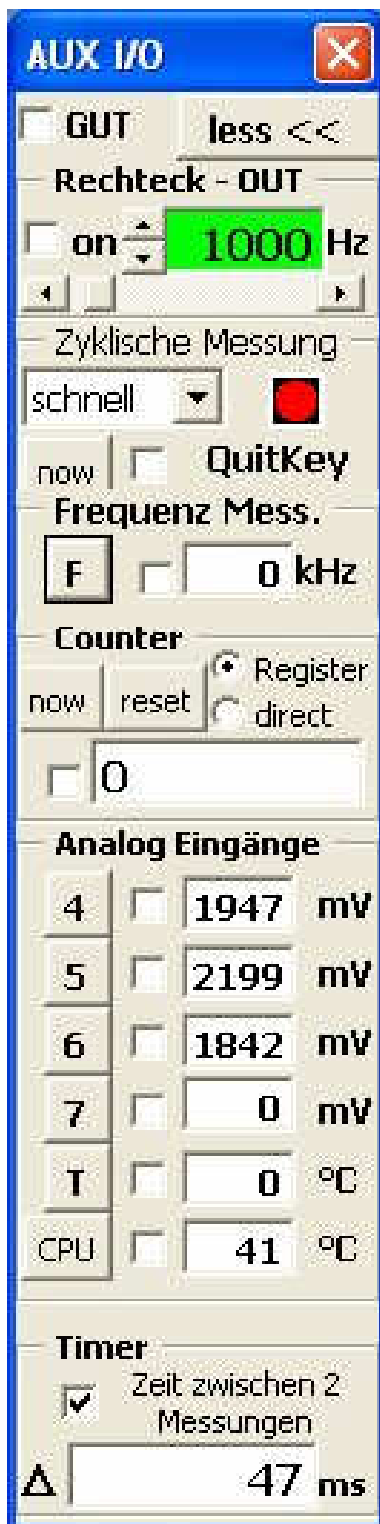


Abb.: 11: Multiplexer

## 2.6 AUXIO und SPSIO



Die SPS-Ports (rechts) können Bit- oder Byte-weise beschrieben sowie manuell und zyklisch gelesen werden. Dabei können gleichzeitig 2 beliebige von bis zu 8 möglichen SPS-I/O-Ports ausgewählt werden.

Alle Funktionen, die am Stecker AUXIO der SMMU vorhanden sind, können (wie links zu sehen) interaktiv bedient und gesteuert werden.

1. GUT Ausgang setzen
2. Rechteckgenerator  
Die Wiederholrate der Messungen kann definiert werden (STOP, schnell, 1s, 10s)
3. Einlesen des QUIT-Tasters
4. Frequenzmessgerät 1-8000kHz
5. Zähler  
Der Zähler kann auch synchron zu Messungen ausgelesen werden, was eine eindeutige Zuordnung z.B. von mechanischen zu elektrischen Größen ermöglicht.
6. Analogeingang AIN4
7. Analogeingang AIN5
8. Analogeingang AIN6
9. Analogeingang AIN7
10. Externer Temperatursensor
11. CPU-Temp. der SMMU
12. Die Zeitstempelfunktion der SMMU wird hier dazu verwendet, um die Zeit zwischen 2 analogen Messungen zu bestimmen (gilt auch für die meisten Messungen im Funktions- und In-Circuit-Test).

Abb.13: AUX-I/O

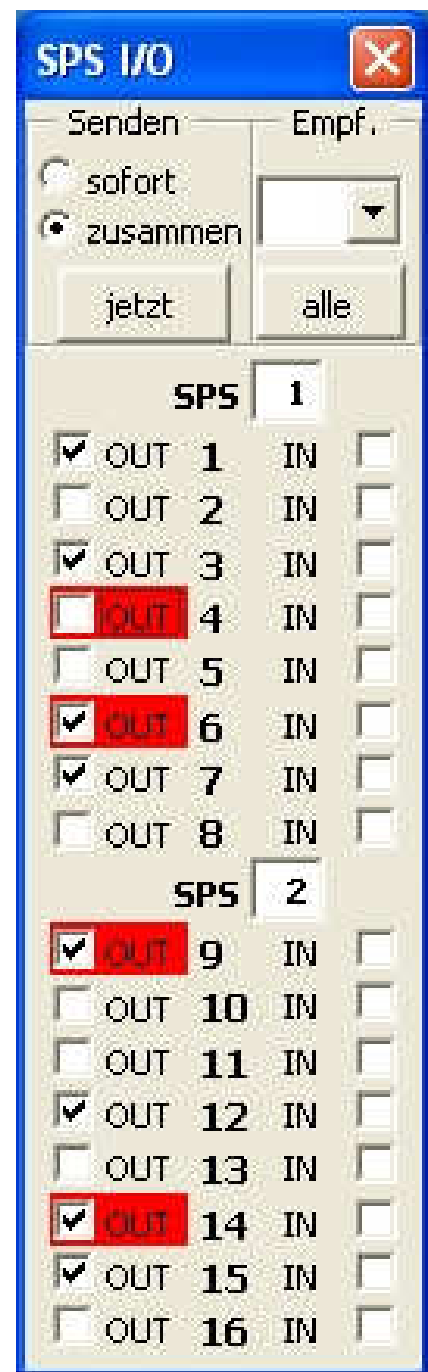


Abb. 12: Anzeige von 2 gewählten, von 8 möglichen SPS-Ports



### 3 PC-Entwicklungsumgebung für die Erstellung von Test- und Prüfabläufen

#### 3.1 Visual-Basic for Application – Integration

##### 3.1.1 Kapselung der SMMU-Kommandos in Visual-Basic Funktionen / Prozeduren

Die Kommando-Schnittstelle der SMMU05 liegt gekapselt als Excel-Add-On vor, auf Anfrage auch als COM-Bibliothek zur Einbindung in beliebige MS-Windows-Programme. Dabei entspricht auf der untersten Ebene jedem SMMU-Kommando eine Basic-Prozedur. In vielen Fällen wurde jedoch noch eine zusätzliche Abstraktionsebene eingeführt. Der Anwender muss sich nicht mit der internen Skalierung der SMMU Messwerte auseinandersetzen. Die Messwerte werden automatisch in SI-Einheiten umgerechnet, was die Handhabung erheblich vereinfacht. Außerdem sind die Kommandos transparent in die Entwicklungsumgebung von Visual-Basic for Applications, der Programmiersprache der MS-Office Applikationen, integriert. Die Auswahl von Argumenten aus Listen und die Vervollständigung von teilweise eingegebenen Kommandos beschleunigt die Testerstellung erheblich. Dadurch ist für die Entwicklung von Testprogrammen eine sehr effiziente Umgebung vorhanden.

Die Hochsprache Basic mit all ihren Sprachkonstrukten wie Schleifen, Verschachtelung von Funktionen und Prozeduren, Feldern etc. ist es möglich komplexe Prüfprogramme für die SMMU05 einfach zu erstellen, was alleine mit den SMMU-Kommandos so nicht möglich ist. Zur Entwicklungsumgebung gehören außerdem ein integrierter Debugger, sowie mächtige Werkzeuge zur Erstellung von Benutzerschnittstellen.

Die Interaktive Bedienoberfläche SMMU05-USR001 mit ihren virtuellen Instrumenten ist ein Beispiel dafür.

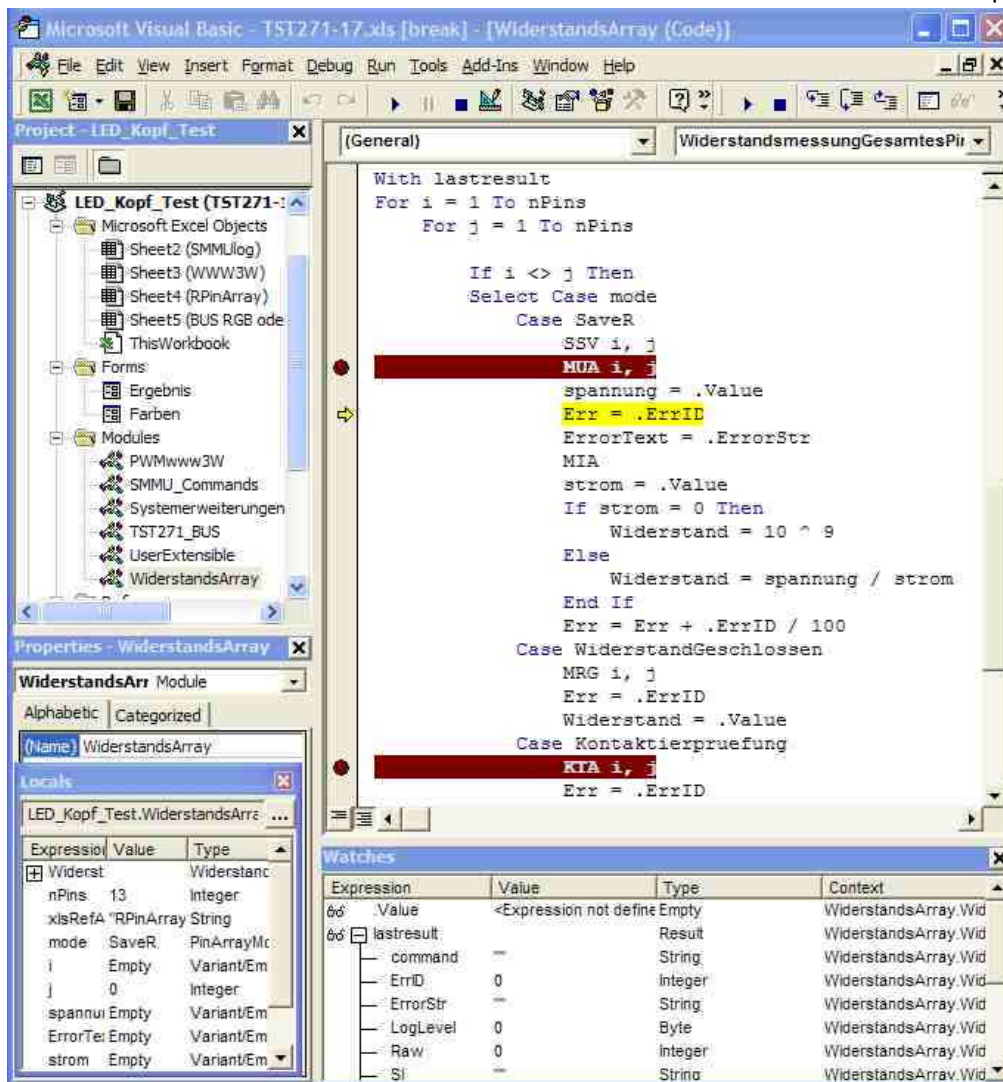


Abb. 14: Integrierte Entwicklungsumgebung für Prüfprogramme.

Ausschnitt eines Testprogramms in der MS-Excel Entwicklungsumgebung. SSV, MUA, MIA, MRG u. KTA sind SMMU Kommandos, das andere Visual-Basic Code.

## 3.2 Excel-Integration

### 3.2.1 Report-Erstellung in Excel

Ein besonderer Vorteil ist die Integration in Excel, die die Erstellung von Testprotokollen und auch grafischer Visualisierung der Messergebnisse sehr einfach ermöglicht und auch einfache Datenbankfunktionen zur Verfügung stellt. Außerdem ist über die COM-Programmierschnittstelle eine Integration in beliebige Windows-Programme unabhängig von ihrer Programmiersprache möglich.

Beispiele für die Erstellung von Prüfprotokollen sind die Prüfdokumente für die SMMU05 selbst. Für die CTL274-Karte werden die Abgleichwerte über ein externes hochgenaues Agilent-Digital-Multimeter bestimmt und automatisch ins interne Flash gespeichert.

Nebstehend ist ein Teil des Prüfprotokolls für die Multiplexerkarten MUX275, sowie unten ein Teil eines Prüfprotokolls für eine LED-Leuchteinheit.

Testprotokoll Multiplexer MUX275

**TESTPROTOKOLL: MUX275      Typ: 16S**

<b>Serien #</b>	<b>14</b>		
<b>Record#</b>	<b>14</b>	<input type="checkbox"/> SPSIO prüfen	<input checked="" type="checkbox"/> MUX Port A
			<input type="checkbox"/> MUX Port B
<b>Datum</b>	<b>16-Aug-06</b>	<b>Tester</b>	<b>G. Frank</b>
<b>MR</b>	<b>2</b>		

**Manuelle Tests**

	MUX-Port A	MUX-Port B	Manuelle Tests
Supply 5 V	U	U	<b>OK</b>
P30L	I	I	
M12L	U	U	
R Case - GND	I	I	
Stromaufnahme	L	L	
LEDblinkt			

**Plauertest**

Ergebnis MUX-A	OK
Ergebnis MUX-B	OK

Testwiderstand	MUX-Port A	MUX-Port B
AP - AP	R in Ohm	R in Ohm
1 - 5	50000	50010
2 - 6	49990	50010
3 - 7	50000	50010
4 - 8	49990	50010
	min 49000	max 51000

Prüfung wurde durchgeführt mit SMMU05-32 Serien-Nummer: 11  
 PrüfSW: Test\_MUX275-26.xls

Einzelergebnisse	
Manuelle Tests	OK
Plauertest PortA	OK
Plauertest PortB	OK
Tests PortA	OK
Tests PortB	OK
VDR-Test PortA	OK
VDR-Test PortB	OK
SPS-IQ-Test	OK

## Prüfergebnis

OK

**16-Aug-06**

G. Frank

Unterschrift Prüfer

© ING. BÜRO J.+G.FRANK 16.08.2006 erstellt auf SMMU05-32 mit Prüf-SW © Dr. Bär Consulting Seite 1 von 7

Abb. 15: Teil des Prüfprotokolls für die Multiplexerkarten MUX275.

### 3.2.2 Datenbankfunktionen

Durch die Integration in MS-Excel können Messwerte mehrerer Prüflinge zusammen in einer Tabelle oder auch extern in einer Datenbank abgelegt und für die Protokollierung oder für statistische Auswertungen gesammelt werden.

Folgendes Bild zeigt einen Ausschnitt aus der Kalibrierungs-Datenbank für die SMMU05. Test, Kalibrierung und Reportgenerierung sowohl für die Controller-Karte CTL274, sowie für die Multiplexerkarte MUX275 wurden ebenfalls mit dieser Programmierungsumgebung erstellt.

Abb. 16: Kalibrierungs-Datenbank für die SMMU05

### 3.2.3 Visualisierung

Mit den Plot-Funktionen in Excel können sehr leicht die aufgenommenen Messdaten in verschiedenen Darstellungen visualisiert werden.

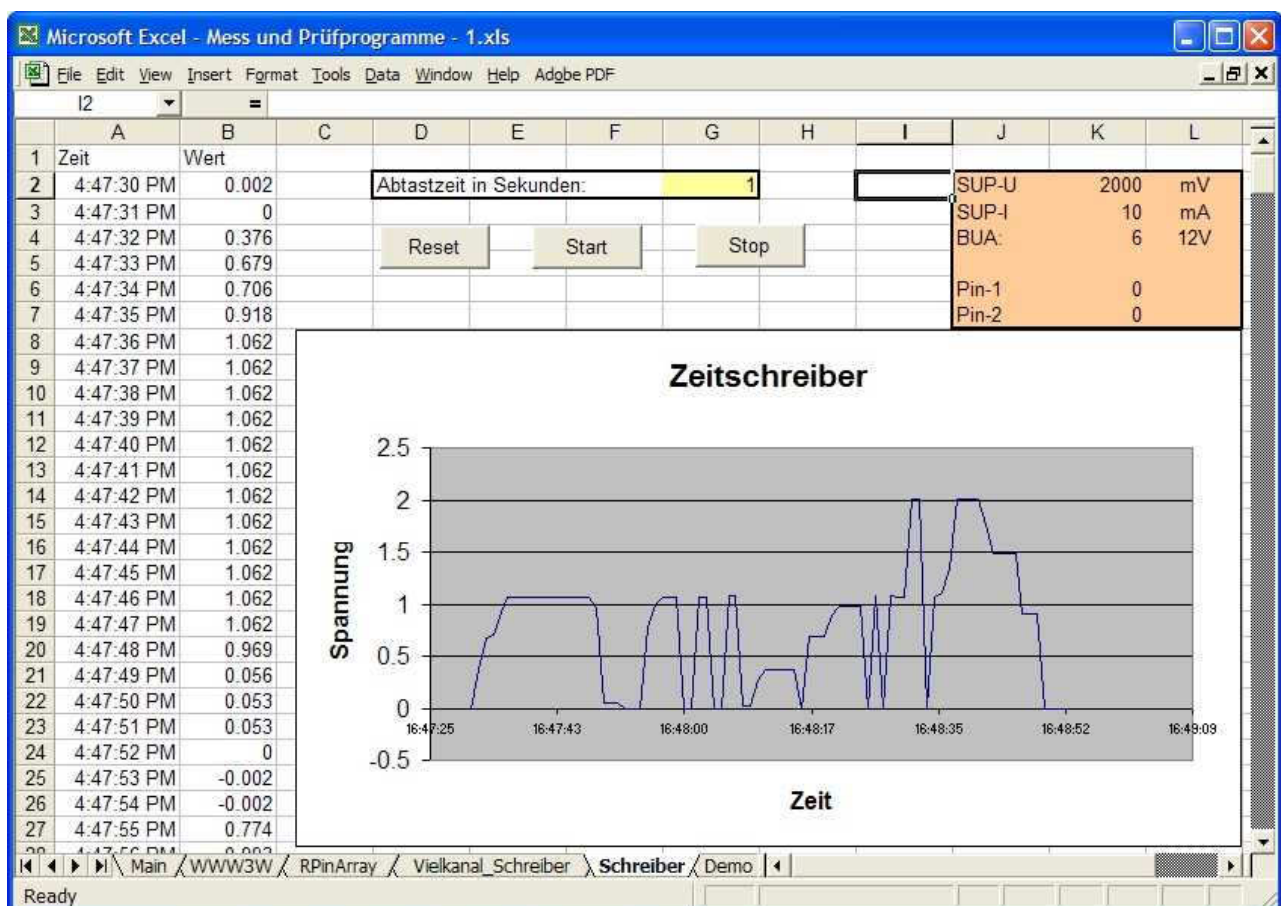


Abb. 17: einfacher Zeitschreiber

### 3.3 Integration mit LabView® und MATLAB®

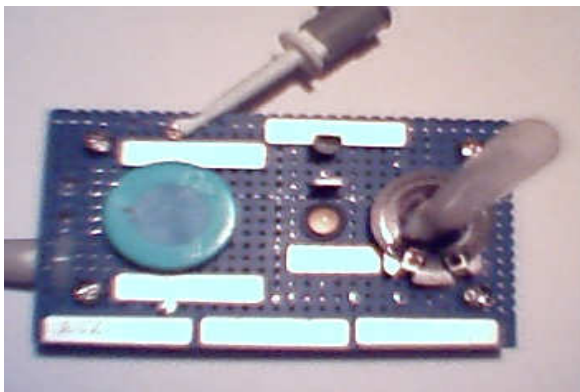
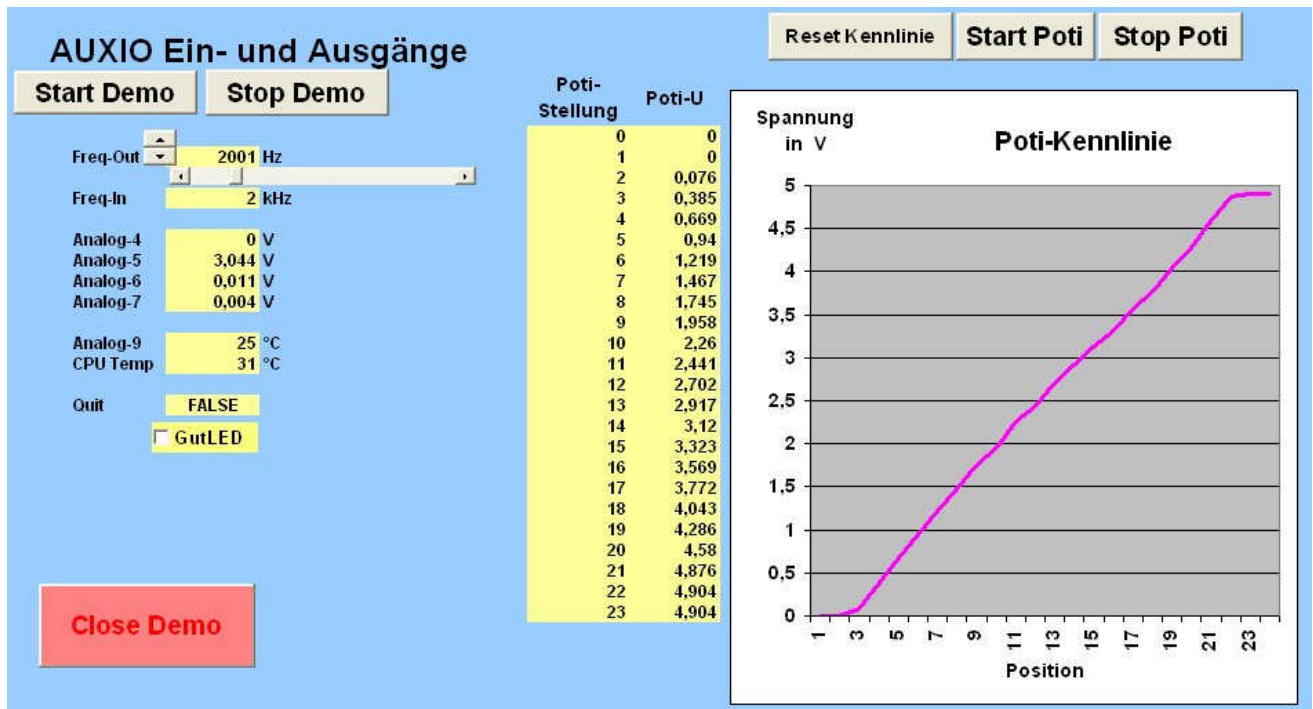
Treiber für National Instruments LabView sowie Beispiele zur Integration mit MATLAB sind gesondert verfügbar.



## 4 Applikationsbeispiele

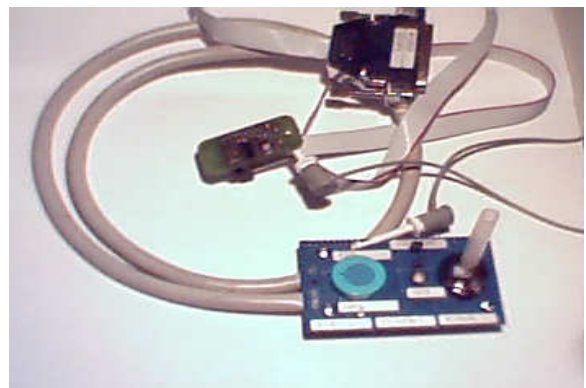
### 4.1 Demo

In diesem Excel-Arbeitsblatt werden links die verschiedenen Funktionen des AUX-I/O Ports der SMMU, wie Analog-, Helligkeits-, Temperatur-, Frequenzmessung sowie Frequenzausgabe demonstriert. In der rechten Hälfte wird der Wegmess-Eingang mit einer Analogmessung kombiniert um eine Potentiometer-Kennlinie aufzunehmen.

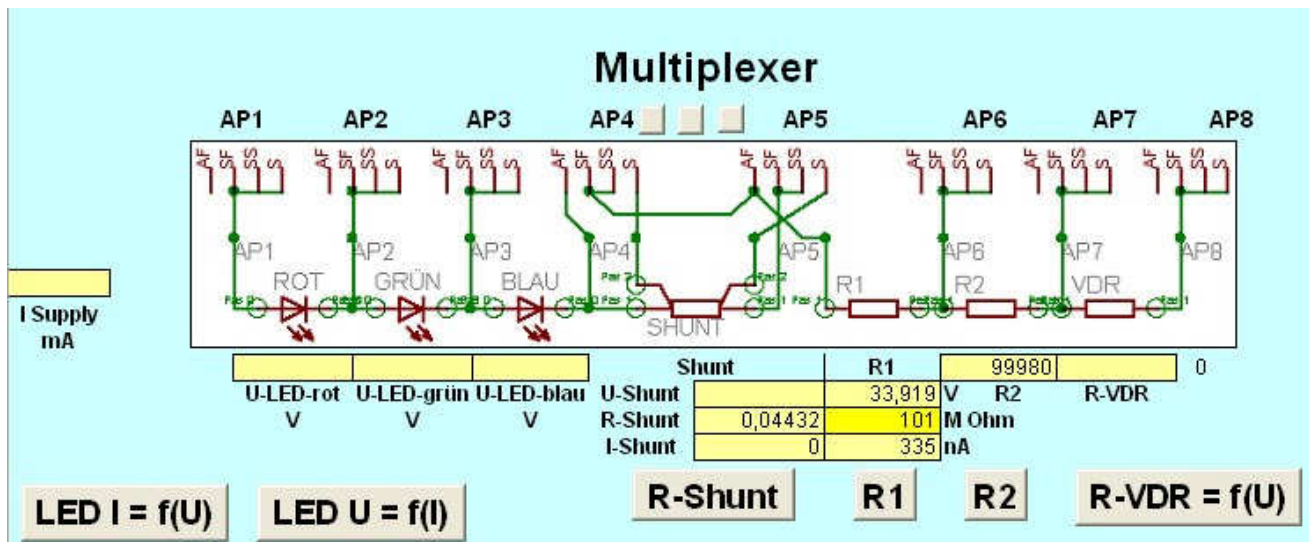


Links: Schaltung zur Demonstration der Funktionen des AUX-I/O Ports der SMMU05. Mit Poti und darunter auf gleicher Welle montiertem Inkrementgeber zur Positionsbestimmung. GUT-LED, Temperatur- und Foto-Sensor und Summer zur NF-Frequenzausgabe.

Rechts: Verkabelung des AUX-I/O Steckers. Separat herausgeführt und in der Mitte zu sehen ist der Vorteiler für die HF-Messung, mit dem hier die ausgegebene NF-Frequenz zur Demonstration gemessen wird.



Mit der folgenden kleinen Schaltung wird die Verwendung mehrerer Anschlusspunkte für eine Reihe von Messungen demonstriert. Die mit dieser Schaltung aufgenommenen LED- und VDR-Kennlinien sind in Kapitel 4.7 „Kennlinienschreiber (Option)“ dargestellt. Besonders zu erwähnen ist die Schaltung des Mess-Shunts in der Mitte, der über zwei AF-Schalter so angeschlossen ist, dass er in der Schaltung hochgenau ausgemessen werden kann um dann als Mess-Shunt in den Stromkreis geschaltet zu werden. Bei Bedarf kann er auch überbrückt, oder die Verbindung unterbrochen werden (siehe dazu die Beschreibung in der Technischen Dokumentation der SMMU05).



## 4.2 Widerstands-Matrix (Option)

Diese Modul erlaubt die automatische Messung, hier den Widerstand, zwischen allen Anschlusspunkten eines oder mehrerer Ports. Dies ist hilfreich um sich schnell eine Übersicht über einen Prüfling zu verschaffen.

Microsoft Excel - Mess und Prüfprogramme - 1.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Adobe PDF

T10 =

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	
1																																
2		PinWiderstandsMatrix Messen																														
3																																
4																																
5			1	2	3	4	5	6	7	8																						
6		1			567200	428300	428300	679400	933700	1109400																						
7		2	148100			108400	107200	324400	544500	768700																						
8		3	46900	103100				220700	442400	667800																						
9		4	70100	102300		0		220900	442500	668100																						
10		5	122500	158600		56100	56400		221100	446500																						
11		6	184600	215300		111900	112200		55200		224900																					
12		7	247200	275000		170100	170100		113700	58100																						
13		8																														
14		9																														
15		10																														

Pin 8 Clear

800000 Fehler

1

17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Main WWW3W RPinArray Vielkanal\_Schreiber Schreiber Demo

Ready

### 4.3 SMMU05 Funktionstest- und Kalibrierung

Der Funktionstest, die aufwändige Kalibrierung und die Erstellung des Prüfprotokolls für die SMMU05, sowohl für die Controller-Karte CTL274, als auch für die Multiplexer MUX275 erfolgt mit einer in dieser Entwicklungsumgebung erstellten Prüf- und Kalibrierungs-SW, die zeigt welche komplexen Prüfabläufe sich mit dem Ultrakompakt-Multi-Funktions-Testsystem SMMU05 realisieren lassen.

#### 4.3.1 Test und Kalibrierung des Controllers CTL274

Zur Kalibrierung des Mess-Systems werden über die PC-Software sowohl Messungen mit der SMMU05 ausgeführt, als auch Referenzmessungen mit einem 6.5-stelligen Agilent 34401A Digital-Multimeter. Das Agilent DMM ist über die zweite serielle Schnittstelle der SMMU05 vom PC aus ansprechbar. Die aus den verschiedenen Messungen gewonnenen Kalibrierungsfaktoren werden automatisch in das Flash des Prozessors der CTL274-Karte eingetragen. Alle Messdaten werden in einer Datenbasis eingetragen und stehen dort für die Erstellung des Prüfprotokolls und für vergleichende statistische Auswertungen zur Verfügung.

Foto des Hardware-Aufbaus mit AGILENT Digital-Multimeter

#### 4.3.2 Test der Multiplexerkarte MUX275

Zum Funktionstest der Multiplexerkarte MUX275 wird ein SMMU05-32S Testsystem bestehend aus einer CTL274 Controller-Karte mit zwei 16-fach Multiplexerkarten verwendet.

In dieses System wird die zu testende, bereits grob vorgeprüfte Multiplexerkarte als DUT eingesteckt.

Ein Port der zu prüfenden MUX275-Karte mit seinen je 8 SupplyForce, SupplySense, Sense und AuxForce Pins wird jeweils komplett auf die 8 Anschlusspunkte eines MUX-Ports gelegt. Damit kann jeder Pin gegen jeden anderen in verschiedenen Varianten durchgetestet werden. Dazu werden je Port über 1500 Einzelmessungen ausgeführt.

Dadurch, dass die zu prüfende Multiplexerkarte Teil des Systems ist, kann sie gleichzeitig logisch angesteuert und analog getestet werden.

In ähnlicher Weise erfolgt der Test der SPSIO-Ports. Alle Messergebnisse werden zur späteren Prüfdokument-Erstellung und statistischen Auswertung in einer Datenbasis gespeichert.



Abb. 19: Teststecker für MUX275 SPS-I/O Port

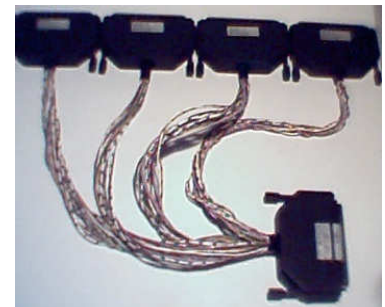


Abb. 18: Teststecker für MUX275-Port



Abb. 21: zu prüfende MUX275-Karte ganz unten in SMMU05-32S eingebaut und verkabelt.

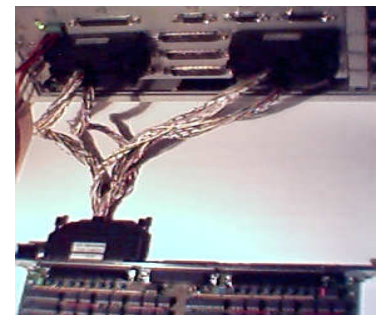


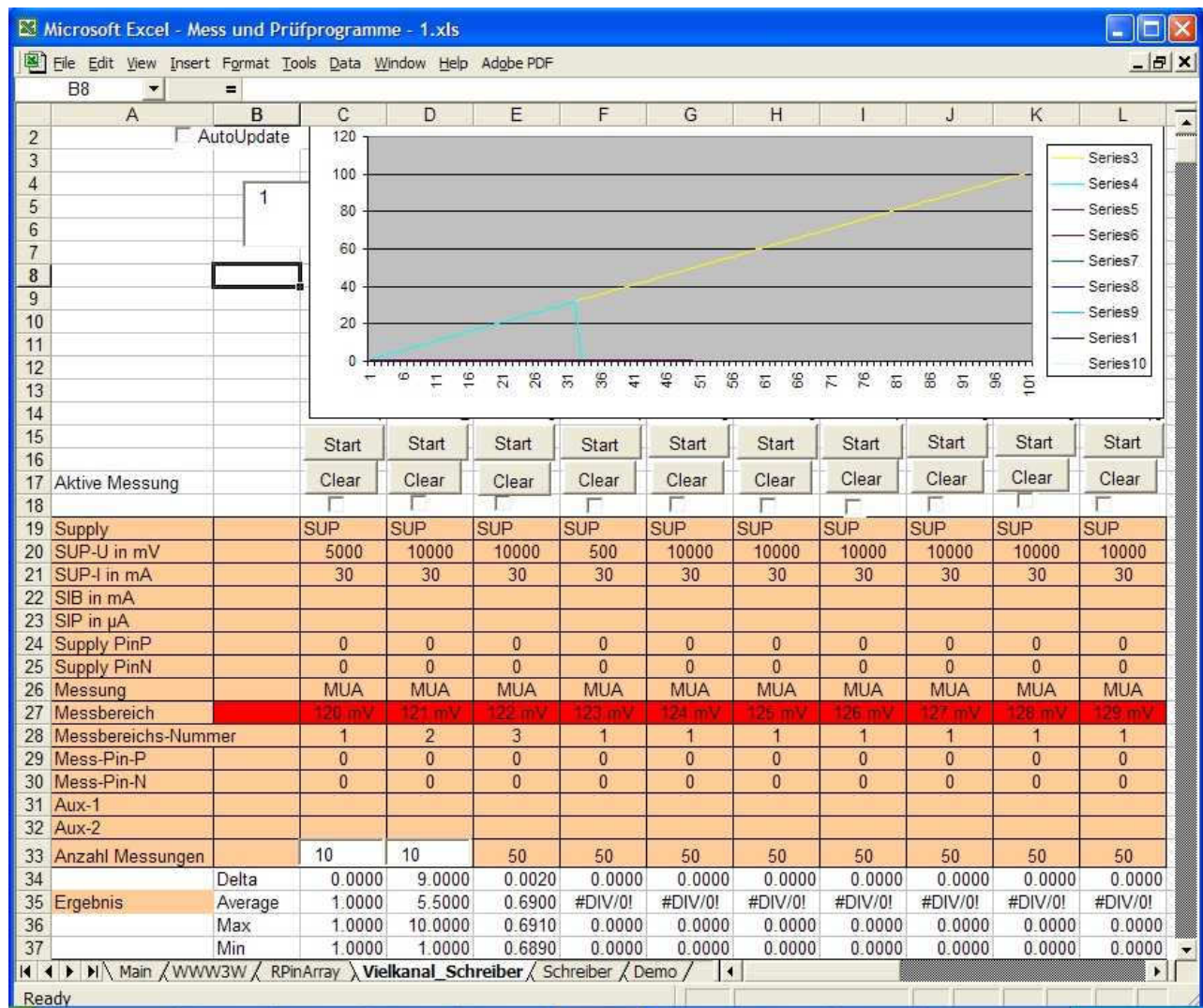
Abb. 20: Prüfung der Schutzvaristoren der MUX275 im ausgesteckten Zustand

### 4.4 C-Messung (Option)

Ein Zusatzmodul für die Messung von Kapazitäten im Bereich von 0.1µF bis 100F mit dem Messverfahren der Konstantstromladung ist verfügbar.



## 4.5 Mehrkanalschreiber (Option)



#### 4.6 Automatische Entladung von Kondensatoren (Code Beispiel)

Siehe Applikationshinweis Entladung von Kapazitäten in der Technischen Dokumentation der SMMU05

```

Sub TestElko()
  With lastresult
    init      ' Initialisierung der Kommunikation
    logOff    ' logfile brauchen wir keinen

    SUP 34000, 400 ' Versorgung 34V, 400mA Strombegrenzung anlegen
    SSV 2, 1      ' Versorgung auf Multiplexer Pins 1 u. 2 schalten, Elko laden
    ' Prüfung
    ' ...
    ' Elko entladen
    BIA MBI7_400_mA_in_100_uA ' Strom Messbereich 400mA schalten
    SUP 26500, 400            ' Elko entladen auf Zielwert 26,5V mit max. 400mA Strom
    Do
      Mua 2, 1                ' UElko messen
      Loop While .Value > 27   ' und warten bis Spannung 27V unterschritten, dann weiter...
      SUP 10500, 400          ' Elko entladen auf Zielwert 10,5V mit max. 400mA Strom
      Do
        Mua 2, 1              ' UElko messen
        Loop While .Value > 11 ' und warten bis Spannung 11V unterschritten, dann weiter...
        SUP 0, 400            ' Elko entladen auf Zielwert 0V mit max. 400mA Strom
      Do
        MIA                    ' Strom messen
        Loop While .Raw > 0     ' und warten bis Strom 100µA unterschritten, dann weiter...

    ' wenn leer
    RSV      ' Multiplexer trennen
    SUP      ' Versorgung ausschalten

  finish    ' Abschlussarbeiten
End With
End Sub

```

#### 4.7 Kennlinienschreiber (Option)

Kennlinienschreiber wurden applikationsspezifisch beispielsweise für Dioden, VDRs und FETs realisiert. Die Gate-Spannung für den FET wird über einen ausreichend großen Kondensator bereitgestellt.

##### 4.7.1 Dioden

Diodenkennlinien können sowohl in der Form  $I\text{-LED} = f(U)$ , als auch  $U\text{-LED} = f(I)$  aufgenommen werden.

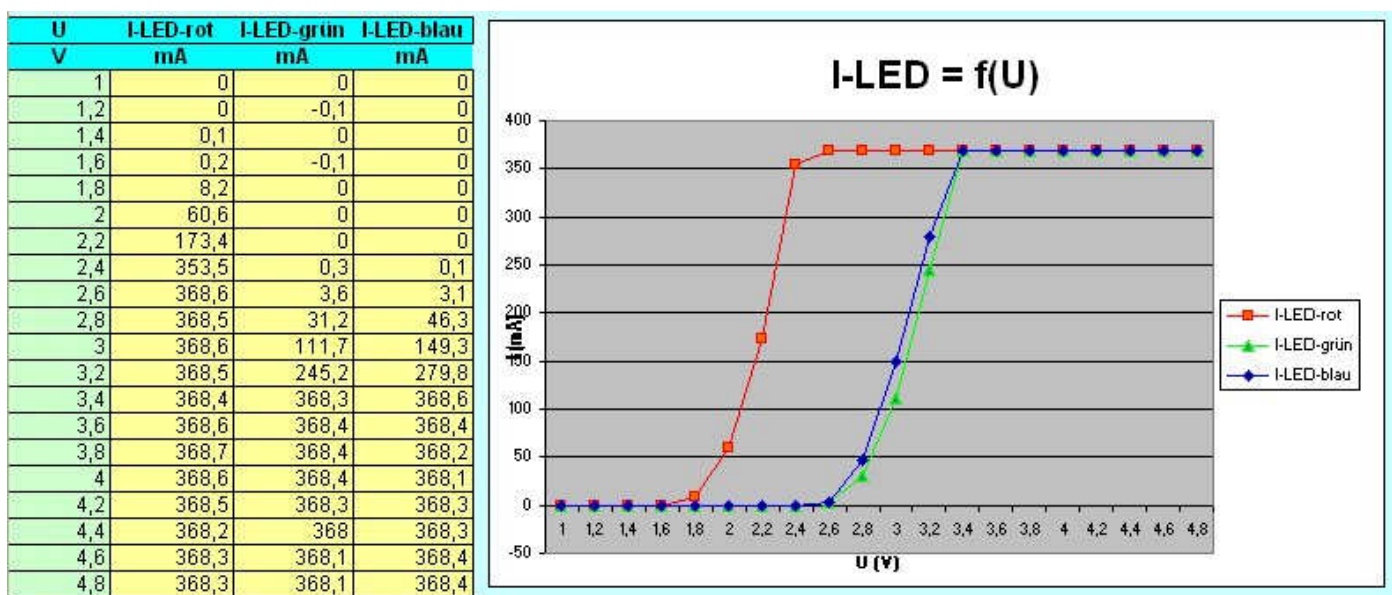


Abb. 22:  $I\text{-LED} = f(U)$

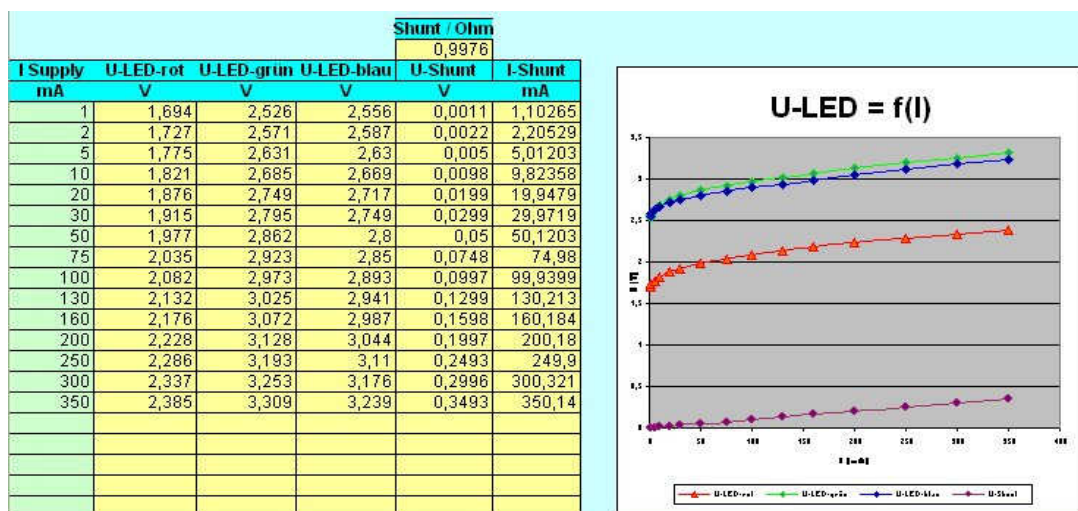


Abb. 23: U-LED = f(I)

## 4.7.2 VDR

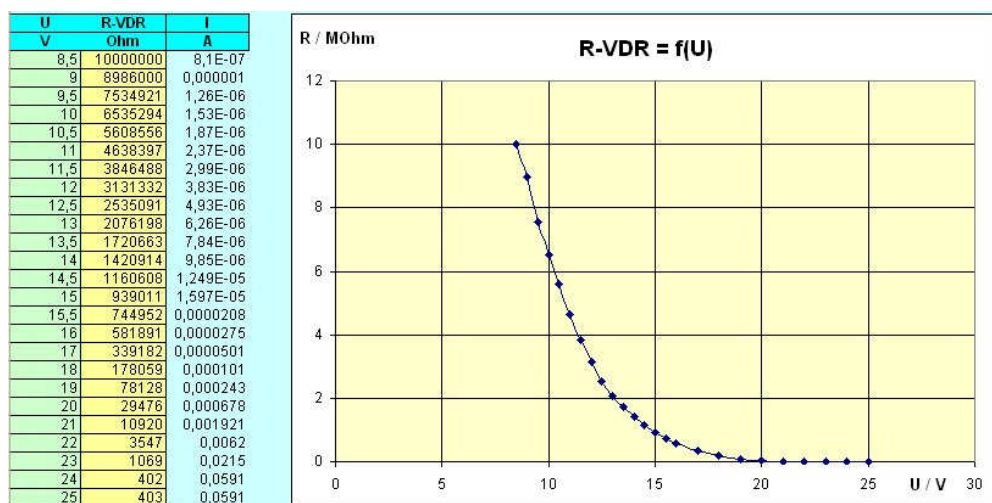


Abb. 24: Kennlinie eines Varistors

## 4.7.3 Kennlinienschar eines Feldeffekt-Transistors (FET)

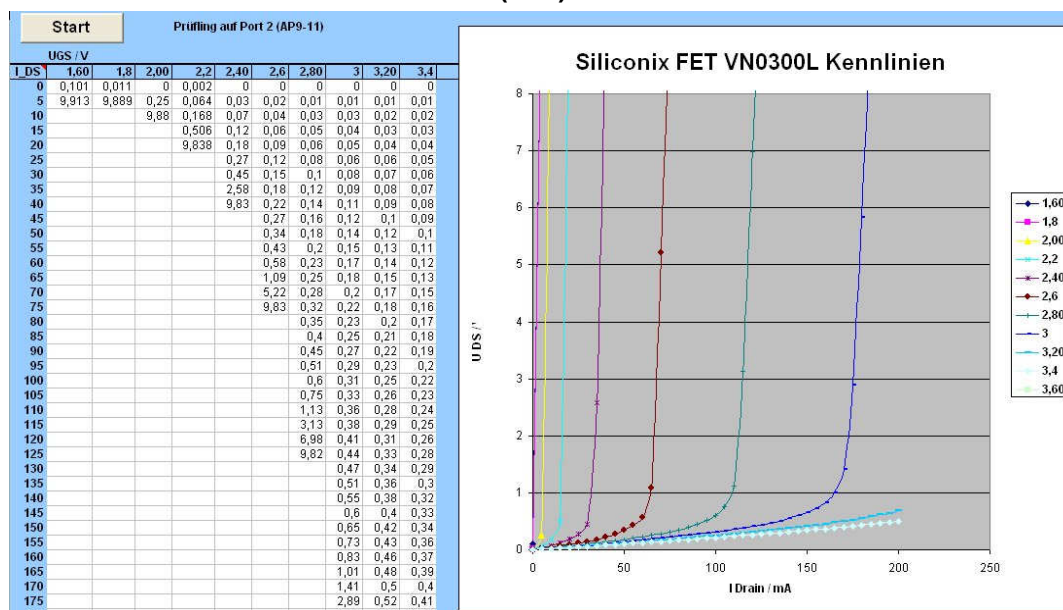
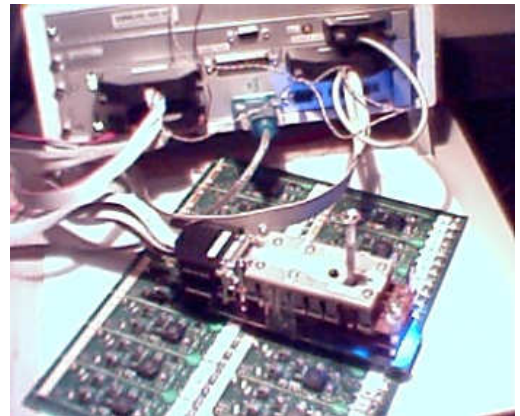


Abb. 25: Kennlinienschar eines Feldeffekt-Transistors



#### 4.8 Test einer LED-Leuchteinheit

Für den Funktionstest einer LED-Leuchteinheit wurde ein Hand-Prüfkopf erstellt, welcher in Verbindung mit einer SMMU05-16 und einem hier zusätzlich ins Gehäuse eingebauten Lichtsteuerprozessor den Test von Kleinserien ermöglicht. Hierzu werden sowohl die 16 Anschlusspunkte des MUX275 als auch eine Reihe von Sonderfunktionen des AUX-I/O-Ports verwendet. So z.B. die Messung der Wandlerfrequenz des integrierten Schaltnetzteils, die Prüfung der Helligkeit der Leuchtdioden und die Kalibrierung des LED-Stroms.  
Ein Prüfprotokoll zeigt Funktionsfehler oder das richtige Funktionieren der Einheit an.



Prüfprotokoll LED-PWM-WWW-3W					
<b>LED-Durchlass-Spannung</b>		Min:	2,5	Max:	3,5
U bei 50mA Fehlertext					
LED 1	2,686				
LED 2	1,857				
LED 3	2,678				
<div> <div>Start Test</div> <div>Start Dauertest</div> <div>Stop Dauertest</div> </div>					
Anschluss-Verpolungs-Reststrom-Test					
1	3	2	0	Toleranz	
GND	UB	STL	0	ToIU	ToIO
0	24	Z	0,0124	-0,001	0,002
0	24	-	0,0186	0,02	0,035
0	24	+	0,0299	-0,001	0,002
24	0	Z	0,0001	-0,001	0,002
24	0	-	0,0000	-0,001	0,002
24	0	+	0,0002	-0,001	0,002
0	Z	24	0,0002	-0,001	0,002
0	-	24	0,0002	-0,001	0,002
0	+	24	0,0195	-0,001	0,002
24	Z	0	0,0000	-0,001	0,002
24	-	0	0,0001	-0,001	0,002
24	+	0	0,0004	-0,001	0,002
Z	0	24	0,0002	-0,001	0,002
-	0	24	0,0002	-0,001	0,002
+	0	24	0,0003	-0,001	0,002
Z	24	0	0,0005	-0,001	0,002
-	24	0	0,0311	0,02	0,035
+	24	0	0,0004	-0,001	0,002
Einzelmessungen			Toleranz		Stromshunt 0,11 Ohm
ist			ToIU	ToIO	Fehlertext
Steuerleitung STL gegen GND			6	8	
Spannung P7V5 TP3			6	8	
LED-Strom Ausgangswert			0,34	0,36	
LED-Strom eingestellt			0,34	0,36	
Betriebsstrom eingestellt			0,14	0,17	

Abb. 26: Teil eines kundenspezifischen Prüfprotokolls für eine LED-Leuchteinheit.

## 4.9 Kabeltester

### 4.9.1 Hochgenaue Widerstandsmessung (Option)

Mit der SMMU können Kabel mit einer Anzahl von Leitern, die der der Anschlusspunkte der Multiplexer entspricht, hochgenau in ihrem Widerstand vermessen werden. Dazu werden die Leiter an einer Kabelseite miteinander verbunden. Auf der anderen Seite wird jeder Leiter einem AP zugeordnet. Die flexible Schaltbarkeit der Multiplexer-Matrix erlaubt es jetzt 3 Leiter für SF, SS und S zu verwenden, die dann am entfernten Ende des Kabels mit dem zu prüfenden Leiter verbunden sind. Damit kann jeder einzelne Leiter hochgenau in 4-Leiter-Technik vermessen werden. Dies erlaubt die Kabelprüfung sowohl in der Produktion, als auch **im verlegten Zustand**.

### 4.9.2 Durchgangs- und Verpolungsprüfung (Option)

Bei Kabeln mit angeschlossenen Steckern kann die Anzahl der Leiter der halben Zahl der SMMU-Anschlusspunkte entsprechen.

Hier kann Durchgang, Widerstand, Kurzschlüsse, sowie die richtige Zuordnung von Draht zu Stecker-Pin/Buchse programmatisch geprüft werden. Dazu wird jeder Stecker-Pin einem Anschlusspunkt des Multiplexers zugewiesen.

## 4.10 Kundenspezifische Software-Erweiterungen

Anwender des Ultrakompakt-Multi-Funktions-Testsystems können aufbauend auf den optional verfügbaren Modulen selbstständig neue Erweiterungen erstellen. Darüber hinaus kann Dr. Bär Consulting basierend auf der Erfahrung in einer Reihe von Projekten, die z.T. oben kurz dargestellt sind, effizient kundenspezifische Erweiterungen erstellen oder Sie dabei beraten.

### 4.11 Ausblick

In Vorbereitung befindet sich eine Zusatzkarte zur SMMU05, ein PAC (Programmable-Automation-Controller), welcher es erlaubt die erstellten Prüfabläufe, soweit sie keine Excel-spezifischen Komponenten benötigen, auch ohne PC auszuführen. Diese Karte beinhaltet außerdem eine Terminalfunktionalität, mit Anschluss an eine standard PC-Tastatur. Damit kann die SMMU05 auch ohne PC oder externes Terminal betrieben werden. Eine USB-Schnittstelle unterstützt die schnelle Kommunikation, auch mit PCs der neueren Generation, die keine RS232 Schnittstelle mehr bieten. Messdaten und Prüfprotokolle können auf SD-Karte gespeichert werden.

### 4.12 Application-Notes

Als eigenständige Dokumente ist eine Vielzahl von Anwendungsbeschreibungen mit Beispielpogrammen verfügbar.



Abb. 27: Oben eingebaut ist der Prototyp der Zusatzkarte BASIC-Controller für die autonome Ausführung von Prüfungen mit integrierter Terminal Funktionalität.

## Bestellnummern

### Einzelteile

<b>Teil</b>	<b>Lieferant</b>	<b>Bestellnummer</b>	<b>Bemerkung</b>
Dokumentation	Frank	SMMU05-Doku	Dokumentation, Technische Beschreibung
Dokumentation	Frank	SMMU05-16S Flyer SMMU05-32S Flyer SMMU05-64S Flyer	Kurzbeschreibung, Flyer, Werbeblatt
Demo-CD	Bär	SMMU05-DEMO-CD	CD-ROM, ggf. Download einer interaktiven Demo von SMMU und Programmierungsumgebung / Interaktive Bedienoberfläche
Breakout-Box 8-fach MUX- Port	Bär Consulting	SMMU05 BreakOut- MUX-1	Universal Beak-Out-Box, insbesondere für experimentelle Laboraufbauten sehr hilfreich. Mit auswechselbaren Schraub- oder – Klemmverbindern. Ein Jumperfeld erlaubt die Konfiguration der Anschlusspunkte (SF/SS,S,AF). – auf Anfrage
Breakout-Box AUX-I/O	Bär Consulting	SMMU05 BreakOut- AUX-I/O-1	Universal Beak-Out-Box, insbesondere für experimentelle Laboraufbauten sehr hilfreich. Mit auswechselbaren Schraub- oder – Klemmverbindern. Mit Beeper zur Frequenzausgabe, Gut-LED, Quit-Taster, Poti, Stecker für DIV252, OpAmp mit Pegelanpassung für NF-Frequenzgenerator, ?? .. über Jumper konfigurierbar. – auf Anfrage
Breakout-Box SPS-I/O	Bär Consulting	SMMU05 BreakOut- SPS-I/O-1	Universal Beak-Out-Box, insbesondere für experimentelle Laboraufbauten sehr hilfreich. Mit auswechselbaren Schraub- oder – Klemmverbindern. – auf Anfrage
Basic- Controller- und Terminal-Karte	Bär Consulting	Auf Anfrage	In Vorbereitung Zusatzkarte zur Ausführung von komplexen Prüfabläufen ohne PC oder SPS, direkt innerhalb SMMU. Sowie Terminal mit Display und Anschluss für PC-Tastatur.