

DL7136**Technisches Datenblatt – Einkanal 4^{3/4} Stellen (16Bit) A/D-Wandler mit LCD-Ausgang****Ausführungen:**

DL7136 im 28-poligen DIP-Gehäuse

Kurzspezifikationen:

- Eingang 0..5V erweiterbar über Widerstandsdekaden auf z.B. ±5V oder 0..10V etc. (Widerstände lieferbar, aber nicht im Lieferumfang)
- Anzeige auf alphanumerischem LCD mit 4x20 Zeichen mit HD44780-Controller (und kompatibel). Ansteuerung im 4-Bit-Mode
- 7 verschiedene Anzeigen: Eingangsspannung, %-Anzeige, Bargraph mit 100 Segmenten, Min-Wert, Max-Wert, physikalischer Wert, Tendenz (einige Anzeigen können ein- oder ausgeschaltet werden)
- Anzeige mit 4 Nachkommastellen bis 0 Nachkommastellen (einstellbar)
- Auflösung: 16Bit, 15Bit, 14Bit (einstellbar)
- Anzeigenumfang: 50000 (16Bit)
- Genauigkeit: ca. 0.1% ±2 Digits (16Bit), ca. 0.15% ±5 Digits (15Bit), ca. ±0.18% ±6 Digits (14Bit)
- Einfache und systemunabhängige Ansteuerung via RS232 (5V-Level) über 2 Leitungen (TxD, RxD) +GND-Leitung. Ansteuerung erfolgt über kurze Befehle in Form von ASCII-Texten.
- Alle Parameter werden im internen EEPROM gespeichert und bleiben dauerhaft erhalten.
- Messwerterfassung via RS232 (19200Baud)
- Messgeschwindigkeit: ca. 1 Messung/s (16Bit), ca. 2 Messungen/s (15Bit), ca. 4 Messungen/s (14Bit) abhängig davon, ob Messdaten nur auf dem LCD angezeigt werden, oder auch via RS232 übertragen werden.
- Speisung: 5VDC
- ROHS (Pb-Free): JA

Der ADC DL7136 umfasst einen A/D-Converter mit 16Bit, einen Anzeigentreiber für alphanumerische LCDs mit 4x20 Zeichen und eine RS232-Schnittstelle (5V-Level).

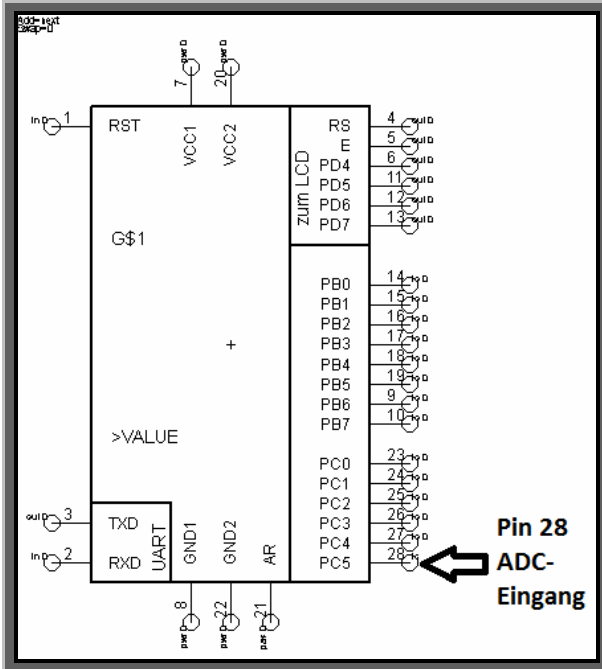
Vorteile des ICs:

- Wenige externe Bauelemente nötig
- Flexible und umfangreiche Anzeige
- Flexible und einfache Ansteuerung mittels einfacher Befehle
- Hohe Auflösung und Genauigkeit bei geringem Preis
- Interne Abspeicherung der Einstellungen im EEPROM
- Zur Einstellung des A/D-Wandlers sowie zur Messwerterfassung genügt ein Terminalprogramm. Damit ist die Anbindung an den DL7136 sehr einfach und systemunabhängig möglich.



Prinzip des DL7136:

Pinbelegung:



Prinzipschaltbild:



Anschlussbelegung:

Pin Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
1	RST	Reset
2	RxD	Receive-Leitung (Datenempfang)
3	TxD	Transmit-Leitung (Daten senden)
4	RS	LCD H: DATA, L: Instruction code
5	E	LCD Chip enable signal
6	PD4	LCD Datenleitung D4
7	VCC1	+5VDC
8	GND1	Ground
9	PB6	-
10	PB7	-
11	PD5	LCD Datenleitung D5
12	PD6	LCD Datenleitung D6
13	PD7	LCD Datenleitung D7
14	PB0	-
15	PB1	-
16	PB2	-
17	PB3	-
18	PB4	-
19	PB5	-
20	VCC2	+5VDC
21	AR	AR
22	GND2	Ground
23	PC0	-
24	PC1	-
25	PC2	-
26	PC3	-
27	PC4	-
28	PC5	Analogeingang 0-5V

Beispiel einer Anzeige:

Zeile 4: Anzeige der reinen Eingangsspannung, 16Bit Auflösung, 4 Nachkommastellen. Diese 4te Zeile kann vom Anwender ein- oder ausgeschaltet werden. In der Test- bzw. Erprobungsphase ist die Sicht der Eingangsspannung oft sinnvoll. Es wird immer das Format $U=x.xxxxV$ angezeigt (also U für Spannung, V für Maßeinheit Volt).

Zeile 1 links:

„Silo:“ ist ein Text, der vom Kunden via RS232 eingegeben werden kann. Hier kann der Anwender die Anzeige anpassen, je nachdem, ob Temperatur, Füllstand, Gewicht etc. angezeigt werden sollen.

„m“ ist die Maßeinheit, die ebenfalls anwenderseitig geändert werden kann.

„1.79“ ist der momentan angezeigte Füllstand, in diesem Beispiel mit 2 Nachkommastellen.

Im obigen Beispiel entsprechen 0-5V am Eingang des ADC einem Füllstand im Silo von 0-10m. Demnach herrscht zwischen dem Rohwert am ADC-Eingang und der Anzeige physikalischer Werte der Faktor 2. $0.8929V \times 2 \text{ Meter/V} = 1.7858 \text{ Meter} \dots$ Abgerundet = 1.79m

Zeile1 rechts:

Anzeige in % und davor Tendenzanzeige (in diesem Beispiel abfallender Füllstand = Pfeil nach unten)

Zeile 2:

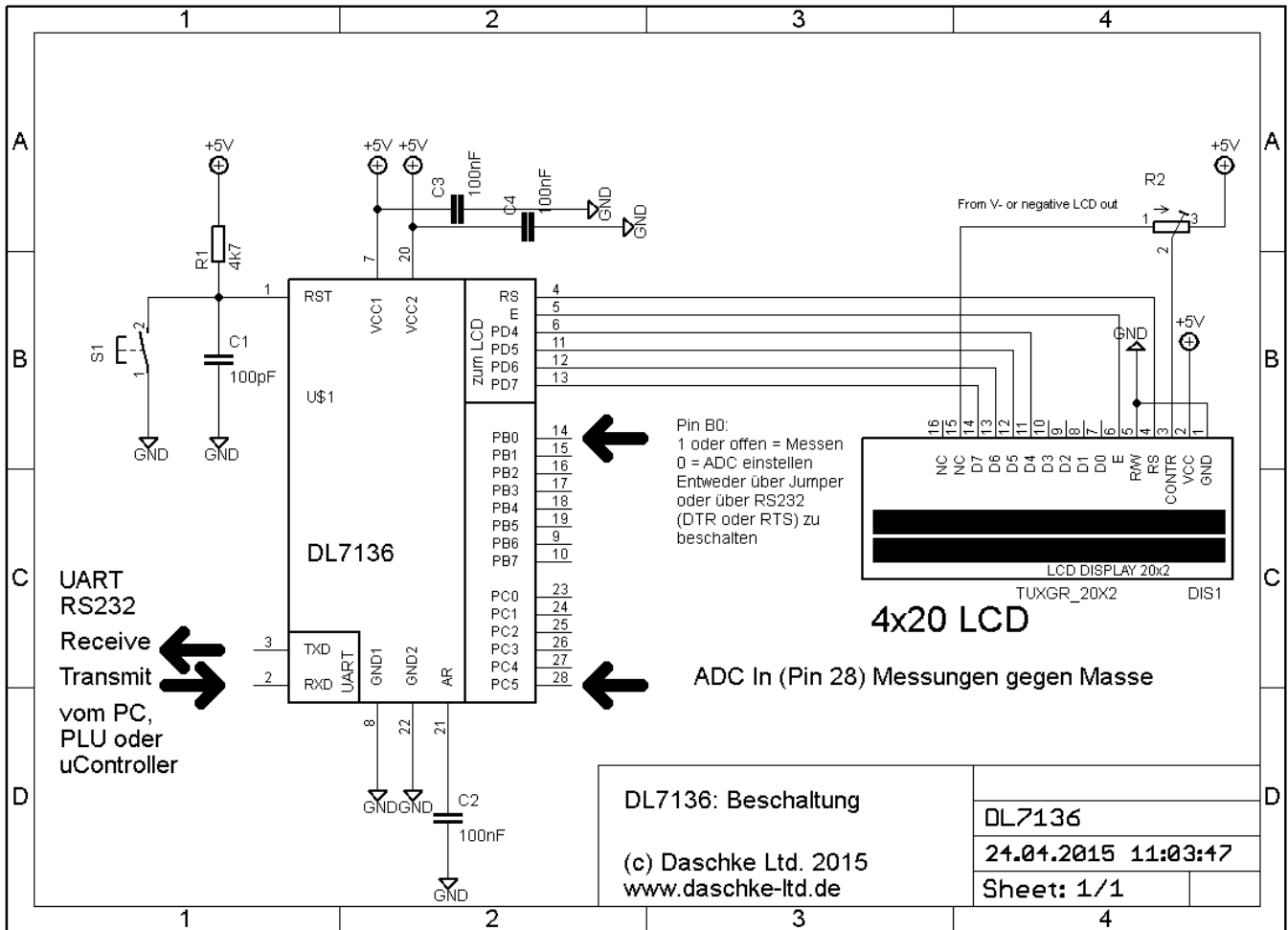
Bargraph mit 100 Balken.

Zeile 3:

„m“ = Min-Wert und „M“ = Max-Wert. Diese 3te Zeile kann vom Anwender ein- oder ausgeschaltet werden. Ebenfalls lassen sich der Min- und der Max-Wert vom Anwender reseten.

Diese Anzeige bezieht sich immer auf den in Zeile 1 angezeigten Wert und wird (aus Platzgründen) ohne physikalische Einheit angezeigt.

Beschaltung:



Anmerkungen zur Beschaltung:

Die RS232 / UART des DL7136 arbeitet auf 5V-Level. Um den DL7136 an eine PC-RS232 an zu schließen, ist der Einsatz eines Treibers (z.B. MAX232) notwendig. Allerdings gibt es heute zu Tage viele USB/RS232-Converter, die an den Leitungen über Spannungen von etwa 4.7V bis ca. 5.5V verfügen. Diese Converter können evtl. ohne MAX232 direkt am DL7136 betrieben werden.

In der obigen Schaltung ist eine Reset-Schaltung eingezeichnet (S1, R1, C1). Der Taster S1 ist in der finalen Beschaltung nicht notwendig, da der DL7136 nach dem Einschalten einen Reset automatisch ausführt.

Die keramischen Kondensatoren C2, C3 und C4 sind zwingend notwendig, um die Speisespannung zu stabilisieren. Beachten Sie bitte, dass Spannungsschwankungen zu einem Reset des DL7136 führen können. Daher sollte die Speisespannung schwankungsfrei sein. Insbesondere darf C2 nicht weggelassen werden!

Das LCD wird über 4 Portleitungen (D4 bis D7 am LCD-Modul) sowie die Steuerleitungen E und RS betrieben. Die Leitung R/W (Read/Write) wird am LCD auf Masse beschaltet. Damit lässt sich in die Register des LCD schreiben, aber nicht lesen. Das Lesen aus dem LCD ist für den Betrieb des DL7136 nicht notwendig.

Die Kontrasteinstellung erfolgt über ein Trimpoti R2.

Die Datenleitungen D0 bis D3 des LCD sind im obigen Bild nicht beschaltet. Je nach Hersteller müssen diese für den 4 Leitungsbetrieb eventuell auf Masse verdrahtet werden. Hierzu ist das Datenblatt des Herstellers zu beachten.

Über Pin B0 wird der Zustand des DL7136 geändert.
 Pin B0 = offen oder 1: Messen und Anzeigen (Normalzustand)

Pin B0 = 0 (Masse): Programmiermodus, DL7135 schaltet auf die Kommunikation mit dem Terminal um und wartet auf Befehle. Alle Einstellungen lassen sich im Programmiermodus vollziehen. Anschließend wird der DL7135 über den Return-Befehl in den Messmodus zurück versetzt. Der Meßmodus ist dann wieder aktiv, so lange Pin B0 auf 1 (oder offen) bleibt.

Die Beschaltung des Pin B0 kann über einen Jumper erfolgen. Es ist jedoch möglich, eine der Steuerleitungen (RTS oder DTR) Ihrer RS232 zu nutzen. Dann lassen sich die Zustände „Messen“ und „Programmieren“ über das Terminalprogramm umschalten.

Auslieferungszustand des DL7136 (Werkseinstellungen):



Typ	Zustand
RS232	19200 Baud, fest eingestellt, kann vom Anwender nicht verändert werden
A/D-Converter	Auflösung 16Bit
LCD Zeilen	Alle 4 eingeschaltet
Zeile 1, physikalische Werte	Anzeige der physikalischen Werte mit 2 Nachkommastellen
Zeile 1, Physikalischer Text	Text = „Um=“
Zeile 1, Physikalischer Wert	Text = „--“
Zeile 4, ADC-Spannung	16Bit, 4 Nachkommastellen
Verhältnis Um zu U	1:1 d.h. 0V am ADC-Eingang entsprechen der Anzeige 0 in Zeile 1 und 5V am ADC-Eingang entsprechen der Anzeige 5 in Zeile 1 für die physikalischen Werte

Vom Anwender können alle notwendigen Einstellungen zur Anzeige sowie zu weiteren Parameter mittels Terminalprogramm via RS232 geändert und im EEPROM des DL7136 dauerhaft abgespeichert werden.

Nach dem Ausschalten des DL7135 bleiben die Einstellungen dauerhaft im internen EEPROM gespeichert.

Befehlsübersicht:

Um Befehle über den PC an den DL100 zu senden, eignen sich Terminal-Programme, die eine ASCII-Übertragung über die TxD- und RxD-Leitungen ermöglichen.

Alle vorgenommenen Einstellungen werden im LCD in Zeile 2 angezeigt. Bei korrektem Befehl an den DL7136 erscheint im LCD der Text „\$xxxx saved“, der andeutet, dass Ihre Einstellungen empfangen, seitens der Syntax vom DL7136 korrekt interpretiert und im EEPROM des ADC abgespeichert wurde.

Beim Absenden falscher Befehle werden diese entweder ignoriert (wenn kein \$-Zeichen vor dem Befehl steht, oder es erscheint der Text „\$xxxx wrong“. Damit zeigt der DL7136 an, dass ein falscher Befehl empfangen wurde.

Jeder Befehl beginnt mit einem \$-Zeichen. Nach dem \$-Zeichen erfolgt ein Befehl in Grossbuchstaben gefolgt von „ENTER“ bzw „CR“ (Carriage Return).

Wurde „\$“ vergessen, reagiert der DL7136 nicht. Erfolgt nach dem \$-Zeichen ein falscher Befehl, erscheint im LCD der Text „\$xxx wrong“. Ein korrekter Befehl wird vom DL7136 in der Anzeige mit „\$xxx saved“ quittiert.

Syntax	Befehl	Antwort LCD	Beschreibung
\$14B	14Bit ADC-Auflösung	\$14B saved	Auflösung des ADC auf 14Bit setzen
\$15B	15Bit ADC-Auflösung	\$15B saved	Auflösung des ADC auf 15Bit setzen
\$16B	16Bit ADC-Auflösung	\$16B saved	Auflösung des ADC auf 16Bit setzen
\$X1=xxx	Wert für x1	\$X1=xxx saved	Setzt den Wert für x1 (weitere Erklärungen unten) xxx ist hier eine Zahl
\$Y1=yyy	Wert für y1	\$Y1=yyy saved	Setzt den Wert für y1 (weitere Erklärungen unten) yyy ist eine Zahl
\$X2=xxx	Wert für x2	\$X2=xxx saved	Setzt den Wert für xx (weitere Erklärungen unten) xxx ist hier eine Zahl
\$Y2=yyy	Wert für y2	\$Y2=yyy saved	Setzt den Wert für y2 (weitere Erklärungen unten) yyy ist eine Zahl
\$DP1x	Decimal Places 1	\$DP1x saved	Anzahl der Nachkommastellen für die Anzeige der physikalischen Werte (x=0 bis 4) in Zeile 1
\$DP3y	Decimal Places 3	\$DP3y saved	Anzahl der Nachkommastellen für die Anzeige der Eingangsspannung (y=0 bis 4) in Zeile 4
\$CMM	Clear Min & Max	\$CMM saved	Löschen der Min- & Max-Werte. Berechnung von Min- und Max-Wert beginnt von neu
\$R3=ON	Row 3 on	\$R3=ON saved	Schaltet die Anzeige der Zeile 3 ein
\$R3=OFF	Row 3 off	\$R3=OFF saved	Schaltet die Anzeige der Zeile 3 aus
\$R4=ON	Row 4 on	\$R4=ON saved	Schaltet die Anzeige der Zeile 4 ein
\$R4=OFF	Row 4 off	\$R4=OFF saved	Schaltet die Anzeige der Zeile 4 aus
\$PT=text	Physical Text	\$PT=text saved	Setzt den Text für die physikalische Anzeige. Max. 5 Zeichen lang. Z.B. „Silo=“ als Text eingeben
\$PU=text	Physical unit	\$PU=text saved	Setzt den Text für die physikalische Maßeinheit. Max. 5 Zeichen lang. Z.B. „m“ oder „Kg“ als Text eingeben
\$RSMON	RS232 send measurement on	\$RSMON saved	Sendet alle Werte aus der LCD-Anzeige über die RS232 ans Terminalprogramm (Meßdatenerfassung = eingeschaltet), sobald Messmodus an ist.
\$RSMOFF	RS232 send measurement off	\$RSMOFF saved	Sendet keine Werte aus der LCD-Anzeige über die RS232 ans Terminalprogramm (Meßdatenerfassung = ausgeschaltet)
\$SSR	Send settings to RS232	\$SSR saved	Sendet alle Parameter des DL7136 über die RS232.
\$RET	Return	-	Beendet den Programmiermodus und schaltet in den Meß- & Anzeigenmodus um. Dazu muss vorher Pin B0 auf 1 geschaltet sein (oder offen).

Anmerkungen & Erklärungen zu den Befehlen des DL7136:

Anstatt Register (R00 bis Rxx) wurden Befehlsbezeichnungen in den Chip implementiert. Während ein Register R12 nichts sagend ist, so ist eine Syntax wie z.B. „\$SSR“ (Send settings to RS232) besser zu verstehen, leichter zu behalten und leichter in Analogie zur Reaktion des Chips zu setzen. Daher wurde eine kurze Syntax für die Befehlsstruktur gewählt, die ausschließlich aus ASCII-Zeichen besteht.

Interner Ablauf bei der Messung:

Der DL7136 misst intern mit höherer Geschwindigkeit, als es die Anzeige im LCD vermuten lässt. Er fasst mehrere Messungen zusammen, führt eine Integration durch und zeigt dann den integrierten Wert ca. 1 Mal pro Sekunde (bei 16Bit Auflösung) an. Rechnerisch gesehen ergeben sich intern Zahlen, die 8 Nachkommastellen aufweisen. Von diesen werden maximal 4 Nachkommastellen angezeigt.

Auflösung vs. Decimal Places:

Die Auflösung des AD-Wandlers lässt sich in der Spanne 14Bit bis 16Bit einstellen. Die Nachkommastellen des angezeigten Spannungswertes und des angezeigten physikalischen Wertes lassen sich im Bereich 0 bis 4 Nachkommastellen einstellen. Je höher die Auflösung, desto langsamer misst der A/D-Wandler und umgekehrt.

Es ist ratsam, ein Verhältnis zwischen Auflösung und Nachkommastellen zu schaffen. In der Auflösung 14Bit flackert die letzte mögliche Zahl in der Anzeige mehr, als in der 16Bit Auflösung. Es empfiehlt sich also, bei 14Bit Auflösung eine Anzeige mit 2 oder 3 Nachkommastellen ein zu stellen. Damit wird die 4te Ziffer nach dem Komma nicht angezeigt und das Flackern dieser letzten Stelle ausgeschaltet.

x1, y1, x2 und y2 für die physikalische Anzeige:

In der 4ten Zeile des LCD wird die Eingangsspannung in „Rohform“ angezeigt. $U=x.xxxxV$. In der ersten Zeile wird der umgerechnete Wert, also der physikalische Wert angezeigt.

In der Werkseinstellung herrscht zwischen beiden Anzeigen das Verhältnis 1 zu 1. Gemessene 5V (angezeigt in Zeile 4) entsprechen der Zahl 5 (angezeigt in Zeile 1).

In der Praxis will man aber oft nicht die gemessene Spannung, sondern eher den physikalischen Wert sehen. Also anstatt Volt an zu zeigen, will man eine Zahl sehen, die den physikalischen Verhältnisse entspricht. Beispiel: 0 bis 5V entsprechen einem Gewicht von 0 bis 100Kg.

Diese Anzeige von 0 bis 100Kg lässt sich in Zeile 1 sehr einfach realisieren. Dazu ist die Eingabe der Parameter x1, y1, x2 und y2 nötig. Dies sind 2 Punkte (X1/Y1) und (X2/Y2), die man als Referenz eingibt. Der DL7136 rechnet mittels dieser Daten die Eingangsspannung in eine physikalische Größe um.

(Für diejenigen Anwender, die es genau wissen wollen: Der DL7136 löst intern ein Gleichungssystem mit 2 Gleichungen und 2 Unbekannten und erzeugt daraus eine Funktion ersten Grades $f(x) = ax + b$)

Zur Verdeutlichung nehmen wir das obige Beispiel:

0V am Eingang entsprechen 0Kg in der Anzeige. Für die Zahl 0 (die der A/D-Wandler produziert) wollen wir auch eine 0 sehen. Daraus ergibt sich: $X1 = 0$ und $Y1 = 0$ (x steht für den vorgegebenen Wert, y für das Ergebnis)

5V am Eingang entsprechen 100Kg in der Anzeige. Für die Zahl 5 (die der A/D-Wandler produziert) wollen wir eine 100 sehen. Daraus ergibt sich: $X2 = 5$ und $Y2 = 100$ (wieder stehen hier x für den vorgegebenen Wert, y für das Ergebnis)

Es sind also folgende Befehle ein zu geben:

\$X1=0

\$Y1=0

\$X2=5

\$Y2=100

Rechnerisch zeigt dann die Anzeige in der Zeile 1 des LCD z.B. für 3V den Wert 60Kg an, für 5V 100Kg an etc.

Es sei noch angemerkt, dass die Nachkommastellen der Anzeige 1 angepasst werden sollten, denn die Anzeige 99.1234Kg macht wenig sinn. Die Gramm-Anzeige mag für Gewichte bis wenige Kg einen Sinn machen, bei 100Kg Anzeigenspanne genügt max. eine Nachkommastelle (höchstens 2).

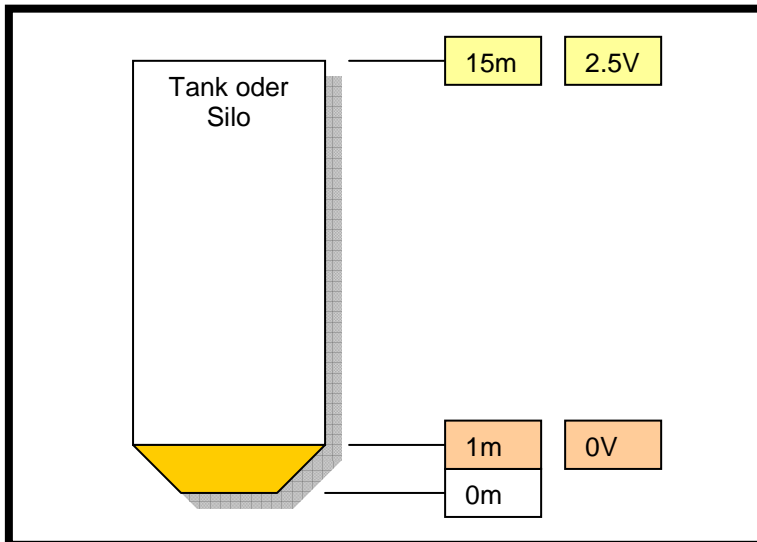
Der Befehl \$DP11 (= Decimal Places 1 auf 1 gesetzt) setzt die Anzeige auf eine Nachkommastelle.

Es ist auch zu beachten, dass in diesem Beispiel die umgerechnete Anzeige (Zeile 1, Anzeige physikalischer Werte) um den Faktor 20 höher ist als die Spannungsanzeige in Zeile 4. Eine Änderung der gemessenen Spannung um 1 Digit bewirkt gleich eine Änderung des physikalischen Wertes um 20 Digits. Demnach ist die Anzeige 99.3456Kg eher verwirrend, hingegen 99.3Kg ausreichend und übersichtlicher.

Weiteres Beispiel:

Für einen Füllstand von 1m bis 15m erzeugt eine Messeinrichtung eine Ausgangsspannung von 0 bis 2.5V. Anders ausgedrückt: 0 bis 2.5V (am Eingang des ADC vom DL7136) entsprechen 1 bis 15m Füllstand in der Anzeige.

Das folgende Bild verdeutlicht den Zusammenhang.



Folgende Koeffizienten ergeben sich:

0V gemessen: $X1=0$

Dafür soll die Anzeige 1m Füllstand anzeigen: $Y1=1$

2.5V gemessen: $X2=2.5$

Dafür soll die Anzeige 15m Füllstand anzeigen: $Y2=15$

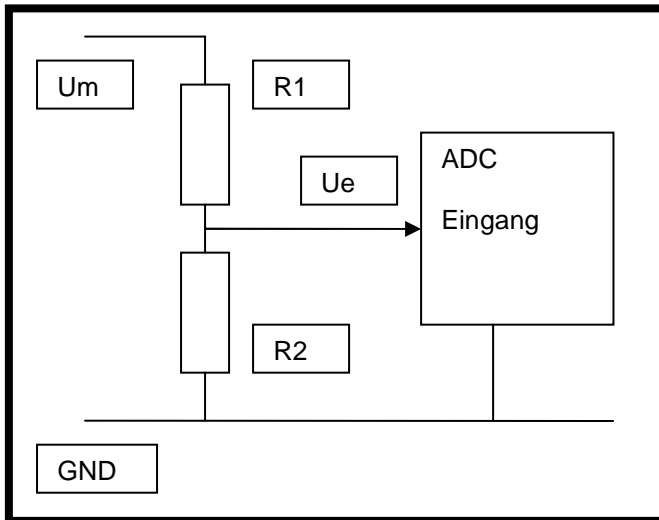
ACHTUNG: Der Wert 2.5 ist mit einem Punkt und nicht mit einem Komma ein zu geben!

Analog dazu lassen sich alle Messwerte 0V bis 5V für jeglichen Aufgabenbereich in physikalische Werte umwandeln und anzeigen.

Messung höherer Spannungen:

Der Eingangsbereich des A/D-Wandlers lässt sich mittels 2 Widerständen (Spannungsteiler) erweitern.

Ein Spannungsteiler sieht prinzipiell wie folgt aus:



Darin sind U_m die Meßspannung, U_e die Eingangsspannung des A/D-Wandlers, GND die Masse und R_1 & R_2 die Widerstände.

Es gilt folgender Zusammenhang:

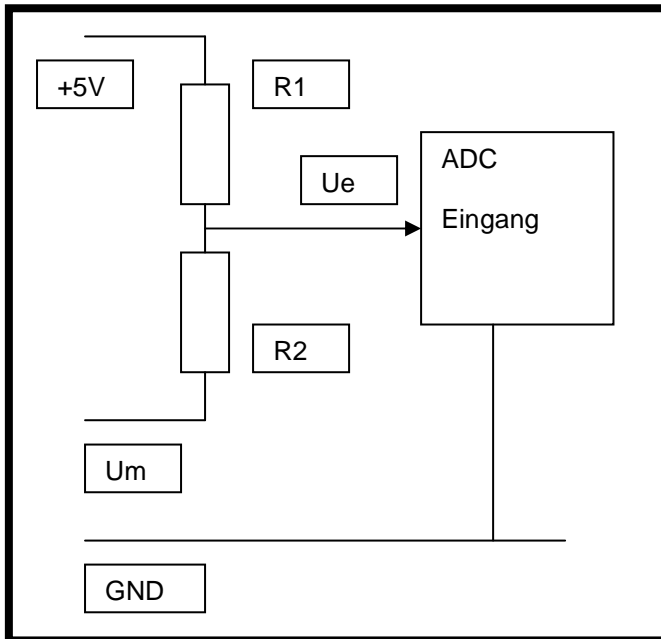
$$\frac{U_e}{U_m} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Wenn man nun beispielsweise $R_1 = R_2 = 1M\Omega$ wählt (beide Widerstände gleich groß), so ergibt sich, dass die Eingangsspannung am A/D-Wandler (U_e) halb so groß wie die zu messende Spannung (U_m) ist. Mit dieser Widerstandswahl lassen sich also Spannungen von 0 bis 10V messen.

Es empfiehlt sich immer, derart Meßwiderstände mit hohem Widerstand und einer Ungenauigkeit von 0,1% ein zu setzen.

Messung negativer Spannungen:

Analog lassen sich negative Spannungen wie hier dargestellt messen:



Man schaltet R1 an +5V. Dann kann die zu messende Spannung U_m im Bereich $\pm 5V$ liegen. Man erreicht damit die „Umwandlung“ der Spannung von $\pm 5V$ in eine Spannung von 0 bis 5V (was dem Messbereich des DL7136 entspricht), wenn $R1 = R2$ ist.

Tendenzanzeige:

Um die Tendenz einer Messreihe zu ermitteln, sind umfangreiche Berechnungen notwendig. Die Statistik kennt lineare, polynomische, gleitende, exponentielle u.v.a Modelle zur Trendberechnung. Zwar sind dem Entwickler die mathematischen Zusammenhänge bekannt, jedoch hat sich herausgestellt, dass jegliche Trendberechnung viel Rechenzeit in Anspruch nimmt. Dies wiederum würde den DL7135 stark verlangsamen.

Deshalb ist beim DL7135 die lineare Trendberechnung über die letzten 5 Messwerte implementiert. Das Ergebnis wird in der ersten LCD-Zeile links vor dem %-Wert angezeigt. Pfeil nach unten = fallende Tendenz, Pfeil nach oben = steigende Tendenz, kein Pfeil = in etwa gleich bleibende Tendenz.

Minima- und Maxima-Anzeige:

In der dritten Zeile des LCD sind dem Minimum-Wert ein „m“ und dem Maximum-Wert ein „M“ zuvor gestellt. Die Min-/Max-Werte werden aus Platzgründen ohne physikalische Einheit angezeigt und beziehen sich auf den physikalischen Wert in der Zeile 1.

Diese Zeile kann vom Anwender mittels des Befehls \$R3=ON (oder \$R3=OFF) ein bzw. ausgeschaltet werden.

Referenzspannung und Kalibrierung:

Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung sowie nach dem Umschalten zwischen Programmiermodus und Messmodus erscheint im LCD der Text „Calib...“ als Hinweis auf den Kalibrierungsvorgang. Dieser Vorgang dauert etwa 2-3 Sekunden wonach der DL7136 in den Messmodus umschaltet.

Dabei misst der DL7136 seine Versorgungsspannung, die als Referenz benutzt wird.

Diese Methode hat den Vorteil, dass die gesamte Spanne 0V bis Versorgungsspannung als Meßspanne genutzt wird. Außerdem bietet diese Vorgehensweise den Vorteil, dass es unerheblich ist, ob die Versorgungsspannung 4.9V, 5.0V oder 5.1V ist. Wichtig ist nur, dass die Versorgungsspannung stabil bleibt.

RS232-Einstellungen & -Betrieb:

Der DL7136 überträgt die Daten & Messwerte über seine RS232. Die Parameter der Schnittstelle sind fest eingestellt und können vom Anwender nicht verändert werden.

Folgende Einstellungen in der übergeordneten Software (am PC, PLU, uController etc.) sind nötig, um den Chip via RS232 an zu sprechen:

Übertragungsrate: 19200 Baud
Parity: No
Bits: 8
Stopbits: 1

Über den Befehl \$SSR (Send Settings to RS232) lassen sich die Einstellungen des DL7136 über die serielle Schnittstelle (im Programmiermodus) senden. Beim Einsatz eines Terminalprogramms sollte man diese Funktion nutzen, um alle Einstellungen nochmals kompakt zu sichten und auf Richtigkeit zu prüfen.

Beispiel für die übertragenen Parameter des DL7136 an ein übergeordnetes Terminalprogramm:

```
Resolution=16Bit
X1=0.0
Y1=0.0
X2=5.0
Y2=250.0
Dec. pl. phys. val=1
Dec. pl. U=4
LCD row3=ON
LCD row4=ON
Physical text=Fuel=
Physical unit=Kg
Measurements to RS232=OFF
```

Bei eingeschalteter Messwertübertragung via RS232 (Befehl \$RSMON... RS232 Send Measurement on) sehen die übertragenen Messdaten wie folgt aus:

```
U=2.3290
Fuel=116.5Kg
%=47
m=86.3
M=190.8
```

Alle Messdaten werden vom DL7136 via RS232 sukzessive übertragen. Zuerst die Meßspannung, dann der physikalische Wert (inkl. physikalischer Text und physikalische Einheit), %-Wert sowie Min- & Max-Werte. Dieses Format ist fest und kann vom Anwender nicht verändert werden. Ein Übergeordnetes Programm (z.B. in einer SPS oder auf dem PC) kann daraus die gewünschten Messwerte extrahieren. Das Format einer jeden Zeile ist: Text in Form von ASCII-Zeichen.

Das Format der RS232-Meßwerte wurde bewusst so gewählt, dass sie von übergeordneten Programmen leicht zu entschlüsseln sind. In den Zeilen 1, 3, 4 und 5 erhält man die numerischen Werte, indem man in jedem String die ersten beiden Zeichen löscht. Was übrig bleibt, entspricht der übertragenen Zahl. Lediglich in Zeile 2 wurde zuerst der physikalische Text gefolgt vom Wert gefolgt von der physikalischen Einheit. Damit hat die Außenwelt die Information, welche physikalischen Werte erfasst werden.

Werksseitig ist es leicht möglich, diese Zeilen anders zu gestalten. Kontaktieren Sie uns bitte, wenn Sie andere Formate wünschen und wir prüfen die Machbarkeit. Es ließe sich z.B. in der zweiten Zeile der Text „F=116.5“ anstatt „Fuel=116.5Kg“ übertragen. Dies hätte den Vorteil, dass alle Zeilen gleiches Format haben. Löscht man in der Erfassungssoftware die ersten beiden Zeichen pro Zeile, so bleiben in jeder Zeile die Zahlen übrig, was eine wesentliche Vereinfachung in der Programmierung der Auswerte-Software wäre. Man hätte dann aber keine Informationen mehr zu den physikalischen Daten. Diese müssten in der PC-Auswertesoftware extra berücksichtigt werden.

Einstellungsbeispiele, praktischer Umgang mit den Befehlen:

Egal, was im LCD angezeigt wird. Nachfolgende Beispiele zeigen alle Befehle, um zum gewünschten Ergebnis zu gelangen. Bevor Befehle an den DL7136 gesendet werden können, muss Pin B0 für etwa 2 Sekunden gegen Masse geschaltet werden, um den Programmiermodus zu aktivieren.

Die nachfolgenden Beispiele gehen davon aus, dass der DL7136 in den Programmiermodus geschaltet wurde, um Befehle empfangen zu können.

Beispiel 1:

Anzeige als Voltmeter mit 16 Bit Auflösung, 4¾ Stellen, möglichst wenig Zeilen eingeschaltet

Befehl	Auswirkung
\$16B	16Bit Auflösung
\$DP14	Decimal Places Anzeige 1 auf 4 gesetzt (4 Nachkommastellen für den angezeigten Wert)
\$PT=Um:	Setzt den physikalischen Text auf „Um:“... eine Spannung messen und als Spannung anzeigen
\$PU=V	Physical Unit auf „V“ gesetzt, der Messwert soll die physikalische Einheit Volt bekommen
\$R3=OFF	Schaltet Zeile 3 aus
\$R4=OFF	Schaltet Zeile 4 aus
\$RET	Return. Kehrt zum Messmodus zurück

Ergebnis: reine Voltmeteranzeige, 16Bit, 4¾ Stellen

Beispiel 2:

Es wäre doch interessant, die Min-, Max-Werte zu erfassen und zu sehen. Die zuvor gemachten Einstellungen sollen erhalten bleiben.

Befehl	Auswirkung
\$R3=ON	Schaltet Zeile 3 ein
\$CMM	Clear Min & Max. Reset für Min- & Max-Wert durchführen. Berechnung erfolgt neu.
\$RET	Return. Kehrt zum Messmodus zurück

Ergebnis: reine Voltmeteranzeige, 16Bit, 4¾ Stellen, Min- & Max-Wert anzeigen



Beispiel 3:

In einem Schmelzofen sollen die Temperatur und die Min- & Maxwerte angezeigt werden. Die Spannung eines Thermoelements wird von einem DC-Verstärker erfasst und verstärkt. In der Testphase soll die Spannung am Ausgang des Messverstärkers ebenfalls angezeigt werden, um die Zusammenhänge und die Einstellungen durch Nachrechnen zu prüfen. Die Temperaturanzeige soll ohne Nachkommastellen erfolgen, die Spannung am Ausgang des Messverstärkers soll hingegen möglichst genau angezeigt werden.

Folgende Werte liefert die Messkette:

Temperatur 0...600°C

Messverstärker-Ausgang: 1V bis 4.55V

Für den DL7136 ergeben sich folgende x- und y-Koeffizienten:

X1 = 1 Y1 = 0 (Für 1V Spannung den Wert 0°C anzeigen)

Und

X2 = 4.55 Y2 = 600 (Für 4.55V Spannung den Wert 600°C anzeigen)

Befehl	Auswirkung
\$16B	16Bit Auflösung (nur nötig, wenn die Auflösung nicht schon auf 16Bit steht)
\$DP10	Decimal Places Anzeige 1 auf 0 gesetzt (0 Nachkommastellen für den angezeigten Wert)
\$DP34	Decimal Places Anzeige 3 auf 4 gesetzt (4 Nachkommastellen für den Spannungswert)
\$PT=T=	Setzt den physikalischen Text auf „T=“... „T“ für Temperatur anzeigen
\$PU=C	Physical Unit auf „C“ gesetzt, der Messwert bekommt die physikalische Einheit C (für Celsius)
\$R3=ON	Schaltet Zeile 3 ein (nur nötig, wenn Zeile 3 ausgeschaltet ist)
\$R4=ON	Schaltet Zeile 4 ein (nur nötig, wenn Zeile 4 ausgeschaltet ist)
	Damit ist das Aussehen der Anzeige eingestellt. Nun folgen die Parameter x, y
\$X1=1	X1 = 1
\$Y1=0	Y1 = 0
\$X2=4.55	X2 = 4.55
\$Y2=600	Y2 = 600
\$CMM	Clear Min & Max. Reset für Min- & Max-Wert durchführen. Berechnung erfolgt neu, die alten Min- & Max-Werte werden gelöscht.
\$SSR	Send Settings to RS232. Nur notwendig, um die gemachten Einstellung via RS232 ans Terminalprogramm zu übertragen. Diese Einstellungen können dann in kompakter Weise auf Richtigkeit überprüft werden.
\$RET	Return. Kehrt zum Messmodus zurück

Ergebnis:



Wichtige Hinweise:

Beide prozentualen Anzeigen (Zeile 1 rechts -die %-Anzeige- und Zeile 2 -der Bargraph-) beziehen sich logischerweise IMMER auf den physikalischen Wert (Zeile 1 links) und NICHT auf den Messbereich 0V bis 5V. Im Beispiel 3 will man als Anwender den Bereich 0°C bis 600°C erfassen und somit auch die prozentualen Anzeigen in diesem Temperaturbereich sehen. 0°C entspricht einem leeren Bargraph, 300°C entsprechen 50% Bargraph etc. Gleiches gilt für die %-Anzeige. Die Anpassung beider prozentualer Anzeigen geschieht im DL7136 durch Berechnungen. Der Anwender muss sich um diese Anpassung nicht kümmern.

In unserem Beispiel 3 entspricht die Eingangsspannung von 1V einem Anzeigenwert von 0°C. Sinkt die Spannung unter 1V, wird die Temperatur logischerweise negativ angezeigt. Ab einem Spannungswert von 4.55V wird eine Temperatur größer als 600°C auch entsprechend korrekt angezeigt. Die %-Anzeige und der Bargraph beziehen sich aber auf die Werte 0°C bis 600°C. Ist die Temperatur < 0°C so bleibt der Bargraph in Zeile 2 bei null stehen, während die %-Anzeige negative Werte anzeigt. Analog verhält es sich bei Temperaturen oberhalb 600°C. Die %-Anzeige zeigt mehr als 100% an, während der Bargraph bei 100% stehen bleibt.

Die Anzeigen wurden in den obigen Beispielen den physikalischen Gegebenheiten angepasst. Während man die Eingangsspannung relativ genau wissen will (um z.B. die Messkette zu prüfen), ist die Anzeige der Temperatur in Beispiel 3 auf 0 Nachkommastellen eingestellt. Es ist ersichtlich, dass eine Temperaturanzeige im Bereich 0°C...600°C mit 3 Nachkommastellen wenig aussagekräftig ist.

Und schließlich: würde man die Temperatur tatsächlich mit 3 Nachkommastellen anzeigen (möglich ist es ja), würde der Messwert 7 Zeichen lang sein. Drei Stellen vor dem Komma, drei nach dem Komma + das Kommazeichen. Damit würde dieser Messwert (zzgl. der restlichen Zeichen) nicht mehr in Zeile 1 passen und stets die %-Anzeige überschreiben.

Die Min- & Max-Anzeige haben genauso viele Nachkommastellen, wie die Anzeige des physikalischen Wertes.

Sollten Sie sich vertippt haben, ist zu wissen:

1. Befehle, die ohne \$-Zeichen gesendet werden, werden komplett ignoriert. Meldung im LCD: keine
2. Befehle, die ein S-Zeichen haben, aber deren Syntax falsch ist, werden ebenfalls ignoriert. Meldung im LCD: „\$irgendwas wrong“
3. Nur bei korrektem Befehl erscheint im LCD die Meldung „\$befehl saved“, was zeigt, dass der Befehl vom DL7136 korrekt interpretiert und ins EEPROM abgespeichert wurde.
4. Falsch eingegebene Werte sollten vom Terminal abgesendet und nicht korrigiert werden. Anschließend gibt man denselben Befehl mit korrekten Werten erneut ein.

Beispiel zu Punkt 4:

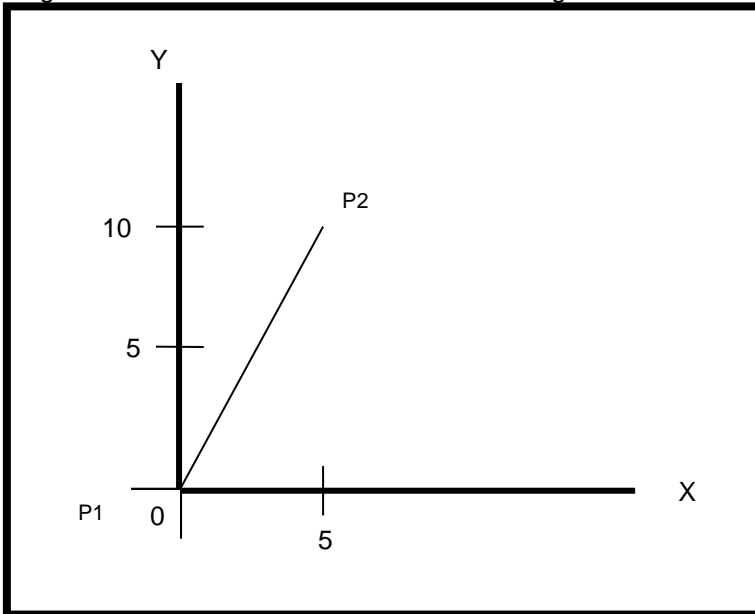
Sie wollen beispielsweise den Wert $Y2=3.85$ über ein Terminalprogramm eingeben und an den DL7136 senden. Mittendrin haben Sie sich vertippt und Sie sehen im Terminal den Befehl $\$Y2=38$.

Je nach Terminalprogramm könnte es sein, dass die Zeichen, die Sie über die PC-Tastatur eingegeben haben, bereits im RS232-Puffer vorhanden sind, sobald Sie diese auf der Tastatur getippt haben. Daher wäre die Korrektur der Zahl 38 in die korrekte Zahl 3.85 sinnlos, denn mit der Taste „BACK SPACE“ lässt sich der Puffer der PC-RS232 nicht mehr löschen.

Drücken Sie also die ENTER-Taste und senden den falschen Wert $Y=38$ an den DL7136. Das LCD quittiert diese Eingabe mit der Meldung „ $\$Y2=38$ saved“. Anschließend wiederholen Sie den Befehl in korrekter Weise mit $\$Y2=3.85$ gefolgt von der ENTER-Taste. Der DL7136 übernimmt diesen Wert erneut, quittiert ihn im LCD und überschreibt den alten & falschen Wert mit dem neuen. Damit ist die Eingabe korrekt.

Die Werte x_1 , y_1 , x_2 und y_2 sollen sinnvolle Werte sein. Sie stellen prinzipiell 2 Punkte mit den Koordinaten $P_1(x_1, y_1)$ und $P_2(x_2, y_2)$ in einem Koordinatensystem dar. Über diese Werte rechnet der DL7136 die gemessene Spannung in einen physikalischen Wert um. Was sich nun „schwer verständlich“ anhört, ist einfacher, als Sie denken.

Folgendes Bild verdeutlicht die Zusammenhänge:



Die x-Achse verläuft horizontal, die y-Achse vertikal.

Auf der X-Achse sind die Werte 0 und 5 zu sehen, die (projiziert auf die senkrechte Achse) die Werte 0 und 10 auf der y-Achse ergeben.

Diesen Zusammenhang können wir wie folgt beschreiben: Für 0V bis 5V am Eingang des A/D-Wandlers sollen 0 bis 10 Einheiten (physikalische Einheiten spielen erst ein Mal keine Rolle) im LCD angezeigt werden.

X_1 ist also 0, X_2 ist 5

Y_1 ist 0, Y_2 ist 10

Der Punkt P_1 hat die Koordinaten (0,0) und P_2 besitzt die Koordinaten (5,10).

Die obigen Punkte (in der bekannten Form von $X_1=0$, $Y_1=0$, $X_2=5$, $Y_2=10$) sendet man an den DL7136 und daraus errechnet der A/D-Wandler den korrekten physikalischen Wert. Aus dem obigen Bild ist ersichtlich, dass es schwieriger wird, eine Gerade zu berechnen, wenn der Punkt P_2 auf der schrägen Gerade auf Punkt 1 zuwandert. Unmöglich würde die Berechnung werden, wenn P_2 soweit schräg nach unten wandern würde, dass er P_1 erreicht.

Vermeiden Sie also bitte bei der Eingabe der Werte x_1 , y_1 , x_2 und y_2 , dass die Paare x_1 und x_2 sowie y_1 und y_2 sehr nahe beieinander liegen. Anstatt $x_1=0$, $y_1=0$ und $x_2=0.001$ und $y_2=0.002$ ein zu geben, geben Sie bitte für x_2 und y_2 höhere Werte ein. Multiplizieren Sie beide Punkte x_2 und y_2 jeweils mit 1000, dann erhalten Sie die Werte $x_2=1$ und $y_2=2$.

Es sei angemerkt, dass es – mathematisch gesehen – egal ist, ob Sie die Wertepaare $x_2=0.001$ und $y_2=0.002$ oder die Paare $x_2=1$ und $y_2=2$ eingeben. Die errechnete Gerade ist dieselbe. Es soll jedoch vermieden werden, dass der DL7136 sehr kleine Werte (durch interne Rundungen) zu null macht.

INSBESONDERE IST ZU VERMEIDEN, dass beide Punkte P_1 und P_2 gleich werden.

Beispiel: $x_1=3$, $y_1=5$, $x_2=3$, $y_2=5$ sind falsche Eingaben und der DL7136 zeigt falsche physikalische Werte an. Dadurch sind die Punkte P_1 und P_2 zusammen gerückt und aus zwei Punkten mit identischen Koordinaten kann man keine Gerade zeichnen.

Oder: $x_1=0$, $y_1=0$ und $x_2=0$ und $y_2=0$ sind ebenfalls falsche Eingaben. In diesem Beispiel sind sogar alle 4 Zahlen gleich 0 und aus vier Nullen lässt sich erst Recht nichts zeichnen bzw. errechnen.