

8fach Temperatur-Meßvorsatz

8 Temperaturen gleichzeitig erfassen und in eine analoge der Temperatur proportionale Gleichspannung umwandeln ist die Aufgabe dieses Meßvorsatzes. In Verbindung mit einer 12 Bit-AD-Wandlerkarte können die Temperaturwerte dann in den PC eingelesen, ausgewertet und dargestellt werden. Auch kann ein Digital-Multimeter mit einem vorgeschalteten 8fach-Umschalter in besonders einfacher Weise als Anzeigeeinheit dienen.

Allgemeines

Im Laborbereich werden bei Langzeitmessungen häufig mehrere Temperaturmeßstellen gleichzeitig benötigt, aber auch im privaten Bereich kann die gleichzeitige Darstellung mehrerer Temperaturmeßstellen von Interesse sein. Beim Einsatz im Wohnbereich ist die Kenntnis der einzelnen Zimmertemperaturen für eine optimierte, angepaßte Heizungsregelung nützlich, während in einem anderen Beispiel

die Temperaturen in Haus und Garten von Interesse sind, so z. B. die Temperatur in 10 cm Tiefe, in Bodennähe, in 2 m Höhe, an der Nord-, Ost-, West- und Südseite des Hauses sowie die Temperaturen in Wohnbereich, Keller und Dachboden.

Gleichwohl bietet der hier vorgestellte 8fach-Temperatur-Meßvorsatz stets eine preiswerte und genaue Möglichkeit, verschiedene Temperaturen zu erfassen, wobei ein Bereich von -30°C bis $+120^{\circ}\text{C}$ mit einer Auflösung von 0,1 K überstrichen wird unter Einsatz der 12 Bit-AD-Wandlerkarte AD 12 („ELVjournal“ 6/93). Selbstverständlich können auch nahezu beliebige andere AD-Wandlerkarten zur Auswertung dienen, wobei dann der Meßbereich bzw. die Auflösung ggf. eingeschränkt ist. In Verbindung mit der ADA 8 ergibt sich z. B. ein Meßbereich von 0°C bis 120°C bei einer Auflösung von 0,5 K, allerdings mit dem Vorteil, daß diese Karte gleichzeitig Ausgänge zur Steuerung von Prozeßabläufen besitzt. Hierdurch ist der

Aufbau eines Regelkreises recht einfach möglich.

Soll der 8fach-Temperatur-Meßvorsatz ohne PC betrieben werden, ist eine symmetrische Versorgungsspannung von $\pm 9\text{ V}$ bis $\pm 15\text{ V}$ erforderlich und ein Digital-Multimeter mit 8fach-Umschalter (z. B. Drehschalter), das sich im 2 V-Meßbereich befindet.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir uns nun der Schaltungstechnik zuwenden:

Schaltung

Im wesentlichen besteht die Schaltung des 8fach-Temperatur-Meßvorsatzes aus 8 identisch aufgebauten Meßverstärkern mit jeweils einem Temperatursensor sowie der Spannungsversorgung.

Abbildung 1 zeigt die Schaltung des Netzteils. Die positive Versorgungsspannung, die im Bereich zwischen $+9\text{ V}$ bis $+15\text{ V}$ liegen darf, wird an die Lötöse ST 1



und die Masse an ST 2 angeschlossen, während die negative Versorgungsspannung zwischen -9 V und -15 V ST 3 zugeführt wird.

Die Kondensatoren C 1 bis C 4 sorgen für die Eingangssiebung der Betriebsspannung. Die beiden Festspannungsregler IC 1 und IC 2 nehmen eine Stabilisierung auf +5 V und -5 V vor. C 5 bis C 8 dienen zur Ausgangssiebung und Schwingneigungsunterdrückung.

In Abbildung 2 ist das Schaltbild der 8 Meßkanäle dargestellt. Da die Meßverstärker für alle 8 Meßstellen vollkommen identisch aufgebaut sind, nehmen wir die Funktionsbeschreibung anhand des erste Kanals oben links im Schaltbild vor.

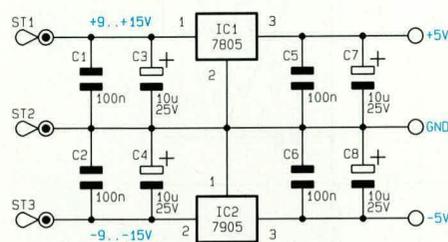


Bild 1: Netzteil des 8fach-Temperatur-Meßvorsatzes

Der Meßwertaufnehmer TS 1 des Typs SAX 1000 liegt an den Schraubklemmen KL 1 und KL 2. Durch geeignete Dimensionierung gibt der Spannungsteiler, bestehend aus R 5 und dem Temperatursensor, eine zur Temperatur proportionale Spannung ab. Der Fußpunkt dieses Spannungsteilers liegt am Ausgang (Pin 1) des Operationsverstärkers IC 3 A, dessen Ausgangsspannung mit dem Trimmer R 1 in Verbindung mit den Festwiderständen R 2, 3, 4 einstellbar ist.

Beim späteren Abgleich ist R 1 so einzustellen, daß bei einer Sensortemperatur von genau 0°C die Spannung an Pin 7 des nachgeschalteten Operationsverstärkers exakt 0 V beträgt, gemessen gegenüber der Schaltungsmasse an ST 2.

Dem Meßwertaufnehmer TS 1 ist der Spannungsteiler R 6, R 7 nachgeschaltet, dem wiederum IC 3 B mit Zusatzbeschaltung folgt. Die Verstärkung dieses Schaltkreises läßt sich über den Trimmer R 11 variieren. Aufgrund der Schaltungstechnik ändert sich während der Verstärkungseinstellung die Offset-Einstellung nicht eine wesentliche Voraussetzung für den einfachen Abgleich.

Die zur Temperaturproportionalen Ausgangsspannungen der jeweiligen Meßverstärker stehen an den Platinenanschlußpunkten ST 4 bis ST 11 zur Verfügung. Beim Anschluß dient der Platinenanschlußpunkt ST 2 als Bezugspotential für die Meßspannungen.

Nachbau

Die Schaltung des Temperatur-Meßvorsatzes ist auf einer 53 x 136 mm doppelseitigen Leiterplatte untergebracht. Die Bestückung wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste vorgenommen. Zunächst sind die passiven und aktiven Bauelemente auf die Platine zu setzen und auf der Unterseite zu verlöten.

Tabelle 1: Zuordnung der Sub-D-Steckverbinderpins

Platinenanschlußpunkt	Bedeutung	Anschlußpin Sub-D-Buchse	
		AD 12	ADA8
ST 1	±12 V	12	12
ST 2	GND	1, 10, 11, 15-22	1,10,11
ST 3	-12 V	13	13
ST 4	Kanal 0	2	15
ST 5	Kanal 1	3	16
ST 6	Kanal 2	4	17
ST 7	Kanal 3	5	18
ST 8	Kanal 4	6	19
ST 9	Kanal 5	7	20
ST 10	Kanal 6	8	21
ST 11	Kanal 7	9	22

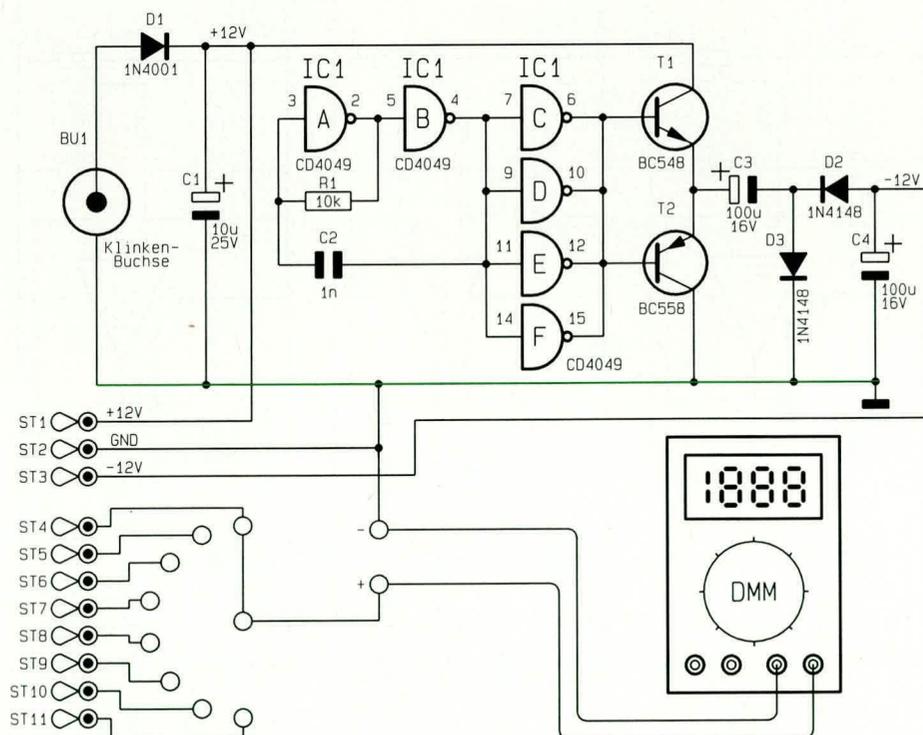


Bild 3 zeigt beispielhaft die Anschaltung eines Multimeters mit 8fach-Umschalter

Jeder Temperatursensor ist mit einer 2 m langen Anschlußleitung versehen, die ohne weiteres bis auf 10 m verlängert werden darf. Die Sensorleitungen sind abzuisolieren und an die Schraubklemmen KL 1 bis KL 16 anzuschließen, wobei die Abschirmung jeweils mit KL 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 zu verbinden ist.

Anschließend wird eine 10adrige abgeschirmte Leitung an die Lötösen ST 1 bis ST 11 angeschlossen. Die Abschirmung führt das Massepotential und liegt an ST 2. An der anderen Seite der Leitung ist der 25polige Sub-D-Stecker gemäß Tabelle 1 anzulöten. Soll der Meßvorsatz nicht an eine AD-Wandlerkarte angeschlossen werden, ist die Verdrahtung entsprechend den vorliegenden Gegebenheiten auszuführen. Die positive Versorgungsspannung ist an ST 1, die negative an ST 3 und die Masse an ST 2 anzuschließen.

Die einzelnen Meßspannungen stehen an den Lötösen ST 4 bis ST 11 zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung, wobei die Bezugsmasse mit dem Platinenanschlußpunkt ST 2 zu verbinden ist.

Abbildung 3 zeigt beispielhaft die Anschaltung eines Multimeters mit 8fach-Umschalter und die Versorgung über ein Steckernetzteil.

Inbetriebnahme

Zum Abgleich wird der Meßvorsatz mit dem 25poligen Sub-D-Stecker an die 12 Bit-AD-Wandlerkarte angeschlossen und das dazugehörige Wandlerprogramm auf

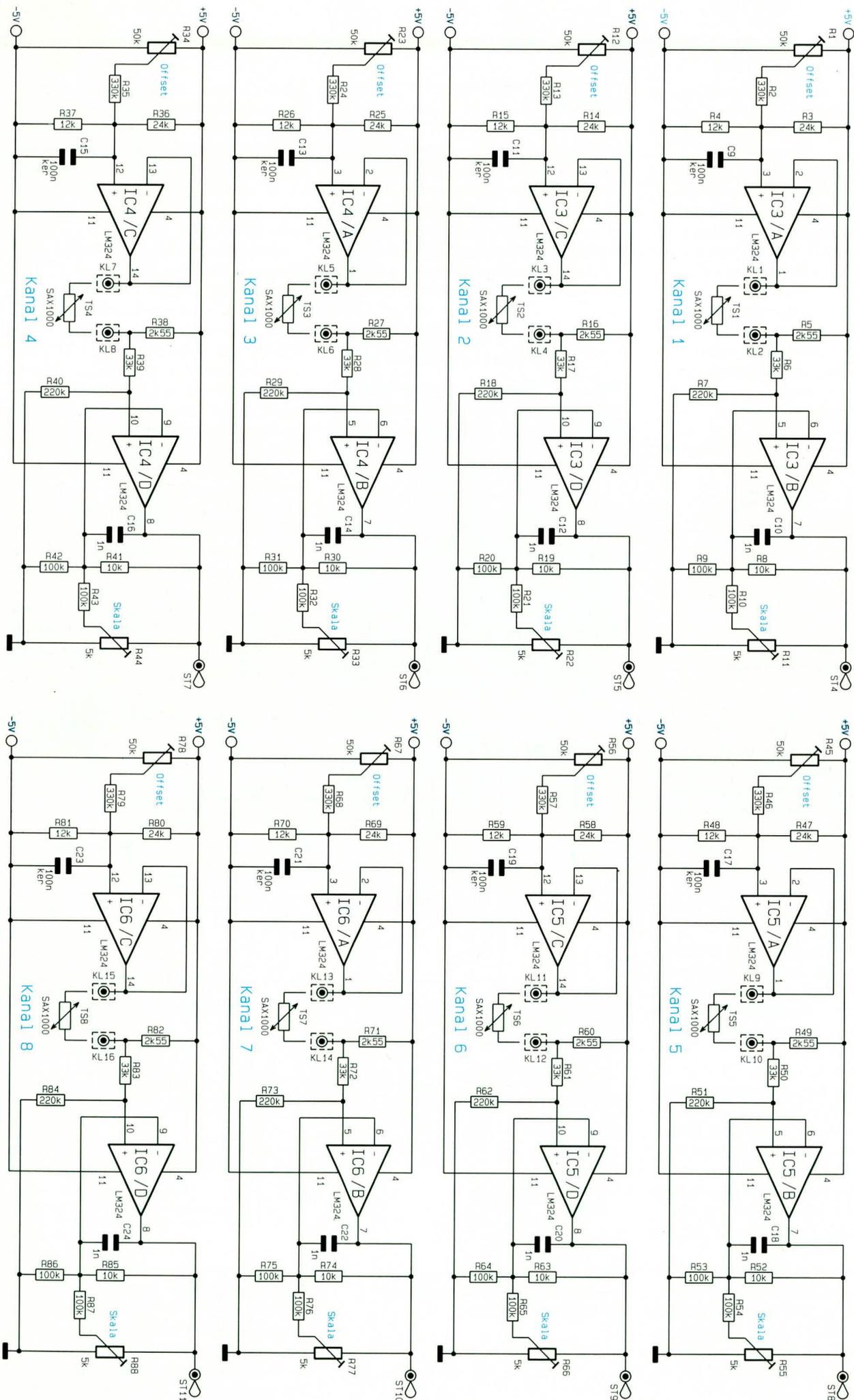


Bild 2: Schaltung des 8fach-Temperatur-Meßvorsetzes



Ansicht der komplett bestückten Leiterplatte

dem PC gestartet, um die Meßwerte darzustellen. Dabei ist darauf zu achten, daß alle Temperatursensoren an den Meßvorsatz angeschlossen sind, da ansonsten die Meßverstärker übersteuern und ihrerseits im AD-Wandler die Messung der benachbarten Kanäle beeinflussen.

Wie bereits erwähnt, ist es auch möglich, den Meßvorsatz extern mit Spannung zu versorgen und die Signale mit einem Multimeter abzugreifen.

Es folgt der Abgleich der einzelnen Vorverstärker. Zunächst sind die Temperaturfühler in gut durchgemischtes Eiswasser einzutauchen (gleicher Anteil von kleinsten Eiswürfeln und Wasser). Die Nullpunkteinstellung erfolgt mit den Offsettrimmern R 1, R 12, R 23, R 34, R 45, R 56, R 67 und R 78, die in der hinteren Reihe angeordnet sind. Dabei muß die Einstellung so erfolgen, daß an jedem Meßausgang exakt 0,000 V anliegt.

Im Anschluß daran kommen wir zum Abgleich des Skalenfaktors mit den Trimmern R 11, R 22, R 33, R 44, R 55, R 66,

Stückliste: 8fach-Temperatur-Meßvorsatz

Widerstände:

2,55k Ω	R5, R16, R27, R38, R49, R60, R71, R82
10k Ω	R8, R19, R30, R41, R52, R63, R74, R85
12k Ω	R4, R15, R26, R37, R48, R59, R70, R81
24k Ω	R3, R14, R25, R36, R47, R58, R69, R80
33k Ω	R6, R17, R28, R39, R50, R61, R72, R83
100k Ω	R9, R10, R20, R21, R31, R32, R42, R43, R53, R54, R64, R65, R75, R76, R86, R87
220k Ω	R7, R18, R29, R40, R51, R62, R73, R84
330k Ω	R2, R13, R24, R35, R46, R57, R68, R79
PT10, stehend, 5k Ω	R11, R22, R33, R44, R55, R66, R77, R88
PT10, stehend, 50k Ω	R1, R12, R23, R34, R45, R56, R67, R78

Kondensatoren:

1nF	C10, C12, C14, C16, C18, C20, C22, C24
100nF/ker	C9, C11, C13, C15, C17, C19, C21, C23
100nF	C1, C2, C5, C6
10 μ F/25V	C3, C4, C7, C8

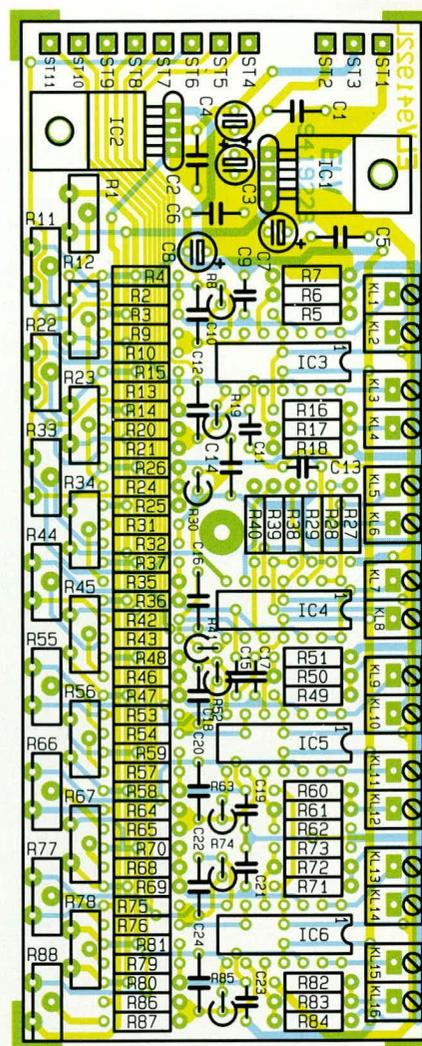
Halbleiter:

LM324	IC3 - IC6
7805	IC1
7905	IC2

Sonstiges:

- 8 Temperatursensoren, SAX 1000 mit 3m Zuleitung MK1
- 8 Schraubklemmleisten, 2pol
- 11 Lötstifte mit Lötöse
- 1 SUB-D-Stecker, 25pol, mit Lötanschluß
- 1 Posthaube, für SUB-D 25pol
- 2m Computerkabel, 10 x 0,14mm²
- 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm
- 2 Muttern, M3
- 1 Knippingschraube, 2,9 x 9,5mm
- 1 Softline-Gehäuse, bearbeitet
- 1 Kabelbinder, 90mm

R 77 und R 88, die in der vorderen Reihe zu finden sind. Dazu werden die Sensoren in heißes Wasser eingetaucht, dessen Temperatur genau bekannt ist und sich möglichst im oberen Bereich des Meßbereichs befindet (z. B. 100°C kochendes Wasser). Mit



Bestückungsplan des 8fach-Temperatur-Meßvorsatzes

den zugehörigen Trimmern ist nun die Meßspannung so einzustellen, daß sich ein Verhältnis von 100°C entsprechend 1,000 V ergibt. Bei 37,0°C ergibt sich eine Ausgangsspannung von 370 mV.

Soll in erster Linie im Raumtemperaturbereich gemessen werden, empfiehlt es sich, den Abgleich des Skalenfaktors in der Nähe von 37°C vorzunehmen und mit einem Fieberthermometer zu prüfen, während für technische Einsatzfälle mit dem Erfordernis, auch höhere Temperaturen zu messen, der 100°C-Abgleich günstiger ist.

Damit sind die Einstellarbeiten bereits abgeschlossen, und die Schaltung wird in das Gehäuse eingebaut. Um die Meßleitungen zu verlegen, kann es notwendig sein, die Sensoren vom Meßwandler zu lösen. In diesem Fall ist darauf zu achten, daß jeder Sensor wieder an die ursprünglichen Anschlüsse gelegt wird, da jeder Meßkanal individuell auf den angeschlossenen Temperatursensor abgeglichen ist.