

ADA 16

Teil 1

8-16 Bit A/D-D/A-Wandlerkarte für PCs

Zur Erweiterung eines PCs zum Meß- und Regelgerät wurde der Baustein ADA 16 konzipiert. Ausgeführt als Einsteckkarte für IBM-PCs und kompatible Rechner können sowohl A/D- als auch D/A-Wandlungen mit hoher Auflösung durchgeführt werden.

Allgemeines

Im Bereich der Meß-, Regel- und Steuertechnik erschließen sich dem PC weite Anwendungsbereiche. Angefangen von einfachen Steuerungsaufgaben bis hin zu komplexen Regelungsvorgängen können mit einem PC die unterschiedlichsten Arbeiten durchgeführt werden. Wesentliche Voraussetzung hierfür ist allerdings ein geeigneter Datentransfer, d.h. der PC muß in der Lage sein, Steuerinformationen auszugeben und zur Rückkopplung,

d.h. zum Schließen des Regelkreises Eingangsinformationen zu erhalten. Das im ELV journal Nr. 59 beschriebene Computer-Schaltinterface CSI 7000 ermöglicht es z.B. 8 Leistungs-Schaltausgänge über den PC anzusteuern in Verbindung mit 8 digitalen Eingangsleitungen zur Erfassung von Zustandfunktionen. Da ein PC sehr leistungsfähig und vor allem schnell ist, können damit auch quasi analoge Meß-, Steuer- und Regelungsvorgänge bearbeitet werden. Hierzu muß der PC zunächst die Möglichkeit erhalten, Analogspannungen messen zu können, um

anschließend ebenfalls unter Zuhilfenahme entsprechender Wandler analoge Spannungen auszugeben. Die Bearbeitung innerhalb des PCs erfolgt selbstverständlich vollkommen digital anhand beliebiger Operationsprogramme.

Die ELV-A/D-D/A-Wandlerkarte des Typs ADA 16 trägt diesem Wunsch in großzügiger Weise Rechnung. Der ADA 16 ist mit einem hoch auflösenden 16 Bit Analog/Digital-Wandler bestückt, der eine maximale Genauigkeit von 0,005 % ermöglicht bei einer Umsetzrate von 2 Messungen pro Sekunde. Durch eine Program-

miermöglichkeit kann die Auflösung bis auf 7 Bit (+Vorzeichen = 8 Bit) herabgesetzt werden bei einer Wandlungsrate von ca.1000 Messungen (!) pro Sekunde. Darüber hinaus ist dem A/D-Wandler ein 8 Kanal-Analog-Multiplexer vorgeschaltet, so daß insgesamt bis zu 8 Eingangsspannungen abgefragt werden können.

Zur Ausgabe besitzt der ADA 16 einen Digital/Analog-Umsetzer (D/A-Wandler) mit einer Auflösung von 12 Bit und einer Genauigkeit von 0,025 %, der durch eine Sample-and-Hold-Schaltung erweitert wurde. Somit können insgesamt 8 Ausgangsspannungen abgefragt sowie 8 Ausgangsspannungen zu Steuerzwecken ausgegeben werden. Die Spannungshübe liegen jeweils im Bereich von -2 V bis +2V.

Das Blockschaltbild

Die Schaltung der ADA 16 besteht wie aus dem Blockschaltbild (Abbildung 1) ersichtlich ist im wesentlichen aus 3 Teilen:

1. Adreßdecoder und Datenpuffer
2. Analog/Digital-Wandler mit vorgeschaltetem Multiplexer
3. Digital/Analog-Wandler mit nachgeschaltetem Multiplexer/Puffer

Der I/O-Adreßdecoder decodiert 4 aufeinanderfolgende I/O-Adressen zur Ansteuerung der verschiedenen Bausteine der Interfacekarte. Außerdem steuert dieser Decoder die Richtungsumschaltung für den Datenbus-Treiber, der die Datenleitungen des PCs mit den dazugehörigen Datenleitungen der A/D- bzw. D/A-Umsetzer verbindet.

Des weiteren enthält der ADA 16 den eigentlichen Analog/Digital-Wandler mit der dazugehörigen Ablaufsteuerung und dem vorgeschalteten 8 Kanal-Analog-Multiplexer, der es ermöglicht, 8 verschiedene Eingangsspannungen abzufragen. In diesem Bereich ist zusätzlich eine Auflösungssteuerung angeordnet, die angibt, mit welcher Genauigkeit der A/D-Wandler arbeiten soll. Je höher die Ge-

naugigkeit desto weniger Messungen können pro Zeiteinheit gemacht werden. Bei einer 16 Bit Auflösung (+ Vorzeichen) ergibt genau genommen sogar 17 Bit) beträgt die Wandlungszeit pro Meßwert ca. 0,5 Sekunden, entsprechend einer Meßfolgefrequenz von 2 Messungen pro Sekunde. Bei einer Auflösung von 8 Bit können hingegen bis zu 500 Messungen pro Sekunde durchgeführt werden. Die 8 Eingangskanäle werden über den Multiplexer nacheinander abgefragt und mit dem A/D-Wandler ausgewertet.

Einen weiteren Bestandteil des ADA 16 bildet der 12 Bit Digital/Analog-Wandler mit einem Ausgangsspannungshub von +2 V bis - 2 V. Diese Spannung wird über einen 8 Kanal-Multiplexer auf je einen Haltekapazitätswandler mit nachgeschaltetem Impedanzwandler auf die 8 Ausgänge gegeben, die am 25poligen Submin-D-Steckverbinder anliegen. Die Haltezeit der Kondensatoren wurde so ausgelegt, daß etwa alle 10 ms der D/A-Umsetzer jeden Ausgang mindestens einmal ansprechen

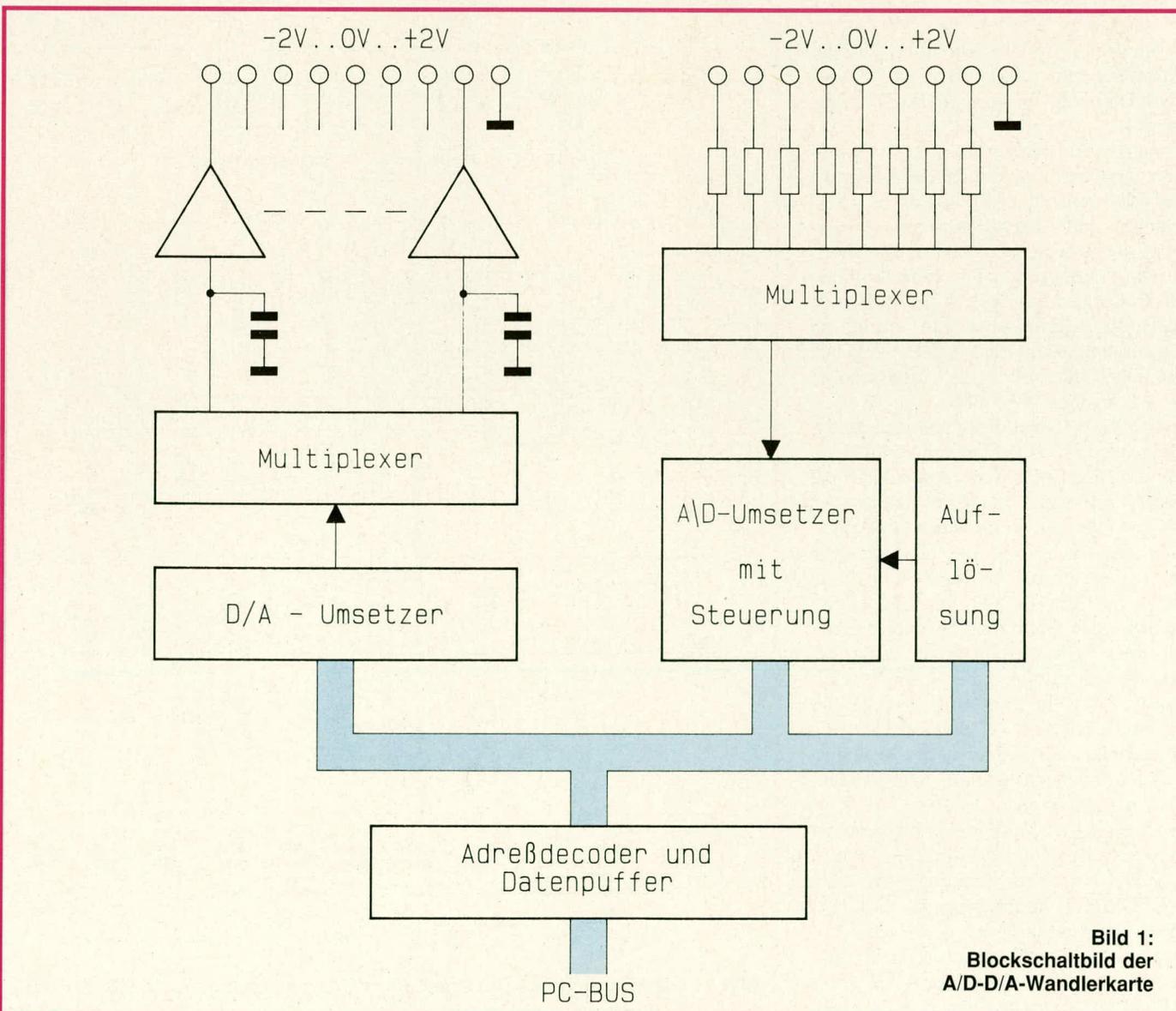


Bild 1:
Blockschaltbild der
A/D-D/A-Wandlerkarte

muß, um die volle Genauigkeit zu erreichen.

Zur Schaltung

Abbildung 2 zeigt die Spannungsbearbeitung sowie das Teilschaltbild des Adreßdecoders.

Die unten im Bild dargestellte Spannungsstabilisierung erhält die Versorgung aus dem +/-12 V Netzteil des PCs. C 1,3 dienen zur Störpulsunterdrückung, während die eigentliche Stabilisierung von den beiden Festspannungsreglern IC 5 und IC 6 vorgenommen wird. C 2,4 bewirken eine Ausgangspufferung und Schwingneigungsunterdrückung. Zur Versorgung des gesamten Analogteils der Schaltung werden lediglich diese beiden 5 V Festspannungen verwendet in Verbindung mit den darunter eingezeichneten Stützkondensatoren C 22 bis C 32.

Der Adreßdecoder

Im oberen Teil der Abbildung 2 ist der Adreßdecoder des ADA 16 dargestellt. Dieser hat im wesentlichen 2 Aufgaben.

Zum einen müssen die 8 Datenleitungen gepuffert und zum anderen die noch im folgenden zu beschreibenden 8 Bit-Latches und Datenbustreiber selektiert bzw. angesteuert werden. Die Datenpufferung übernimmt der bidirektionale Bustreiber IC 1 vom Typ 74 LS 245. Durch die I/O-Leseleitungen IORD erfolgt die Datenrichtungsumschaltung. Freigegeben wird der Treiber durch den Adreßdecoder IC 4 vom Typ 74 LS 688.

Der ADA 16 benötigt einen zusammenhängenden I/O-Adreßbereich von 4 Byte. Die einzelnen Adressen werden durch A0 und A1 selektiert. Durch die Adressen A2 bis A9, die dem Vergleich IC 4 zugeführt werden, erfolgt eine Grobadressierung. Der entsprechende Bereich kann durch die Brücken BR1 bis BR8 eingestellt werden. Spricht der Steuerprozessor die eingestellte Grobadresse an, so erscheint am Ausgang des 8 Bit-Vergleichers IC 4 (Pin 19) ein „L“-Pegel. In Abhängigkeit von A0 und A1 des PC-Busses wechselt dann einer der Ausgänge von IC 3 je nach Schreib- oder Lesezugriff auf „L“-Pegel.

Liegt ein Lesezugriff vor, wechselt einer der Ausgänge von IC 3A auf „L“-Pegel, während bei einem Schreibzugriff, (d.h. die IOWR Schreibleitung ist aktiviert) einer der Ausgänge des IC 3B auf „L“-Pegel wechselt. Die verschiedenen Funktionen von LR 0 bis LR 3 bzw. LW 0 bis LW 3 sind in Tabelle 1 näher beschrieben.

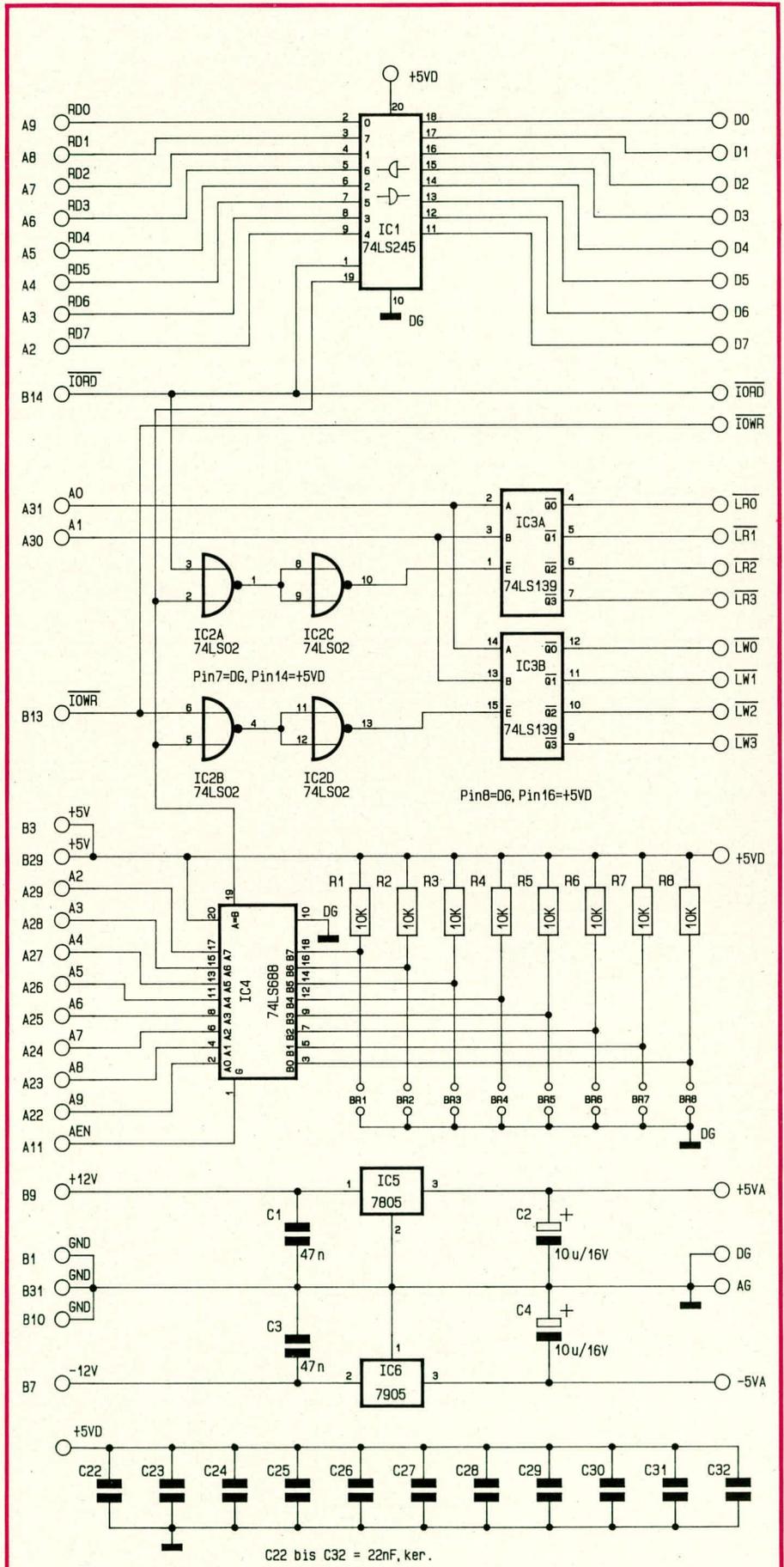


Bild 2: Teilschaltung des Adreßdecoders und der Spannungsstabilisierung

Tabelle 1:
I/O-Adreßzuordnung der A/D-D/A-Wandlerkarte

Basis-adresse	schreibend	lesend (nur A/D-Wandler)
+0	D0..D2: Selektierung des Analogeingangs D4..D7: Auflösungsstreuung des TSC 500	D0..D7: niederwertiges Nibbel
+1	D0..D7: LSB vom D/A-Wandler und Übernahme von D8..D11	D0..D7: höherwertiges Nibbel
+2	D0..D3: D8..D11 vom D/A-Wandler D4..D6: Selektierung des Analogausgangs	D 0: Wandlung fertig D 1: Überlauf D 2: Polarität
+3	N.C.	N.C.

Der D/A-Wandler

Das Herzstück der in Abbildung 3 gezeigten Schaltung des D/A-Wandlers stellt der 12 Bit-Digital-Analog-Umsetzer vom Typ AD 7545 dar. Dieser Wandler enthält einen 12Bit-Datenbus, der intern noch einmal zwischengespeichert werden kann. Da der normale PC nur einen 8 Bit-Datenbus besitzt, muß die 12 Bit-Infor-

mation in 2 Teile zerlegt und nacheinander übertragen werden. Dabei ist es wichtig, daß zuerst die höherwertigen 4 Bit in den 8 Bit-Zwischenspeicher des IC 7 vom Typ 74 LS 374 zu schreiben sind. Beim folgenden Schreiben der 8 niederwertigen Datenbits in den D/A-Wandler werden auch die zuvor in den Zwischenspeicher (IC 7) geschriebenen oberen 4 Datenbits gemeinsam in den D/A-Wandler

übernommen. Unmittelbar darauf beginnt der D/A-Wandler mit seiner Arbeit.

An Pin 19 benötigt der Wandler (IC 8) eine hochgenaue Referenzspannung von 1,000 V. Am Ausgang des nachgeschalteten Operationsverstärkers IC 9 des Typs TLC 271 stellt sich eine Spannung von 0V (digital 0) bis -1 Volt (digital 4095) ein. Die nachfolgende Verstärkerschaltung um IC 10 des Typs TLC 271 invertiert und verstärkt diese Ausgangsspannung auf -2 V (digital 0) bis +2 V (digital 4095). Eine Ausgangsspannung von 0 V an Pin 6 des IC 10 erreicht der D/A-Wandler bei einer digitalen Eingangsinformation von 2048.

Der Offset kann mit dem Trimmer R 10 und die Verstärkung mit R 9 eingestellt werden. Der Abgleich kann auch in der Weise erfolgen, daß der Endwert nicht +2V, sondern + 2,047 V (bzw. - 2,047 V) beim digitalen Eingangswert von 4095 (bzw. 0) entspricht. Dies würde eine Vereinfachung in der softwaremäßigen Umrechnung für die Analogwerte bedeuten, d.h. ein digitaler Schritt entspricht einem analogen Meßwert von 1mV.

Die Datenbits D 4 bis D 6 von IC 7 dienen zur Ansteuerung des Analog-Multiplexers IC 11 vom Typ CD 4051. Dieser schaltet jeweils die vom IC 10 kommende Analogspannung auf einen der 8 Ausgänge. Jedem Ausgang ist noch ein Haltekondensator (C 8 bis C 15) und ein Operationsverstärker vom Typ TLC 271 (IC 12 bis IC 19) nachgeschaltet. Außerdem kann an jedem Operationsverstärker ein Offset-Abgleich mit R 17 bis R 24 vorgenommen werden.

Die Haltekondensatoren C 8 bis C 15 sind so bemessen, daß sich die Ausgangsspannung des Puffer-OPs bei Nichtselektierung durch IC 11 um nicht mehr als 1mV in 10 Millisekunden ändert (durch Entladung der Kondensatoren). Die Selektierung mit einer Analogspannung sollte pro Kanal mindestens 0,1 ms betragen. Hierdurch wird sichergestellt, daß die an IC 10 und damit an IC 11 anliegende Analogspannung auch in die jeweiligen Haltekondensatoren übernommen wird.

Im Einkanalbetrieb, d.h. nur 1 Ausgang ist aktiviert, können mit der hier vorgestellten Schaltung Wandlungsraten bis zu 20 kHz, ohne nennenswerte Signalverfälschungen ausgeführt werden. Je nach Erfordernis besteht die Möglichkeit insgesamt bis zu 8 Ausgangskanäle vollkommen unabhängig voneinander zu betreiben, wobei dann die maximal auszugebende Frequenz entsprechend abnimmt.

In der kommenden Ausgabe des ELV journal folgt die Beschreibung des Schaltbildes des A/D Wandlers. Danach wenden wir uns dem Nachbau, der Inbetriebnahme und dem Abgleich zu.

ELV

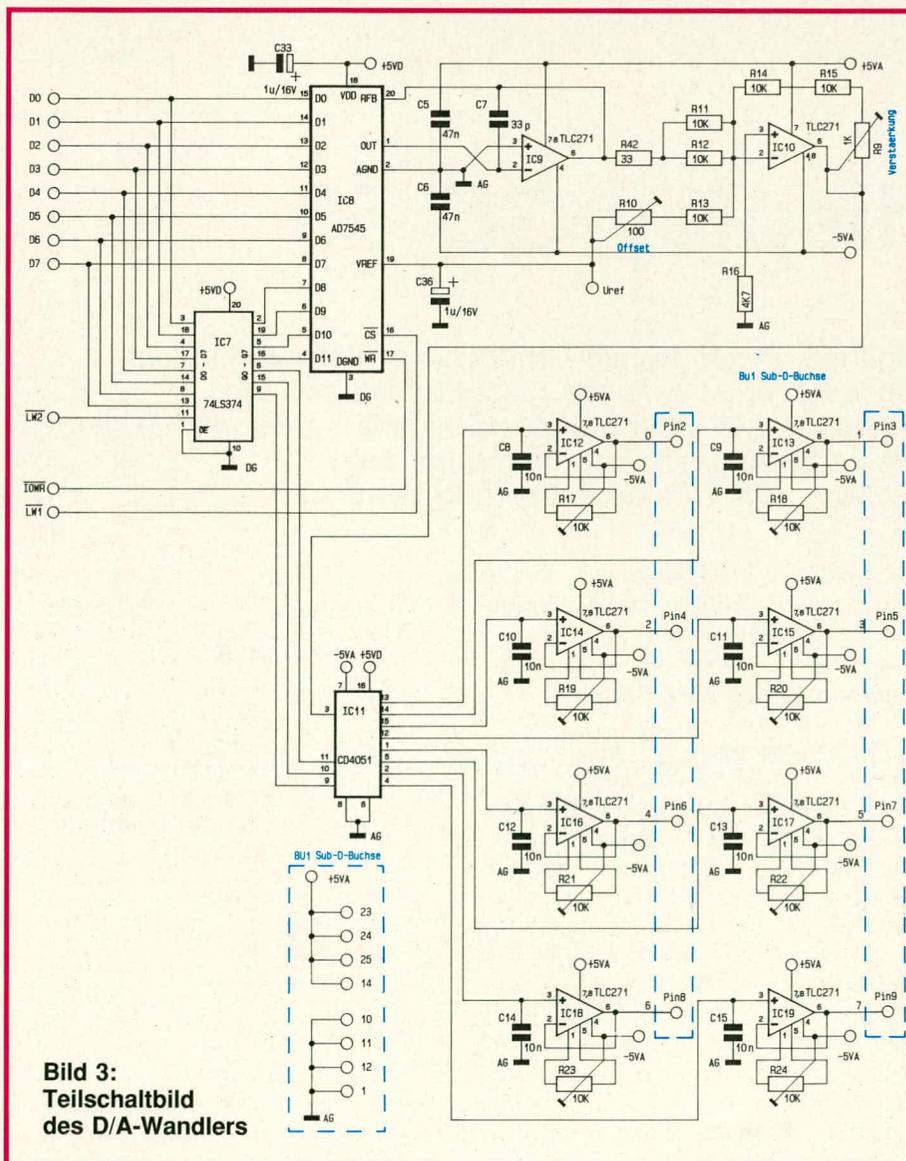


Bild 3:
Teilschaltbild
des D/A-Wandlers