



ELEKTRONIK GMBH

UE 2125

Funkempfänger - Schaltkreis

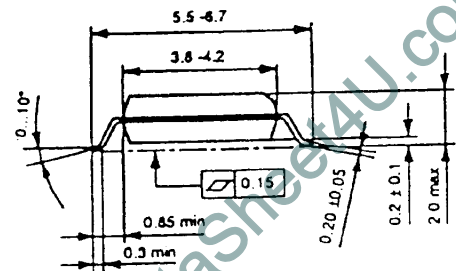
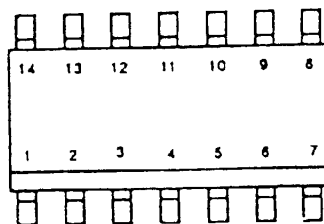
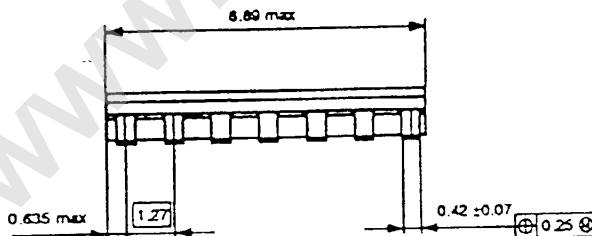
Der integrierte Schaltkreis UE 2125 empfängt und demoduliert von Zeitzeichensendern im Langwellenbereich ausgestrahlte digitale Zeitinformationen.
Die integrierte Schaltung ist für stromarmen Batteriebetrieb konzipiert und läßt sich durch einen Schalteingang abschalten.

Vorläufige Technische Daten

Gehäuse:

Der UE 2125 wird angeboten im

- SOP 14 - Gehäuse (IEC 191 - 2 , 076 E 06 S)

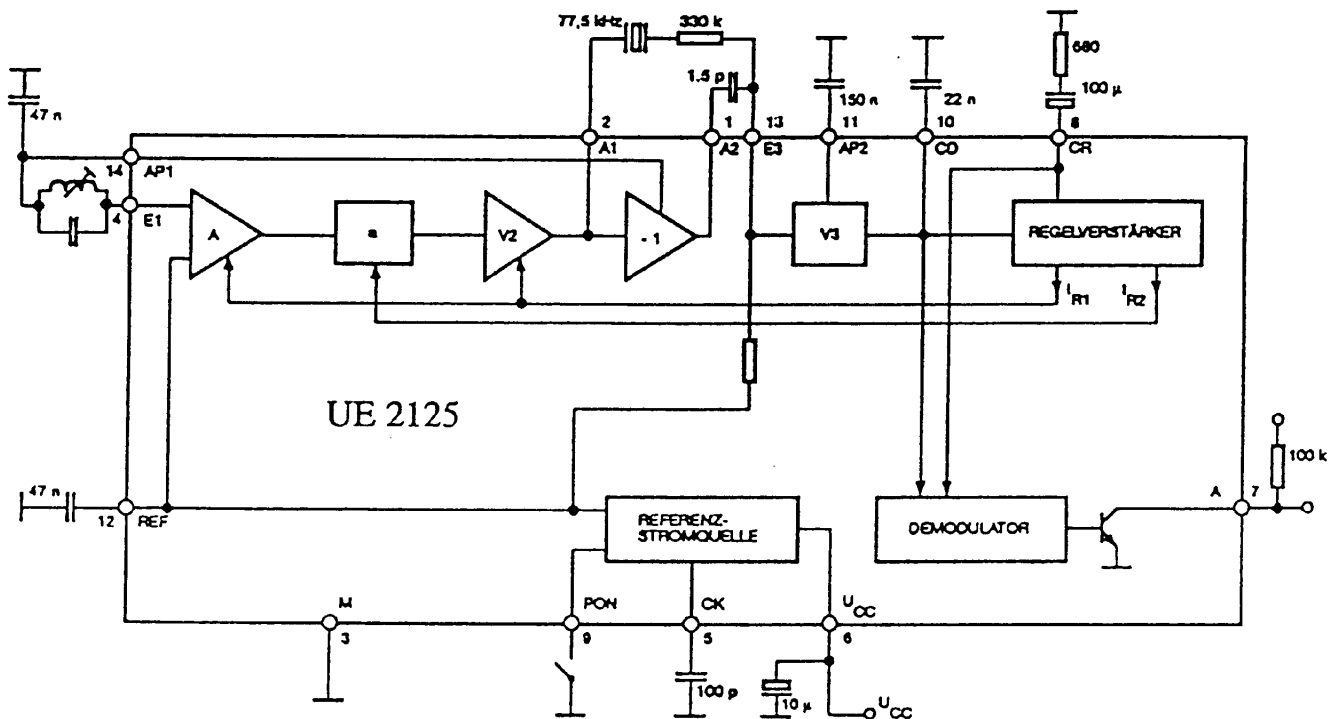


Anschlußbelegung

SOP 14 - Gehäuse

Pin	Symbol	Anschlußbezeichnung
01	A2	HF - Ausgang 2
02	A1	HF - Ausgang 1
03	M	Masse
04	E1	Antenneneingang
05	CK	Kompensationskapazität
06	UCC	Betriebsspannung
07	A	Ausgang
08	CR	Ladekondensator (für Regelverstärker)
09	PON	Schalter Stand - by
10	CD	Demodulatorkapazität
11	AP2	Arbeitspunktregelung 2
12	REF	Referenzspannung
13	E3	Eingang Nachverstärker
14	AP1	Arbeitspunktregelung 1

Blockschaltbild und Einsatzschaltung



Grenzwerte

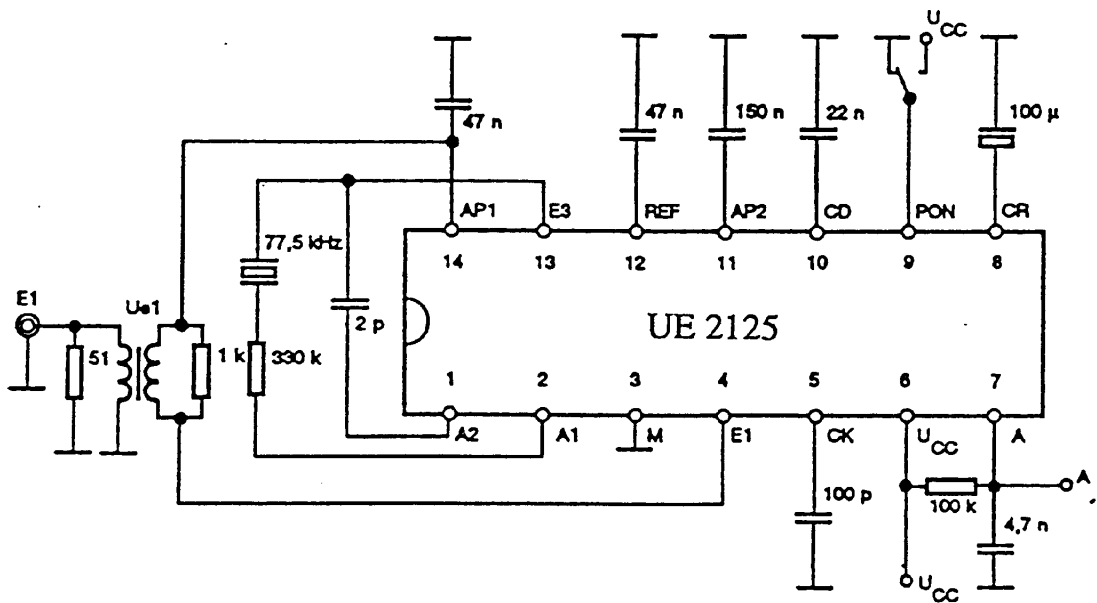
	Symbol	min	max	Einheit
Betriebsspannung	U_{CC}	0	5,25	V
Ausgangsspannung	U_A	0	5,25	V
Antennenschaltspannung	U_{SA}	0	U_{CC}	V
Schaltspannung PON	U_{PON}	0	U_{CC}	V
Sperrschichttemperatur	T_j		150	°C
Betriebstemperatur	T_a	-25	+85	°C

Empfohlene Betriebsbedingungen

Betriebsspannung	U_{CC}	1,4	V
Frequenz	f	77500	Hz
Betriebstemperatur	T_a	25	°C

Elektrische Kennwerte

1. Meßschaltung



Ue1 : Schalenkern A_L 1100 nH W^2 ; 2 x 25 Wdg. mit 0,2 CuL

2. Kennwerte

$U_{CC} = 1,4 \text{ V}$

$f = 77500 \text{ Hz}$

$T_a = 25^\circ\text{C}$

(sofern nicht anders angegeben)

	min	typ	max	Einheit
Betriebsspannungsbereich ($+5^\circ\text{C} < T_a < +55^\circ\text{C}$)	1,2	1,4	2,2	V
Betriebsspannungsbereich ($-25^\circ\text{C} < T_a < +85^\circ\text{C}$)	1,4		2,2	V
Stromaufnahme (Betriebsfall)		600	1000	μA
Stromaufnahme (Stand - by)		2	10	μA
Schaltstrom I_{PON} ($U_{PON}=U_{CC}$)		-15	-50	μA
Eingangsspannung	0,001		100	mV
Eingangswiderstand der HF-Verstärker		750		$k\Omega$
Eingangswiderstand des Nachverstärkers		95		$k\Omega$
Ausgangswiderstand des HF-Teils (A1)		0,3		$k\Omega$
Ausgangswiderstand des HF-Teils (A2)		7,5		$k\Omega$
Verstärkung des HF-Teils (an A1 bei $U_{SA}=0\text{V}$)		53		dB
Eingangsspannungsbereich Nachverstärker	30		450	μV
Innenwiderstand des Demodulators		70		$k\Omega$
Demodulatorausgangs- spannung		200		mV _{pp}
Regelzeit ($U_{SR}=0\text{V}$) für $\Delta U_i=0,1\text{mV} - 1\text{mV}$ für $\Delta U_i=1\text{mV} - 0,5\text{mV}$		0,8 5,0		s s
Ausgangsimpulsbreite bei Senderimpulsbreite 200ms	180		220	ms

	min	typ	max	Einheit
Ausgangsstrom I_{OH}		0	10	μA
Ausgangsstrom I_{OL} ($A = 1,4V$)	60			μA
Ausgangsspannung U_{OL} ($I_{OL} = 60 \mu A$)			200	mV

Einsatz- und Applikationshinweise

1. HF-Teil

Die induktive Einkopplung der Signale erfolgt zwischen E1 und AP1.

Der Ausgang A2 mit einer Impedanz von 7,5 k Ω hat gegenüber A1 ein um ca. 5 dB geringeres invertiertes Ausgangssignal.

Die Filterbandbreite des Quarzfilters zwischen A1 und E3 sollte mit einem Reihenwiderstand von 330 k Ω zum Quarz auf 20...25 Hz eingestellt werden. Die damit verbundene Dämpfung des Signals um ca. 12 dB sollte auch bei anderen Filterschaltungen angestrebt werden.

2. Demodulator, Regelzeitkonstante

An CD stehen die demodulierten Zeitzeichenimpulse zur Verfügung. Die Zeitkonstante beträgt $CD \cdot 70 \text{ k}\Omega$.

Am Anschluß CR wird die Regelspannung gewonnen, wobei die Regelzeitkonstante durch einen internen Entladekreis und CR bestimmt wird. Durch einen externen Widerstand parallel zu CR kann die Regelgeschwindigkeit erhöht werden.

Zur Verringerung von Regelschwingungen wird an CR die zusätzliche Beschaltung mit einem R von 680 Ω empfohlen.

3. Gesamtempfänger

Eine Speisespannung von ca. 1.4 V ist optimal. Bei Einsatzschaltungen mit Versorgungsspannungen über 1.4V ist es günstig, U_{CC} mit einem Vorwiderstand so zu beschalten, daß sich etwa 1.4V einstellen, wobei gleichzeitig eine dynamische Entkopplung zu anderen Baugruppen erfolgt. Der Ausgang kann Lastwiderstände mit Arbeitsspannungen bis 5.25V unabhängig von U_{CC} treiben. Es ist vorteilhaft, den Betriebsspannungsanschluß mit einem Kondensator > 4.7 μF abzublocken.

Für das Platinenlayout gelten die üblichen HF-technischen Gesichtspunkte, wobei besonders darauf zu achten ist, daß zwischen A und E3 möglichst breite Masseflächen zur Schirmung vorgesehen werden.

Unter der Lupe: Zeitzeichen-Empfänger

In dieser Rubrik stellen wir Ihnen neuentwickelte ICs mit Pfiff vor, mit denen die Leistungsfähigkeit herkömmlicher Schaltungen verbessert wird oder völlig neue Schaltungskonzepte überhaupt erst möglich werden. Diese Seiten sind also nicht als Bauanleitung zu verstehen, sondern ewissermaßen als Blick hinter die Kulissen, der dem Einsteiger manchen Aha-Effekt vermittelt und dem Fortgeschrittenen als Grundlage für eigene Versuche dient. Lesen Sie diesmal:

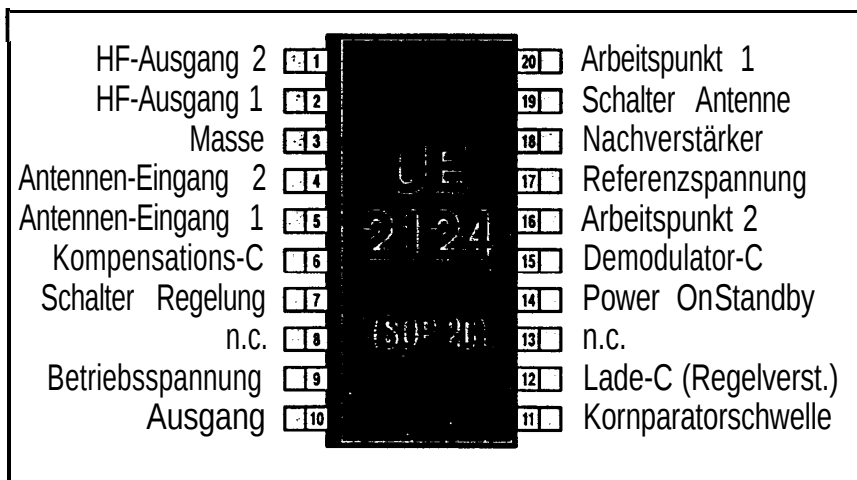
Zeitzeichen-Empfänger für langwelle

UE 2145/2125

Das Ohr am Puls der Zeit

Speziell zum Einsatz in Funkuhren hat die Firma **HKW Elektronik** zwei Schaltkreise entwickelt, die die Signale von Zeitzeichensendern im Langwellenbereich empfangen und decodieren. Mit einer ganz geringen Anzahl externer Bauelemente lassen sich so komplette Zeitzeichenempfänger aufbauen, die ausgangsseitig die aufbereitete Digitalinformation bereitstellen (**Tabelle 1**).

Beide ICs sind weitgehend identisch aufgebaut und unterscheiden sich nur in einem Punkt: Der **UE 2124** besitzt zwei umschaltbare Antennen-Eingänge, um dadurch einen vollkommene; lageunabhängigen Betrieb zu ermöglichen; er ist als SMD im 20poligen SOP-Gehäuse lieferbar (Surface Mounted Device = Oberflächen-montierbares Bauteil; Bild 1). Die Blockschaltung zeigt **Bild 2**.



Die abgemagerte Version UE 2125 steht, ebenfalls als SMD, im 14poligen Standard-SOP-Gehäuse zur Verfügung, das Sie aus gängigen SMD-Bauanleitungen kennen (Bild 3). Bis auf den doppelten Eingangsteil entspricht dieses IC dem Schema von Bild 2.

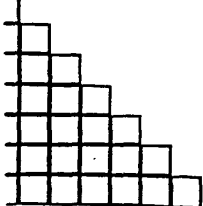
Bild 1: Der UE 2124 unterscheidet sich von seinem kleineren „Bruder“ UE 2125 nur durch zwei umschaltbare Antennen-Eingänge und das größere Gehäuse.

Tabelle 1. Kurzdaten der Schaltkreise UE 2124/2125

Versorgungsspannung U_v	1,2...1,4...2,2 V
Stromaufnahme (im Betrieb):	600 μ A (< 1 mA)
(im Stand-by):	2 μ A (< 10 μ A)
Schaltstrom an PON (bei $U_{PON} = \text{HIGH}$):	-15 μ A (< -50 μ A)
Eingangsspannungsbereich Vorverstärker:	1 μ V...100 mV
Eingangsspannungsbereich Nachverstärker:	30...450 μ V
HF-Verstärkung an A1:	53 dB
Demodulator-Ausgangsspannung*	200 mV _{ss}
Ausgangsstrom (I_{OL}):	max. 10 μ A
Ausgangsstrom (I_{OL} bei $U_a \leq 200$ mV):	min. 60 μ A
Ausgangsimpulsbreite (bei LOW-Bits):	100 ms (< 120 ms)
(bei HIGH-Bits):	200ms (> 180 ms)

Bei diesen ICs wurde insbesondere Wert auf geringe Stromaufnahme gelegt, um auch den Batteriebetrieb zu ermöglichen. Außerdem kann man die Schaltkreise über einen Steuereingang (PON) abschalten, um die Stromaufnahme im Stand-by-Betrieb weiter zu senken. Die dann noch benötigten 2 μ A zur K-Versorgung fallen wirklich nicht mehr ins Gewicht.

Die Stromversorgung ist, passend zum Batteriebetrieb, auf einen Bereich von 1,2...2,2 V ausgelegt, entsprechend einer Zellenspannung von 1,5 V Nennwert. Als Optimum gibt der Hersteller einen Wert von 1,4 V an, der sich bei höherer Oberspannung $+U_o$ auch durch einen Längswiderstand in der Plusleitung herstellen läßt.



Unter der Lupe: Zeitzeichen-Empfänger

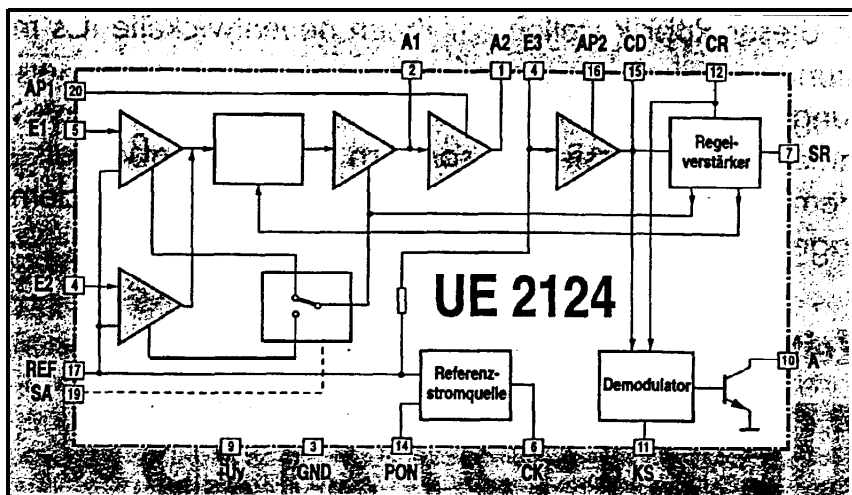
Bild 2: Blockschaltung des Größeren der beiden Empfänger-ICs; der „Kleine unterscheidet sich hiervon aber nur unwesentlich.

Beeindruckend ist der hohe Dynamikbereich, der Eingangsspannungen von $1\mu\text{V} \dots 100\text{mV}$ zuläßt, ohne daß eine Übersteuerung eintritt! Es ist erstaunlich, was der Regelverstärker in diesem Winzling noch „ausregeln“ kann.

Der Ausgang A2 mit einer Impedanz von ca. $7.5\text{ k}\Omega$ hat gegenüber A1 ein um ca. 5 dB abgeschwächtes, invertiertes Signal. Der Vorverstärker erreicht bis zum Ausgang A1 eine typische Verstärkung von 53 dB. In diesem Bereich der beiden HF-Ausgänge sollte ein Quarzfilter angeordnet sein, um für die nötige Trennschärfe zu sorgen.

Als Filter-Bandbreite zwischen A 1 und dem Eingang E3 des Nachverstärkers sind 20...25 Hz anzustreben (gegebenenfalls durch Reihenschaltung mit einem $330\text{-k}\Omega$ -Widerstand). Schon aufgrund dieses extrem schmalbandigen Verhaltens ist der Einsatz eines Quarzes naheliegend. Für den in ganz Mitteleuropa zu empfangenden deutschen Zeitzeichensender DCF77 werden mittlerweile Subminiatur-Quarze angeboten, die gerade einmal 3 mm dick und 8 mm lang sind und somit das SMD-Konzept nicht durch „Klobigkeit“ verderben.

Beim UE 2 124 hat man durch die beiden Eingänge natürlich auch die Möglichkeit, einen Empfänger für zwei verschiedene Frequenzen aufzubauen (Mehrnormen-Empfänger). Die beiden Filterquarze werden dann von den Ausgängen A1 bzw. A2 zum Eingang E3 gelegt. Für diesen Fall ist der Antennen-Umschalter SA vorgesehen, der bei Bedarf durch einen hochohmigen Teiler (ca. 1 MR) vor Spannungen größer +Uv zu schützen ist.



Am Ausgang CD stehen die demodulierten Zeitzeichenimpulse zur Verfügung; die Zeitkonstante errechnet sich aus der Kapazität an diesem Anschluß, multipliziert mit dem Innenwiderstand des Demodulators von $70\text{ k}\Omega$.

Am Anschluß CR wird die Regelspannung gewonnen, wobei die Regelzeitkonstante durch einen umschaltbaren Entladekreis und den Kondensator an CR bestimmt wird. Diese Umschaltung der Regelgeschwindigkeit erfolgt an SR; liegt hier LOW-Pegel an, dann ist eine größere Regelzeitkonstante wirksam als bei HIGH-Pegel.

Um Regelschwingungen zu vermeiden, kann man in Reihe mit dem CR-Kondensator noch einen Widerstand von $680\text{ }\Omega$ legen. Es hat sich aber im praktischen Betrieb gezeigt, daß schon ein ausreichend großer Elko für genügende Stabilität sorgt, zumal die Feldstärkeschwankungen von DCF77 kaum wahrnehmbar sind. Messungen der ankommenden Feldstärke haben zwischen München ($\approx 4\text{ mV/m}$), Krefeld ($\approx 3\text{ mV/m}$) und Berlin ($\approx 0,8\text{ mV/m}$) ohnehin nur geringe Unterschiede ergeben.

Dennoch bleiben unterschiedlich stark einfallende Eingangssignale nicht ganz ohne Einfluß auf das digitalisierte Ausgangssignal. Je nach Feldstärke und eingestellter Komparatorschwelle (KS) variiert die Breite der Ausgangsimpulse (aktiv LOW):

Bei den kurzen Null-Bits, die nominell 100 ms lang sind, können maximal 120 ms auftreten. Und für die *langen HIGH-Bits* von nominell 200 ms werden mindestens 180 ms Dauer garantiert. Diese Toleranzwerte stellen an die angeschlossene Auswerteschaltung keine übertriebenen Forderungen, so daß man an dieser Stelle auf jeden zusätzlichen Aufwand verzichten kann.

Am Ausgang A liegt ein Treibertransistor, von dem der offene Kollektor herausgeführt ist. Bedingt durch das „zarte“ IC steht hier nur eine begrenzte Treiberleistung von $60\text{ }\mu\text{A}$ zur Verfügung, so daß ein nachgeschalteter Buffer sehr zu empfehlen ist.

Auch bei Betrieb an niedriger Versorgungsspannung (z.B. +Uv = 1.4 V) ist es zulässig, den Pull-up-Widerstand des Ausgangstreiber-s an eine andere Spannung zu legen (deren Pluspol). Mit einer zusätzlichen Anpaßschaltung kann man so eine Auswertung mit Standardbausteinen aufbauen, ohne beim Empfänger auf die Vorteile des Stromsparbetriebs zu verzichten. Ein Schaltbeispiel mit diesen ICs finden Sie ab Seite 49. ■

HF-Ausgang 2	1	14	Arbeitspunkt 1
HF-Ausgang 1	2	13	Nachverstärker
Masse	3	12	Referenzspannung
Antennen-Eingang	4	11	Arbeitspunkt 2
Kompensations-C	5	10	Demodulator-C
Betriebsspannung	6	9	Power On/ Standby
Ausgang	7	8	Lade-C (Regelverst.)

UE 2125
(SOP 14)

Bild 3:
Von der geringeren Baugröße her bietet der UE2125 Vorteile; hinsichtlich der Stromaufnahme gibt es zum UE2124 keine Unterschiede.

Den Überblick bekommen und behalten

Eine Bundesbehörde setzt Maßstäbe für viele Dinge

PTB.

Sollten Sie im unklaren **darüber sein, was ein Meter ist, dann holen Sie sich einen Zollstock (oder besser: ein Metermaß); auf den Millimeter genau haben Sie dann Ihr Ergebnis. Kritischer wird es, wö es ans eigene Portemonnaie geht, beim Benzin an der Zapfsäule etwa oder einem hochprozentigen Flascheninhalt. Daß dort peinlich aenau auf das "Maßhalten" geachtet wird, verdanken wir der PTB.**

Über 100 Jahre malgebend

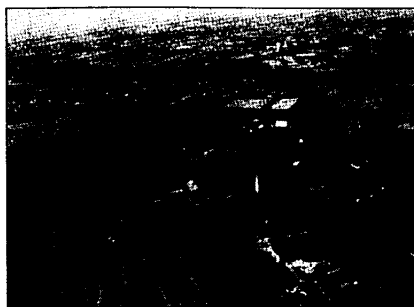
Auf Anregung der Physiker *Werner von Siemens* und *Hermann von Helmholtz* wurde im Jahre 1887 die **Physikalisch technische Reichsanstalt** (PTR) in Berlin gegründet. Hintergrund für dieses weltweit erste Institut dieser Art war die Erkenntnis, daß das richtige Messen für Technik und Wissenschaft von fundamentaler Bedeutung ist. Man hat daher ein neutrales Staatsinstitut geschaffen, in dem die Wissenschaftler ohne Lehrverpflichtung und frei von industriellen Auftraggebern forschen konnten. Nach dem Vorbild der PTR kam es später auch im Ausland zur Gründung ähnlicher Institute (1900 das *National Physical Laboratory* in England und 1901 das *National Bureau of Standards* in den Vereinigten Staaten).

Aufgabe der PTR war es, insbesondere auf dem Gebiet der Meßtechnik physikalische Grundlagenforschung zu betreiben und Meßgeräte auf ihre Konstruktion und Genauigkeit hin zu überprüfen. 1898 erhielt sie erstmals einen gesetzlichen Auftrag, und zwar die Darstellung der elektrischen Einheiten und die Überwachung von Meßgeräten für elektrische Größen (das betrifft auch die Elektrozähler im Privathaushalt). 1923 wurde die *Reichsanstalt für Maß und Gewicht* eingegliedert. Damit war die PTR für alle gesetzlichen Einheiten verantwortlich und bekam die Oberaufsicht über alle Eich- und Prüfmäter.

Im Rahmen ihres Auftrages betrieb die PTR seit jeher eine breite Grundlagenforschung, in deren Zusammenhang zwei Wissenschaftler sogar den Nobelpreis erhielten.

Die während des Krieges ausgelagerten Laboratorien wurden nach dem Zusammenbruch in Braunschweig zusammengezogen, wo es 1950 zur Neugründung als **Physikalisch-Technische Bundesanstalt** kam (PTB; „Metrologisches Staatsinstitut der Bundesrepublik Deutschland“). In den Räumen der alten PTR in Berlin-Charlottenburg entstand 1953 als Außenstelle das **Institut Berlin der PTB**.

Organisatorisch gehört die PTB zum Dienstbereich des Bundesministers für Wirtschaft. Sie beschäftigt in Braunschweig rund 1600 Mitarbeiter (davon etwa ein Viertel mit Hochschulbildung) und in der Berliner Außenstelle noch einmal 200 Mitarbeiter.



In idyllischer Umgebung am Nordrand von Braunschweig liegt unsere oberste Eichbehörde, die **Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)**.

Im **Gesetz über die Einheiten im Meßwesen** wurde der PTB die Darstellung und Wiedergabe der Einheiten übertragen. Gesetzliche Einheiten sind die *Basiseinheiten* und die davon *abgeleiteten Einheiten* des **Internationalen Einheitensystems** (*Systeme International d'Unités*, abgek. SI; vgl. Mini-Poster im **E•A•M** 2/93). Dieses Einheitensystem wurde 1960 geschaffen und beendete ein über hundertjähriges Durcheinander mit einer Vielzahl von Einheiten- und Dimensionssystemen. Es ist zwar in erster Linie als praktisches Maßsystem für Wissenschaft und Technik gedacht, wurde mittlerweile aber auch zur Grundlage rechtlicher Regelungen für den amtlichen und geschäftlichen Verkehr.

Die Verkörperung und Darstellung einer Einheit geschieht mit sogenannten **Normalen**, von denen die PTB als oberste nationale Eichbehörde die genauesten besitzt. Die Eichämter der Bundesländer vergleichen ihre Normale mit denen der PTB, wobei eine bestimmte Abweichung nicht überschritten werden darf.

Im internationalen Kontakt vergleicht die PTB ihre Normale mit denen anderer Länder, um auf diese Weise die weltweite Einheitlichkeit der Maße zu sichern. Nicht zuletzt dadurch wird das Funktionieren des erdumspannenden Austausches von Wissen und Gütern gewährleistet.

Die Aufgaben der PTB im amtlichen Meßwesen sind im **Eichgesetz** festgelegt. Jede Gerätebauart, die für solche Zwecke verwendet werden soll, muß von der PTB zugelassen werden. Den Bestimmungen des Eichgesetzes unterliegen z.B. Waagen, Längenmeßgeräte, Zapfsäulen, Gas- und Elektrizitätszähler, Thermometer und Taximeter, aber auch Verkehrsrädergeräte.

Entsprechend dem gesetzlichen Auftrag hat die Bundesanstalt nicht nur die Sekunde als *Einheit der Zeit* darzustellen und weiterzugeben, sondern nach dem **Gesetz über die Zeitbestimmung** auch die **Gesetzliche Zeit** für die Bundesrepublik, also den *Zeitablauf* Das geschieht in der Abteilung 4 für Optik, die eine der zehn Abteilungen der PTB darstellt.

Atomkraft nein danke? Aber doch bitte nicht in diesem Fall!

Atomuhren

Ist es heute noch zeitgemäß Atomuhren hochzuhalten, wo sich doch alle Welt von der Atomenergie abwendet? Da Atom-Uhr und Atom-Kraft außer **dem Wortstamm** absolut nichts gemeinsam haben, dürfte damit die erste Frage beantwortet sein. Offen aber bleibt Frage Nummer zwei, was man sich denn unter **einer Atomuhr vorzustellen hat**. Tickt da vielleicht doch ein kleines Bömbchen im verborgenen?

Zu den Aufgaben der **Physikalisch-Technischen Bundesanstalt** (PTB) gehört es, die Sekunde als *Einheit der Zeit* darzustellen und darauf basierend den *Zeitablauf* zu verbreiten, also die für uns verbindliche **Gesetzliche Zeit** (vgl. Ü25). Es gilt also, zunächst ein **Normal** zu finden, das als genaue Zeitbasis geeignet ist. Denn anders als bei jeder anderen Messung, wie z.B. bei Länge oder Temperatur, wird die bei einer Zeitskala bestehende Ungenauigkeit ständig aufsummiert; der Fehler wird also mit der Zeit immer größer. Es wundert daher nicht, daß man hier nach einer ultragenauen Referenz sucht, unabhängig von dem Bestreben, ohnehin das technisch machbare Optimum zu realisieren.

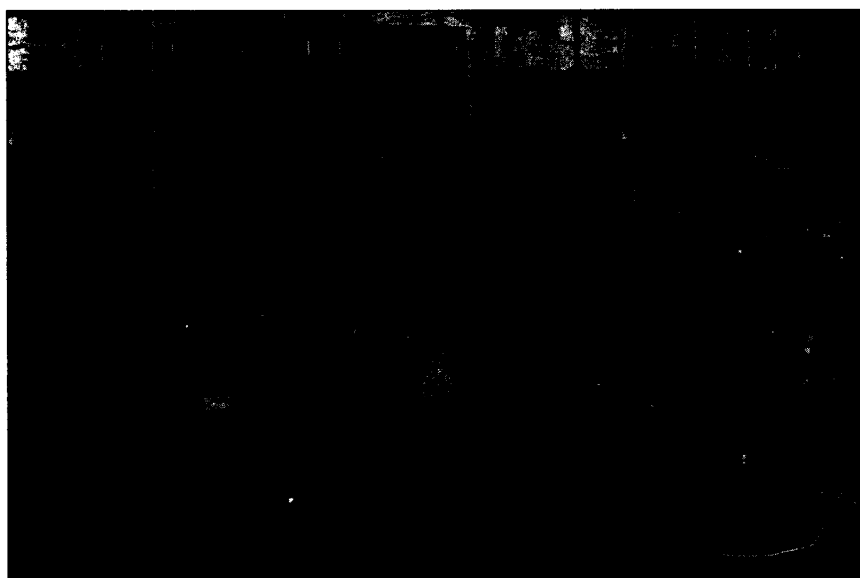
In diesem Zusammenhang hat man in den Vierziger Jahren eine interessante Entdeckung gemacht, die zur Entwicklung sogenannter **Atomuhren** führte: Das Cäsium-Atom mit der Massezahl 133 kann zwei verschiedene Energiezustände einnehmen, bei deren Übergang eine elektromagnetische Strahlung entsteht (die absolut nichts mit radioaktivem Zerfall zu tun hat!). Diese Frequenz ist immer gleich und bei konstanten Umgebungsbedingungen hochkonstant. In einer Atomuhr verdampft man kleine Mengen des Metalls Cäsium und erzeugt einen Atomstrahl, der nur Atome in einem der beiden Energiezustand enthält. Dann setzt man diese Atome einem elektrischen Wechselfeld aus, wodurch sie in den

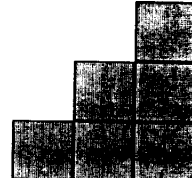


anderen Zustand übergehen. Dies passiert umso vollständiger, je genauer die Frequenz des Wechselfeldes den für das Cäsium typischen Wert von 9,192 631 770 GHz hat (Gigahertz = Milliarden Schwingungen pro Sekunde). Ein Detektor weist diejenigen Atome nach, die den Übergang geschafft haben; sein Signal ist also bei perfekter Übereinstimmung maximal. Dieses Signal hält den Generator für das Wechselfeld auf der genannten Frequenz konstant. Mit elektronischen Teilern werden daraus Normalfrequenz und Sekundenimpulse abgeleitet, und diese steuern dann eine Uhr.

Diese Anordnung, die im Prinzip eine supergenaue Schwingung von mehr als neun Milliarden Zyklen pro Sekunde erzeugt, nennt man **Atomuhr**. Es gibt transportable Ausführungen von der Größe eines Heimcomputers, von denen die PTB zur Realisierung ihrer Zeitskalen einige betreibt, u.a. auch am Sender DCF77 (**Bild oben**). Sie werden mit den sogenannten **Primär-Normalen** kontrolliert, von denen in der PTB derzeit vier Stück vorhanden sind (**Bild links**). Deren Gangabweichung ist kaum noch vorstellbar: Im Laufe eines Jahres weichen die primären Uhren um weniger als eine Millionstel Sekunde voneinander ab! Die Werbeindustrie leitet davon ihre Aussage über einen „Gangfehler“ von 1 Sekunde in mehr als einer Million Jahren ab.

So ein Cäsium-Primärnormal ist bei der Zeit das Maß aller Dinge; davon werden die kleinen Atomuhren gesteuert.





Was hat dieses Kürzel bloß mit der Zeitrechnung zu tun?

DCF77

Im Zusammenhang mit funkgesteuerten Uhren taucht hierzulande unweigerlich das ominöse Kürzel 'DCF77' auf. Im Überblick Ü7 ist es bei der Erklärung der Funkuhr schon einmal kurz gestreift worden (vgl. *E•A•M* 3/93). Daß sich dahinter nichts anderes verbirgt als gewissermaßen das Autokennzeichen für einen Sender, mag diejenigen beruhigen, die dahinter Fachchinesisch befürchtet haben.

Erzeuger und Verbreiter

Weil es häufig durcheinandergeworfen wird, sei hier eins klargestellt: Die *Erzeugung* unserer **Gesetzlichen Zeit** obliegt der **Physikalisch Technischen Bundesanstalt** (PTB) in Braunschweig. Dort stehen **Atomuhren**, von deren ultragenauen Frequenz die Uhrzeit abgeleitet wird. Die *Verbreitung* dieser Zeitinformation erfolgt drahtlos über einen Sender, der der Bundespost gehört und der die etwas steril klingende Bezeichnung **DCF77** trägt (so wie RIAS oder MDR).

Dieser Sender steht in Mainflingen, ca. 25 km südöstlich von Frankfurt am Main. Er arbeitet im Langwellenbereich auf der Frequenz 77,5 kHz (Kilohertz = tausend Schwingungen pro Sekunde); in Anlehnung an die Trägerfrequenz ist die '77' in der Senderkennung entstanden.

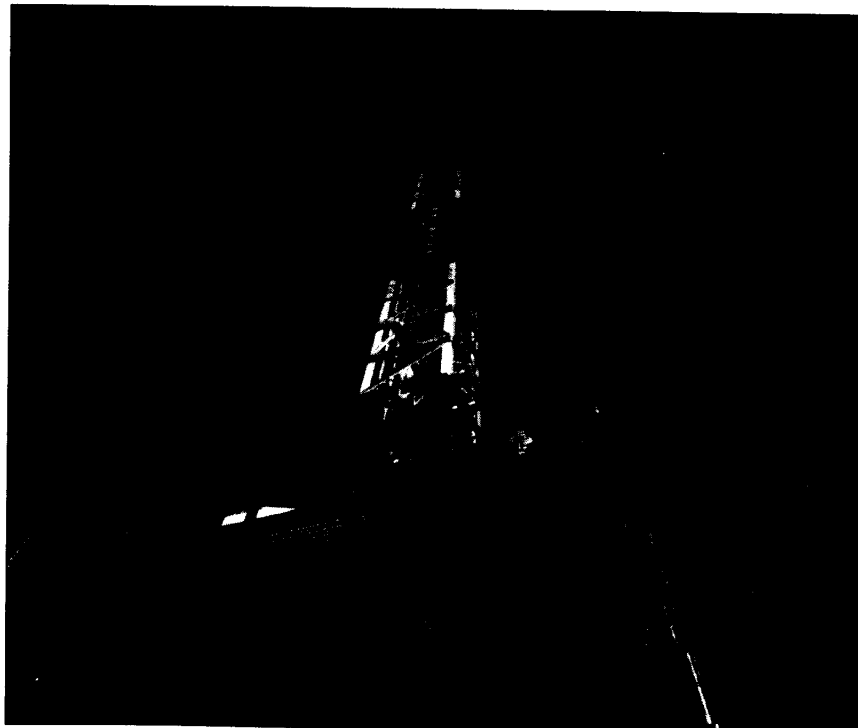
Dieser Bereich liegt noch unterhalb des untersten (Langwellen-)Rundfunkbandes, kann also mit einem normalen Radio nicht mehr empfangen werden. Vorteil dieser Längswellen ist ihre große Reichweite: Der Sender ist noch im Umkreis von 1500... 2000 km von Frankfurt am Main zu empfangen und überstreicht damit ganz sicher die gesamte Region, in der die von ihm verbreitete Zeit gültig ist.

Die **Antennenanlagen** des Senders DCF77 kann man bei der Fahrt über die Frankfurter Autobahn betrachten.

Dort in Mainflingen stehen ein paar Atomuhren, von denen der Sender seine Zeitinformation bezieht. Über Fernwirkleitungen sind diese Uhren mit der Zentrale in Braunschweig verbunden, so daß sie von dort kontrolliert und nachgestellt werden können. DCF77 sendet im Dauerbetrieb und senkt dabei im Sekundentakt kurzzeitig seine Amplitude („Lautstärke“) ab. Diese kurzen Absenkungen nennt man **Sekundenmarken**; sie können entweder 0,1 s oder 0,2 s lang sein, was der digitalen Wertigkeit 0 oder 1 entspricht.

Im Verlauf einer Minute gibt es 59 solcher **Sekundenmarken**, die in ihrer Gesamtheit in codierter Form die Uhrzeit und das Datum enthalten; diese Informationen bezeichnet man auch als **Zeitletogramm**. Diese Daten aufzufangen, zu entschlüsseln und darzustellen ist Aufgabe einer **Funkuhr**. In jeder Minute wird ein neues Zeitletogramm ausgesendet, bei dem sich gegenüber dem vorhergehenden mindestens die Nummer der Minute geändert hat.

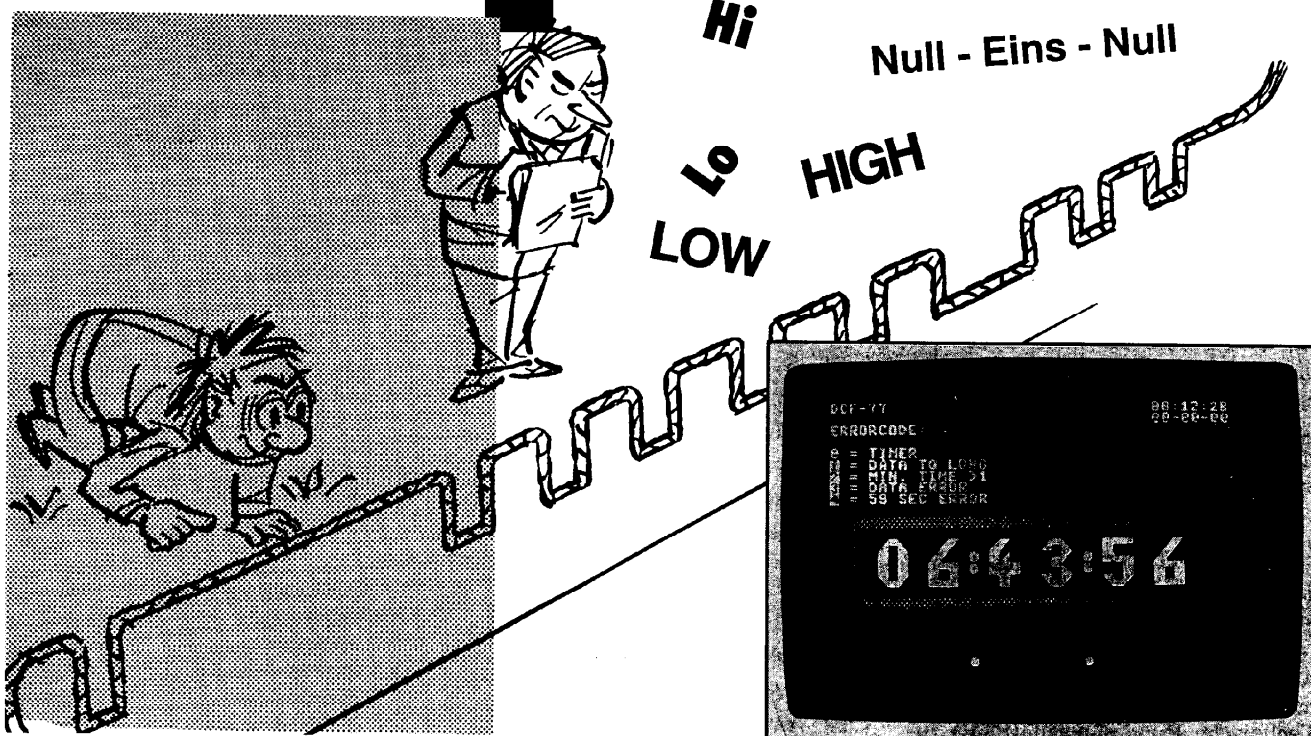
Damit die Auswerteschaltung weiß, wann ein neues Telegramm beginnt, fehlt am Ende jeder Minute eine Sekundenmarke. Dies ist das Signal, daß mit der folgenden Marke eine neue Minute beginnt. So lassen sich dann die codierten Daten eindeutig zuordnen, d.h. aus der Nummer der Sekundenmarke geht gleichzeitig ihre Bedeutung hervor (ob es sich beispielsweise um die Stunden oder den Monat handelt). Das Zeitletogramm liefert Minuten, Stunden, Kalender- und Wochentag sowie Monat und Jahr. Der Empfang dieses Senders ist übrigens gebührenfrei (gemäß *Allgemeiner Genehmigung zum Errichten und Betreiben von Empfangsfunkanlagen für den Empfang von Normalfrequenz- und Zeitzeichensendungen* Vfg 287/1978).



lesen & löten: DCF77-Decodierung

Aus vielen einzelnen Bits entsteht die Funkzeit von DCF77:

Zeitpuzzle



- lassen Sie sich die DCF77-Bits anzeigen
- Uhrzeit und Datum entstehen wie ein Mosaik
- Die Decodierung funktioniert auch von Hand
- Das „Ticken“ erfolgt auf der ganzen Welt synchron
- Das gilt natürlich auch für den Minutenanfang

Funkuhren haben in jüngster Zeit immer mehr an Faszination gewonnen. Das liegt nicht zuletzt an den drastisch gefallen Preisen, durch die die „Atomzeit“ für jedermann erschwinglich wird. Das selbsttätige Stellen und Korrigieren kennt man fast schon zur Genüge, aber woher weiß so eine Funkuhr eigentlich, wie sie sich einzustellen hat? Wir machen das DCF77-Zeitlegramm transparent und zeigen Ihnen, wie sich die „drahtlose“ Zeit zusammensetzt.

Steckbrief: SMD-Löterfahrung wünschenswert

Funktion:	Anzeige der vom DCF77-Zeitlegramm stammenden HIGH- und LOW-Bits sowie der Synchronmarke
Eingang:	SMD-Empfängerbaustein mit Antenne (beides sind Fertigmodule)
Ausgang:	DCF-Digitalimpulse (aktiv LOW)
Anzeigen:	je eine LED für den DCF-Takt sowie HIGH- und LOW-Bits und die Sekunde 59 (= Synchronmarke)
Abmessungen:	60 x 40 x 20 mm (inkl. Antenne und Empfangsmodul)
Stromversorgung:	+2,5...3,0...4,0 V (für das Modul auf 2 V herabgesetzt)
Stromaufnahme:	ca. 5...15 mA
Preise:	ca. 22,50 DM (Empfangsmodul), ca. 2,95 DM (Antenne)
Software:	für C64 und Amiga lieferbar

lesen & hören: DCF77-Decodierung

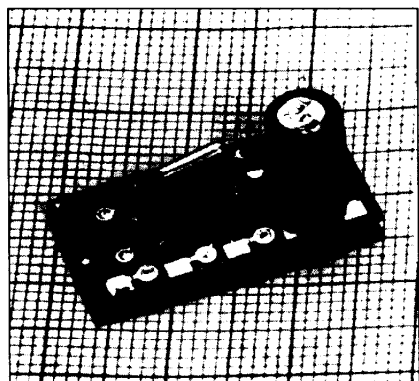


Bild 1: Dieses DCF-Empfangsmodul ist betriebsbereit als Fertigbaustein erhältlich; der Ausgang liefert Digitalimpulse.

„Zeit ist Geld“...

... sagt man landläufig; und man müßte eigentlich hinzufügen: „Zeit kostet Geld.“ Denn ob der einzelne Zeit für dieses oder jenes hat, mag dahingestellt bleiben. Auf jeden Fall bekommen wir alle die Zeit angeboten, was für uns „Verbraucher“ zwar kostenlos ist, auf der „Herstellerseite“ aber einiges an Aufwand (und Geld) erfordert.

Wie das zu verstehen ist? Die aktuelle Uhrzeit wird heute nicht mehr vom Gang der Gestirne abgeleitet (das wäre viel zu ungenau), sondern sie wird im Labor „gemacht“. Laut Gesetz ist dafür hiezulande die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) zuständig, die im internationalen Verbund ihren Beitrag zur koordinierten Weltzeit liefert (*Universal Time Coordinated*; abgek. UTC).

Das bedeutet einerseits, daß weltweit alle Uhren auf die Nanosekunde genau übereinstimmen; andererseits kann jeder daran teilhaben, wenn er die per Funksignal ausgesendeten Zeitsignale der PTB empfängt und geeignet aufbereitet. Dazu reicht bereits ein winziger Empfänger mit ebenso winziger Antenne aus (Bild 1 und 2).

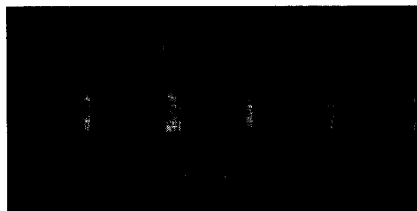


Bild 3: Vier Trägerabsenkungen sind hier erkennbar; kurz - lang - kurz - kurz entspricht der Bitfolge 0 - 1 - 0 - 0.

Zeitlegramm., von DCF77		
0 Minutenbeginn	Lo	
.. 14 nicht belegt	x	
15 Reserveantenne 1)	x	
16 Zeitumstellung 2)	x	
17 Sommerzeit 3)	x	
18 Zeitzeonen-Bit	Lo	
19 Schaltsekunde 4)	x	
20 Telegrammbeginn	Hi	
21 Minute (Einer)	1	
22 Minute (Einer)	2	
23 Minute (Einer)	4	
24 Minute (Einer)	8	
25 Minute (Zehner)	10	
26 Minute (Zehner)	20	
27 Minute (Zehner)	40	
28 Prüfbit 1 5)	x	
29 Stunde (Einer)	1	
30 Stunde (Einer)	2	
31 Stunde (Einer)	4	
32 Stunde (Einer)	8	
33 Stunde (Zehner)	10	
34 Stunde (Zehner)	40	
35 Prüfbit 2 5)	x	
36 Kalendertag (Einer)	1	
37 Kalendertag (Einer)	2	
38 Kalendertag (Einer)	4	
39 Kalendertag (Einer)	8	
40 Kalendertag (Zehner)	10	
41 Kalendertag (Zehner)	20	
42 Wochentag 6)	1	
43 Wochentag	2	
44 Wochentag	4	
45 Monat (Einer)	1	
46 Monat (Einer)	2	
47 Monat (Einer)	4	
48 Monat (Einer)	8	
49 Monat (Zehner)::	10	
50 Jahr (Einer)	1	
51 Jahr (Einer)	2	
52 Jahr (Einer)	4	
53 Jahr (Einer)	8	
54 Jahr (Zehner)	10	
55 Jahr (Zehner)	20	
56 Jahr (Zehner)	40	
57 Jahr (Zehner)	80	
58 Prüfbit 3 5)	x	
59. keine Sekundenmarke -		
60 = 0 (nächster Minutenbeginn)		
1) Reserveantenne in Betrieb = 1		
2) Ankündigung (1 Std. vorher) = 1		
3) MESZ = 1		
4) Ankündigung (1, Std. vorher) = 1		
5) Ergänzt auf gerade Parität		
6) Montag = 001 bis Sonntag = 111		

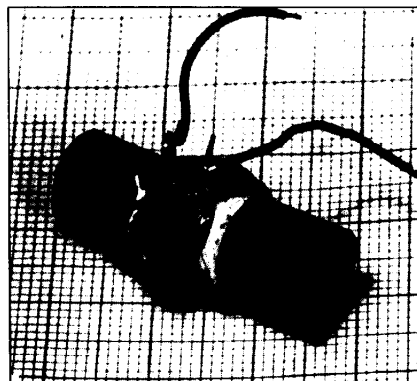


Bild 2: Passend zum Empfangsmodul wird diese Antenne angeboten; sie ist bereits bewickelt und abgeglichen.

Wie dieses Funksignal aussieht, zeigen die Bilder 3 und 4: Eine Trägerfrequenz von genau 77,5000...kHz wird im Sekundentakt auf 25% ihrer Amplitude abgesenkt, und zwar für die Dauer von 0,1s oder 0,2s; das sind die sogenannten **Sekundenmarken**, von denen die kurzen einem Null-Bit (= LOW) und die langen einem Eins-Bit (= HIGH) entsprechen.

In jeder Minute werden 59 derartige Marken gesendet, die zusammen ein sogenanntes **Zeitlegramm** ergeben; das enthält nicht nur die Uhrzeit, sondern auch noch das Datum und den Kalendertag. Wie man so ein Zeitlegramm lesen und entschlüsseln kann, geht aus der Tabelle links hervor.

Wo man anzufangen hat, ergibt sich aus dem Synchron-Signal: Mit der auf die fehlende 59. Sekundenmarke folgenden Absenkung beginnt die neue Minute und ein neues Zeitlegramm. Zu diesem Zeitpunkt sind die Sekunden automatisch 00 (Minutenbeginn). Man braucht also bloß die Marken mitzuzählen, um erstens den „Sekundenzeiger“ zu erhalten und zweitens die Lage und Bedeutung des betreffenden 0- bzw. 1-Bits im Zeitlegramm herauszubekommen.

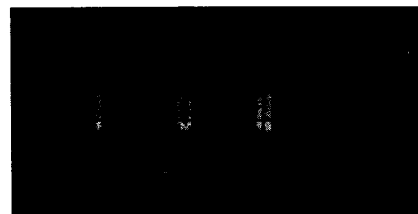


Bild 4: Nach 'kurz - lang - lang' fehlt ein Bit. Diese Stelle markiert die Sekunde 59; danach beginnt die nächste Minute.

■ Das Empfänger-IC aus dem Modul wird ausführlich in der Rubrik 'Interessante ICs' vorgestellt (S. 33).

lesen & löten: DCF77-Decodierung

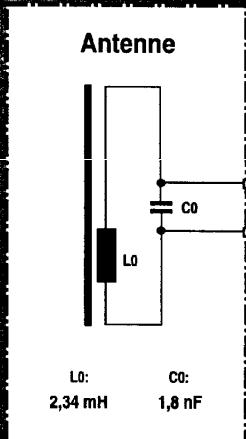
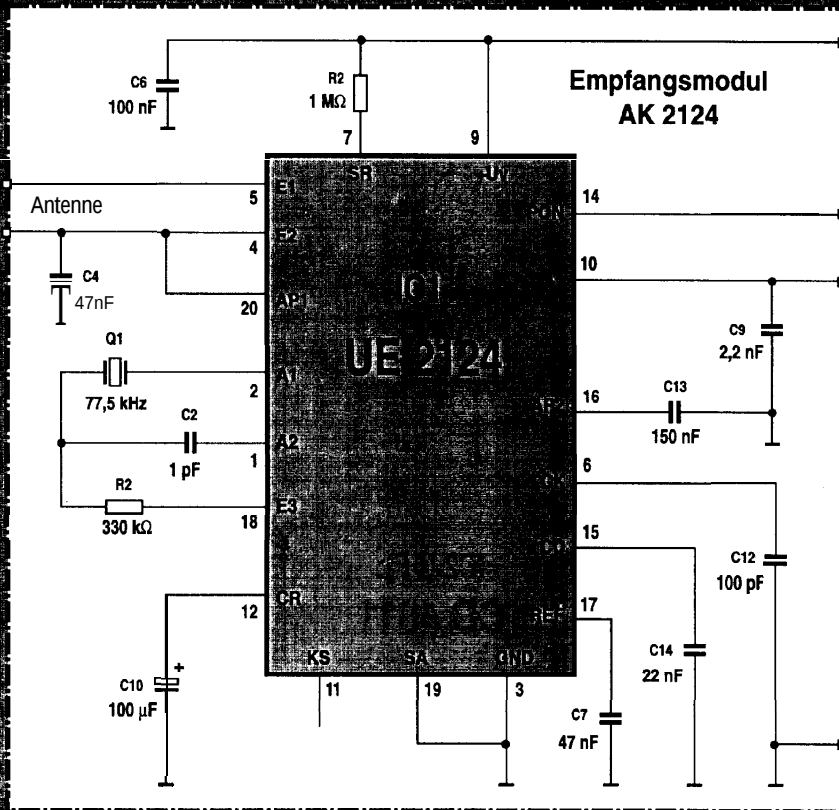


Bild 5:
Das Empfänger-IC ist als Chip direkt auf die Platine des Empfangsmoduls aufgebondet. Bis auf den Quarz und C10 sind alle Bauteile als SMDs auf der Platinen-Unterseite angeordnet (vgl. Bild 6).



Ohne uns hier zu sehr im Detail zu verlieren, seien noch ein paar Dinge angemerkt: Die Zahlendarstellung erfolgt im Binärformat (BCD-Code), d.h. die dezimale 9a wird zu 1001b. Zur Übertragung der kompletten Uhrzeit mit Datum kommt man mit 35, Bits aus, weil z.B. die Stunden-Zehner nur zwei Bits benötigen (sie können nur den Wert 0a, 1a oder 2a haben = 00b, 01b oder 10b) und man sich beim Jahr auf zwei Stellen beschränkt (also nur '94' überträgt anstelle von '1994'). Daher sind die etliche Sekundenmar-

ken „unbesetzt“ (Nr. 0.. 14), und andere enthalten nur Betriebsinformationen: Bit 15 signalisiert beispielsweise, daß die Hauptantenne des Senders gerade „geputzt“ wird und die Reserveantenne in Betrieb ist.

Die Prüfbits ergänzen die vorausgehenden Daten auf gerade *Parität*, d.h. man zählt die darin vorkommenden HIGH-Bits und macht daraus eine gerade Zahl. Für eine Auswerteschaltung ist dies eine grobe Möglichkeit zur Fehlererkennung. Zur Vorwarnung für derartige „intelligente“ Decodierschaltungen dienen die Ankündigungsbits für eine bevorstehende Zeitumstellung (Nr. 16) und das Einfügen einer Schultsekunde (Nr. 19).

Die dehnt (durchschnittlich einmal pro Jahr) die Laborzeit ein bißchen, damit Sonnenzeit und Atomzeit in Einklang bleiben. Die Erde hat nämlich die Angewohnheit, für heutige Verhältnisse sehr ungenau zu „gehen“; sie verliert durchschnittlich 5 ms pro Tag (aber eben nicht exakt), was sich im Lauf der Zeit ganz schön aufsummieren würde.

Zum Empfang des deutschen Zeitzeichensenders DCF77 gibt es inzwischen Schaltungen wie Sand am Meer. Das hier vorgestellte Modul hat mehrere entscheidende Vorteile: Erstens ist es sehr klein, paßt also noch überall hin; zweitens gibt es eine darauf abgestimmte Antenne, ebenfalls klein und handlich; und drittens sind beide sehr preiswert als Fertigbaustein erhältlich. Das Innenleben zeigt die Schaltung oben (Bild 5), die SMD-bestückte Rückseite sehen Sie auf Bild 6, und die Anschlußbelegung geht aus Bild 7 hervor.

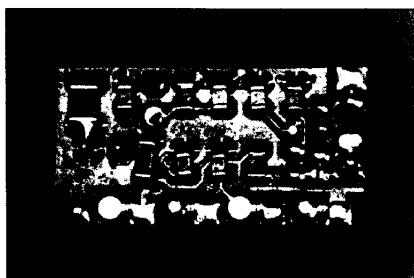


Bild 6: Der Kondensator C0 vom Eingangsschwingkreis wurde „ausgelagert“; er sitzt direkt auf der Antenne.

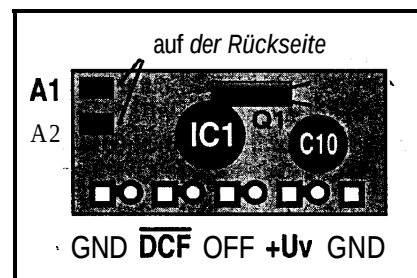
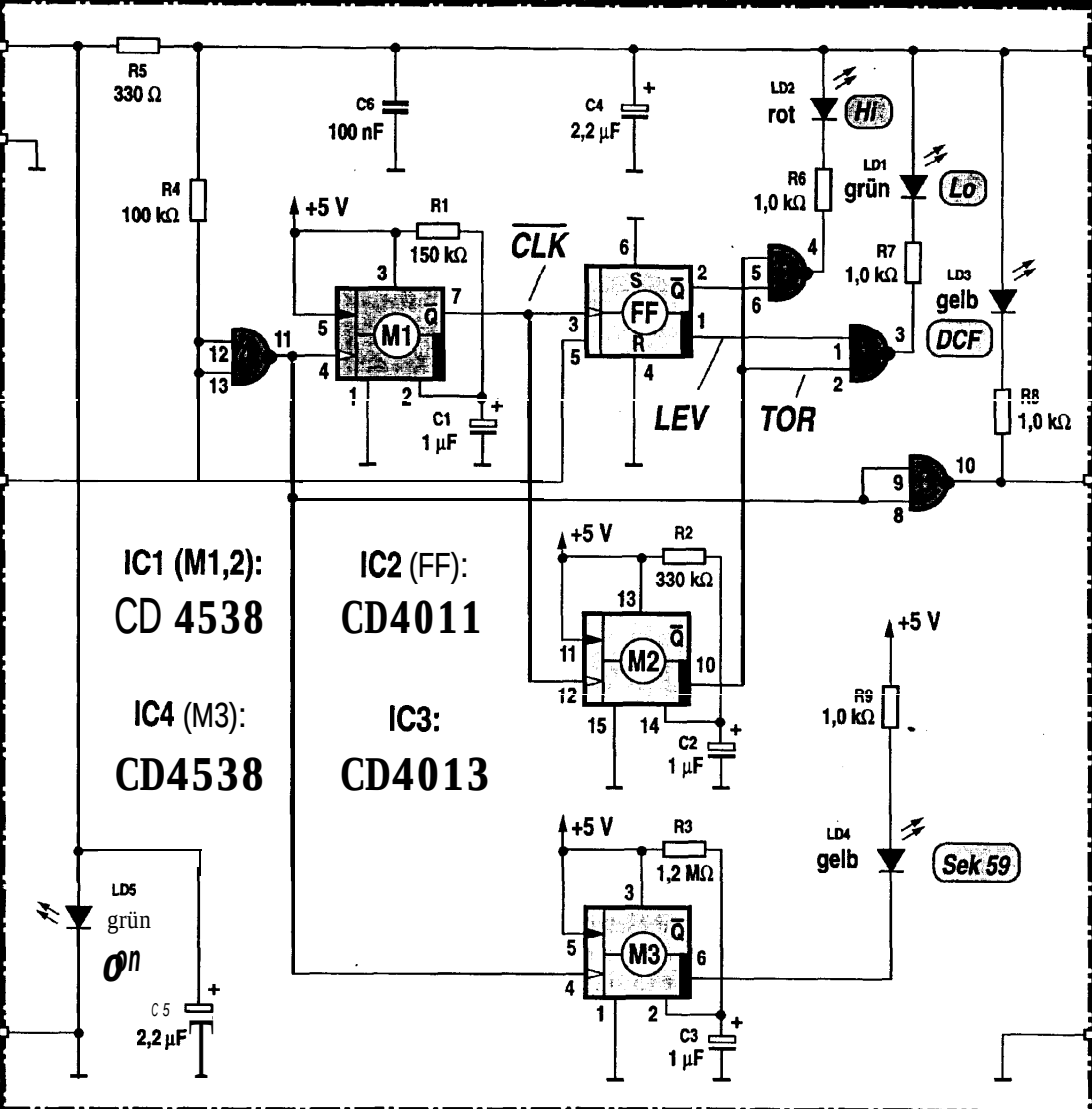


Bild 7: Dies ist die Anschlußbelegung des Moduls bei Draufsicht; die Antennenzuleitungen werden hinten verlötet.



Bis auf's Bit zerpflücken

Worum es uns in diesem Zusammenhang geht, ist die Sichtbarmachung der im Zeittelegramm enthaltenen Daten. Dazu gehört einerseits die Information, ob die gerade abgelaufene Sekundenmarke eine Eins oder eine Null war, andererseits wollen wir natürlich auch wissen, wann eine neue Minute und ein neues Telegramm beginnen (Bild 8).

Das „Ticken“ der Sekundenmarken erfolgt übrigens absolut synchron mit den Uhren im Fernsehen, die allesamt an DCF77 „hängen“; und zeitgleich mit dem 20.00-Uhr-Gong der Tagesschau signalisiert unsere Decodierschaltung, daß gerade eine neue Minute anfängt.

Wer das Sekundenblinker mitzählt und sich die Bits ab Nr. 21 notiert, kann die aktuelle Uhrzeit auch „zu Fuß“ entschlüsseln. Übertragen wird immer die Zeit der *nächsten* Minute, d.h. die *nach* der Synchronmarke gültige Uhrzeit. In der Minute nach 20.00 h wird demnach als Minuten-Einer eine 1 (= 000 1b) gesendet, während der Minuten-Zehner noch Null bleibt (= 0000b); das erste Prüfbit (Sekunden 28) ist in diesem Fall eine 1b, um die sieben vorausgegangenen Bits auf eine gerade Anzahl 'HIGHS' zu ergänzen. Die Bits 21..28 haben also nach *jeder* vollen Stunde dasselbe Aussehen: 1-0-0-0-0-0-0-1 (Minuten = Old [LSB zuerst!], Prüfbit = HIGH).

Bild 8: Mit dieser Schaltung bekommen Sie nicht nur heraus, ob gerade ein HIGH- oder LOW-Bit gesendet wurde, sondern Sie erhalten auch noch die Synchronisations-Information (Sek. 59).

Ohne Prophet zu sein, kann man (nach jeder vollen Stunde) auch die Bits Nr. 29..32 voraussagen; die sind nämlich ebenfalls alle Null (0000b), weil der Stunden-Einer in der Minute nach dem Stundenwechsel logischerweise noch Null sein muß!

In einer Minute mit Schaltsekunde gibt es 61 Sekunden (also 60 Marken); das ist jedesmal sehr aufregend, geht aber leider viel zu schnell vorbei. Das nächste Mal bietet sich dieses Schauspiel am 1.7.1994 in der Minute vor 2.00 h.

lesen & löten: DCF77-Decodierung

Bild 9: Ein paar Monoflops und ein Flipflop liefern das zur Decodierung der Sekundenmarken benötigte Timing.

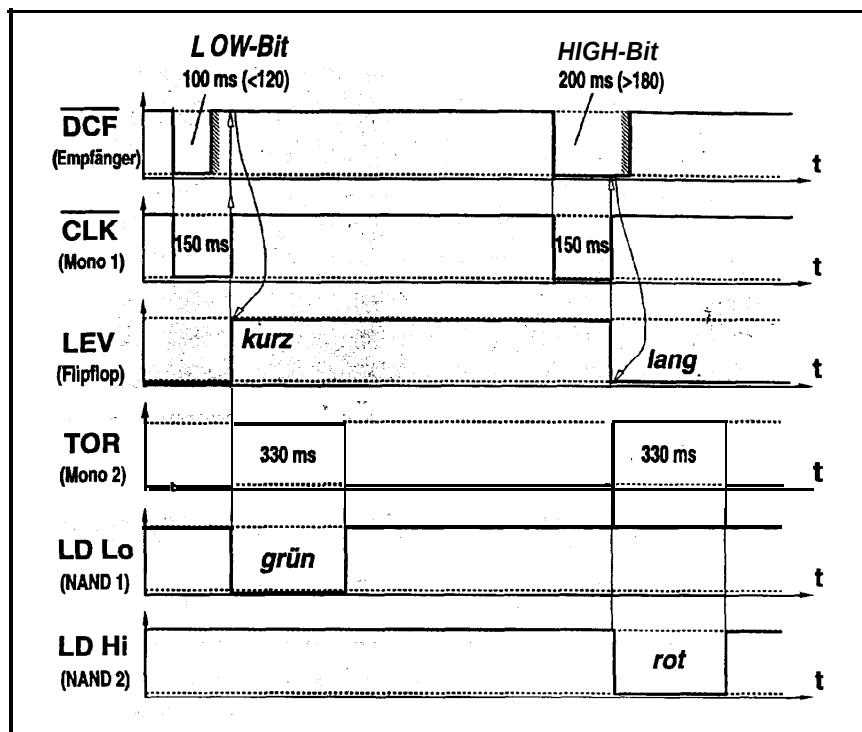
Das hing **muß** stimmen

Die Schaltung links wird mit der Standard-Spannung von +5 V versorgt, um hinsichtlich weiterer Auswerteschaltungen flexibel zu sein. Die vom Modul benötigten ca. 2 V Zweigen wir von der Leuchtdiode LD1 ab, die gleichzeitig als Power-On-Signal dient.

Gatter 4 dient als Eingangspuffer, um den Modul-Ausgang nicht zu belasten. Gatter G3 übergibt das Signal an eine eventuell angeschlossene Auswerteschaltung, und gleichzeitig blinkt LD3 im Takt der Sekundenmarken.

Mit der fallenden Flanke jeder Sekundenmarke (**DCF**) wird Monoflop M1 angestoßen, das einen LOW-Impuls von 150 ms erzeugt (**CLK**); das ist *länger als* ein LOW-Bit (das bei diesem Modul max. 120 ms lang sein kann), aber auf jeden Fall *kürzer als* ein HIGH-Bit (mit mindestens 180 ms Dauer; **Bild 9**). Der Querstrich über den Signalnamen bedeutet übrigens, daß der betreffende Pegel aktiv LOW ist.

Die ansteigende $\overline{\text{CLK}}$ -Flanke taktet das D-Flipflop FF, dessen Q-Ausgang (**LEV**) bei kurzen Sekundenmarken HIGH-wird und bei langen auf LOW geht (Q verhält sich genau umgekehrt). Gleichzeitig erzeugt Monoflop M2 einen Torzeit-Impuls (**TOR**) für die Gatter 1 und 2; je nachdem, welches von beiden vom **Flipflop** freigegeben wird, leuchtet entweder LD1 (**Lo** bei kurzen Marken) oder LD2 (**Hi** bei langen Marken). Am Ende einer Marke erfahren Sie also, ob gerade eine Null oder eine Eins gesendet wurde.



Der Torzeit-Impuls zur Gatter-Freigabe ist notwendig, um die Bits optisch voneinander zu trennen: Wenn gleichartige Bits aufeinanderfolgen (z.B. eine Reihe von LOW-Marken), ändert sich am Zustand des Flipflops nichts, d.h. der Pegel bleibt bis zur nächsten Änderung konstant und man weiß nicht, wieviele Bits dahinterstecken. So aber folgt auf jedes gelbe DCF-Blinken die Zusatzinformation 'rot' oder 'grün'.

Mit etwas Übung ist man übrigens auch beim bloßen Hinsehen in der Lage, lange und kurze Marken zu unterscheiden. Wer sich dieses Blinken anstelle eines langweiligen Fernsehprogramms ansieht, verinnerlicht den Sekundentakt nach einiger Zeit wie eine Uhr..

Eins aber fehlt noch an dieser Einfach-Decodierschaltung, und zwar der Anfang jedes neuen Telegramms. Wie Sie wissen, erkennt man den Minutenanfang (d.h. die Sekundenmarke 00) daran, daß eine Sekunde davor (bei Nr. 59) die Marke ausgeblieben ist.

Elektronisch ist diese Erkennung eine ziemlich einfache Sache: Man nimmt sich wieder ein Monoflop her, und zwar ein *retriggerbares*; darunter versteht man eine monostabile Kippstufe, die bei einem Anstoß (*Trigger*) wie gewohnt ihren Ausgangsimpuls erzeugt. Erfolgt während dieser Laufzeit ein erneuter Anstoß (*Retrigger*), verlängert sich in diesem Fall das Ausgangssignal ohne Unterbrechung. Es endet dann mit Ablauf der eingestellten Zeitkonstante, die nach nach dem letzten Triggerpuls vergangen ist.

Stellt man die Mono-Zeit M3 auf etwas mehr als 1 s ein (hier sind es 1,2 s), dann bleibt der Q-Ausgang 59,2 Sekunden lang HIGH und kippt dann um auf LOW (= LD 4 ein), weil ihm der Trigger von Sekunde 59 fehlt. Bis zur nächsten Sekundenmarke (Nr. 00), zeigt das Leuchten von LD4 das Ende der laufenden Minute an.

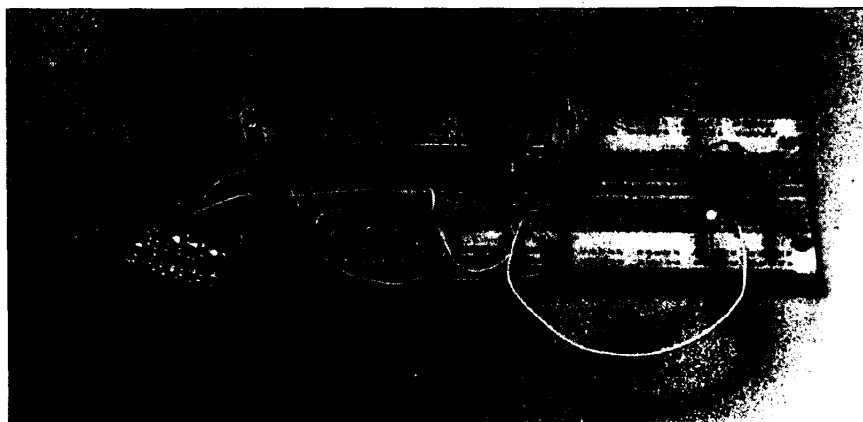


Bild 10: Der Aufbau auf dem Steckbrett oder die Freiverdrahtung sind zwei der Möglichkeiten des Schaltungsnachbaus.

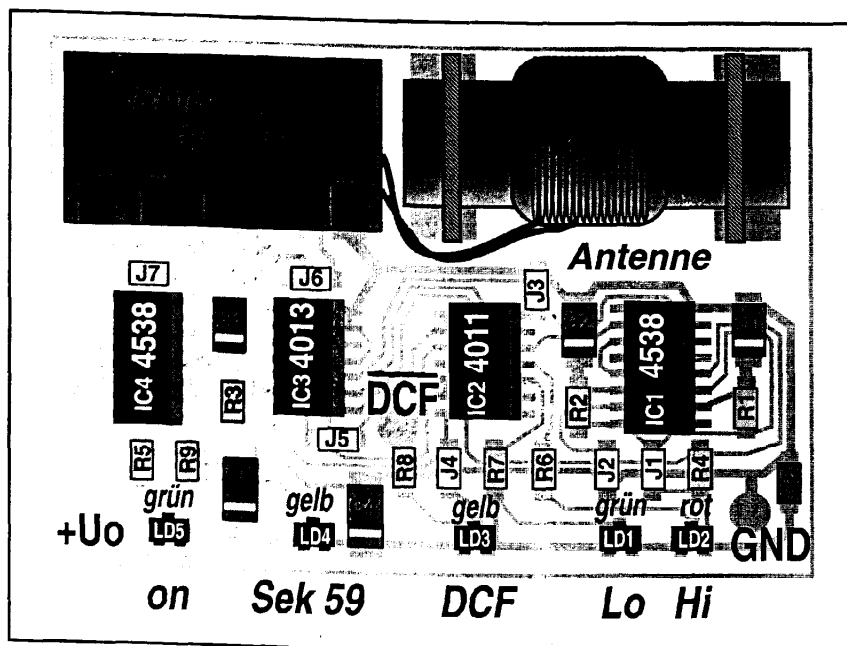


Bild 11: Wenn Sie die SMD-Technik des Moduls konsequent beibehalten wollen, verwenden Sie diesen Layout-Vorschlag.

Zur generellen „Verarbeitung“ von SMDs haben wir im Heft 7/92 die zehn wichtigsten Grundregeln gebracht, und im vorigen Heft folgten ein paar Werkzeuge, die einem die Arbeit erleichtern. Was diesbezüglich sein *muß* ist erstens ein Bleistift-Lötkolben mit 0,5-mm-Fadenzinn und zweitens eine Leuchtlupe, die einem das Auffinden und Identifizieren erleichtert. Ob Sie sich dann für Lötpaste entscheiden (wie im vorigen Heft beschrieben) oder sich sogar noch eine Vakuum-Pipette zulegen, bleibt letztlich eine Frage des Geschmacks (und des Geldbeutels).

Vor dem eigentlichen Bestücken geht es ans Großreinemachen, jedenfalls auf dem Arbeitstisch. Da die winzigen Bauteile schnell im Berg alter Lötreste oder Drahtenden untergehen, ist Ordnung oberstes Gebot; am besten legen Sie ein sauberes Blatt Papier unter, wenn Sie die Teilchen sichten und sortieren.

Damit Sie sich den Zugang zur Platine nicht verbauen, sollten Empfangsmodul und Antenne noch nicht aufgelötet werden. Beginnen Sie stattdessen mit den *Jumper-n* J1...J7, die im Prinzip Null-Ohm-Widerstände sind und die Funktion von Drahtbrücken bei der herkömmlichen Bestückung übernehmen.

Prinzipiell geht man beim Bestücken so vor, daß man die Lötfläche für *einen* Bauteil-Anschluß verzinnt, das Bauteil platziert und dann die *vorverzinnte* Stelle kurz anschmilzt; damit haben Sie das Teil an seinem Platz fixiert und können es komplett anlöten.

Stilecht

Die vorgeschlagene Schaltung läßt sich natürlich ohne weiteres auf einem Steckbrett realisieren, wie es für Versuchsaufbauten benutzt wird (**Bild 10**). Es gibt sogar fertig gebogene und abisolierte Steckbrücken in unterschiedlichen Rastermaßen, mit denen dieses Unterfangen zum Kinderspiel wird (vgl. **E•A•M** 5/93, Seite 18).

Natürlich haben wir auch ein Layout entworfen, das eine professionelle Lösung zuläßt. Und ebenso natürlich ist es – passend zum Empfangsmodul – in SMD-Technologie realisiert. **Bild 11** zeigt den Bestückungsplan, der wegen der besseren Lesbarkeit gegenüber dem Original wesentlich vergrößert dargestellt wurde. In Wirklichkeit ist die Platine nur ein bißchen größer als eine Streichholzschachtel.

Bei den Bauteilen handelt es sich ausnahmslos um Standardtypen, so daß hier keine ‘Beschaffungsprobleme zu erwarten sind. Wenn Sie bei der Selbstherstellung der Platine das Layout von Seite 35 verwenden, müssen Sie nach dem Ätzen noch ein bißchen sägen:

Zuerst sägen Sie die die Rundlöcher aus, in denen später der Ferritstab der Antenne steckt (**Bild 12**). Und dann trennen Sie die beiden Antennenhalter von der Mutterplatine, um sie anschließend auf den dafür vorgesehenen Kupferflächen anzulöten (aber erst ganz zum Schluß).

Die gegenüber SMDs immer wieder geäußerte Skepsis ist vollkommen unbegründet, das sei an dieser Stelle einmal mehr gesagt. Trauen Sie sich gestrost einmal heran, mit den ersten Erfolgen kommt der Spaß an der Sache!

DCF77-Decodierung

Platine:

--- 1 DCF77-Decodierung NM 9325

Halbleiter:

IC1,4	2	Zweifach-Monoflop	CD 4538
IC2	1	Vierfach-NAND	C D 4011
IC3	1	Zweifach-D-Flipflop	CD 4013
LD1,5	2	Low-Current-LED	grün
LD2	1	Low-Current-LED	rot
LD3,4	2	Low-Current-LED	gelb

Fertigmodule:

---	1	DCF-Empfangsmodul	AK 2124
---	1	passende Antenne	1,8 nF/2,3 mH

Kondensatoren:

C1...3	3	SMD-Tantalkondensator	1,0 µF / 20 V
C4,5	2	SMD-Tantalkondensator	2,2 µF / 10 V
C6	1	SMD-Kondensator	100 nF (104)

Brücken:

J1...7	7	0 R 0	SMD	000
--------	---	-------	-----	-----

Kohleschichtwiderstände: (125 mW / 5 %)

R1	1	150 k	SMD	154
R2	1	330 k	SMD	334
R3	1	1 M 2	SMD	125
R4	1	100 k	SMD	104
R5	2	330 R	SMD	331
R6...9	4	1 k 0	SMD	102

- Es gibt viele Zeitzeichensender auf der Welt; unser Buchtip auf S. 28 informiert Sie über Fachliteratur.

lesen & löten: DCF77-Decodierung

Bild 12: Die linke LED dient zur Anzeige der Betriebsbereitschaft; gleichzeitig liefert sie die Modul-Versorgung.

Zur schrittweisen Fertigstellung mit parallel laufender Prüfung empfehlen wir die folgende Vorgehensweise:

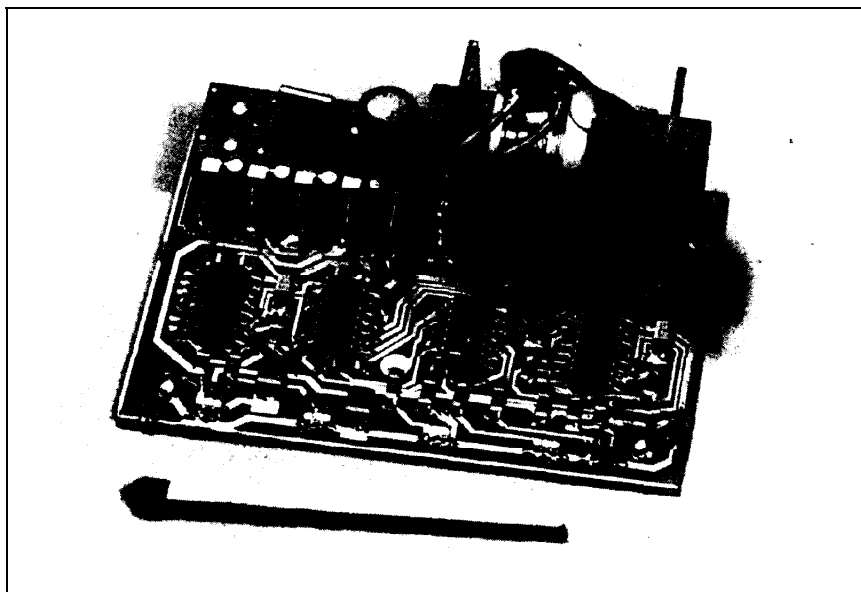
Setzen Sie die Bestückung mit R5, C4, CS und C6 sowie Leuchtdiode LD5 fort; wenn Sie dann an +Uo provisorisch ca. 3 V anlegen, muß als erstes Erfolgserlebnis die grüne Leuchtdiode erstrahlen (zusammen mit Ihnen).

Bei den SMD-Elkos erkennen Sie den Pluspol an einer weißen Markierung, die entweder als Querstrich oder dicker Balken ausgeführt ist; alternativ dazu sind auch solche Bauformen im Handel, die an der Plusseite eine Einkerbung haben.

Nun ist IC2 mit den vier NAND-Gattern an der Reihe (4011 oder 14011); zusammen mit R4, R8 und LD3 ist die nächste Prüfung fällig: Wenn Sie den Eingang DCF (am Modul!) an Masse legen, muß die gelbe Leuchtdiode aufleuchten. Es versteht sich von selbst, daß die Versorgungsspannung zum Löten jedesmal abgeklemmt wird!

Wenn so weit alles geklappt hat, kommt der Hauptteil dran: Dazu gehören die beiden Monoflops in IC1 (4538 oder 14538) mit ihrem schmückenden Beiwerk (R1/R2 und C1/C2) sowie das Flipflop in IC3 (4013 oder 14013).

Die beiden Widerstände R1 und R2 dürfen Sie nicht verwechseln, weil sonst keine Decodierung zustandekommt. Das Schema der SMD-Widerstandsbeschriftung kennen Sie doch? Es ist ein dreistelliger Code, bestehend aus einer zweistelligen Basiszahl und dem Zehner-Exponenten: 334 bedeutet also $33 \cdot 10^4 = 330 \cdot 10^3 = 330 \text{ k}\Omega$.



Löten Sie ebenfalls die beiden Leuchtdioden LD 1 und LD2 mit ihren Vorwiderständen an. In der Reihenfolge auf dem Bestückungsplan kommt LD2 vor LD1, wenn man rechts außen anfängt!

Ein grober Test zeigt Ihnen, daß sich überhaupt „etwas bewegt“; eine richtige Funktionsprüfung ist das noch nicht: Legen Sie wieder +5 V an und stochern Sie in schneller Folge am DCF-Eingang; an den drei LEDs muß sich daraufhin etwas Blinkendes abspielen, das, wie gesagt, noch keinen Sinngehalt hat.

Und schließlich gehen Sie aufs Ganze und komplettieren die Bestückung mit dem noch fehlenden IC4 (4538 oder 14538), dessen RC-Glied und der 59er-Leuchtdiode. Ist das erfolgreich abgeschlossen, kommen endlich auch das Modul und die Antenne an ihren vorgesehenen Platz. Bei der Antenne durfte die Montage klar sein: Die beiden seitlichen Halter sitzen auf der Basisplatte auf, und der Stab steckt quer darin.

Sollte er allzu sehr schlackern, fixieren Sie die beiden äußeren Enden mit einem eng gewickelten Schnippgummi.

Mit kleinen Drahtbrücken stellen Sie die Verbindung zur Basis her und setzen dann alles in Betrieb. Die Antenne arbeitet weitgehend richtungsunabhängig, so daß eine Ausrichtung zum Sender nur in sehr ungünstigen Lagen erforderlich ist. Wenn Sie einen C64 oder einen Amiga haben, können Sie sogar noch eine Software zur Decodierung und Bildschirm-Darstellung von Uhrzeit und Datum bekommen; die Verbindung zum Computer (der gleichzeitig Stromversorgung übernimmt) zeigt **Bild 13**.

Aber Achtung! Vom Computer kommen +5 V, die für den Betrieb der Schaltung herabgesetzt werden müssen (zwei 1N4148-Dioden in die Stromversorgungsleitung zu +Uo legen). Eine eigenständige Decodierschaltung mit Ziffernanzeigen ist bei uns in Vorbereitung.

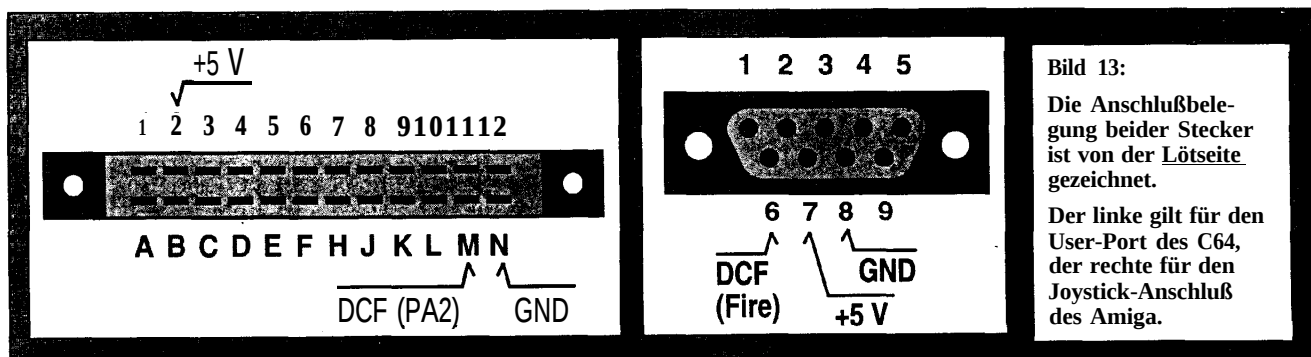


Bild 13:

Die Anschlußbelegung beider Stecker ist von der Lötseite gezeichnet.

Der linke gilt für den User-Port des C64, der rechte für den Joystick-Anschluß des Amiga.