

## **Funkalarm fürs Fahrrad**

Von Nothart Rohde / August 2007

-1-

Für Luxusautos gibt es getarnte Diebstahlüberwachungen, mit der sich das gute Stück in der ganzen Welt verfolgen lässt. Bei einem Fahrrad wäre das kaum sinnvoll, auch wenn es teuer war. Aber eine stille Meldung, wenn man beim Bier sitzt und sich jemand draußen am Fahrrad zu schaffen macht, das wäre schon hilfreich. Es kann auch der Blick vom Fenster auf die Fahrradständer sein. Eine Überwachung muss daher nur soweit reichen, dass man den Dieb noch zu Fuß erwischen kann. Parkt man das Rad morgens am Bahnhof, hat Alarm keinen Sinn. In diesem Fall wäre lauter Alarm sogar nachteilig, denn man muss davon ausgehen, dass dann gewisse Leute so lange gegen das Rad treten, bis die Batterie erschöpft ist. Man kann natürlich auch andere Dinge überwachen, etwa die teureren Kübelpflanzen vor dem Haus oder andere mechanische Bewegungen.

### **Allgemeine Überlegungen zur Funkübertragung**

Wer sich schon ausführlicher mit Funk beschäftigt hat, hat möglicherweise auch schon einmal getestet, wie die Reichweite bei fester Sendeleistung von der Betriebsfrequenz abhängt. Mit optimalen Antennen und ausreichendem Abstand über dem Boden kommt möglicherweise das heraus, was auch die Theorie schon sagt. So werden bei feuchtem Wetter höhere Frequenzen stärker gedämpft und es gibt auch mehr Abschattung, weil die Ausbreitung einfach geradliniger ist. Auch die Eigenschaften der Empfänger sind bei höheren Frequenzen möglicherweise schlechter.

Bezieht man das auf die für jedermann erhältlichen Funkmodule im Bereich von 433 oder 868 MHz, würde man für 433 MHz stimmen. Das gilt aber in der Praxis nicht unbedingt, denn neben der geringeren Belegung ist der Bereich 868 MHz für viele Anwendungen erstaunlich praktikabel. Eine ähnlich falsche Einschätzung hat man auch, wenn man meint, dass ein Auto ein Faradayscher Käfig für das Handy sei. Zumindest das D-Netz liegt ja in der Nähe der 868 MHz. Ein Grund mag sein, dass die Abmessung der Geräte bei 868 MHz näher an der optimalen Antennenlänge liegt ( $\lambda/2 = 17,2$  cm). Auch die Funklöcher, erzeugt durch Reflexionen / stehende Wellen liegen entsprechen dicht, so dass sie kaum noch auffallen, wenn man sich etwas bewegt. Das war früher bei Funkmikrofonen und niederen Frequenzen ein echtes Problem.

Üblicherweise wird die Sendeleistung durch behördliche Auflagen auf 10 mW begrenzt, wobei es auf die tatsächlich abgestrahlte Leistung ankommt. Man spricht hier von ERP, Emitted Radiated Power. Dementsprechen findet man Module mit bis zu 10 mW ohne Antenne, die dann mit Ausführungen in Konkurrenz stehen, die 25 mW an eine eingebaute Antenne

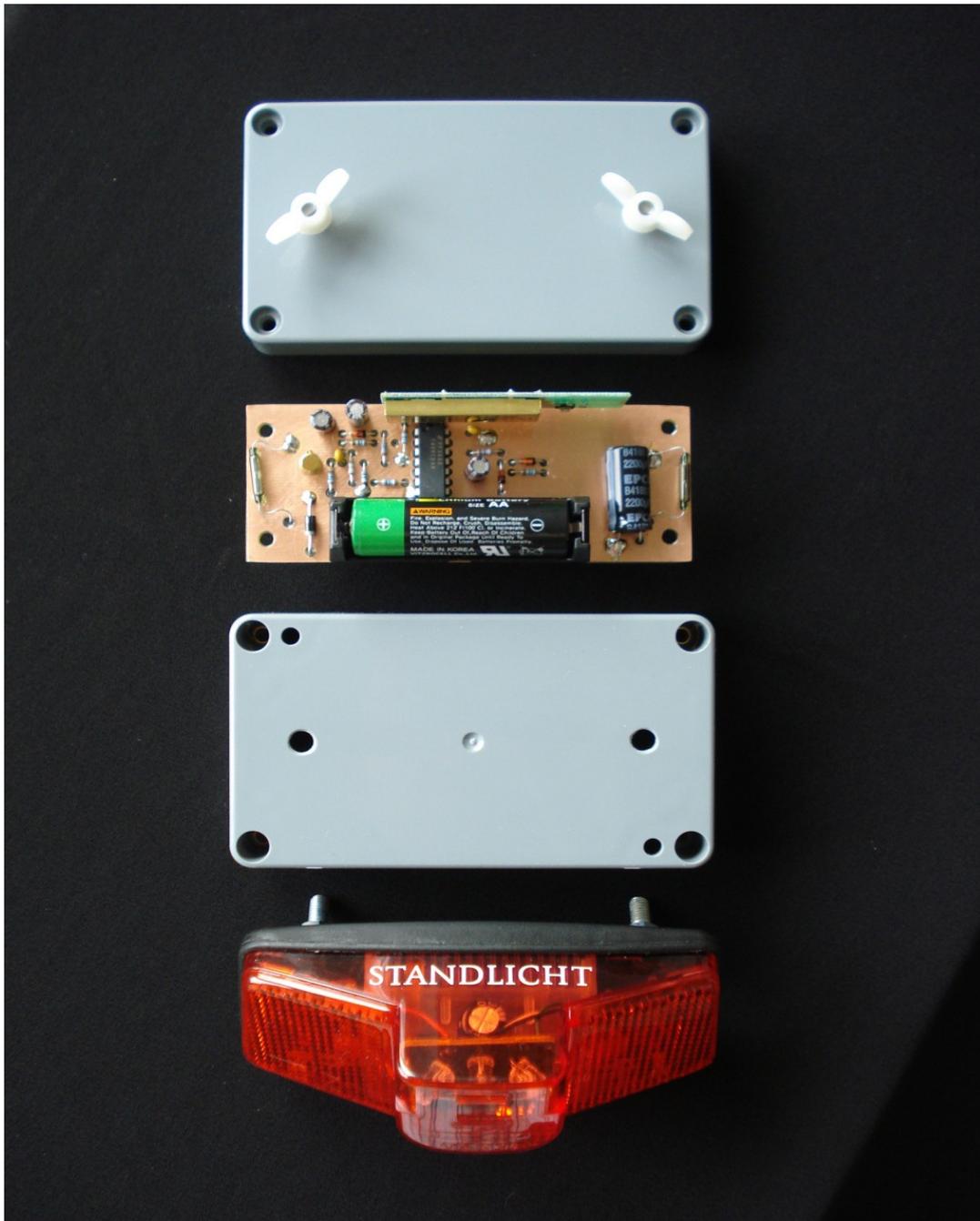
abgeben. Das ist meist eine Leiterschleife auf der Platine. Ein grober Vergleichstest hat bei 868 MHz ergeben, dass ein derartiger 25 mW-Sender etwas mehr Leistung abstrahlt als eine Variante mit knapp 10 mW und angeschlossenem  $\lambda/2$ -Dipol. Das kommt der Planung entgegen, heißt aber auch etwas metallfreien Luftraum rund um das Sendemodul und ein Gehäuse, das aus Kunststoff besteht.

Bei einer Funkverbindung ist es zweckmäßig, die Qualität der Verbindung fortlaufend zu überprüfen. Moderner Datenfunk arbeitet daher meist mit wechselseitiger Übertragung und die Partner sind gleichzeitig Sender und Empfänger, sogenannte Transceiver. Für eine einfache Alarmanlage muss es aber nicht so kompliziert sein, zumal der Umfang der übertragenen Information gegen Null tendiert. Vielmehr als Morsen ist nicht notwendig und dieses Verfahren hat auch die höchste Reichweite. Zur Kontrolle, dass der Sender arbeitet und die Funkstrecke steht, kann man kurze Pulse senden. Im Fall eines Alarms wird dann die Pulsfrequenz erhöht oder es werden die Pulse verlängert.

### **Das Fahrrad hat keinen Kofferraum**

Wohin mit einer Alarmanlage am Fahrrad ? Das ist garnicht so einfach zu beantworten und das Werkzeugtäschchen ist fast ausgestorben. Oder das schicke Rad hat keinen passenden Halter dafür. Zur Tarnung bieten sich präparierte Trinkflaschen oder Luftpumpen an, aber die müssten festgeschraubt werden, sonst sind sie weg. Möglicherweise hat das Rücklicht noch Platz, aber das wäre faktisch ein unzulässiger Eingriff in die Straßenverkehrsordnung. Als geschickte Lösung hat sich ein schwarzes Kästchen erwiesen, das hinter dem Rücklicht eingebaut ist. Da fällt es nicht auf, und am Rad muss nichts verändert werden, weil die Leitungen für das Rücklicht meist lang genug sind. Bei dieser Lösung ist es zweckmäßig, den Stromverbrauch möglichst gering zu halten, da ein von außen zugängliches Batteriefach schon wegen der Dichtungsprobleme schwierig ist. Man muss zum Batteriewechsel also etwas schrauben. Automatisches Nachladen wäre eine Idee, aber das ist ein Projekt für sich. Lästig sind an diesem Ort in jedem Fall die beiden Gewindebolzen des Rücklichts, die in Gedanken das Kästchen durchbohren und deren Abstand unterschiedlichen Normen unterliegt. Das Maß liegt wahlweise bei 2 Zoll oder etwa 3 Zoll. Wenn einer der Bolzen des Rücklichts auch zur Erdung dient, muss man sie mit Lötösen und etwas Litze wieder herstellen. **Bild 1** zeigt die gewählte Lösung.

Wasserdichte Gehäuse, die mit der Dichtschnur, werden von verschiedener Seite angeboten, sind aber meist ziemlich teuer und auch meist zu hoch. Man muss auch davon ausgehen, dass sie über die Zeit im Allwetterbetrieb Wasser ansammeln, weil sie halt doch nicht ganz gasdicht sind. Die handelsüblichen Rücklichter sind ein Beispiel für das alternative Konstruktionsprinzip. Das ist die freie Belüftung und Dichtigkeit nur soweit, dass der Regen nicht von oben hineinlaufen kann. Hier muss jeder eine eigene Entscheidung treffen.



**Bild 1** Das gewählte Versteck für die Alarmanlage. Von oben gesehen der Deckel mit Flügelmuttern zur Befestigung am Rad.

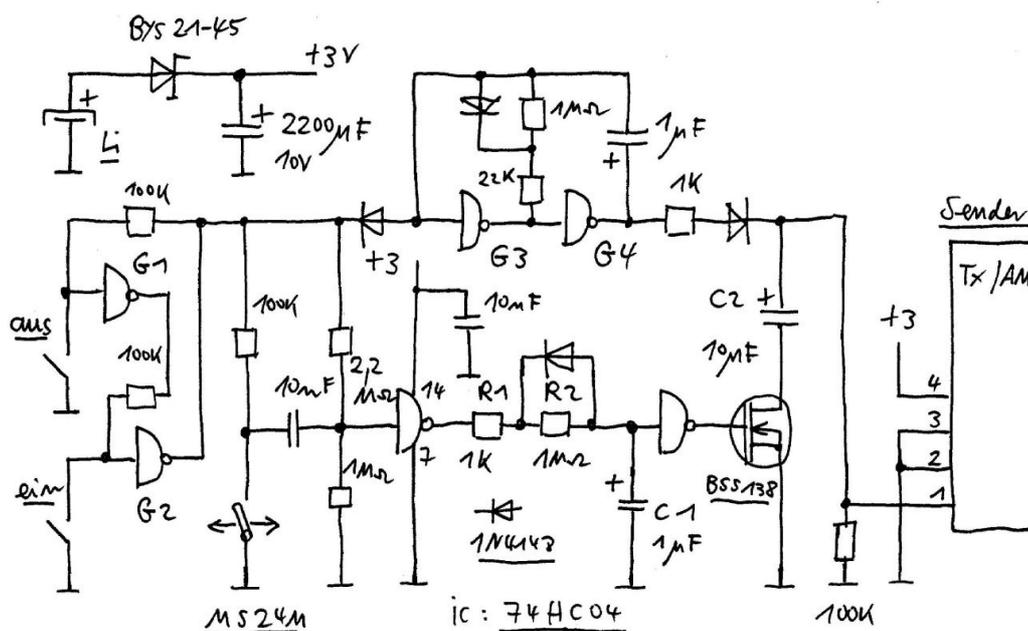
Darunter die herausgenommene Platine. Das Funkmodul liegt am Rand der Platine, oberhalb der Batterie. Rechts und links an der Außenkante die beiden Reedschalter. Der Rüttelkontakt, ein goldfarbenedes Teil im Transistorformat, befindet sich links, oberhalb der Batterie.

Darunter im Bild das Gehäuse, das mit dem vorhandenen Rücklicht fest verschraubt wird. Es sollte noch schwarz lackiert werden.

## Die Schaltung

**Bild 2** zeigt die Schaltung des Senders. Versorgt wird sie aus einer einzelnen Lithiumzelle, etwa im Format AA / Mignon. Die Spannung zwischen 3,0 und 3,6 Volt passt gut zu der Sendestufe und reicht auch für die Logikschaltung. Beim Senden fließen etwa 50 mA, die die Spannung merklich absinken lassen. Falls sie unter 2,7 Volt fällt, sollte das Fabrikat oder das Format der Batterie geändert werden.

Das Einschalten erfolgt mit den Gattern G1 und G2 und zwei Reedschaltern, die ein Flipflop bilden. Den notwendigen Magneten kann man, wenn er nicht weiter stört, am Schlüsselbund tragen. Das Flipflop schaltet genau genommen nur die Steuerung ein. Das genügt aber und spart einen Schalter im Stromkreis, etwa einen FET, da der Stromverbrauch der Logik mit wenigen  $\mu\text{A}$  verschwindend gering ist und das gewählte Sendemodul sich über den Modulationseingang komplett abschaltet.



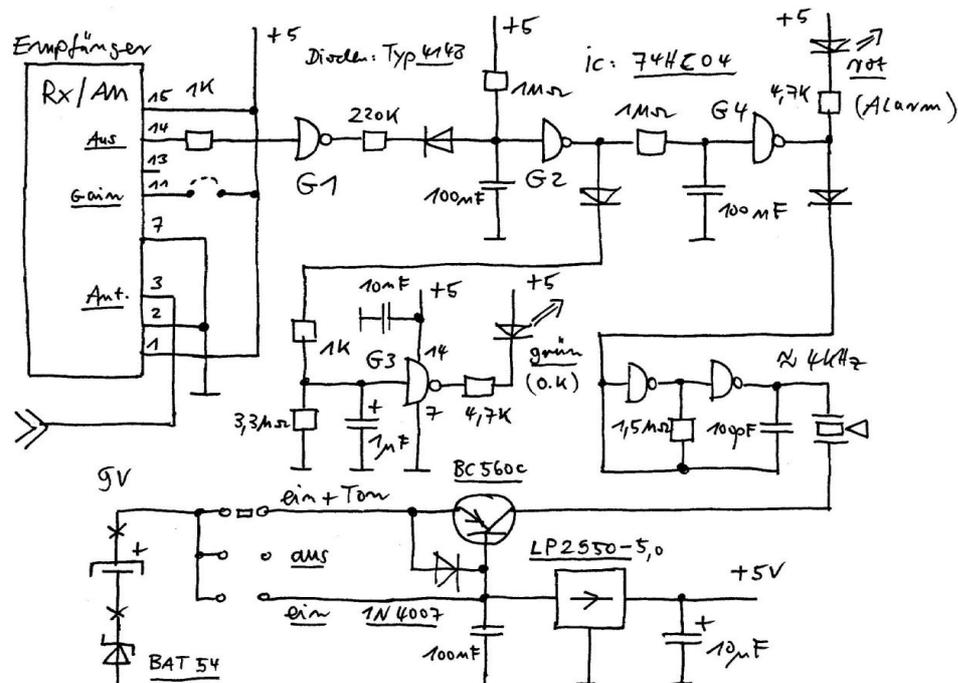
**Bild 2** Die Schaltung des Senders.

Zum fortlaufenden Test der Übertragung wird mit den Gattern G3 und G4 ein kurzer Sendepuls mit langen Pausen erzeugt. Dies signalisiert dem Empfänger, dass die Funkstrecke vorhanden ist und die Anlage scharfgeschaltet wurde. Als Alarmgeber dient ein kleiner, gekapselter Rüttelkontakt, weitgehend ein Öffner. Es gibt da gute und schlechte Varianten. Nach einigen Tests wurde der genannte Typ ausgewählt, da sich bei ihm keine „tote Lage“ feststellen ließ. Geöffnet wurde er nicht, man hört aber eine Kugel, wenn man ihn bewegt.

Bei Bewegung entsteht eine Folge von kurzen und langen Pulsen, die in AC-Kopplung abgegriffen und dann etwas gefiltert werden (R1,C1), damit nur deutliches Rütteln zum Alarm führt. In diesem Fall wird ein sehr langer Dauerpuls erzeugt (R2, C1). Dieses Signal schaltet über einen FET den Kondensator C2 ein, der die Sendepulse deutlich verlängert. Denkbar wäre in diesem Fall auch ein konstantes, langes Senden, was aber der verwendete Empfänger nicht akzeptiert, da er intern AC-gekoppelt ist und nach 1 sec abschaltet. Aus diesem Grund wurde eine Pulsfrequenz von 800 msec Dauer bei etwa 30 msec Sendezeit für die Überwachung der Funkstrecke gewählt. Im Alarmfall wird die Pulslänge soweit erhöht, dass noch kein Dauersignal entsteht. Innerhalb der Schaltung ist die logische Aussage teilweise invertiert, da die Zahl der Gatter klein bleiben und im abgeschalteten Zustand auch keine Spannung an den Widerständen liegen sollte.

Die Platine hat eine durchgehende Massefläche. Das ist für die elektrische Stabilität notwendig, weil man damit rechnen muss, dass alle Halbleiter die Hochfrequenz demodulieren und irgendwo unerklärliche Gleichspannung auftritt, die man nicht gebrauchen kann.

**Bild 3** zeigt die Schaltung des Empfängers und **Bild 4** seine Außenansicht. Das verwendete Empfangsmodul benötigt 5,0 Volt zum Betrieb. Die naheliegende Versorgung aus einer einzelnen Lithiumzelle ist also nicht möglich. Bei unter 10 mA Stromverbrauch ist daher ein 9-Volt-Block mit nachgeschaltetem Linearregler die einfachste Lösung. Hier gibt es auch recht preisgünstige Kleingehäuse mit Batteriedeckel.



**Bild 3** Die Schaltung des Empfängers. Es sind zwei Alarmarten vorgesehen.

Die Demodulation des Alarms ist recht einfach. Ist der Sender ausgeschaltet oder zu weit weg, liefert der Empfänger weitgehend eine logische Null, mit einem Rauschanteil, der sich in Form von kurzen Pulsen ausdrückt. Nach Pegelanpassung (G1) und einer Gleichrichtung bleibt die Spannung am Eingang des Gatters G2 weitgehend positiv und sein Ausgang liegt damit auf Null. Wird der Sendetakt empfangen, schaltet das Gatter G3 die grüne Empfangsanzeige ein. Bei verlängertem Takt wird auch an G4 die Schaltschwelle überschritten. Das schaltet die rote Warnlampe und einen Oszillator ein, der mit etwa 4 kHz schwingt. Der Oszillator treibt einen kleinen Piezolausprecher, eine laute und dabei stromsparende Lösung. Für einen stillen Alarm muss man den Lautsprecher abschalten. Das kann mit dem Hauptschalter geschehen, benötigt aber mehrere Ebenen. Die gewählte Lösung ist etwas raffinierter und ihr genügt ein einfacher Schalter mit einer neutralen Mittelstellung. Soll Alarm aktiviert werden, fließt der gesamte Gerätestrom über die Basis-Emitterstrecke eines PNP-Transistors, der damit so niederohmig wird, dass er den Lautsprecher direkt schaltet, obwohl nur Wechselspannung anliegt. Eine normale Leistungsdiode liegt parallel, was den Transistor entlastet und den Spannungsabfall senkt. An dieser Stelle wäre ein Germaniumtransistor unschlagbar.

**Bild 4**

Die Außenansicht des Empfängers. Es gibt zwei Lichtzeichen für Betrieb und Alarm. Der Hauptschalter liegt an der Stirnseite.



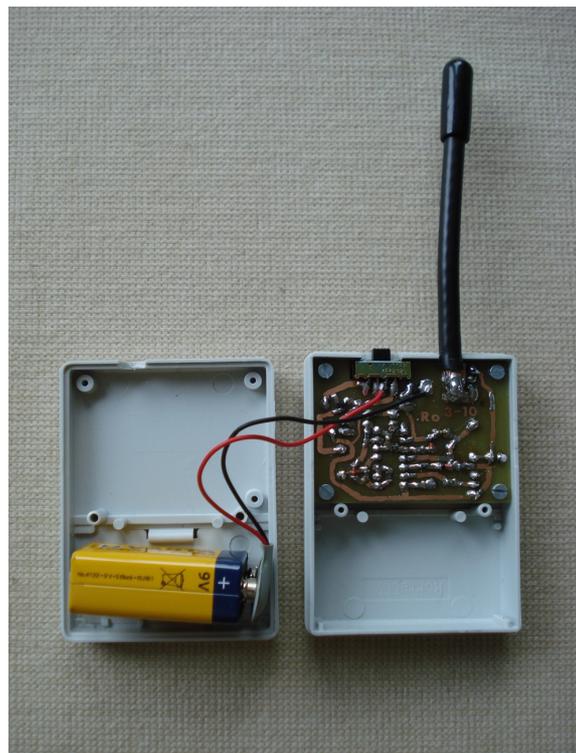
## Der Testlauf

Üblicherweise optimiert man beim Sender und beim Empfänger die Antennen, bevor man Reichweiten prüft. Das bedeutet, dass das Metallgebilde, das man anschließt, auf der Betriebsfrequenz in Resonanz sein sollte. Wenn nicht, ist die eigene Übertragung schlechter und die Störung von anderen Sendern möglicherweise unnötig groß. Beim Sender ist hier nichts zu tun, auch sein Ort ist festgelegt. Auf der Empfängerseite sollte man gedanklich einen  $\lambda/2$ -Dipol anstreben, der symmetrisch aufgebaut ist. Das ergibt sich aus der Größe des Handgehäuses in Bezug zur Wellenlänge. Die Alternative wäre der  $\lambda/4$ -Dipol, ein Stab über einer ausgedehnten Metallfläche, wie man ihn von Auto-Dachantennen kennt oder was der Denkansatz bei einem Metallgehäuse wäre, etwa bei einem PC.

**Bild 5** zeigt das geöffnete Gehäuse mit Blick auf die SMD-Seite. Bedrahtet Teile und das Empfangsmodul befinden sich auf der Unterseite und der Antennenanschluss liegt oben rechts. Als untere Hälfte des Dipols arbeitet die durchgehende Massefläche (4,0 x 5,5 cm) und bedingt die Batterie, weil ihr Anschluss HF-mäßig nicht gut definiert ist. Als Antenne dient ein Stück „dickes“ Koaxialkabel, hier Typ RG 59, bei dem nur der Schirm angelötet wird, die Seele hat keine Funktion. Vor der Bestückung wurde an der Platine mit getrennten Messmethoden die Länge der optimalen Antenne bestimmt. Dabei ergab sich ein Wert von 9,0 cm ab Kante der Platine. Ein Abgleich, der in 0,5 cm-Schritten mit dem großen Seitenschneider erfolgte. Die theoretische Länge des Dipols wird nicht getroffen, sondern beträgt für die vorliegend Struktur, ohne Batterie, insgesamt nur 13,0 cm. Das passt gut und ist auch zu erwarten, da dickere Antennen kürzer ausfallen.

### Bild 5

Der geöffnete Empfänger mit Blick auf die SMD-Seite. Das Empfangsmodul ist durch die Platine verdeckt.



Die Reichweite war in jedem Fall wunschgemäß, mindestens 100 m. Allerdings kann man eine Störung durch Handys nicht ganz ausschließen. Diese erzeugen, je nach Gesprächsinhalt, dichte Folgen von kurzen Pulsen, die in der Summe durchaus kurzen Alarm geben können. Es wurden daher nach dem allerersten Probelauf anhand eines Dauertelefonats im Nachbarraum alle Zeitkonstanten im Sender und Empfänger verändert, von der Tendenz her klar in Richtung zu mehr Trägheit. Das Empfangsmodul hat darüberhinaus einen Anschluss zur Veränderung der Verstärkung. Sie sinkt, wenn man ihn mit der Versorgung verbindet. Das ist eher von Vorteil, zumindest in dieser Anwendung. Falscher Alarm lässt sich auch gut mit dem Ohr feststellen, da bei richtigem Rütteln der Alarm im bekannten 800 msec-Sendetakt pulsiert.

### **Spezialteile**

|                   |                          |                                     |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Sendemodul        | AUREL TX 8L25IA          | Conrad Nr. <i>19 15 64</i>          |
| Empfangsmodul     | AUREL RX AM8SF           | Conrad Nr. <i>19 16 05</i>          |
| Rüttelkontakt     | ASSMtech MS24M           | Farnell Nr. <i>422-9046</i>         |
| Sendergehäuse     | Diverse, verwendet G 304 | Hausmarke ELV, Nr. <i>10-305-50</i> |
| Empfängergehäuse  | STRAPU / RoPra 6026      | Conrad Nr. <i>52 40 50</i>          |
| Piezolautsprecher | EKULIT 923 / RMP-14P/HT  | Reichelt Nr. <i>Summer EPM 121</i>  |