

# Das „Arme-Leute-Relais“

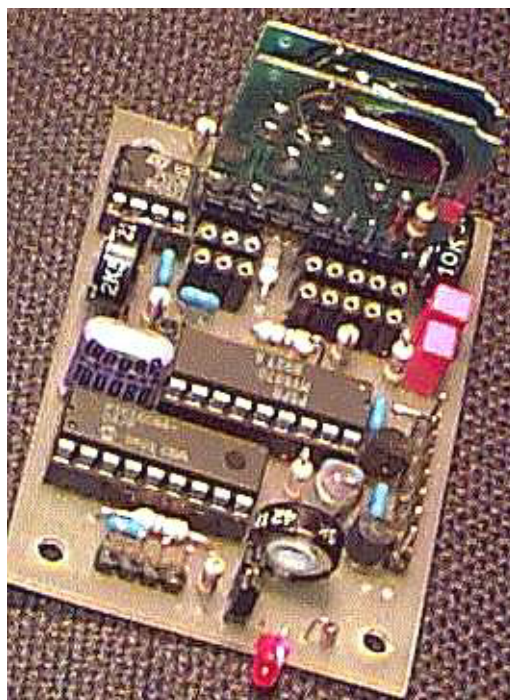
Funkpapagei für unter 100 Mark

von *Manfred Reimer, DL7AWL*

Überarbeitete Neufassung 03/2007! (Preisgekrönte Erstveröffentlichung: FUNKAMATEUR 3+4/1996.

Der markante Titel wurde auch nach der Euro-Umstellung beibehalten und bedeutet nicht, dass die Inhalte nicht mehr aktuell sind!)

**Das unscheinbare, nur gut streichholzsachtelgroße Platinchen hat's in sich: Es erweitert nahezu jedes Funkgerät zu einem voll funktionsfähigen Simplex-Relais („Funkpapagei“). Dabei wird zugleich eine ungewöhnliche, aber sehr einfache und elegante Methode der Sprachspeicherung in recht guter Qualität vorgestellt, die mit rund 1 DM/Sekunde erfreulich preiswert ist und im Prinzip auch anderweitig verwendbar ist.**



**Auch die realisierte Ablaufsteuerung ist eine nähere Betrachtung wert: Trotz beachtlicher Funktionsvielfalt (u.a. Rufton- und DTMF-Auswertung, vorschriftsmäßige CW-Kennungs-gabe und Fernsteuerbarkeit bis hin zur völligen Fernkonfigurierbarkeit) ist der Hardwareaufwand überraschend gering ausgefallen, da die Komplexität soweit wie möglich in der Firmware eines Microcontrollers „versteckt“ wurde. Dies kommt der Nachbausicherheit und Preiswürdigkeit zu Gute.**

## *Relaisfunkstelle - einmal anders*

Jede Relaisstelle steht prinzipiell vor dem Problem, Ein- und Ausgabe „irgendwie“ zu trennen, da sie anderenfalls unweigerlich nur mit sich selbst beschäftigt wäre (Rückkopplung!). Nirgends aber steht geschrieben, daß es sich - wie bei üblichen FM-Relais - unbedingt um eine *frequenzmäßige* Trennung (bei zeitgleicher Ein- und Ausgabe) handeln muß. Umgekehrt ist auch eine *zeitliche* Trennung bei frequenzgleicher Ein- und Ausgabe denkbar. Dies läßt den Aufwand dramatisch schrumpfen: Anstelle unabhängiger Sende- und Empfangs-Baugruppen reicht ein normaler Transceiver; der Empfänger arbeitet stets mit voller Empfindlichkeit, ohne durch den benachbarten Sender „zugestopft“ zu werden, und teure hochwertige Filter zur Trennung von Sende- und Empfangszweig werden überflüssig.

Statt dessen ist ein *Sprachspeicher* zur Zwischenspeicherung und zeitversetzten Wiedergabe von Durchgängen erforderlich, der aber, wie hier gezeigt werden soll, mit Minimal-Aufwand realisiert werden kann. Eine solche Anordnung eines „Simplex-Relais“ wird, da sie jeden Durchgang zeitversetzt wiederholt, oft treffend als „Funkpapagei“ bezeichnet (nicht zu verwechseln mit einer Sprachmailbox, die wesentlich mehr Aufwand erfordert).

Ein solcher Papagei ermöglicht beispielsweise, ohne fremde Hilfe Modulations- und Ausbreitungstests durchzuführen. Bei entsprechend gutem Standort bietet er aber auch die volle Funktionalität eines Relais als Kommunikationshilfe zwischen Partnern, die sich nicht direkt erreichen können. Allerdings ist wegen der „sequentiellen“ Betriebsweise eine gewisse Gewöhnung und Disziplin nötig, damit man z.B. nicht in die (evtl. nicht direkt hörbare) Eingabephase des Partners hineinspricht. Mit etwas Übung sind dennoch recht flotte QSO-Abläufe möglich, so dass man fast vergisst, über einen Papagei zu arbeiten.

Wenn auch sicherlich die meisten Nachbauer nur einen gelegentlichen privaten Betrieb unter Aufsicht im Auge haben dürften, so erfüllt doch die hier realisierte Schaltung sämtliche behördlichen Vorschriften und Voraussetzungen, um - nach entsprechendem Genehmigungsverfahren - auch als „offizielle“ Relaisfunkstelle unter dem zugeteilten Rufzeichen im unbeaufsichtigten automatischen Betrieb „in die Luft“ zu gehen.

## Sprachspeicherung - einmal anders

Den größten Aufwand stellt normalerweise die Sprachspeicherung dar. Entweder sind AD-/DA-Wandler nebst einem Digitalspeicher erheblicher Größe erforderlich. Günstiger ist da schon die direkte Analogspeicherung mittels der bekannten ISD-Chips.

Doch auch die waren mir zum Zeitpunkt der Entwicklung (Ende 1994) noch zu teuer - winzige „Digital-Memos“ im Scheckkartenformat bewiesen zumindest im Prinzip, dass ein komplettes Aufnahme-/Wiedergabesystem auch zu einem Bruchteil des Preises eines einzelnen vergleichbaren ISD-Moduls zu haben war, obwohl die Aufzeichnungsdauer mit 20 Sek. sogar etwas größer ist.

Trotz der eher bescheidenen Sprachqualität dieser 20-Mark-Teile - und zweifelnder Unkenrufe aus dem Freundeskreis - ging ich daran, deren Innenleben zu erforschen und die Verwendbarkeit für den vorgesehenen Zweck zu prüfen.

Wahrscheinlich verbirgt sich ja unter dem schwarzen Kunststoffkleck auf der Platine auch nichts anderes als ein ISD-ähnliches Prinzip - immerhin die „Nichtflüchtigkeit“ bei fehlender Stromversorgung würde darauf hindeuten -, und die mäßige Sprachqualität liegt womöglich (hoffentlich) nur an dem winzigen Gehäuse und dürftigen elektroakustischen Wandlern???

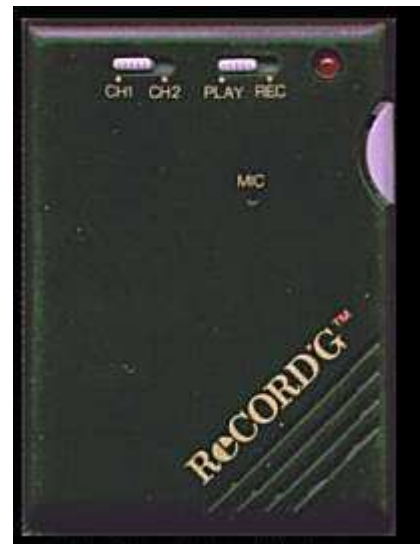
Da über das Innenleben absolut nichts bekannt war, unternahm ich zahlreiche Versuche, um die Fragen nach Stromversorgung, Analog-Pegeln und -Impedanzen, Ablauf-Verhalten und der Ansteuerbarkeit durch Logik-Signale und deren Timing zu untersuchen - und schließlich für alle Fragen eine Lösung zu finden.

Zunächst jedoch verliefen die Versuche enttäuschend. Sowohl die Mikrofon- als auch die Lautsprecheranschlüsse führen ohne Massebezug jeweils zweipolig in den IC-Klecks, was auf symmetrische, „schwebende“ Ein- und Ausgänge schließen lässt. Ausgangsseitig erwies sich das als unproblematisch, zumal ja in der vorliegenden Anwendung auch keine „Leistung“ (etwa zur Ansteuerung eines Lautsprechers) entnommen, sondern lediglich der Mikrofoneingang eines Funkgerätes angesteuert werden soll. Eingangsseitig jedoch führte jede unsymmetrische Ansteuerung zu einem lauten Knarren - vermutlich ein internes Taktsignal. Einer unter vielen eher hilflosen Versuchen führte schließlich zum Erfolg (keiner weiß warum...): Das Knarren verschwand, wenn der Eingang sehr niederohmig galvanisch abgeschlossen wurde. 15 Ohm erwiesen sich als praktikabel. Dass damit die Mikrofonempfindlichkeit geopfert wird, ist hier kein Unglück; schließlich steht ja ohnehin der ebenfalls niederohmige Lautsprecheranschluss des Funkgerätes als Ansteuersignal zur Verfügung.

Die bei richtiger Direkt-Ansteuerung erreichbare Aufzeichnungsqualität übertraf dann alle Erwartungen und war rein subjektiv kaum von derjenigen eines Original-Schmalband-FM-Signals zu unterscheiden! Eine gewisse Dämpfung der höheren Frequenzen fiel nur bei den Zischlauten auf und ist durchaus hinnehmbar. Bei entsprechendem Ansteuer-Timing sind sogar Sprachspeichermodule aus mehreren Memos zur Erhöhung der Sprechdauer kaskadierbar; die „Nahtstelle“ bleibt so gut wie unhörbar.

Ein erster Blick auf das Gesamtschaltbild (am Schluss) zeigt, dass die Sprachspeichermodule, entsprechend modifiziert, wie ICs über eine Busstruktur miteinander verbunden werden können. Die von mir gewählten Signalbezeichnungen der Anschlüsse entsprechen dem Bemühen, die angepassten Module losgelöst von ihrem ursprünglichen Zweck als möglichst universelle „Quasi-ICs“ darzustellen. So hat sich z.B. ein Anschlusspunkt der ehemaligen Memo-internen LED als geeignet erwiesen, um ein „End“-Signal über den Ablauf des internen Speicherzyklus herauszuführen.

Ein erster Blick auf das Gesamtschaltbild (am Schluss) zeigt, dass die Sprachspeichermodule, entsprechend modifiziert, wie ICs über eine Busstruktur miteinander verbunden werden können. Die von mir gewählten Signalbezeichnungen der Anschlüsse entsprechen dem Bemühen, die angepassten Module losgelöst von ihrem ursprünglichen Zweck als möglichst universelle „Quasi-ICs“ darzustellen. So hat sich z.B. ein Anschlusspunkt der ehemaligen Memo-internen LED als geeignet erwiesen, um ein „End“-Signal über den Ablauf des internen Speicherzyklus herauszuführen.



Ein handelsübliches Sprach-Memo-Gerätchen...



...und sein geheimnisvolles Innenleben

Hard- und Firmware unterstützen bis zu 4 Sprachspeichermodule. Die eigentliche Papageien-Funktionalität ist bereits mit *einem* Modul realisierbar; ein zweites kann für einen festen Begrüßungstext beim Auftasten und/oder für eine regelmäßige Baken-Meldung im Ruhezustand hinzugefügt werden. Optional ist auch eine Kaskadierung beider Module für doppelte Nutzer-Sprechzeit (40 Sek. je Durchgang) vorgesehen, doch wurde das in einer umfangreichen Testphase wider Erwarten schon als zuviel empfunden: Längere Sprechzeiten bedeuten auch längere Wartezeit beim QSO-Partner - das QSO wird dann schwerfällig und fällt auseinander. Die optionalen weiteren beiden Module erlauben die Bereitstellung fester abrufbarer Info-Texte.

### ***Trägererkennung - einmal anders***

Um auf Funksignale richtig reagieren zu können, benötigt die Ablaufsteuerung natürlich eine Information über das Vorhandensein eines Empfangssignals, also letztlich über den Zustand der Empfängerrauschsperrung. Ein solches Squelch-Signal lässt sich normalerweise nur durch einen Eingriff in das Funkgerät gewinnen, da es meist nicht an einer Anschlussbuchse zur Verfügung steht.

Ich habe mir aber auch hierzu etwas Originelles einfallen lassen, so dass ein solcher Eingriff meist vermeidbar ist: Es wird die *Stromaufnahme* des Funkgerätes ausgewertet. Zumindest bei vielen Handfunkgeräten steigt diese deutlich an, wenn ein Signal die Rauschsperrung öffnet - und zwar auch dann, wenn sich das Gerät *nicht* im sog. Stromsparmodus befindet (letzterer dürfte wegen der „zerhackten“ Empfangsbereitschaft mehr Probleme als Nutzen bringen und sollte abgeschaltet bleiben).

Bei meinem Twinband-Handy DJ580 habe ich beispielsweise an 13,8 V folgende Werte für die Stromaufnahme gemessen (nur 70-cm-Teil aktiviert):

- Ruhezustand ohne Stromsparmodus: 52 mA
- Trägerempfang (Rauschsperrung offen): 65 mA
- Senden (höchste Leistungsstufe): 1,6 A

Ein in die Stromzuführung gelegter niederohmiger, ausreichend belastbarer Widerstand (der wegen seiner Geräteabhängigkeit und Erwärmung nicht auf der Platine plaziert wurde, sondern extern hinzugefügt werden muss), liefert einen stromproportionalen Spannungsabfall, den der 741 mit einer einstellbaren Schwelle vergleicht. Daraus wird das Schaltkriterium, also letztlich das gewünschte Signal über den Zustand der Rauschsperrung, gewonnen.

Natürlich wird ggf. auch durch den Stromanstieg beim Senden fälschlicherweise ein Öffnen der Rauschsperrung gemeldet. Aber die Firmware weiß das und fällt nicht darauf herein - schließlich ist sie es ja selbst, die jeden Sendevorgang unter Kontrolle hat...!

Ungeachtet dieser im Schaltbild etwas abgesetzt und gestrichelt gezeichneten Stromsensor-Schaltung rund um den 741, die natürlich nur bei Bedarf bestückt zu werden braucht, bleibt es unbenommen, ein Squelch-Signal beliebiger Polarität auch anderweitig zu entnehmen und direkt zuzuführen. Mit etwas Intuition und Geschick lässt sich meist binnen kürzester Zeit ein geeigneter Anschlusspunkt im Gerät finden - sogar wenn gar kein Schaltbild zur Verfügung steht. Diese Variante ist natürlich noch zuverlässiger und robuster als die Stromauswertung, welche ja u.U. auch von anderen Faktoren beeinflusst werden könnte. So wurde z.B. der Prototyp kurzerhand direkt in ein Betriebsfunkgerät mit eingebaut, wo auch ein geeignetes Squelch-Signal unmittelbar greifbar war.

### ***Ruftonerkennung - einmal anders***

Eine Relaisfunkstelle soll lt. Vorschrift nicht daueraktiv sein, sondern über einen Rufton aktiviert werden und nach einiger Zeit des Nichtgebrauchs wieder „abfallen“. Für den Papagei bedeutet dies, dass auf der gleichen Frequenz auch normale Direkt-QSOs ungestört möglich sind, solange dieser nicht aufgetastet ist. Eine naheliegende Methode zur Ruftonerkennung wäre z.B. die Verwendung spezieller ICs (z.B. NE567). Mir war das genau ein Chip zuviel - es geht nämlich völlig ohne Zusatzaufwand, wenn man per Firmware Nulldurchgänge zählt und dazu auch noch den ohnehin nötigen DTMF-Decoder MV8870 einspannt.

Dessen Eingangs-Operationsverstärker wird hier nebenbei, unter Beibehaltung seiner eigentlichen Aufgabe, zweckentfremdet, um für den Counter-Eingang des Microcontrollers ein möglichst rechteckförmiges, „bis zum Anschlag“ begrenztes RX-NF-Signal bereitzustellen. Dazu wurde die übliche Eingangsbeschaltung des 8870 im Hinblick auf größtmögliche Verstärkung (unter Einhaltung der Stabilitätsgrenzen) modifiziert. Diese Ruftonerkennung arbeitet sehr zuverlässig. Zufällige Fehlerkennungen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit vermieden, da die Firmware eine (konfigurierbare) Anzahl von Einzelmessungen vornimmt und deren Ergebnisse vergleicht. Dennoch geht sie bewusst so tolerant vor, dass auch leicht abweichende Tonhöhen noch erkannt werden.

Schließlich ist noch eine Unterscheidungsmöglichkeit zwischen einem „langen“ und einem „kurzen“ Rufton vorgesehen: Mit einem langen Rufton kann aufgetastet werden, ohne dass der sonst übliche Begrüßungstext abläuft. Viel-Nutzer, die ihn schon auswendig kennen, werden dafür dankbar sein...

Zusätzlich zur Auftastfunktion wird die Ruftonerkennung auch zur softwaremäßigen Realisierung einer *Ruftonsperre* (abschaltbar) benötigt, die dankenswerterweise dafür sorgt, dass „ruftonhaltige“ Durchgänge vom bereits aufgetasteten Papagei nicht wiederholt werden. Gleiches gilt übrigens für DTMF-Signale.

### ***Ablaufsteuerung - einmal anders***

Kaum zu glauben, aber durch optimale Ausnutzung aller Bauteile sind zusätzlich zu den Sprachmodulen lediglich zwei „schlanke“ ICs nebst Beiwerk nötig, um sämtliche Funktionen des Papageis zu realisieren! Als Microcontroller kommt ein *PIC 16F84* (früher der Vorläufer 16C84) zur Anwendung, der neben seinem Programmspeicher von 1k Worten praktischerweise auch gleich 64 Bytes EEPROM-Speicher mitbringt. Hier werden das Rufzeichen sowie alle sonstigen veränderbaren Betriebsparameter und Konfigurationsdaten stromausfallsicher abgelegt.

Die eigentliche PIC-Programmierung soll hier aber nicht Thema sein - das allein könnte eigens eine Artikelserie füllen. Um den Leser von derart speziellen Details zu verschonen und dennoch jedem Interessenten einen unkomplizierten Nachbau zu ermöglichen, halte ich neben Platinen und Sprach-Memos auch fertig programmierte PIC-Controller-Bausteine günstig bereit.

Der verwendete PIC bietet 12 I/O-Leitungen nebst Counter-Eingang, was für den vorliegenden Fall eigentlich viel zu wenig ist. Durch geschickte, wenn auch teils etwas unübersichtliche Mehrfachnutzung geht's aber doch. So werden die Port-Anschlüsse RB4-7 je nach Betriebszustand entweder als Ausgänge zum Selektieren eines von max. 4 Modulen oder aber als Eingänge zur Übernahme eines DTMF-Wertes vom 8870 genutzt. Und RA2 lauert nicht nur als Eingang auf ein etwaiges „Bereit“-Signal vom 8870 (StD), sondern liefert auch als Ausgang die softwaremäßig erzeugten CW-Sequenzen unmittelbar als Audio-Signal!

Durch derart rationelle Port-Verwendung bleiben sogar noch zwei Anschlüsse „zur freien Verwendung“ übrig und werden auf einen Steckverbinder herausgeführt. Seit Firmware-Version 2.6 dienen diese als praktische per Funk fernbedienbare Schaltausgänge, seit Version 2.7 können sie alternativ auch eine kleine externe Zusatzschaltung steuern, die dann sogar 9 Schaltausgänge ermöglicht.

Für Relaisfunkstellen ist eine jederzeitige Fernabschaltungsmöglichkeit zwingend vorgeschrieben. Ich habe aus dieser „Not“ eine Tugend gemacht und eine DTMF-Steuerung entwickelt, mit der gleich *alles* fernsteuerbar ist: Vom Ein- und Ausschalten über die Programmierung der CW-Kennung sowie weiterer Betriebsparameter bis hin zum Aufsprechen des festen Begrüßungs- und sonstiger Info-Texte geschieht alles ausschließlich per Funk. Auf diese Weise kommt der Papagei völlig ohne eigene Bedienungselemente aus! Auch das trägt zur Minimierung des Aufwandes bei. (Für die reine *Benutzung* des Papageis wird aber kein DTMF benötigt - es reicht ein Rufton!) Übrigens ist das ferngesteuerte Abschalten natürlich nur ein „logisches“, d.h. ein Unterbinden jeglicher Aktivität und Reaktion, aber „insgeheim“ bleibt die Anlage wach, um auch wieder ein Einschaltsignal empfangen und auswerten zu können.

Die DTMF-Decodierung arbeitet, von den erwähnten Modifikationen abgesehen, in üblicher Weise mit dem bekannten 8870, so dass sich hier eine nähere Beschreibung erübrigt.

Alle „Sysop-Funktionen“, die nur dem Betreiber, aber nicht dem Anwender zugänglich sein sollen, sind durch einen „PIN“-Code (persönliche Identifikations-Nummer, vergleichbar mit einer Bank-Geheimzahl) gegen unbefugte Benutzung geschützt.

## Vom Memo zum Modul

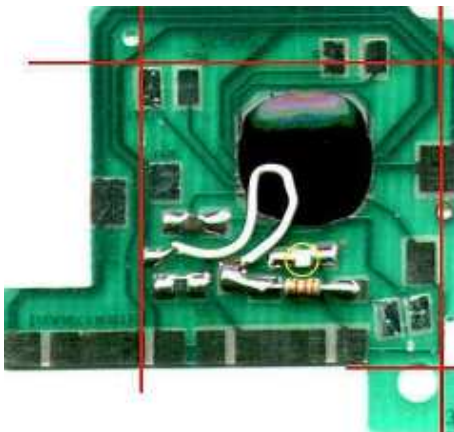
Um die Memo-Platinen vernünftig und „layoutgerecht“ handhaben zu können, habe ich deren „Zubereitung“ zu briefmarkengroßen Steckmodulen vorgesehen. Die ursprüngliche Anleitung aus der Erstveröffentlichung ist hierzu nicht mehr geeignet, da die damals verwendeten Memos vom Markt verschwunden sind. Die jetzt bei mir erhältlichen Typen weichen elektrisch und mechanisch stark ab, trotzdem ist mir eine funktions- und pin-kompatible Anpassung gelungen. Hier ist die zugehörige Anleitung zur Modulherstellung. Die nachfolgenden Arbeiten erfordern gute Augen (ggf. Lupenbrille), handwerkliches Geschick, passendes Werkzeug und souveräne Lötfertigkeiten. Sollten größere, bessere Fotos nötig sein, ist die Online-Version (erreichbar über [www.d17aw1.de](http://www.d17aw1.de)) zu bevorzugen. Wer Nachbauproblemen aus dem Weg gehen möchte, kann auch auf die bei mir ebenfalls erhältlichen geprüften Fertigmodule zurückgreifen. Sollte - was bisher allerdings nicht vorgekommen ist - ein Sprach-Memo des jetzt erhältlichen „neuen“ Typs ein von diesen Bildern abweichendes Innenleben aufweisen, so bitte ich darum, mich zu informieren und *keine* Änderungen daran vorzunehmen! Lötempfehlung: Temperatur ca. 380-400 Grad. Zügig löten und so sparsam wie möglich mit Lötzinn umgehen!



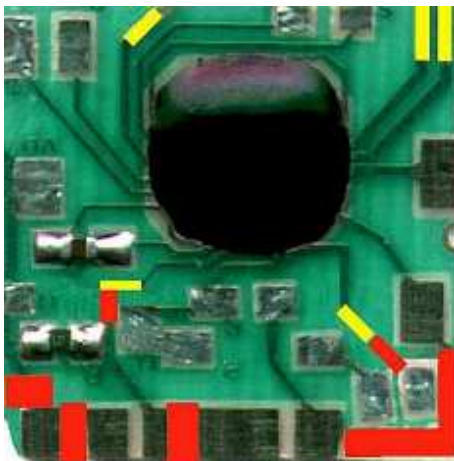
**Schritt 1:** Hier das geöffnete „neue“ Sprach-Memo. Objekt unserer Begierde ist - na was wohl? - die Platine. Alle Verbindungen zur „Peripherie“ einschließlich der unteren Batterieklemme (Minuskontakt) werden abgelötet sowie die mechanischen Schaltelemente entfernt, dann kann die Platine entnommen werden.

Auch die LED wird ausgelötet. Es handelt sich übrigens um eine low-current-Ausführung, die sich evtl. noch an anderer Stelle im Funkpapagei nützlich machen kann.

Alle freien Lötflächen sollten nun sorgfältig von überschüssigem Zinn befreit werden, z.B. mit Löttauglitze.

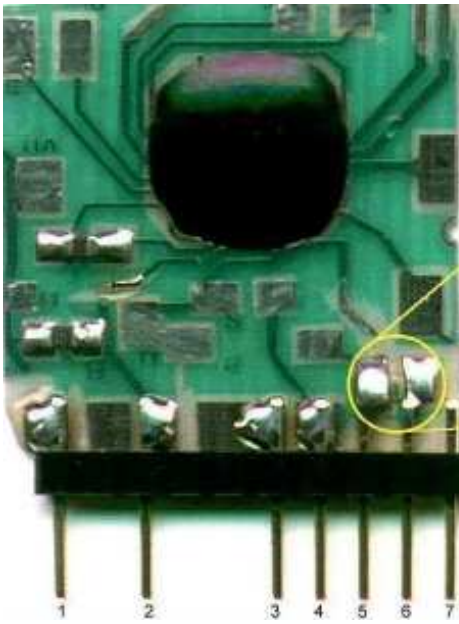


**Schritt 2:** Die Platine wird weiter „gerupft“ - nämlich etwa entlang der gezeichneten roten Linien mit einer kräftigen Schere auf das endgültige Modulformat zurecht geschnitten. Außerdem werden die Drahtbrücke (weißer Draht) und der „konventionelle“ 3k3-Widerstand entfernt, ebenso der SMD-Widerstand unterhalb des ICs (gelber Kreis). Letzterer kann - optional - durch einen SMD-Widerstand von 47 k ersetzt werden, in diesem Fall entfällt der konventionelle 47k-Widerstand in Schritt 5. Die zwei übrigen SMD-Bauteile, ein Kondensator und ein weiterer Widerstand, bleiben an ihrem Platz und dürfen nicht entfernt werden. Die weiteren frei gewordenen Lötflächen sollten nun ebenfalls von überschüssigem Zinn befreit werden.

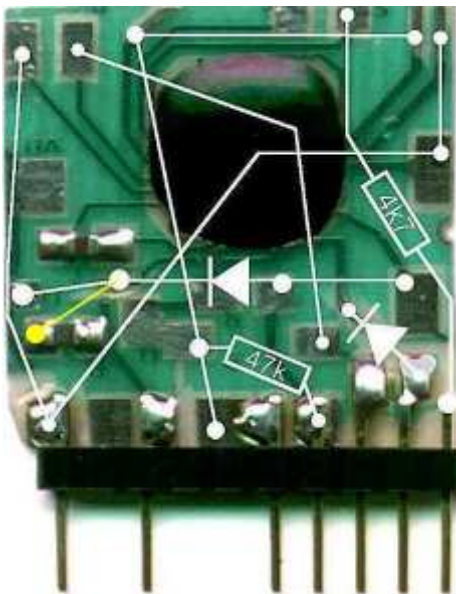


**Schritt 3:** Bearbeitung gemäß Farbmarkierung:

- **Rot:** An diesen 6 Stellen müssen die vorhandenen Leiterbahnen bzw. -flächen vorsichtig entfernt werden, z.B. nach Zahnarzt-Manier mit einer hochtourigen Kleinst-Bohrmaschine (Proxxon, Dremel o.ä.) und einem winzigen Fräs- oder Schleifkopf.
- **Gelb:** An diesen 5 Stellen müssen die Leiterbahnen lötfähig blank gemacht werden (grünen Lötstoplack vorsichtig abkratzen). Ich habe dazu einen Uhrmacher-Schraubendreher mit einer recht scharfkantigen Klinge entsprechender Breite benutzt. Wer möchte (und nicht allzu knapp geschnitten hat), kann die linke untere Ecke der Platine noch etwas anschrägen.

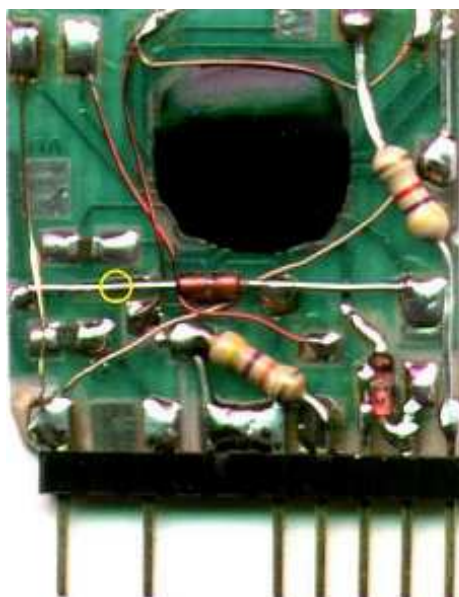


**Schritt 4:** Für den Steckverbinder benötigen wir ein Stück einreihige Pfostenleiste mit 10 Stiften. Davon werden der zweite, vierte und fünfte Stift entfernt. In der Regel lassen sie sich problemlos mit einer kleinen Elektronikzange herausziehen. Für die richtige Position beim Anlöten sollte man sich insbesondere an den beiden Lötflächen der ehemaligen LED (gelber Kreis) orientieren: Die ihnen zugeordneten Pfostenstifte 5 und 6 sollen jeweils auf der *linken unteren Ecke* der entsprechenden Lötflächen zu liegen kommen. Anders ausgedrückt: Es ist diejenige Position anzustreben, bei der die Pfostenleiste möglichst wenig bis gar nicht über den rechten Platinenrand hinausragt, sich andererseits aber alle Stifte (außer 7) noch sicher und ohne Kurzschlussgefahr mit den zugehörigen Lötflächen verlöten lassen. Stift 2 darf dabei ggf. ruhig Kontakt zur linken Nachbarfläche bekommen. Stift 7 bleibt vorerst „in der Luft“ und darf nirgendwo Kontakt haben.



**Schritt 5:** Um das Sprachspeichermodul für unsere Zwecke brauchbar zu machen, müssen nun noch die hier gezeigten Drahtverbindungen sowie zwei Widerstände und zwei Si-Dioden (z.B. 1N4148) hinzugefügt werden. Jeder Punkt bezeichnet eine Lötstelle auf der darunterliegenden Lötfläche bzw. einer freigeätzten Leiterbahn. Bei der oberen Diode, die sinnvollerweise zuerst eingelötet wird, ist zu beachten, dass jeder Anschlussdraht an *zwei* Stellen anzulöten ist. Der gelb gezeichnete Alternativ-Anschlusspunkt muss verwendet werden, falls der obere wegen knappen Platinenzuschnitts nicht mehr durch eine Leiterbahn mit dem unteren verbunden ist.

Jedes Bauteil zuerst an der „stabileren“ Lötstelle befestigen! Kleinflächige Lötstellen auf freigeätzten Leiterbahnen sind nicht sehr belastbar und dürfen zum Schutz vor mechanischen Spannungen erst verlötet werden, wenn sich das Bauteil bereits in der endgültigen Lage befindet und nicht mehr hin- und hergebogen wird. Hier muss außerdem besonders zügig gelötet werden, damit sich die Leiterbahn nicht ablöst. Für die Drahtverbindungen empfehle ich aus Platzgründen Kupferlackdraht (z.B. aus den Sprachmemos), da er fast nicht aufträgt.



**Voilà! - Das fertige Sprachspeichermodul.** So etwa müsste es aussehen. Übrigens, um Unsicherheiten vorzubeugen: An der gelb gekennzeichneten Stelle befindet sich tatsächlich die erforderliche Lötstelle mit der darunterliegenden Leiterbahn, auch wenn es im Bild so gut wie nicht zu sehen ist!

Das Modul ist vollständig kompatibel zu denen der ersten Generation (wie im FUNKAMATEUR beschrieben) und kann auch in Kombination mit jenen verwendet werden. Damit das abweichende Verhalten einer Signalleitung berücksichtigt wird, ist aber eine Firmware ab Version 2.4 nötig.

## Platinenbestückung

Die Papageien-Platine ist zwar wegen der Leiterbahndichte nicht gerade als Erst-Projekt für absolute Einsteiger geeignet, aber mit einer genügend feinen Lötspitze und etwas Übung dürfte die Bestückung anhand von Stückliste und Bestückungsplan (am Schluß) keine Probleme bereiten.

Folgende **Besonderheiten** sind jedoch zu beachten:

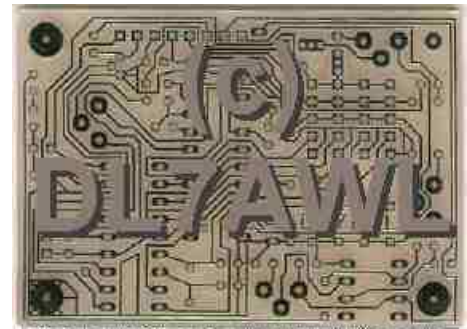
- Die 3 Drahtbrücken nicht vergessen! Diejenige unter IC 2 sollte zuerst bestückt werden, da sie später nicht mehr zugänglich ist.
- Die 7polige Buchsenleiste für jedes Modul wird jeweils aus einem 5poligen und einem 3poligen Teil gebildet. Die Teilung ist nötig, weil im Zwischenraum R15 Platz finden muss. Beim 3poligen Teil muss der mittlere, ungenutzte Stift kurz abgeschnitten werden, da hierfür keine Bohrung vorgesehen ist.
- Zumindest IC 1 gehört wegen etwaiger späterer Firmware-Updates in einen Sockel; ich empfehle jedoch, alle ICs (außer IC 3) zu sockeln.
- Einige Bauteile sind optional (siehe Stückliste). Wer sich alle Möglichkeiten offen und die Platine so universell wie möglich halten möchte, bestückt alle Bauteile außer R14. Da letzterer geräteabhängig ist (nur nötig und zulässig, wenn NF- und PTT-Eingang identisch sind, z.B. bei Geräten mit Klinken-Mikrofonbuchse), gehört er eigentlich eher ins entsprechende Verbindungskabel.
- Wenn stabilisierte 5 V bereits zur Verfügung stehen und von außen über K1/Pin5 zugeführt werden sollen, darf IC 3 nicht bestückt werden.
- Als LED ist eine low-current-Version, wie sie aus den Memos ausgebaut werden kann, zu verwenden.

## Inbetriebnahme und Abgleich

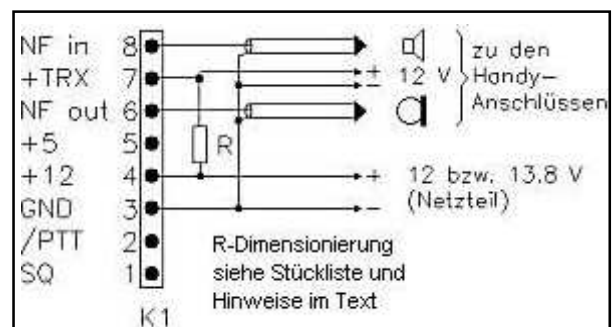
Für die Erst-Inbetriebnahme gehen wir vom universellsten Fall aus, nämlich dass die Platine gemäß nebenstehender Abbildung (obere Variante) an ein Handfunkgerät angeschlossen ist. Bei anderen Gegebenheiten ist die Prozedur evtl. entsprechend anzupassen. Beim Handy sollte die Rauschsperrung richtig eingestellt und der Stromsparmmodus abgeschaltet sein. Ein weiteres Funkgerät auf der gleichen Frequenz sollte zum Ansprechen des Papageis zur Hand sein; dieses muss eine *vollständige* DTMF-Tastatur (alle 16 Codes) oder ein entsprechendes Mikrofon haben. Ein vor das Mikro gehaltenes DTMF-Geber, wie er z.B. zur Fernabfrage von Anrufbeantwortern benutzt wird, ist definitiv *nicht* geeignet.

Da im Nahbereich schon die Parasitärstrahlung ausreicht, sind an beiden Geräten vorerst *unbedingt* Dummy-Loads zu verwenden - Einstrahlungen können sonst (nicht nur) den Abgleichvorgang an der offenen Platine stören.

Ferner sollte beim Abgleich unbedingt die nachfolgende Reihenfolge eingehalten werden.



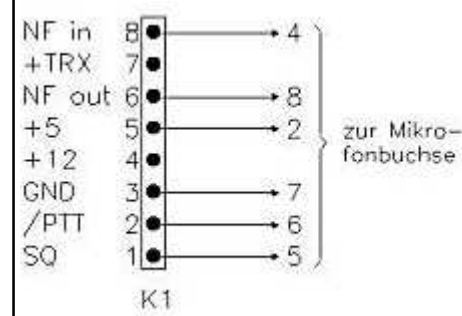
Die Platine (erhältlich beim Autor) etwa in Originalgröße. Nach langer Tüftelei ist ein einseitiges Layout mit nur 3 Drahtbrücken gelungen.



### Zwei Beispiele für die Zusammenschaltung von Papagei und Funkgerät.

**Oben:** 12-V-Handy und Nutzung der Stromsensor-Trägererkennung. R14 muß in diesem Fall bestückt sein oder besser extern zwischen Stift 2 und 6 von K1 gelegt werden. Jumper K3 muß gesteckt sein.

**Unten:** Mobilgerät FT912 (mit sog. "Packet-Modifikation" lt. Handbuch), Nutzung von 5 V und "Busy"- (SQ-)Signal aus der Mikrofonbuchse. K3, R14 und IC3 *müssen*, alle sonstigen optionalen Bauteile *können* unbestückt bleiben.



Die erste Inbetriebnahme erfolgt vorübergehend mit leeren IC- und Modul-Sockeln. Die Stromaufnahme der Platine muss, abgesehen vom IC3-Ruhestrom, gleich Null sein. An allen IC-Sockeln sollte das Vorhandensein der entsprechenden Betriebsspannungen überprüft werden.

**Abgleich der Stromsensor-Schaltung:** Dazu wird zunächst nur der 741 eingesetzt. K3 muss beim Abgleich offen sein. R11 wird durchgedreht und der Punkt gesucht, an dem die LED gerade zu leuchten beginnt. Anschließend wird bei offener Rauschsperrschaltung bzw. Empfang eines Signals der Punkt gesucht, bei dem sie gerade erlischt. R11 wird nun in die Mitte zwischen beiden gefundenen Punkten gebracht - die Stromsensor-Schaltung zur Träger-Erkennung ist damit abgeglichen. Bei jedem empfangenen Träger muss nun die LED zuverlässig aufleuchten und bei dessen Wegfall ohne nennenswerte Verzögerung wieder verlöschen. Dies sollte ggf. auch bei der tiefsten und höchsten am Relaisstandort vorkommenden Umgebungstemperatur überprüft werden, jedenfalls wenn ein regulärer, unbeaufsichtigter Betrieb geplant ist. Wann immer diese Trägererkennung zum Einsatz kommen soll, darf auf K3 eine Steckbrücke (Jumper) nicht fehlen. Bei externer Zuführung eines SQ-Signals muss K3 hingegen frei bleiben.

**Erster Funktionstest:** Nachdem PIC und 8870 sowie mindestens Modul 1 in ihre Fassungen gesetzt und alle Trimmer (außer R11) in Mittelstellung gebracht wurden, wird zuerst das Funkgerät und dann der Papagei eingeschaltet, während mit dem zweiten Gerät die Frequenz abgehört wird. Dabei muss die Frequenz frei sein (Rauschsperrschaltung zu), damit die beim Erst-Einschalten stattfindende automatische Polaritätserkennung für den SQ-Eingang keine falschen Schlüsse zieht! Aus dem gleichen Grund empfehle ich das getrennte Einschalten von Funkgerät und Papagei in besagter Reihenfolge, was aber nur beim Erst-Einschalten nötig ist. Es soll sicherstellen, dass der PIC im Moment der Polaritätserkennung ungeachtet etwaiger Einschwing- oder Aufladevorgänge eine bereits stabile SQ-Leitung vorfindet. Wenn der Controller richtig arbeitet, wird er nach einigen Sekunden eine längere CW-Sequenz (Firmware-Versions- und Copyrightmeldung) aussenden. Dies tut er - von sich aus - aber nur beim ersten Einschalten; es ist das Zeichen für die automatisch stattfindende Grundinitialisierung, bei der für fast alle Betriebsparameter sinnvolle Werte voreingestellt werden. Anschließend erklingt das Call in CW, bzw. falls noch keins bekannt ist, ersatzweise die Zeichenfolge ??CALL??. Der Papagei ist nun bereit, auf empfangene Signale zu reagieren.

**Einstellung der Empfangslautstärke:** Jetzt muss am Papagei-Funkgerät die Lautstärke so eingestellt werden, dass sie zur Ruftonerkennung ausreicht. Dazu wird sie von unten her kommend solange schrittweise aufgedreht und dann jeweils vom anderen Gerät probeweise ein Rufton gesendet, bis der Papagei reagiert und sich mit seiner Kennung meldet. Zur gefundenen Stellung wird zur Sicherheit noch etwas dazugegeben. Wird die Lautstärke allerdings allzu weit über das erforderliche Minimum hinaus angehoben, könnte es Schwierigkeiten mit den nachfolgenden Einstellungen geben. Sicherheitshalber sollte man den Rufton-Test mit verschiedenen Geräten auf Sendeseite wiederholen, damit sichergestellt ist, dass auch Geräte mit vielleicht etwas geringerem Rufton-Hub noch in der Lage sind, den Papagei sicher aufzutasten. Nicht vergessen, zwischen den einzelnen Versuchen den Papagei immer erst wieder abfallen zu lassen (erkennbar an nochmaliger Kennungsaussendung), da er sonst auf einen Rufton natürlich nicht in der erwarteten Weise reagiert. Man merkt sich nun für alle Zeiten die gefundene „Papagei-Position“ des Lautstärkestellers, da sich darauf auch alle weiteren Abgleichvorgänge beziehen.

**Abgleich des Aufnahmepegels:** Nun wird bei aufgetastetem Papagei R9 bewusst niedrig eingestellt, so dass die Wiedergabe eigentlich viel zu leise, aber noch gut hörbar ist. So wird sichergestellt, dass etwaige Verzerrungen nicht auf der Wiedergabeseite entstehen. Nun wird in wiederholten Testdurchgängen, bei denen man vielleicht eine Spur lauter als üblich spricht, mit R7 der Aufnahmepegel soweit angehoben, bis die Wiederholung durch den Papagei deutliche Verzerrungen zu zeigen beginnt, und danach R7 wieder etwas zurückgenommen. Damit ist der Aufnahmepegel ausreichend genau eingestellt.

**Abgleich des Sendepiegels:** Mit R9 wird nun die Wiedergabelautstärke wieder soweit angehoben, dass subjektiv ein mit anderen Stationen vergleichbarer Hub entsteht. Wenn möglich, sollte man einen benachbarten OM, der sowohl das direkte wie das vom Papagei wiederholte Signal gleich gut empfangen kann, beides vergleichen lassen und auf identische Lautstärke abgleichen.

**Abgleich der CW-Lautstärke:** Zum guter Letzt wird noch mit R3 die Lautstärke des CW-Signals auf einen angenehmen, nicht zu aufdringlichen aber doch gut hörbaren Wert eingestellt.

Alle Einstellungen sind unkritischer als es hier vielleicht klingt, trotzdem empfiehlt sich Sorgfalt, schon damit die grundlegenden Zusammenhänge und gegenseitigen Abhängigkeiten verstanden werden, um bei etwaigen Problemen eine Selbsthilfe zu ermöglichen. Damit ist der Papagei hardwaremäßig fertig - es folgt die „Soft“-Konfigurierung.

### ***Sysop-Funktionen***

Bei der automatischen Grundinitialisierung werden für fast alle Betriebsparameter sinnvolle Werte voreingestellt, so dass die ersten Tests sofort stattfinden können (aber bitte nur am Dummyload, solange noch kein Call eingegeben ist!).

Jegliche Konfigurationsänderung und sonstige (Fern-)Bedienung durch den Betreiber („Sysop“) wird per DTMF vorgenommen. Als gültig angenommene Eingaben werden in CW quittiert - trotzdem muss man kein CW-Kenner sein, um mit dem Papagei zurechtzukommen! Alle vorgenommenen Änderungen sind sofort wirksam und bleiben auch bei Stromausfall erhalten.

Wegen der Vielfalt von Sysop-Funktionen muss hier auf deren Beschreibung verzichtet werden. Einzelheiten interessieren ohnehin nur den Betreiber. Zu jedem „Basispaket“ (PIC, Platine usw.) gehört deshalb auch ein liebevoll gemachtes Sysop-Handbuch mit einer ausführlichen Beschreibung aller Sysop-Codes und Tipps zu deren Verwendung. Auch interessante „Zweckentfremdungen“ des Papageis, z.B. als Info-System (eine Art Funk-„Anrufbeantworter“) oder als Baken- bzw. Fuchsjagdsender-Steuerung sind dort beschrieben.

### ***Variationen***

Der Einbau in ein Gehäuse und die meist verhassten Mechanik-Arbeiten dürften sich wegen der fehlenden Bedienungselemente erfreulich unkompliziert gestalten. Vielleicht *zu* unkompliziert? Sollte es womöglich doch lieber ein bisschen bunt blinken und „nach was aussehen“? Bitteschön: Leuchtdioden zwischen einigen PIC-Anschlüssen und +5V (natürlich mit entsprechenden Vorwiderständen!) sind kein Problem, wobei auch hier low-Current-Ausführungen zu bevorzugen sind. Geeignete Anschlusspunkte sind RB4-7 (Anzeige des jeweils selektierten Moduls) und RA1 („Aufnahme“-Anzeige).

Wer sich am Spannungsabfall an „R“ beim Senden stört, der kann über den /PTT-Anschluss ein Relais steuern, welches den Widerstand beim Senden kurzschließt. Dadurch wird es auch möglich, mit etwas größeren Widerstandswerten zu experimentieren. Dies könnte bei Geräten mit nur geringer Änderung der Stromaufnahme evtl. die Erkennungssicherheit erhöhen.

Steht - z.B. durch einen Eingriff ins Funkgerät - ein SQ-Signal beliebiger Polarität direkt zur Verfügung, so kann auf die Stromsensor-Schaltung ganz verzichtet oder diese durch Entfernen des K3-Jumpers still gelegt werden. Wo auch immer man das SQ-Signal abgreift, der entsprechende „SQ“-Eingang der Papageien-Elektronik ist so hochohmig (CMOS), dass keine Beeinflussung des Funkgerätes zu befürchten ist. Steht nur ein SQ-Signal zur Verfügung, welches TTL-Pegel überschreitet, so reicht ein simpler Vorwiderstand von einigen 10k als Pegelwandler - die robusten PIC-internen Eingangsschutzdioden erledigen mühelos den Rest. Für anderweitige Pegelanpassungen oder -verschiebungen kann man evtl. auch den 741 zweckentfremden, indem man Pin 7 von K1 als SQ-Eingang benutzt - diesmal natürlich ohne externen „R“. Mit etwas Fantasie sollte sich auch in widrigsten Fällen eine praktikable Lösung finden lassen.

### ***Zusatzschaltung für 9 Schaltausgänge (optional)***

Seit Firmware-Version 2.6 konnten die an K2 herausgeführten und bis dato ungenutzten PIC-Ports RB0 und RB1 als praktische, universell verwendbare, per Funk fernsteuerbare Schaltausgänge genutzt werden. Seit der neuen Firmware 2.7 (März 2007) sind nun mit Hilfe einer kleinen Zusatzschaltung nicht weniger als 9 Schaltausgänge möglich. Eine ausführliche Beschreibung der Zusatzschaltung ist sowohl online als auch in einer herunterladbaren PDF-Version unter [www.d17aw1.de/papa9out.htm](http://www.d17aw1.de/papa9out.htm) verfügbar.

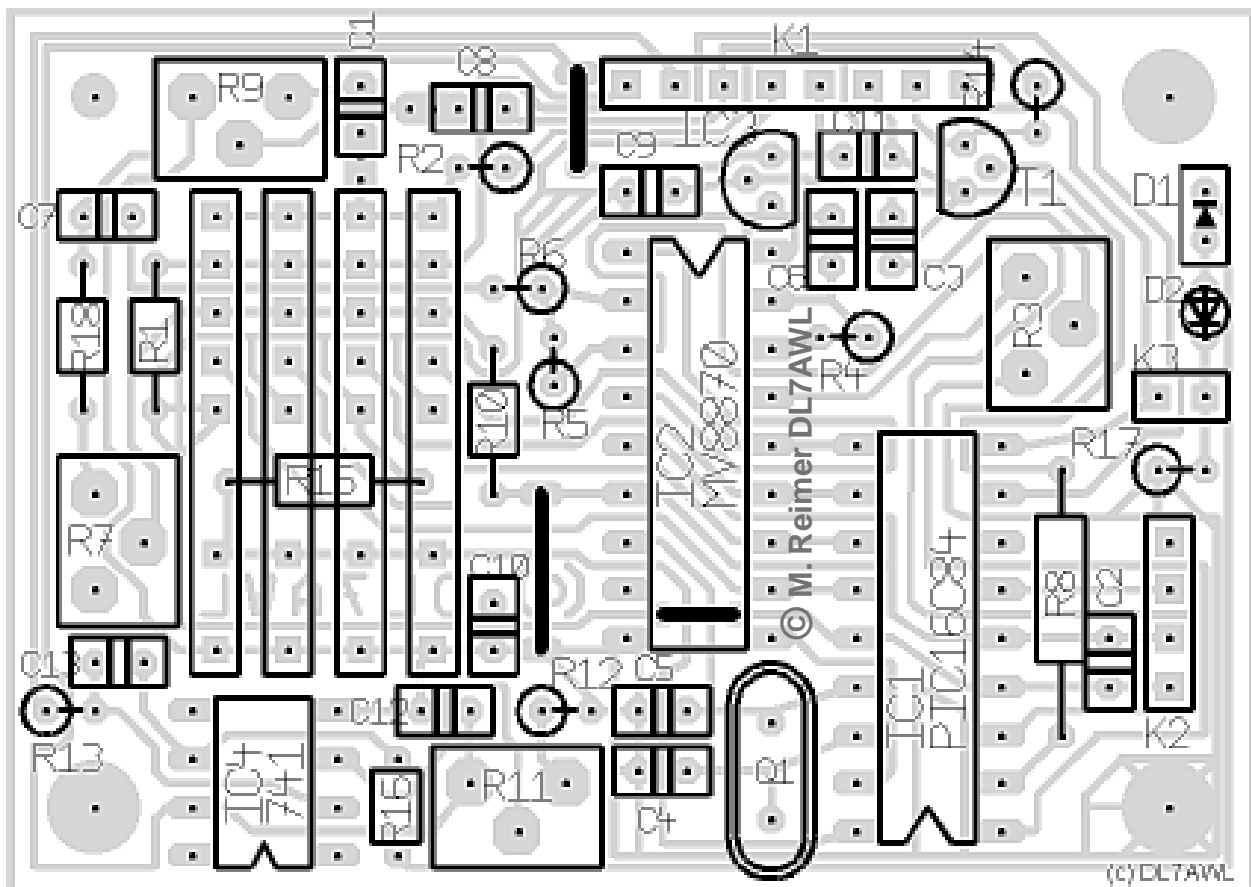
## Schlussinweis

Die dargestellten Entwicklungen und Ideen dürfen nur im Amateurfunkbereich verwendet werden; eine gewerbliche oder anderweitige Verwertung ohne meine schriftliche Zustimmung ist jedoch untersagt. Alle Bestandteile des „Basispakets“ (Sysop-Handbuch, Platine und PIC-Prozessor) beinhalten nur ein Nutzungsrecht für ein System; Inhalte bzw. Informationen daraus, aus Webseiten oder der vorliegenden Dokumentation dürfen in keiner Weise kopiert, vervielfältigt, verwertet oder weitergegeben werden dürfen - ausgenommen natürlich die mit dem Basispaket gelieferte „Anleitung für Benutzer“, welche ja ausdrücklich als Kopiervorlage gedacht ist.

Abschließend nochmals der Hinweis, dass Memos, Platinen und programmierte PIC-Chips nebst Beschreibung günstig bei mir erhältlich sind, siehe [www.dl7awl.de/papagei.htm](http://www.dl7awl.de/papagei.htm).

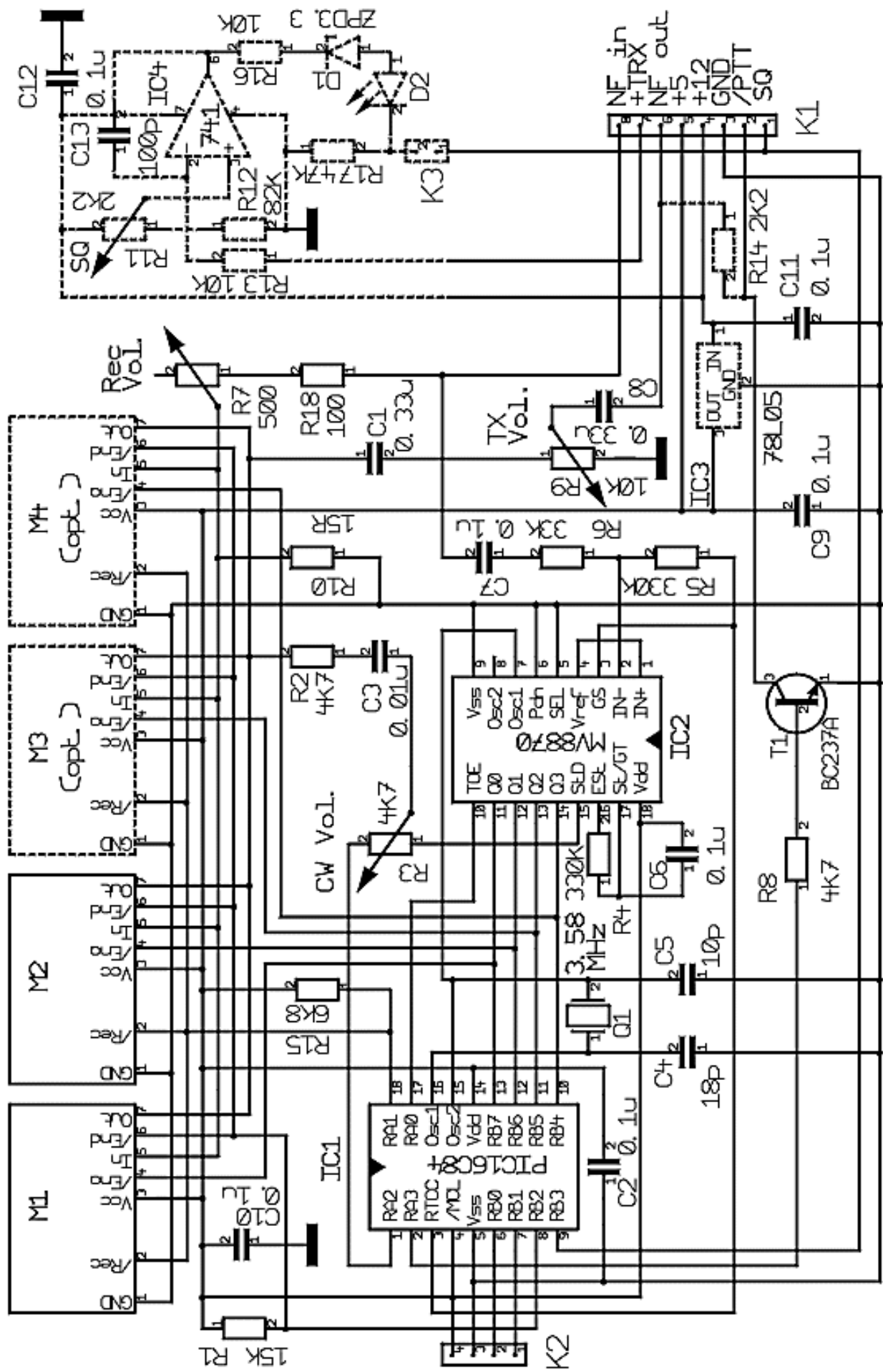
Ebenso helfe ich gern bei etwaigen Problemen. Man erreicht mich unter dem Nutzernamen *dl7awl* am besten über mein Online-Forum unter [www.dl7awl.de/forum/](http://www.dl7awl.de/forum/). Alle „öffentlichkeitstauglichen“ Fragen bitte ich dort unbedingt *offen* zu stellen, damit andere, die evtl. ähnliche Fragen oder Probleme haben, auch davon profitieren. Für weniger öffentlichkeitstaugliche Fragen bietet das Forum aber auch die Möglichkeit, private Mitteilungen direkt von Person zu Person zu versenden.

*73 und viel Spaß von Manfred, DL7AWL!*



Der Bestückungsplan.

Zu allererst sollte die Drahtbrücke unter IC2 bestückt werden, da sie später nicht mehr zugänglich ist.



(e) DL7AWL

Gesamtschaltbild des Funkpapageis. Gestrichelt gezeichnete Komponenten sind optional.

## Stückliste

### a) Platinenbestückung:

R1	15k	
R2	4k7	
R3	4k7	Trimpoti (stehend)
R4	330k	
R5	330k	
R6	33k	
R7	500	Trimpoti (stehend)
R8	4k7	
R9	10k	Trimpoti (stehend)
R10	15R	
* R11	2k2	Trimpoti (stehend)
* R12	82k	
* R13	10k	
R14	2k2	(optional, s. Text)
R15	6k8	
* R16	10k	
* R17	47k	
R18	100	
C1	0.33u	
C2	0.1u	
C3	0.01u	
C4	18p	
C5	10p	
C6	0.1u	
C7	0.1u	
C8	0.33u	
C9	0.1u	
C10	0.1u	
C11	0.1u	
* C12	0.1u	
* C13	100p	
* D1	ZPD3.3	
* D2	low-Current-LED (z.B. aus Talking Memo)	
K1	Pfostensteckerleiste 1x8	
K2	Pfostensteckerleiste 1x4	
* K3	Pfostensteckerleiste 1x2 mit Jumper	
IC1	PIC16F84 (programmiert, beim Autor erhältlich) incl. Fassung	
IC2	MV8870 (= MT8870) incl. Fassung	
IC3	78L05 (optional, entfällt bei 5V-Versorg.)	
* IC4	741 incl. Fassung	
Q1	3.58MHz (bzw. 3.579545 MHz)	
T1	BC237A	
M1..4	Sprachmodul(e), selbst herzustellen gem. Text oder fertig und geprüft beim Autor erhältlich	
ferner:	Platine, glanzverzinnt, gebohrt (erhältlich beim Autor)	
	4 St. Pfostenbuchsenleiste 1x5	
	4 St. Pfostenbuchsenleiste 1x3	

### b) je Sprachmodul, mindestens aber 1mal:

1 "Talking Memo" (erhältlich b. Autor)  
1 Widerstand 4k7  
1 Widerstand 47k  
2 Dioden 1N4148  
1 Pfostensteckerleiste 10polig einreihig

### c) Extern:

\* R (vgl. Abb. S. 7 unten) Wert und Belastbarkeit je nach Funkgerät; Einzelheiten siehe Text. Zugeschnittene Faustformeln für Richtwerte (unter der Annahme, daß ein max. Spannungsabfall von 1,5 V beim Senden noch tragbar ist):

$$R \text{ (Ohm)} = 1,5 / I_{\max}$$
$$P \text{ (Watt)} = 2 * I_{\max}^2$$

( $I_{\max}$  = max. Sendestromaufnahme in A)

### d) Für optionale Zusatzschaltung zur Erweiterung auf 9 Schaltausgänge (siehe [www.d17awl.de/papa9out.htm](http://www.d17awl.de/papa9out.htm)):

IC 74HCT164N oder 74LS164N  
incl. Fassung (Vor- und Nachteile der beiden Typen siehe Text)

2 Widerstände 3k9

ferner: Stückchen Lochrasterplatine mit Löt-  
augen zum Aufbau der Schaltung  
1 Stück 4pol. Pfostenbuchsenleiste  
1 Stück Flachbandkabel 4pol.  
Abschnitte Pfostensteckerleiste für  
Ausgänge, je nach gewünschter An-  
ordnung beim Aufbau

**\* = für Stromsensor-Schaltung, nur bei Bedarf (s. Text)**

Diese Anleitung ist auch in stets aktueller Fassung als elektronisches Dokument im Adobe® *Portable Document Format* (PDF) sowie online verfügbar über:

<http://www.d17awl.de>

# Inhaltsverzeichnis

Das „Arme-Leute-Relais“ .....	1
Relaisfunkstelle - einmal anders .....	1
Sprachspeicherung - einmal anders .....	2
Trägererkennung - einmal anders .....	3
Ruftonerkennung - einmal anders .....	3
Ablaufsteuerung - einmal anders .....	4
Vom Memo zum Modul .....	5
Platinenbestückung .....	7
Inbetriebnahme und Abgleich .....	7
Sysop-Funktionen .....	9
Variationen .....	9
Zusatzschaltung für 9 Schaltausgänge (optional) .....	9
Schluss Hinweis .....	10
Der Bestückungsplan. ....	10
Gesamtschaltbild des Funkpapageis .....	11
Stückliste .....	12