

Spracherkennung Teil 2

Die Spracherkennungstechnologie ermöglicht die Realisierung von Geräten, die auf Sprachkommandos reagieren und entsprechende Funktionen ausführen. Die hier vorgestellte Experimentierplatine kann mit dem Sensory-Spracherkennungsmodul ausgerüstet werden und ermöglicht eigene Applikationen.

Allgemeines

Die grundsätzliche Funktionsweise der Spracherkennungs-Technologie wurde im „ELVjournal“ 2/2003 ausführlich beschrieben. Nun wollen wir eine Experimentierplatine vorstellen, die, bestückt mit dem Sensory-Spracherkennungsmodul, unterschiedlichste eigene Anwendungen ermöglicht. Eine zusätzliche Lochrasterfläche erlaubt dabei eigene Schaltungserweiterungen.

Die Auswahl der unterschiedlichen Betriebszustände des Moduls erfolgt über Kodierstecker, und eine Spannungsstabilisierung ermöglicht die Schaltungsversorgung mit einem unstabilierten Stecker-Netzteil. Des Weiteren sind Ausgangszwi-

schenspeicher, ein Mikrofon, ein externer Lautsprecher und die Bedienelemente auf der Experimentierplatine vorhanden.

Das in SMD-Technologie realisierte

Sensory-Modul wird vollständig aufgebaut ausgeliefert, während die in konventioneller Technologie aufgebaute Experimentierplatine vom Anwender zu bestücken

Technische Daten: Spracherkennungsmodul

Betriebsmodes: Sprecherabhängig, Einzelwort-Continuous-Listening, Multiwort-Continuous-Listening
Trainierbare Wörter: 15 sprecherabhängige Kommandos und bis zu 3 Continuous-Listening-Wörter
Konfiguration: Über Kodierstecker auf der Experimentierplatine
Bedienung: 4 Taster auf der Leiterplatte
Erweiterungsmöglichkeit: Frei zur Verfügung stehende Lochrasterfläche
Spannungsversorgung: 8 V - 20 DC
Stromaufnahme: < 300 mA
Abm. Modul (B x H): 51 x 51 mm
Abm. Experimentierplatine: (B x H): 132 x 91 mm

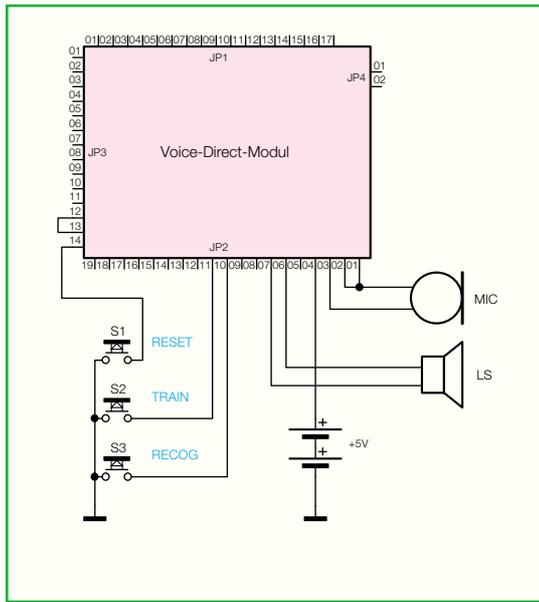


Bild 4: Schaltung des sprecherabhängigen Betriebsmodus

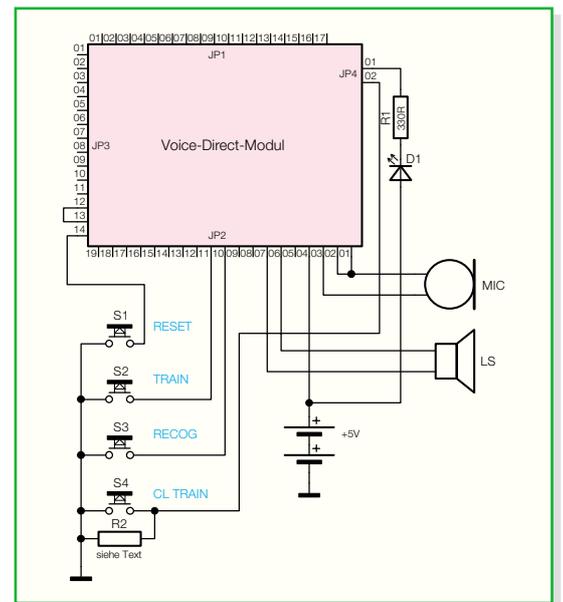


Bild 5: Konfiguration des Moduls im Einzelwort CL-Modus

ist. Dadurch wird ein schneller, unkomplizierter Aufbau gewährleistet.

Konfiguration und Bedienung

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Konfiguration der verschiedenen Betriebsmodi über Kodierbrücken auf der Experimentierplatine. Dabei wird zwischen den beiden Hauptkonfigurationen sprecherabhängig (SD – Specker dependend) und kontinuierlich hören (CL – Continuous Listening) unterschieden.

Durch die Beschaltung von verschiedenen Pins mit einem externen Widerstand kann die Selektivität der Schaltung eingestellt werden. Hierauf werden wir im weiteren Verlauf noch detailliert eingehen.

Betrachten wir nun zuerst den sprecherabhängigen Betriebsmode, dessen grundsätzliche Beschaltung in Abbildung 4 zu sehen ist. Bis zu 15 unterschiedliche Wörter können eingelesen und abgespeichert werden. Zum Einlernen ist die „Train-Tas-

te“ für mindestens 100 ms zu betätigen, wodurch der entsprechende Pin für diese Zeit auf Massepotenzial gezogen wird.

Daraufhin wird der Ansagetext „Sagen Sie Wort x“ (x ist die Nummer des Wortes, das trainiert werden soll) ausgegeben. Das trainierte Wort oder eine Phrase muss kürzer als 2,5 s sein und darf keine Pausen enthalten, die länger als 0,5 s sind. Unter folgenden Bedingungen wird das Training beendet:

- wenn nach einem Prompt (Ansage) kein Wort gesprochen wird
- wenn einer der Taster während des Trainings ein zweites Mal gedrückt wird
- wenn drei Fehler in Folge während des Trainings aufgetreten sind oder
- nachdem alle 15 Wörter trainiert sind.

Es ist nicht erforderlich, alle 15 Wörter in einem Trainingsdurchlauf zu trainieren. Ein unterbrochenes Training kann jederzeit wieder aufgenommen werden, d. h., neue Wörter können zu einem beliebigen

Zeitpunkt zu einem bestehenden Set hinzugefügt werden.

Sobald das Prompt „Sagen Sie Wort x“ ausgegeben wird, ist vom Anwender das zu trainierende Wort zu sprechen. Bei einem Wort oder einer Phrase mit korrekter Länge und Lautstärke antwortet das System mit „Wiederholen Sie“. Wenn der Benutzer nun das Wort wiederholt hat, antwortet das Voice-Direct-Modul mit „Akzeptiert“ als Bestätigung dafür, dass das Wort korrekt trainiert wurde.

Tritt während des Trainings ein Fehler auf, gibt das Modul eine akustische Fehlermeldung aus. Bei jeder Fehlermeldung geht zusätzlich der Error-Pin für eine Sekunde auf High-Pegel. Mögliche Fehlermeldungen sind: „Sie haben zu früh gesprochen“ und „Bitte sprechen Sie lauter“.

Grundsätzlich hat der Benutzer drei Versuche, ein Wort zu trainieren, bevor das Voice-Direct-Modul das Training beendet mit der Meldung „Fehler beim Training – Training beendet“. Dabei wechselt ebenfalls der Error-Pin für eine Sekunde auf High-Pegel.

Durch Drücken der „Train“- oder der „Recog-Taste“ kann jederzeit das Training beendet werden. Eine automatische Beendigung des Trainings erfolgt, wenn auf Prompts (Aufforderungen vom Voice-Direct-Modul) nicht geantwortet wird, oder nachdem alle 15 Wörter trainiert sind.

Zur Worterkennung ist im sprecherab-

Sprecherabhängig	Wort	Ausg. D0	Ausg. D1	Ausg. D2	Ausg. D3	Ausg. D4	Ausg. D5	Ausg. D6	Ausg. D7
	01	X							
02			X						
03				X					
04					X				
05						X			
06							X		
07								X	
08									X
09	X								X
10			X						X
11				X					X
12					X				X
13						X			X
14							X		X
15								X	X

Tabelle 1: Sprecherabhängiger Modus

hängigen Modus die Taste „Recog“ zu betätigen. Sobald dieser Pin für mindestens 100 ms auf Massepotenzial gezogen wird, beginnt die Spracherkennung nach Ausgabe des Prompts „Sagen Sie ein Wort“. Daraufhin ist vom Anwender das gewünschte Wort ins Mikrofon zu sprechen, worauf das Modul die Nummer des erkannten Wortes meldet.

Wird das gesprochene Wort nicht erkannt, meldet das Voice-Direct-Modul „Wort nicht erkannt“. Bei richtig erkanntem Sprachmuster wird der zugehörige Ausgang für eine Sekunde aktiviert.

Tabelle 1 zeigt, welche Ausgänge des Moduls bei den einzelnen erkannten Wörtern im sprecherabhängigen Modus aktiviert werden. Nachgeschaltete Decoder auf der Experimentierplatine sorgen für 15 unterschiedliche Ausgangssignale.

Treten während der Erkennungssequenz Fehler auf, erfolgt die Ausgabe entsprechender Fehlermeldungen, wie „Sie haben zu früh gesprochen“ oder „Bitte sprechen Sie lauter“. Bei jeder Fehlerausgabe wechselt der Error-Pin für eine Sekunde auf High-Pegel. Selbstverständlich wird keine Fehlermeldung ausgegeben, wenn aus irgendeinem Grund das Wort nicht erkannt wird, da in diesem Fall auch kein Fehler vorliegt. Genauso gut wäre es möglich, dass das gesprochene Wort vorher nicht trainiert wurde.

Einzelwort Continuous-Listening-Modus

Im Einzelwort CL-Modus ist das Modul wie in Abbildung 5 gezeigt zu konfigurieren. Nach Betätigen des „Recog-Tasters“ ist das System aktiviert und hört, solange die Talk-LED aufleuchtet, ständig nach einem trainierten Wort.

Nach der Erkennung des Continuous-

Continuous-Listening (A) und sprecherabhängig	Wort	Ausg. D0	Ausg. D1	Ausg. D2	Ausg. D3	Ausg. D4	Ausg. D5	Ausg. D6	Ausg. D7
	A + 01	X							
	A + 02		X						
	A + 03			X					
	A + 04				X				
	A + 05					X			
	A + 06						X		
	A + 07							X	
	A + 08								X
	A + 09	X							X
	A + 10		X						X
	A + 11			X					X
	A + 12				X				X
	A + 13					X			X
	A + 14						X		X
	A + 15							X	X

Tabelle 2: Einzelwort Continuous-Listening-Modus

Listening-Wortes muss innerhalb von 3 s das gewünschte sprecherabhängige Kommandowort gesprochen werden.

Dazu ein Beispiel: Als CL-Wort könnte das Wort „Licht“ trainiert werden und als Kommandowörter „Ein“ und „Aus“. Zum Einschalten des Lichts wären dann „Licht und Ein“ und zum Ausschalten „Licht und Aus“ in das Mikrofon zu sprechen. Auch in diesem Modus sind bis zu 15 sprecherabhängige Kommandos trainierbar. Der Unterschied zum zuvor beschriebenen Modus besteht darin, dass das System nicht durch einen Taster, sondern durch ein Kommandowort aktiviert wird. Tabelle 2 zeigt die Zuordnung der Kommandowörter zu den Ausgangssignalen in diesem Betriebsmode.

Multiwort Continuous-Listening-Modus

Im Multiwort CL-Modus kann das Modul nach bis zu 3 unterschiedlichen Wör-

tern hören. In diesem Betriebsmode können dann bis zu 3 verschiedene Sets angelegt werden, die aus einem CL-Wort und bis zu 5 Kommandowörtern bestehen können. Das sprecherabhängige Wort, das auf ein Continuous-Listening-Wort folgt, wird nur mit den Sprachmustern im zugehörigen Set verglichen. Um in diesen Betriebsmode zu gelangen, ist das Modul wie in Abbildung 6 dargestellt zu konfigurieren.

Wenn keine sprecherabhängigen Wörter trainiert wurden, verursacht eine erfolgreiche Erkennung des trainierten CL-Wortes die gleiche Reaktion, als wenn das erste sprecherabhängige Wort aus dem zugehörigen Set erkannt wurde. Diese Funktion ist nützlich, wenn es bis zu drei Benutzer gibt, von denen jeder nur ein Kommandowort benötigt. In Tabelle 3 ist zu sehen, welche Ausgänge bei den verschiedenen Kommandowörtern in diesem Betriebsmode aktiviert werden.

Löschen von Sprachmustern

Zum Löschen des gesamten Speichers sind die Tasten „Train“ und „Recog“ für mindestens 0,5 s gleichzeitig zu betätigen. Daraufhin meldet das Modul „Der Speicher ist gelöscht“. Der Error-Pin wechselt für 1 s von Low nach High, und der Löschmode wird automatisch wieder verlassen. Das Löschen von einzelnen Wörtern oder Sets ist beim Voice-Direct-System nicht möglich.

Schaltung

Die Schaltung besteht aus dem eigentlichen Modul von Sensory in Abbildung 7 und der Experimentierplatine in Abbildung 8, die ausschließlich mit konventionellen bedrahteten Bauelementen realisiert wurde. Die Experimentierplatine dient in erster Linie zur Aufnahme der Aus-

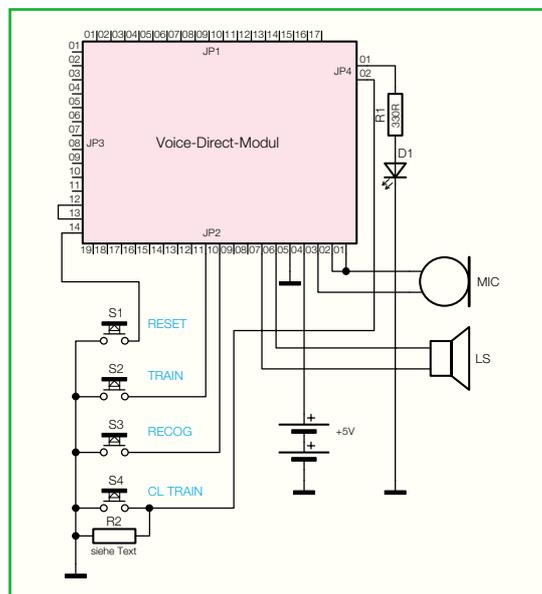


Bild 6: Konfiguration des Moduls im Multiwort CL-Modus

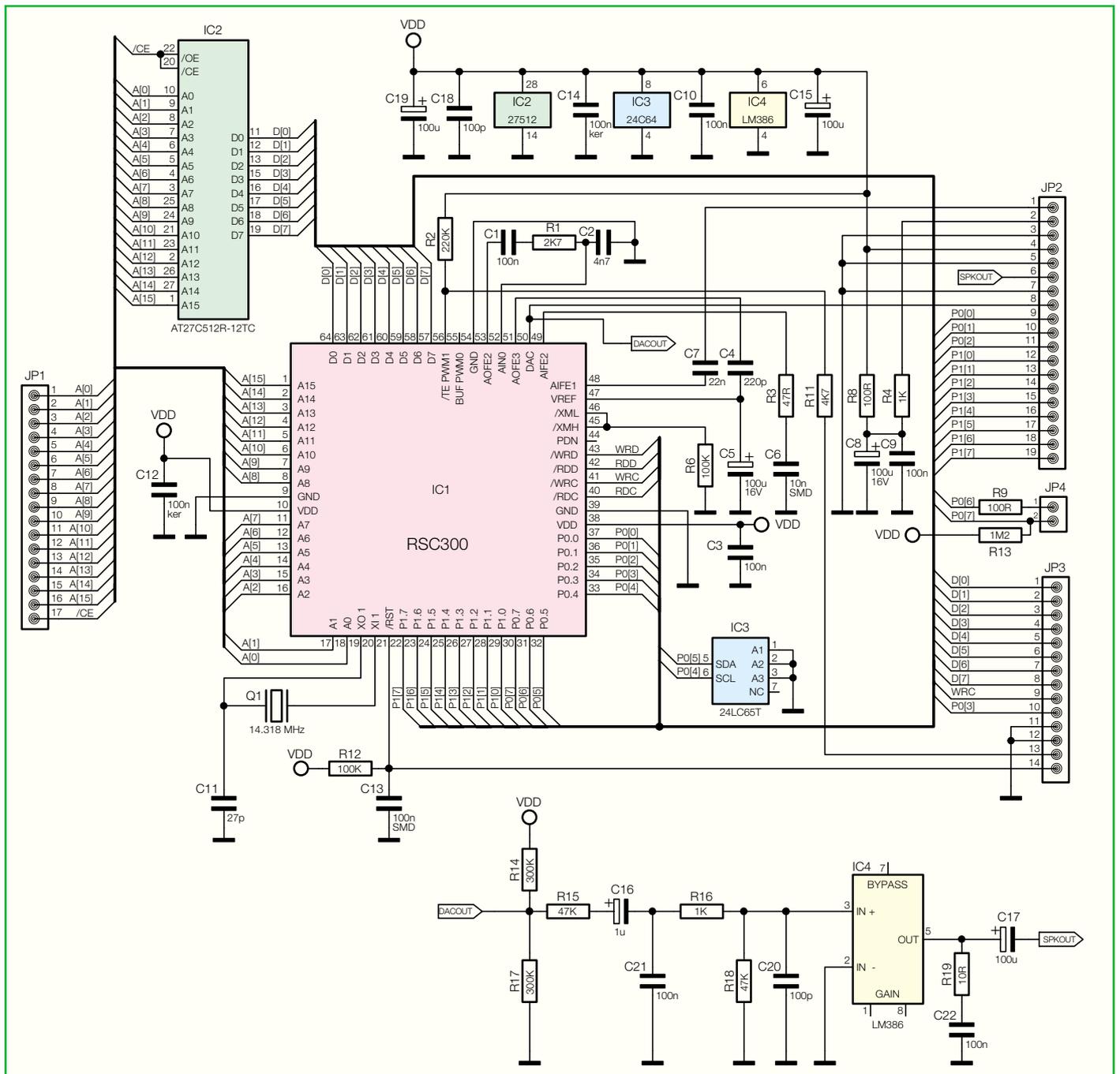


Bild 7: Schaltbild des Sensory-Moduls

Tabelle 3: Multiwort Continuous-Listening-Modus

Continuous-Listening (A-C) und sprecherabhängig	Wort	Ausg. D0	Ausg. D1	Ausg. D2	Ausg. D3	Ausg. D4	Ausg. D5	Ausg. D6	Ausg. D7
	A + 01	X				X			
A + 02	X					X			
A + 03	X						X		
A + 04	X							X	
A + 05	X								X
B + 01		X			X				
B + 02		X				X			
B + 03		X					X		
B + 04		X						X	
B + 05		X							X
C + 01			X	X					
C + 02			X		X				
C + 03			X			X			
C + 04			X				X	X	
C + 05			X						X

Kodierstecker-Konfiguration	Selektivität
JP 5 offen	Tolerantes SD-Training – einfacher zu trainieren, akzeptiert mehr ähnlich klingende Wörter (weniger Zurückweisungen)
JP 5 geschlossen	Akkurates SD-Training – schwieriger zu trainieren, weist mehr ähnlich klingende Wörter zurück mit dem Ergebnis einer besseren Erkennungsgenauigkeit (weniger Vertauschungen)
JP 7 geschlossen JP 8 offen	Tolerantes CL-Training – einfacher zu trainieren, akzeptiert mehr ähnlich klingende Wörter (weniger Zurückweisungen)
JP 7 offen JP 8 geschlossen	Akkurates CL-Training – schwieriger zu trainieren, weist mehr ähnlich klingende Wörter zurück mit dem Ergebnis einer besseren Erkennungsgenauigkeit (weniger Vertauschungen)
JP 6 offen	Tolerante SD- und CL-Erkennung – akzeptiert mehr ähnlich klingende Wörter, kann aber mehr Vertauschungen bewirken (weniger Zurückweisungen)
JP 6 geschlossen	Akkurate SD- und CL-Erkennung – weist mehr ähnlich klingende Wörter zurück, könnte aber auch trainierte Wörter zurückweisen (weniger Vertauschungen)

Tabelle 4: Trainings- und Erkennungsselektivität

gangstreiber, der Bedienelemente und der Spannungsversorgung.

Doch beginnen wir nun die detaillierte Schaltungsbeschreibung mit dem fertig aufgebauten Sensory-Modul in Abbildung 7. Das zentrale Bauelement ist natürlich der Spracherkennungsbaustein (IC 1) des Typs RSC 300 im 64-poligen QFP-Gehäuse. Da alle wesentlichen Baugruppen im Chip integriert sind, kommt das Modul mit wenig externer Beschaltung aus. Das Modul kann wahlweise mit einem Spracherkennungschip des Typs VD 364 oder einem RSC 300 ausgestattet sein. Beim VD 364 befindet sich die Erkennungssoftware im internen maskenprogrammierten ROM, während beim RSC 300 ein externes ROM (IC 2) erforderlich ist. Je nach Version ist hier dann die Erkennungssoftware in Deutsch oder Englisch enthalten. Bei der VD-364-Variante entfällt das ROM dagegen ersatzlos.

Der chipinterne Taktoszillator des Spracherkennungs-ICs ist extern mit einem 14,318-MHz-Quarz und dem Kondensator C 11 beschaltet.

Zur Abspeicherung von trainierten Sprachmustern steht das EEPROM IC 3 zur Verfügung. Alle weiteren wichtigen Baugruppen für die Spracherkennung sind direkt im Erkennungschip integriert. So sind neben dem Sprachprozessor ein A/D-Wandler, ein D/A-Wandler und ein Mikrofon-Vorverstärker enthalten.

Um direkt einen externen Lautsprecher anschließen zu können, ist auf dem Modul ein kleiner Endverstärker des Typs LM 386 (IC 4) vorhanden.

Alle wichtigen Ein- und Ausgangspins des Bausteins werden auf Buchsenleisten an der Modul-Unterseite geführt. Dadurch

kann das Modul einfach auf eine mit Stiftleisten ausgestattete Leiterplatte gesetzt werden.

Die wichtigsten Verbindungen zur Außenwelt werden über den Steckverbinder JP 2 geführt. An Pin 1 bis Pin 3 wird direkt das Mikrofon angeschlossen. Während das Mikrofonsignal über C 7 auf Pin 48 des Chips geführt wird, ist Pin 3 direkt mit der Schaltungsmasse verbunden. Über R 4 und Pin 2 wird das Mikrofon mit Spannung versorgt. Die Komponenten R 8, C 8 und C 9 dienen in diesem Zusammenhang zur Siebung und verhindern, dass über die Betriebsspannung Störungen auf den Mikrofoneingang gelangen.

Die Versorgungsspannung des Moduls von 5 V wird mit dem Pluspol an Pin 4 und mit dem Minuspol an Pin 5 (Schaltungsmasse) angelegt.

Der Anschluss des externen Lautsprechers erfolgt über Pin 6 (Signal) und Pin 7 (Schaltungsmasse). Das Lautsprechersignal kommt über C 17 direkt vom Audio-Endverstärker IC 4, dessen Eingang mit dem D/A-Wandlerausgang des Spracherkennungsbausteins (IC 1) verbunden ist. C 16 dient in diesem Zusammenhang zur galvanischen Entkopplung und die weiteren Bauteile am Verstärkereingang zur Signalanpassung und zur Störunterdrückung.

Der D/A-Wandlerausgang steht auch direkt an JP 2, Pin 8 zur Verfügung.

An Pin 10 und Pin 11 von JP 2 werden direkt die Taster „Train“ und „Recog“ angeschlossen, und die Anschlusspins 12 - 19 liefern die Ausgangsinformationen.

An JP 3 stehen der Datenbus des externen Speichers und der Reset-Eingang (Pin 14) zur Verfügung, während an JP 1 der Adressbus des Speichers anliegt. JP 4, Pin 1

dient zum Anschluss der „Talk-LED“ und zur Konfiguration des Continuous-Listening-Modus (Einzelwort oder Multiwort). An JP 4, Pin 2 wird der „CL-Train-Taster“ angeschlossen.

Experimentierplatine

Die Experimentierplatine dient zur Aufnahme des zuvor beschriebenen Moduls, wofür entsprechende Stiftleisten zur Verfügung stehen. Der an ST 1 und ST 2 anzuschließende Lautsprecher und das Mikrofon sind direkt mit dem Modul verbunden. Über die Kodierstecker JP 5 - JP 9 erfolgt die Konfiguration des Moduls entsprechend Tabelle 4 und Tabelle 5.

Zur Bedienung des Moduls stehen die vier Taster „Reset“, „Training“, „Recognition“ und „CL-Training“ zur Verfügung. Der Error-Pin an JP 3, Pin 10 ist mit einer Leuchtdiode (D 4) beschaltet, wobei der Widerstand R 2 zur Strombegrenzung dient.

Zur Decodierung der vom Modul gelieferten Ausgangsinformationen dienen die beiden integrierten Schaltkreise IC 2 und IC 3, die jeweils 8 Zwischenspeicher enthalten. Diese Speicher sind transparent, wenn der Kodierstecker JP 10 gesetzt ist. In dieser Konfiguration wechselt der entsprechende Ausgang bei jedem erkannten Wort für 1 s von Low nach High. Für jedes einzelne Erkennungswort steht wiederum an ST 3 ein entsprechendes Ausgangssignal zur Verfügung.

Bei offenem Kodierstecker JP 10 hingegen werden die Ausgangsinformationen zwischengespeichert. Wird in diesem Betriebszustand z.B. Wort 1 erkannt, so bleibt der Ausgang so lange auf High-Pegel, bis ein anderes trainiertes Wort erkannt wurde. Daraufhin wechselt dann der zugehörige Ausgang des neuen Wortes auf High-Pegel.

Das Flip-Flop IC 4B ermöglicht eine zusätzliche Toggle-Funktion. Der Q-Ausgang wechselt auf High-Pegel und der \bar{Q} auf Low-Pegel, wenn Wort 1 erkannt wurde, und bei der Erkennung von Wort 2 verhalten sich die Pegel an den Ausgängen umgekehrt. Dadurch ist auf einfache Weise eine Ein-/Aus-Funktion realisiert. Sowohl der Q als auch der \bar{Q} -Ausgang stehen an ST 4 gegenüber Schaltungsmasse (zum Anschluss einer externen Schaltung) zur Verfügung.

Zur Spannungsversorgung der Schaltung kann ein unstabiliertes Steckernetzteil dienen, das an die DC-Buchse BU 1 anzuschließen ist. Über die zur Störunterdrückung dienende Spule L 1, die Sicherung SI 1 und die Verpolungsschutzdiode D 1 gelangt die unstabilierte Spannung auf den Pufferelko C 1 und den Eingang des Festspannungsreglers IC 1. An dessen

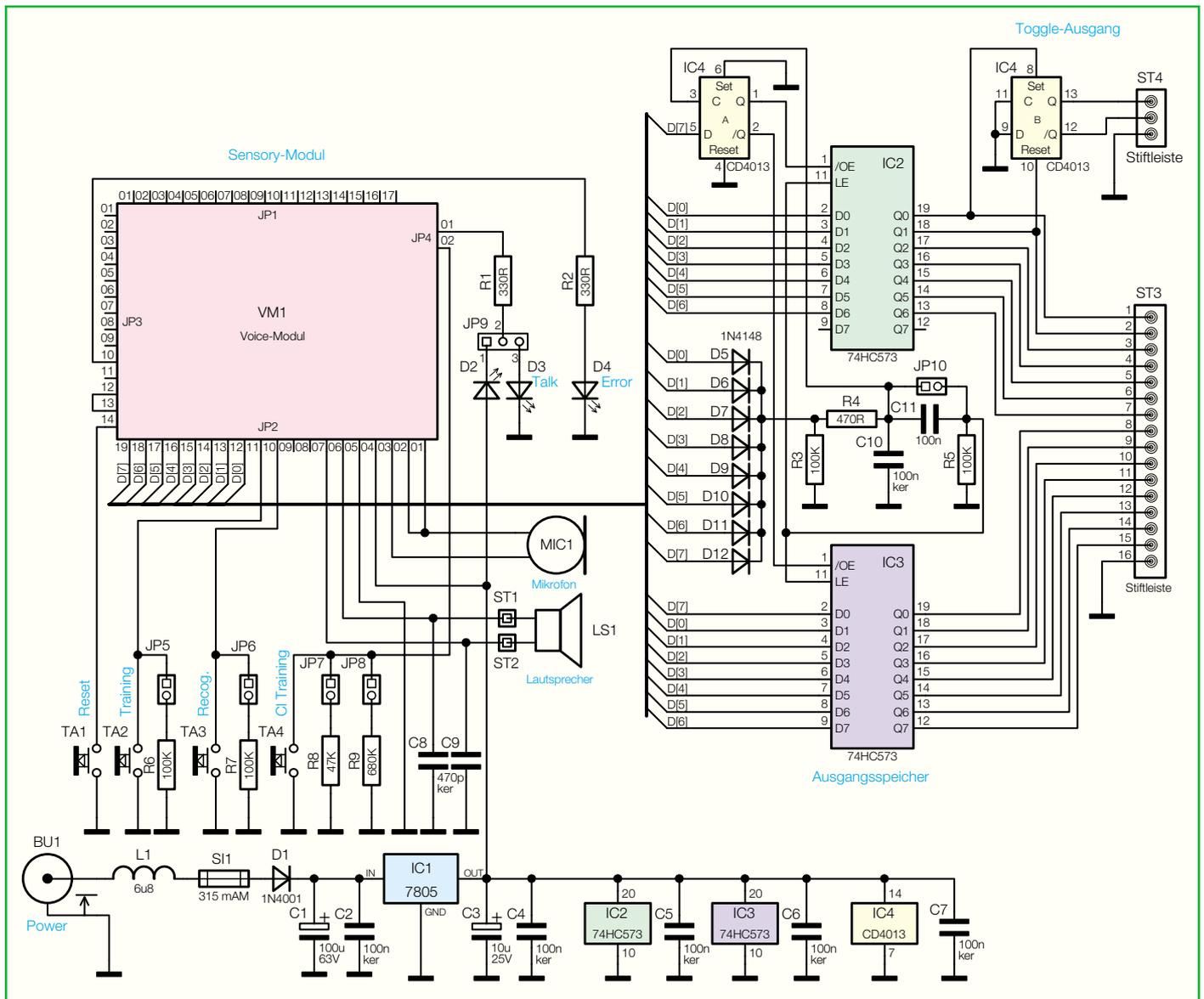


Bild 8: Schaltbild der Experimentierplatine

Ausgang steht dann die stabilisierte Spannung von 5 V zur Verfügung. Während C 3 Schwingneigungen im Bereich des Reglers verhindert, dienen C 2 und C 4 bis C 7 zur allgemeinen Störunterdrückung.

Nachbau

Der praktische Aufbau ist einfach, da ausschließlich konventionelle bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen und dank doppelseitig durchkontakterter Leiterplatte keine Drahtbrücken erforderlich sind.

Zuerst sind 2 Lötstifte mit Öse stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu pressen und sorgfältig zu verlöten.

Danach werden die Anschlüsse der Widerstände auf Rastermaß abgewinkelt, durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Lötseite leicht angewinkelt.

Nach dem Umdrehen der Leiterplatte

werden dann alle Anschlüsse in einem Arbeitsgang verlötet und die überstehenden Drahtenden – wie auch bei allen nachfolgend zu bestückenden bedrahteten Bauelementen – mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten.

Als Nächstes werden unter Beachtung der korrekten Polarität die Dioden bestückt. Grundsätzlich ist die Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet.

Die Keramik- und Folienkondensatoren sind mit möglichst kurzen Anschlussbeinchen einzubauen, und die Spule L 1 wird wie ein bedrahteter Widerstand verarbeitet.

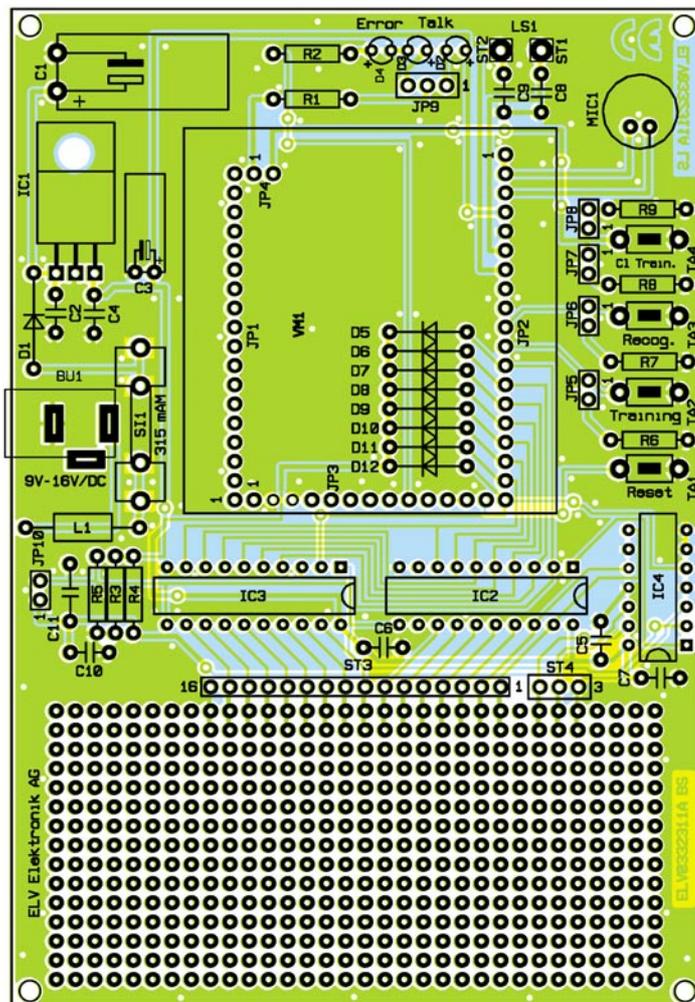
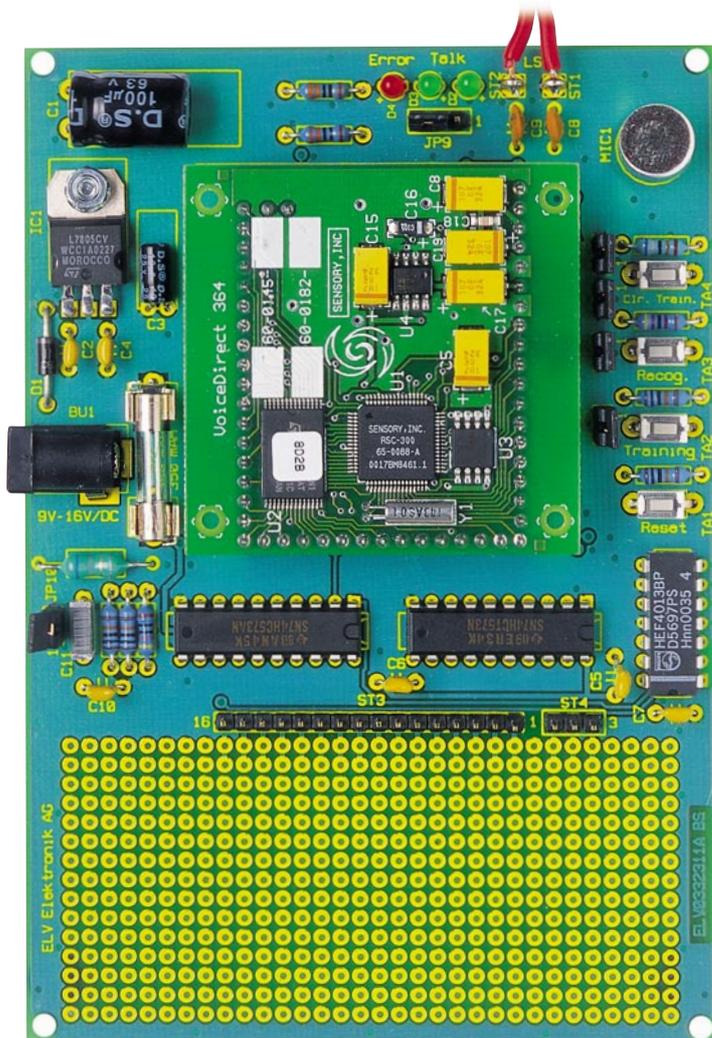
Beim Einlöten der beiden Elektrolytkondensatoren in liegender Position ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Falsch gepolte Elkos können sogar explodieren.

Der Spannungsregler IC 1 wird vor dem Verlöten der Anschlüsse mit einer Schraube M 3 x 6 mm, Zahnscheibe und Mutter liegend auf die Leiterplatte montiert. Danach erfolgt das Verlöten der Anschlüsse an der Platinenunterseite.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die DC-Buchse und die 4 Bedientaster eingelötet, wobei eine zu lange Hitzeeinwirkung auf die Bauteile zu vermeiden ist. Die beiden Hälften des Platinensicherungshal-

Kodierstecker JP9	Mode
Pin 1 + 2 verbunden	Einzelwort Continuous-Listening
Pin 2 + 3 verbunden	Multiwort Continuous-Listening

Tabelle 5: Continuous-Listening-Mode-Auswahl



Ansicht der fertig bestückten Platine der Spracherkennungs-Experimentierplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

ters werden gleich mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt.

Danach sind die Leuchtdioden an der Reihe, deren Polarität durch einen längeren Anodenanschluss (+) gekennzeichnet ist. Die 3 integrierten Schaltkreise werden entsprechend dem Symbol im Bestückungs-

druck eingelötet. Üblicherweise ist die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite durch eine Kerbe gekennzeichnet.

Nun werden die Stiftleisten zur Aufnahme des Moduls und der Kodierstecker sowie des Ausgangs bestückt.

Nach Anlöten des Lautsprechers mit

zwei 10 cm langen Leitungsabschnitten ist die Experimentierplatine dann vollständig bestückt. Eine frei zur Verfügung stehende Lochrasterfläche ermöglicht Schaltungserweiterungen und erlaubt somit die Anpassung an individuelle Anforderungen.



Stückliste: Spracherkennungs-Experimentierplatine

Widerstände:

- 330 Ω R1, R2
- 470 Ω R4
- 47 kΩ R8
- 100 kΩ R3, R5-R7
- 680 kΩ R9

Kondensatoren:

- 470 pF/ker C8, C9
- 100 nF/250V C11
- 100 nF/ker C2, C4-C7, C10
- 10 µF/25V C3
- 100 µF/63V C1

Halbleiter:

- 7805 IC1
- 74HC573 IC2, IC3
- CD4013/Philips IC4

- 1N4001 D1
- 1N4148 D5-D12
- LED, 3 mm, grün D2, D3
- LED, 3 mm, rot D4

Sonstiges:

- Spracherkennungsmodul
- VD364, komplett VM1
- Festinduktivität, 6,8 µH L1
- Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .. BU1
- Mikrotaster, 1 x ein, print TA1-TA4
- Mikrofonkapsel, Omnidirectional
- Electret, print MIC1
- Klein-Lautsprecher, 8 Ω, ø 60 mm LS1
- Stiftleiste, 1 x 17-polig, gerade JP1
- Stiftleiste, 1 x 19-polig, gerade JP2
- Stiftleiste, 1 x 14-polig, gerade JP3

- Stiftleiste, 1 x 2-polig, gerade JP4-JP8, JP10
- Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade .. JP9, ST4
- Lötstift mit Lötöse ST1, ST2
- Stiftleiste, 1 x 16-polig, gerade ST3
- Sicherung, 0,315 A, mittelträge SI1
- Platinensicherungshalter (2 Hälften), print SI1
- 5 Jumper
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3
- 4 Gehäusefüße, selbst klebend, 8 x 2,5 mm, schwarz
- 20 cm flexible Leitung, 0,22 mm², rot
- 20 cm flexible Leitung, 0,22 mm², schwarz