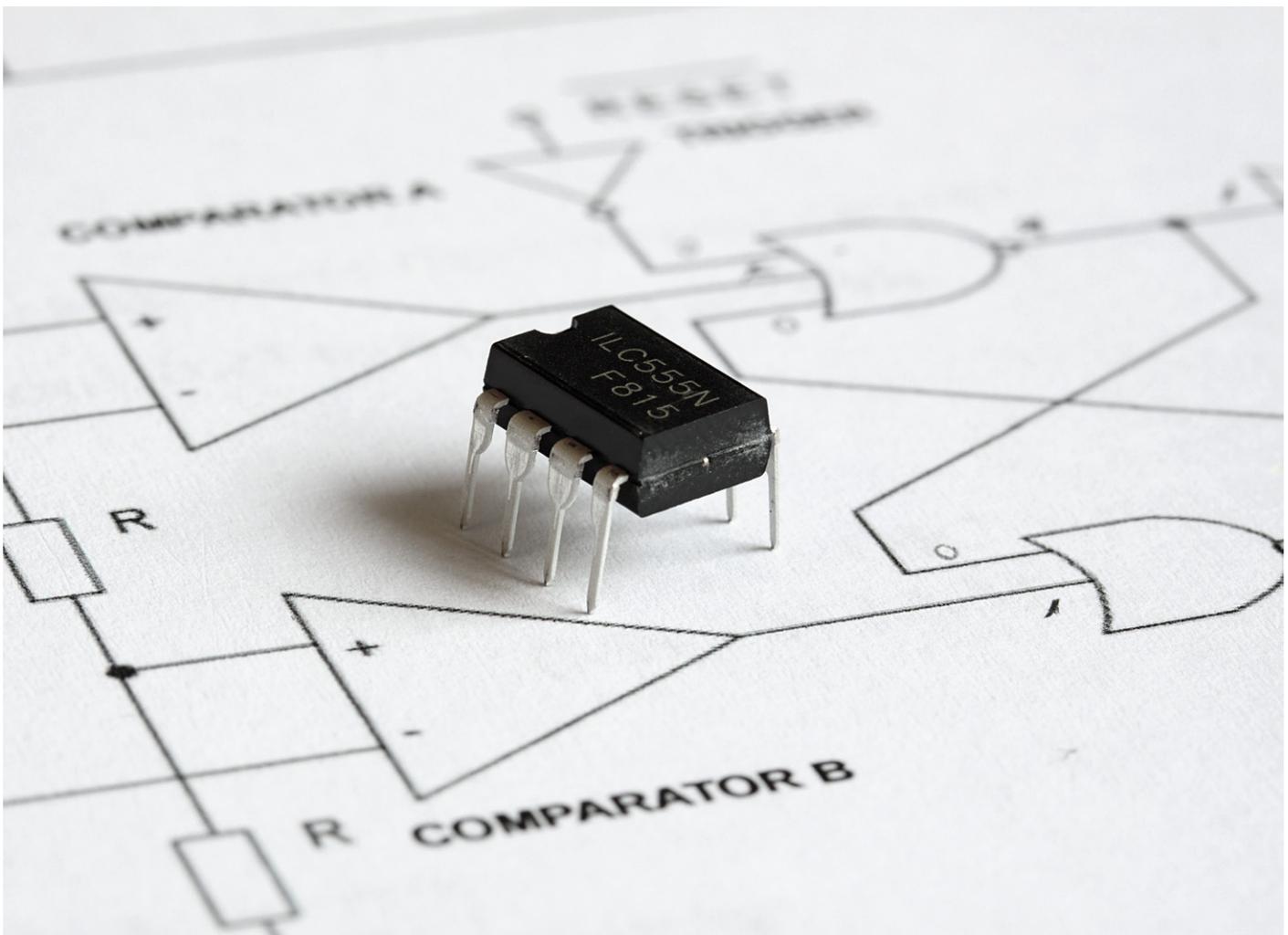


50 Jahre „Three Fives“

Der „555“ und Hans R. Camenzind, der „Wizard of Analog“

Als der „NE555“ im Jahr 1972 bei Signetics das Licht der Welt erblickte, konnte niemand vorhersagen, welchen langen Weg durch die Welt der Elektronik dieser unscheinbare kleine Schaltkreis zurücklegen würde. Er ist bis heute der in der größten Stückzahl produzierte integrierte Schaltkreis der Welt. Ein Exkurs durch Geschichte, Technik und praktische Anwendung des achtbeinigen Universalisten.

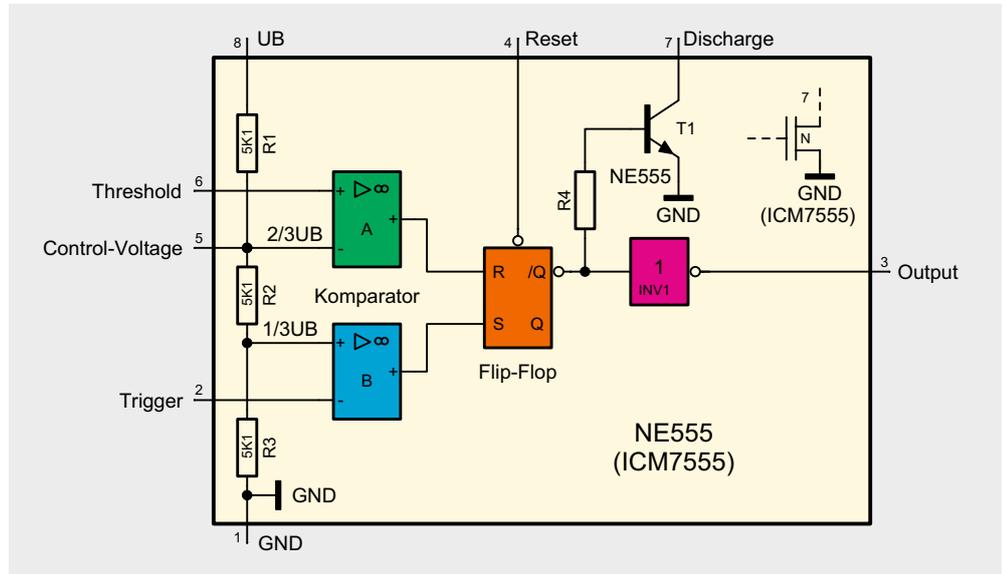


Genial einfach – einfach genial

Der integrierte Schaltkreis NE555 besteht in der Hauptsache aus drei einfachen Grundschaltungen: zwei Komparatoren, einem RS-Flip-Flop und einem Ausgangs-Puffer (Bild 1). Trotz der einfachen Anordnung ist diese nahezu universell nutzbar, so dass der „555“ seine Existenzberechtigung als Standardschaltkreis bis heute erfolgreich verteidigen kann.

Entworfen hat ihn der in die USA ausgewanderte Schweizer Hans R. Camenzind, der seit Ende der 1960er-Jahre Analogschaltkreise für Signetics entwickelte und später seine eigene IC-Designfirma „Interdesign“ gründete. Er designte im Laufe seines Lebens (1934–2012) mehr als 150 Standard-ICs und hielt 20 Patente für lineare ICs. Er verfasste auch mehrere Bücher, darunter das unter [1] abrufbare Standardwerk „Designing Analog Chips“ (Bild 2).

Bild 1: Das Blockschaltbild des NE555



Signetics war einer der Pioniere in der Entwicklung integrierter analoger Schaltkreise, später ging die Firma an Philips, heute NXP, über. Camenzind (Bild 3) wurde 1968 von Signetics beauftragt, einen PLL-Schaltkreis zu entwickeln, dessen Frequenzstabilität versorgungsspannungs- und temperaturunabhängig sein sollte. Er entwickelte daraufhin die legendären PLL-Schaltkreise NE565 und NE575 sowie den VCO NE566. Auf deren technischer Basis folgte die Idee für einen komplexen Timer-Schaltkreis, der die Funktionen zahlreicher Einzelbauelemente zusammen-

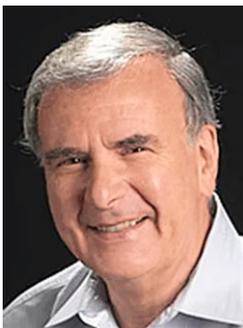


Bild 3: Wer hat's erfunden? Der (Exil-)Schweizer Hans R. Camenzind (1934 - 2012) © Hans Camenzind [1]

menfassen sollte. Er ähnelte im Grundprinzip zunächst den bereits angesprochenen ICs – einem spannungsgesteuerten Oszillator, dessen frequenzbestimmender externer Kondensator von einer Konstantstromquelle und von Stromspiegeln auf- und entladen wird. Als Ergebnis entsteht eine in Frequenz und Amplitude sehr stabile Dreiecksspannung. Später wurde aus Designgründen die Konstantstromquelle durch einen externen Widerstand ersetzt. Bei Veränderungen der Versorgungsspannung tat dies der Frequenzstabilität aufgrund der automatischen Nachführung des Kondensatorladezustands keinen Abbruch. Im Gegenteil, die Schaltung wurde noch temperaturstabiler. So wurden aus neun benötigten Anschlüssen schließlich acht. Bild 4 zeigt dazu die Innenschaltung des 555.

Haupteinsatzgebiete des 555 sind präzise Timer im Bereich μs bis zu Stunden, Impulserzeugung (PPM, PWM, Rampengenerator) und Zeitgeber (Time Delay). Der Timer ist als monostabile (Bild 5), astabile (Bild 6) und bistabile (Bild 7) Kippstufe einsetzbar – ein genial einfaches und vielseitig nutzbares Konzept. Eine detaillierte Funktionsbeschreibung, auf die wir an dieser Stelle verzichten, findet sich u. a. unter [2] oder [3]. Ein großer Vorteil ist auch der weite Betriebsspannungsbereich von 3–15 V.

Kuriosität der Technikgeschichte am Rande, passend zu dieser damaligen Aufbruchzeit: Ein Designtester von Signetics stahl den ersten Entwurf und brachte in einer neu gegründeten Firma den neunbeinigen 555 heraus, um Signetics zuvorzukommen. Der hatte allerdings nur ein sehr kurzes Leben und verschwand wieder, als Camenzinds neuer Entwurf bekannt wurde.

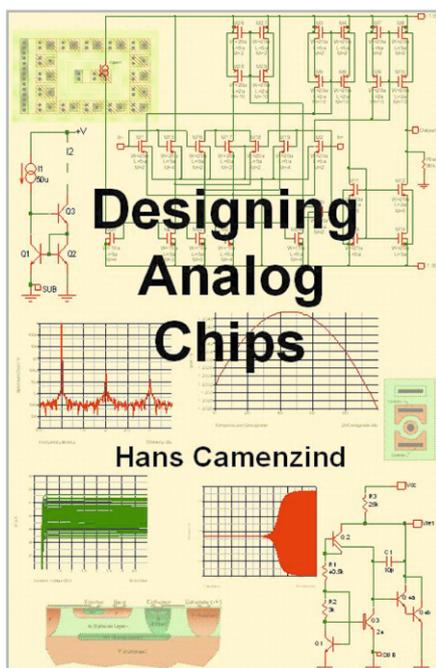


Bild 2: Das Standardwerk „Designing Analog Chips“ – 242 Seiten feinste Analogtechnik © Hans Camenzind [1]

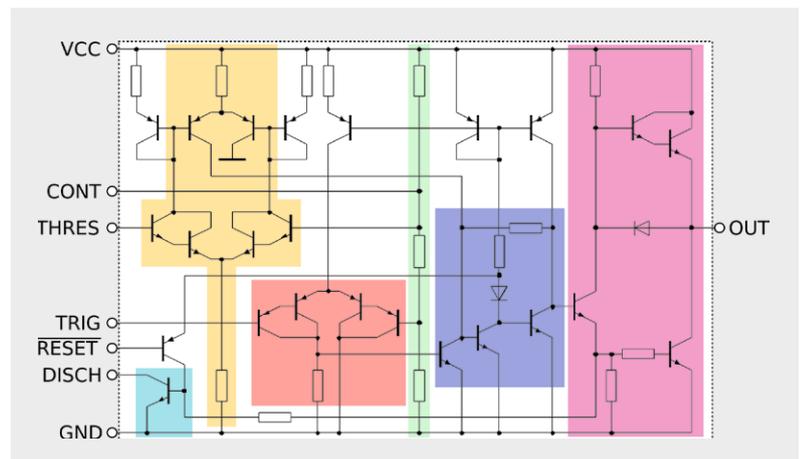


Bild 4: 24 Transistoren, 2 Dioden, 15 Widerstände – das Innenleben des NE555 Grafik: By Wdwd (Own work, GFDL CC BY 3.0) [3]

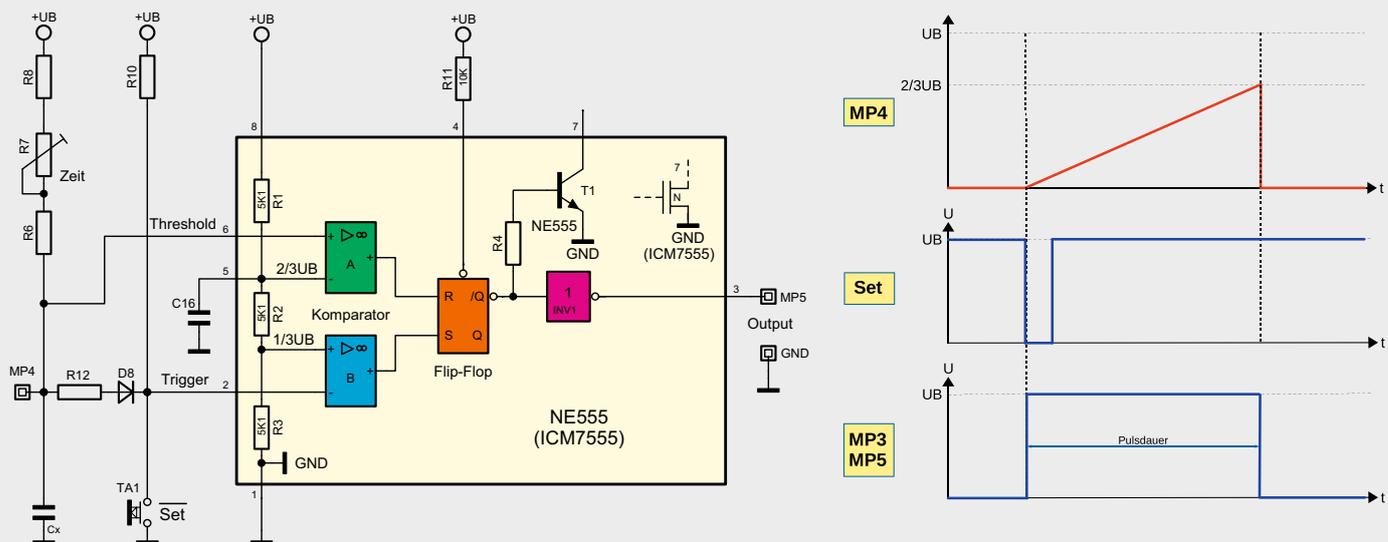


Bild 5: Die Anwendungs-Grundschtung für einen Monoflop, siehe auch [2]

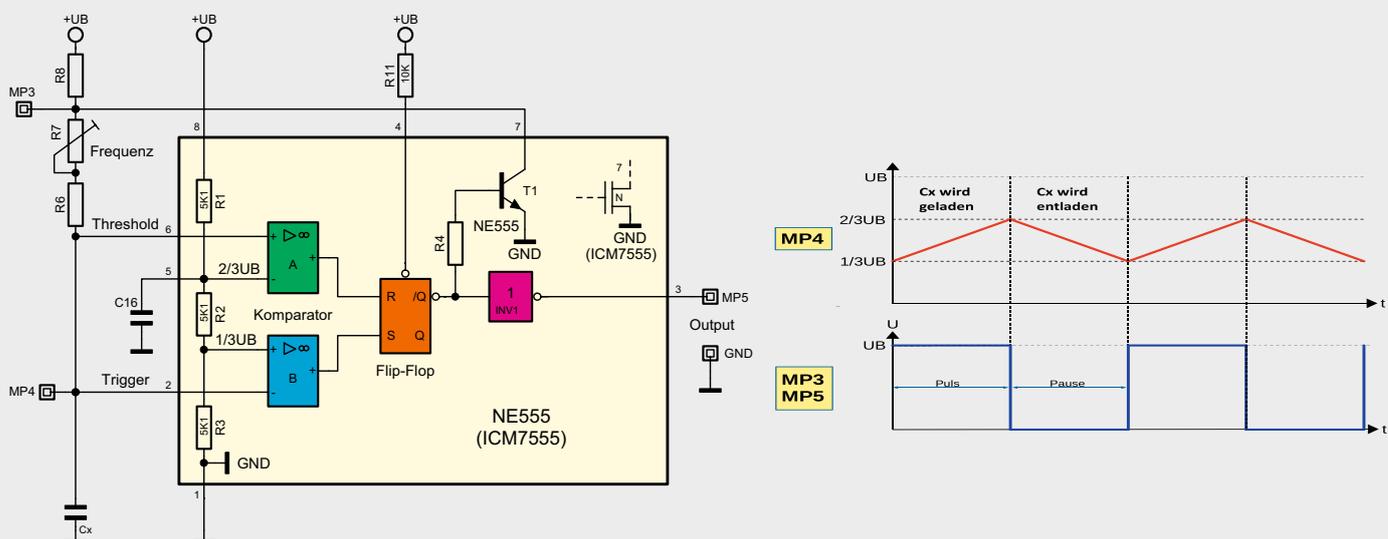


Bild 6: Die Anwendungs-Grundschtung für eine astabile Kippstufe (hier als PWM-Generator), siehe auch [2]

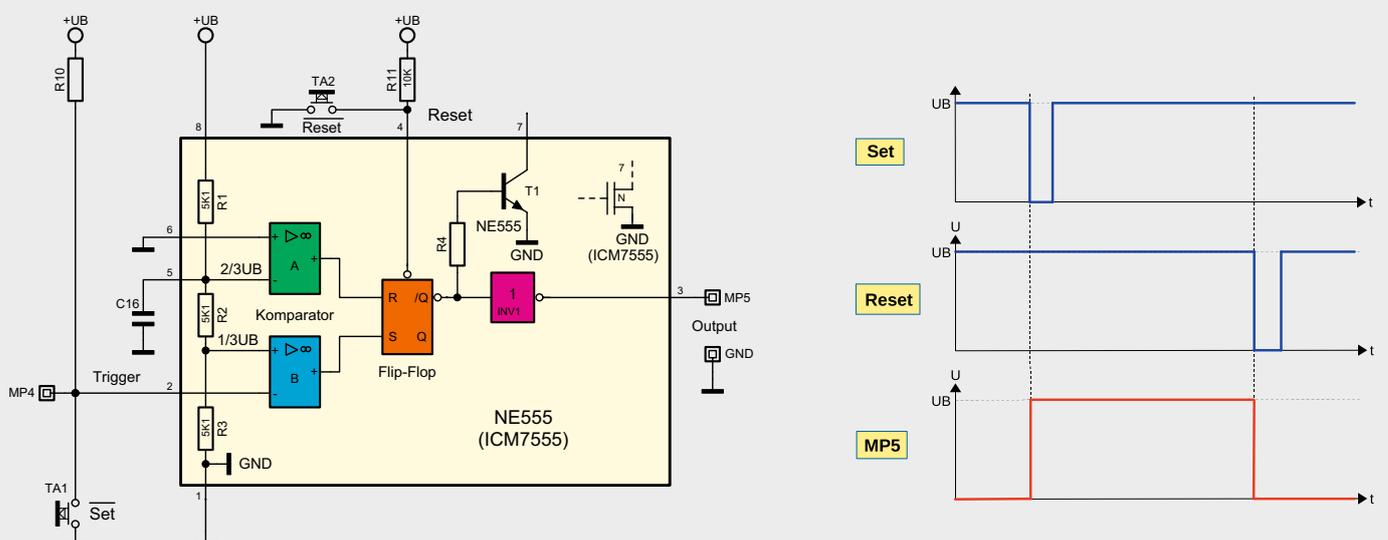


Bild 7: Die Anwendungs-Grundschtung für eine bistabile Kippstufe (Flip-Flop), siehe auch [2]

Der Entwickler hatte auch Widerstände in der eigenen Firma zu überwinden. Hier meinten einige vor allem, der Schaltkreis 555 würde eine interne Konkurrenz zu den hauseigenen Operationsverstärker-Reihen bilden.

Die Bezeichnung NE555 stammt aus dem Signetics-Marketing, die als „Three Fives“ berühmt gewordene Zahlenfolge entstammt weder einer sogenannten Engelszahl, noch rührt sie, wie viele vermuteten, aus den 3 x 5 kΩ der Komparatorschaltung her – sie war laut einem späteren Interview mit Camenzind schlicht Zufall, und das Marketingkalkül der leichten Merkbarkeit ging in der Folge voll auf.

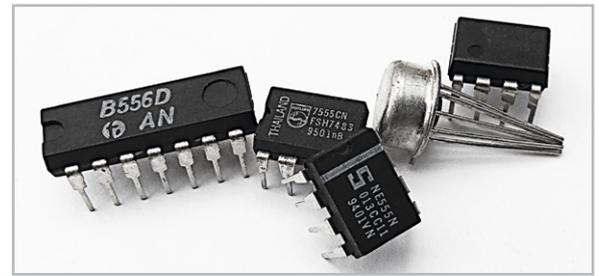


Bild 8: Der 555 in verschiedenen Gehäusen angeboten, darunter auch als Dual-Baustein (556)

Bild 9: Auszüge aus dem Original-Datenblatt des NE555/556. Quelle: [4]

Welterfolg wie kein Zweiter

Im August 1972 ging der NE555 in die Produktion. Seither wurden Milliarden dieser Schaltkreise gefertigt, nicht nur von Signetics und seinen Nachfolgern Philips Semiconductors und NXP, sondern von so gut wie allen namhaften Schaltkreisherstellern: von Motorola über National Semiconductor und Texas Instruments bis hin zum DDR-Typ B 555 oder dem UdSSR-Typ KP1006B11. Später kam der Dual-Timer-Schaltkreis NE556 im 14-poligen Gehäuse als eines von mehreren Derivaten hinzu. Bild 8 zeigt einige Chips verschiedener Hersteller, darunter die damals für Operationsverstärker oft genutzte Metallgehäusevariante im TO-78-Gehäuse.

Das erste Datenblatt des NE555 zeigt, dass die Entwickler damals Humor hatten (ein Ausschnitt des unter [4] herunterladbaren Dokuments von 1973 ist in Bild 9 zu sehen).

In Bild 10 ist das Original-Layout des NE555 abgebildet.

Nachdem einige Nachahmer im Zuge des Aufkommens der stromsparenden CMOS-Technik eigene CMOS-Varianten des NE555 wie den TLC555 von TI oder die verschiedenen ICM7555-Typen entwickelt hatten, ging auch Camenzind in den späten 1990er-Jahren noch einmal an einen entsprechenden Entwurf, der ebenfalls ICM7555 heißt und heute z. B. vom Signetics-Nachfolger NXP ausschließlich gefertigt wird.

2004 produzierte NXP die letzten NE555 – der Brand einer Fertigungsanlage war das Aus für das Original.

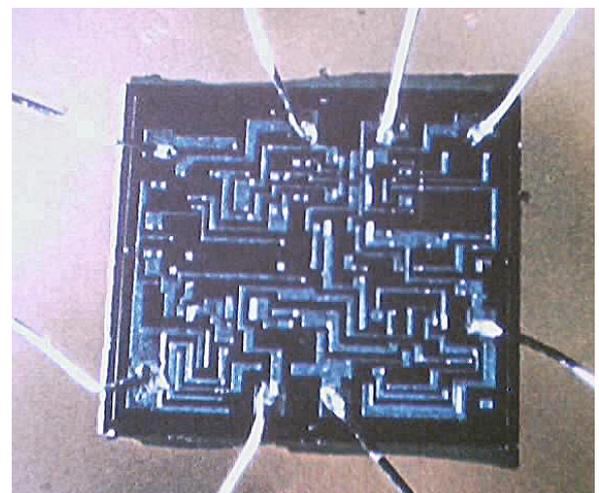


Bild 10: Ansicht des Original-555 mit Bonddrähten
Picture by AngeloIethold 1978 (GFDL, CC BY 3.0)[3]

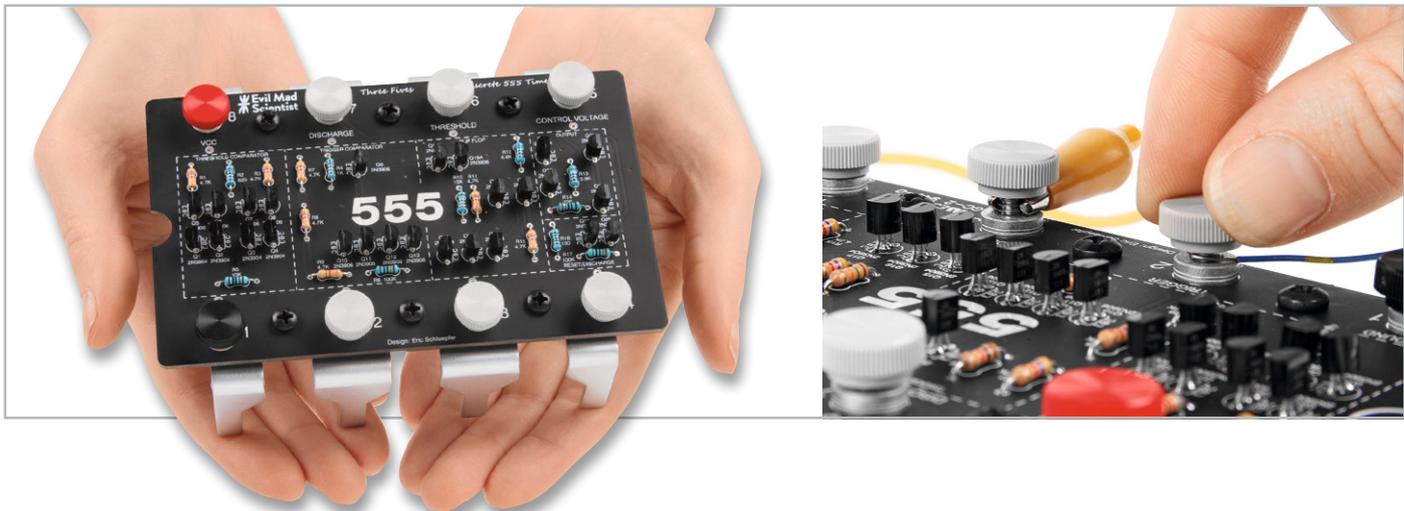


Bild 11: Hommage an das Original – das „Three Fives Kit“ von „Evil Mad Scientist Laboratories“, hier in der THT-Version [5]

Noch heute werden jährlich Millionen NE555 und dessen Derivate von verschiedensten Herstellern gefertigt.

Welchen Kultstatus der NE555 weiterhin genießt, kann man nicht nur daran erkennen, dass an ein Autokennzeichen mit 555 oder gar NE555 kaum heranzukommen ist.

Nicht nur als Hommage an den NE555, sondern auch zur Veranschaulichung der Funktion in Verbindung mit einem praktischen Lerneffekt hat „Evil Mad Scientist Laboratories“ [5], bekannt für originelle Bastler-Kits, eine voll funktionsfähige, diskret aufgebaute Version des 555 herausgebracht – das „The Three Fives Kit“ (Bild 11).



Bild 12: Kleines Accessoire zum NE555 – der Ansteck-Pin von „Evil Mad Scientist Laboratories“ [5]

Es ist zum Selbstbau in einer THT- und SMD-Variante verfügbar und hat neben der Funktionalität auch einen schönen Show-Effekt.

Wer es mag, kann auch die achtbeinige Plüschkrabbe „Hans“ von Adafruit oder einen schicken Emaille-Pin „555“ bei Evil Mad Scientist (Bild 12, [6]) erwerben.

Perfekt zum Lernen und für „schnelle“ Schaltungen

Der 555 ist mit seinen diversen Grundschaltungen sehr vielseitig einsetzbar, davon zeugen unzählige Publikationen und ganze Schaltungsbücher zum Thema. Er eignet sich hervorragend für den Einstieg in

die Elektronik und Experimente. Speziell hierfür hat ELV zum 45. Jubiläum des 555 seinerzeit eine praktische Experimentierplattform, das inzwischen sehr erfolgreiche Experimentierboard NE555-EXB (Bild 13, [2]), entwickelt. Die damit entwickelte und getestete Schaltung lässt sich unmittelbar auf dessen kleinen Bruder NE555-AWS (Bild 14) übertragen.

Aber auch derjenige, der ELV Prototypen-Adapter-Experimentiersets wie das PAD2 (Bild 15) erwirbt, findet in dessen Lieferumfang einen ICM7555, den CMOS-Nachfolger des NE555.

Bild 16 zeigt eine mit den PAD-Experimentiersets PAD1, PAD2 und PAD3 aufgebaute Anwendungsschaltung für einen Servotester.

Das Internet ist beim 555 übrigens eine gute Quelle für eine nahezu unbegrenzte Zahl von Schaltungsideen. Den Schaltplan zum Servo-Controller (Bild 17) findet man z. B. unter [7]. Will man nur die Funktion eines Servos testen, findet man auf der selben Internetseite ebenfalls einen Schaltungsvorschlag mit dem NE555.

Immer wieder kann man so feststellen, dass das Programmieren mit einem Mikrocontroller gar nicht notwendig ist – auch hier ist das Bauteil-Urgestein nach 50 Jahren oft noch auf der Höhe der Zeit.

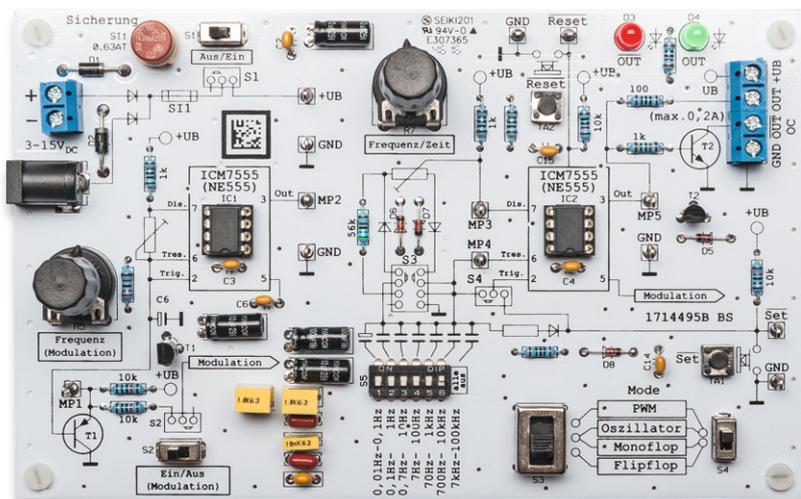


Bild 13: Alles, was man zum Experimentieren und Entwickeln rund um den NE555 braucht, ist auf dem ELV Experimentierboard NE555-EXB vorhanden ...

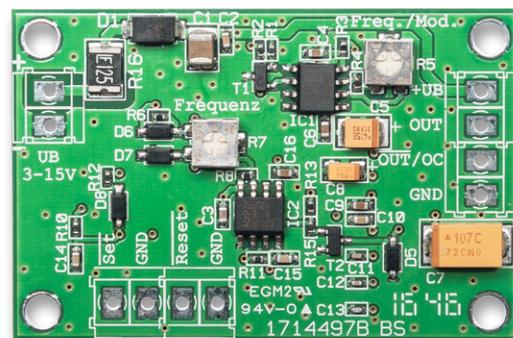


Bild 14: ... und kann auf seinem kleinen Bruder, dem ELV NE555-AWS, unmittelbar in die Praxis umgesetzt werden.

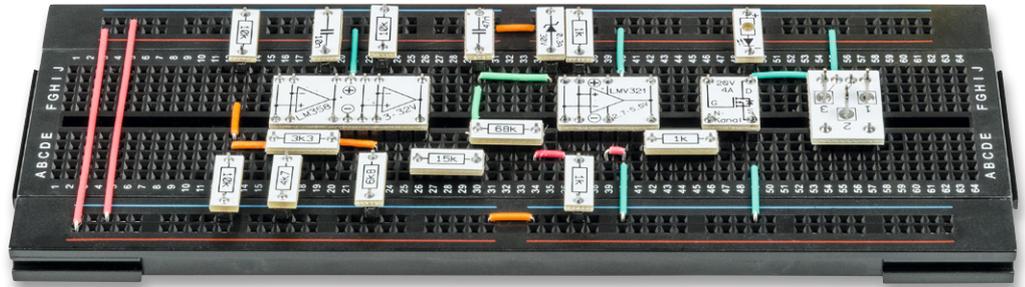


Bild 15: Auch im Umfang des ELV PAD2 ist der 555 als 7555 enthalten.

Bei manchen Anbietern von Anwenderschaltungen im Internet ist allerdings Vorsicht geboten. Denn es gibt auch Fälschungen, die sich dadurch „auszeichnen“, dass man das Erzeugen hoher Frequenzen über lange Zeiträume und mit höherer Ausgangsbelastung vermeiden sollte, sonst kann es zur Überhitzung des Bausteins kommen. Bild 18 zeigt einen so zerstörten Chip, den man daran erkennt, dass hier vor der Zerstörung ein gefälschtes Logo neben einem recht frischen Herstellungsdatum prangte – solche Fälschungen sind dann auch schon ein Zeichen der Beliebtheit ... Happy Birthday, 555!

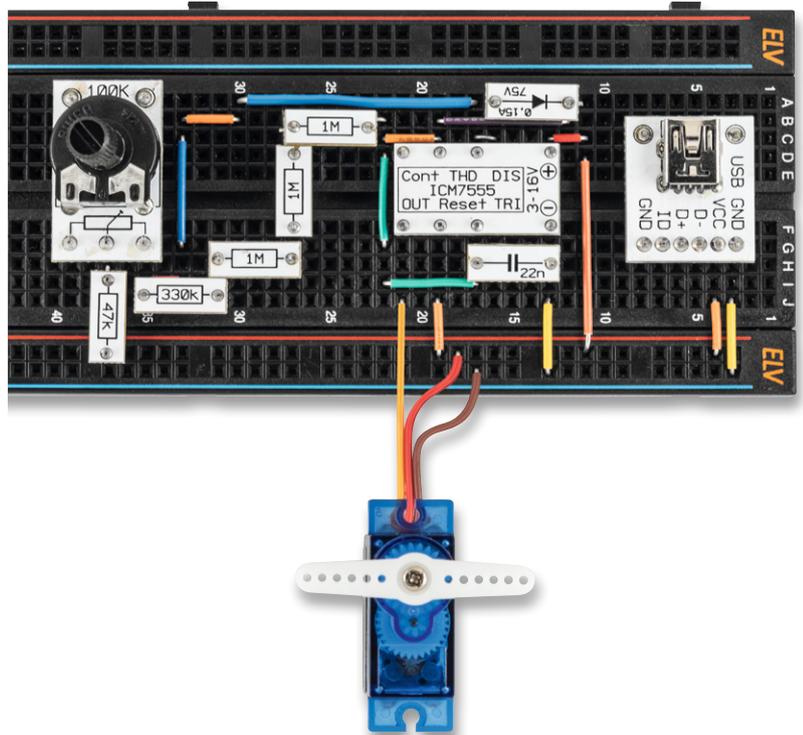


Bild 16: Praktische Anwendung mit Prototypenadaptern aus dem ELV-Sortiment (PAD1, PAD2, PAD3): Servo-Controller

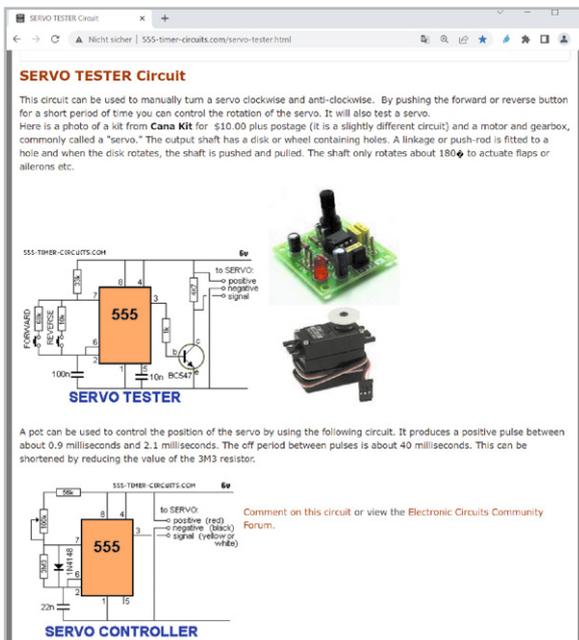


Bild 17: Im Internet findet man eine große Auswahl an Anwenderschaltungen wie z. B. Servotester und -controller mit dem NE555.

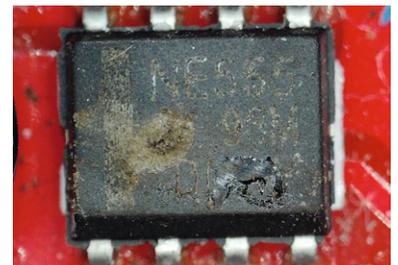


Bild 18: So beliebt, dass er auch gerne gefälscht wird – durch Überhitzung zerstörter NE555-Klon

weitere Infos

- [1] Designing Analog Chips, Hans Camenzind, PDF: <http://www.designinganalogchips.com/>
- [2] ELV Bausatz NE555-Experimentierboard NE555-EXB: Artikel-Nr. 150807
ELV Bausatz NE555-Anwenderschaltung NE555-AWS: Artikel-Nr. 150808
Beitrag Elektronik von Grund auf – NE555-Experimentier- und Anwenderboard (ELVjournal 3/2017): Artikel-Nr. 206781
- [3] NE555 – Geschichte und Funktion: <https://www.circuitstoday.com/555-timer>
<https://de.wikipedia.org/wiki/NE555>
- [4] Signetics-Datenblatt 55 556 Timers: https://cdn.evilmadscientist.com/wiki/555/555_556Signetics.pdf
- [5] The Three Fives Kit, Evil Mad Scientist Laboratories: <https://shop.evilmadscientist.com/tinykitlist/652>
- [6] Evil Mad Scientist – <https://shop.evilmadscientist.com/productsmenu/652>
- [7] Servo-Tester und Servo-Controller – <http://www.555-timer-circuits.com/servo-tester.html>

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links