

**Rückblick.** Zu Beginn der industriellen Nutzung wurde Ultraschall für Reinigungsanlagen in der Metall- und Schmuckindustrie verwendet. In den sechziger Jahren entwickelte sich daraus eine neue Technologie zum Fügen thermoplastischer Kunststoffe. Einer der Pioniere ist Walter Herrmann.

# Schwarze Magie reproduzierbar gemacht

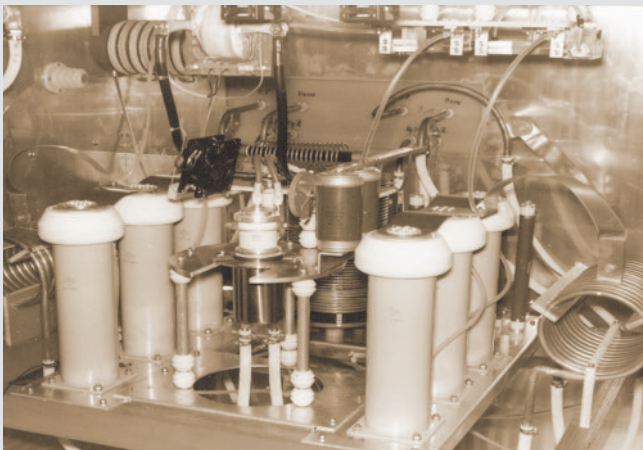


Bild 1. HF-Ultraschallgenerator aus dem Jahr 1957



Bild 2. Walter Herrmann (ganz rechts) mit ersten Mitarbeitern 1961

## THOMAS HERRMANN

Als der deutsche Physiker Alexander Behm 1913 das Patent für die Erfindung des Echolots erhielt, ahnte sicher niemand, dass diese Erfindung 60 Jahre später die Grundlage für das Fügen von Bauteilen aus thermoplastischen Kunststoffen werden sollte.

Nach dem Untergang der Titanic versuchte Behm, mithilfe der Reflektion von Schallwellen ein Eisberg-Ortungssystem zu entwickeln. Zwar war seine Erfindung nicht für das Aufspüren von Eisbergen geeignet, jedoch ließ sich der Meeresboden und die Entfernung und Richtung von Schiffen mithilfe des Echolots erfassen. Wie wir heute wissen, hängt es von der Beschaffenheit der beschallten Materie ab, ob die ausgesendeten Ultraschallwellen reflektiert, absorbiert oder hindurchgelassen werden.

Im Zweiten Weltkrieg hatte die Marine einen sehr hohen Bedarf an Ultra-

schallgeneratoren. Zahlreiche Überbestände der magnetorestriktiven Schwinger und Kurzwellensender suchten nach Kriegsende eine neue Anwendung, und die fand sich in Ultraschallreinigungsanlagen für die Metall- und Schmuckindustrie. Das Städtchen Pforzheim am Rande des Schwarzwalds erblühte damals zur Goldstadt Baden-Württembergs. Wenn jedoch der Schall der Reinigungsanlagen vibrierte, gab es Probleme beim Fernsehempfang. Die Oberpostdirektion schickte den Funkstörungsmessdienst hinaus, der nebenher auch noch Schwarzseher aufspüren sollte, darunter den sehr jungen Elektromechaniker Walter Herrmann.

## Vom Reinigen zum Schweißen

Infiziert vom Ultraschallvirus nahm dieser 1958 eine Entwicklungsstelle in der Industrie mit der Aufgabe an, Generatoren für Ultraschallreinigung mit 10000 Volt Röhrenanodenspannung weiterzuentwickeln (Bild 1). Bis dato wurde die Ultraschallfrequenz über eine selbstschwin-

gende Endstufe mit einer Hochspannungsröhre (Diode) erzeugt. Als Problem erwies sich, dass die Röhre luftgekühlt war und die schmutz- und metallhaltige Luft in den Betrieben immer wieder Kurzschlüsse verursachte, sodass die Geräte oft Feuer fingen.

Mit seiner Idee, die Ultraschallfrequenz über einen Maschinengenerator mit Dynamoprinzip und einer niedrigen Be-



Bild 3. Die erste Generation Ultraschall-Schweißmaschinen

ARTIKEL ALS PDF unter [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de)  
Dokumenten-Nummer KU110421

triebsspannung von 200–300 Volt zu erzeugen, machte sich Walter Herrmann selbstständig (**Bild 2**). Neben dem neuen Maschinengenerator, der im galvanotechnischen Bereich vertrieben wurde, zählte sogar der Bau erster Reinigungsanlagen zum Betätigungsfeld. Als Ende der Sechziger der Siegeszug der Halbleiter begann, erkannte das junge Unternehmen sofort deren Potenzial für den Bau von Ultraschallgeneratoren. Nun war die endgültige Umstellung auf den Niedervoltbetrieb zwischen 100 und 300 Volt technisch möglich. Man baute Halbleitergeneratoren, die hervorragend funktionierten und brauchbar hohe Leistungen brachten. Zur gleichen Zeit kamen aus den USA die ersten Ultraschallschweißmaschinen für Kunststoffe nach Deutschland. Deren Leistung war jedoch schwach, und die anwendungstechnische Beratung fehlte völlig. Walter Herrmann sah gute Chancen für seinen Generator und begann die Entwicklungsarbeit für eine eigene Ultraschallschweißmaschine (**Bild 3**).

### Pioniere beim „Ultraschallkränzchen“

Die Industrie horchte auf und interessierte sich für das schnelle und wirtschaftliche Verfahren, Kunststoffe zu verbinden, das zudem wenig Energie verbrauchte. Jedoch gab es noch keinerlei wissenschaftliche Erkenntnisse über den Fügeprozess sowie die Prozessparameter, sodass in der Fachpresse dem Ultraschallschweißen ein Hauch schwarzer Magie anhaftete. Denn manchmal funktionierte die Technik hervorragend und dann wieder gar nicht – die Maschinentechniker konnten beim Kunden nur empirisch Parameter verstellen, aber nicht die Maschine für den Dauerbetrieb einrichten. Eine Erklärung, warum schwarze Kunststoffteile andere Parameter als weiße Teile aus dem gleichen Thermoplasten erforderten, gab es nicht. Selbst gleiche Kunststoffe mit gleicher Farbe führten zu unterschiedlichen Ergebnissen. Aber das Interesse der Rohstoffhersteller war geweckt und namhafte Unternehmen wie Siemens, Bosch, BASF, Bayer und Hoechst formten unter der Schirmherrschaft des Zentral-



**Bild 4. Rundschalttellermaschine aus dem Jahr 1977**

verbands Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) gemeinsam mit den Ultraschallmaschinenherstellern Branson, Herrmann Ultraschall und Dr. Lehfeld (heute KLN) das legendäre erste „Ultraschallkränzchen“. Die Zielsetzung war, gemeinsam den Ultraschall-Fügeprozess zu erforschen und transparent zu machen.

Eine Branche war geboren, das Potenzial riesig. Mit dem steigenden Kunststoffverbrauch stieg auch der Bedarf an anspruchsvollen Fügeanwendungen (**Bild 4**). →

## Schallschutz und Prozessvisualisierung

Die erste serienmäßig schallgeschützte Maschine (Typ: Ultrasafe) fand auf der K-Messe 1980 große Beachtung (Bild 5). Der Grund für diesen Erfolg waren die Nebenfrequenzen, die bei 20 kHz laute Schallemissionen verursachen und bereits in den siebziger Jahren die Berufsgenossenschaft aufhorchen ließen. Viele Kunden bauten deswegen ihren eigenen Schallschutz um die Maschinen, teilweise aus Sperrholz.

Ein nächster Meilenstein gelang mit der Visualisierung des Schweißprozesses. Es war einleuchtend: Nur wenn der Prozess sichtbar war, konnte man ihn beeinflussen. Die ersten Bilder des Schweißvorgangs wurden mit einer Kombination aus Energiereglergerät mit Oszilloskop und Polaroid-Kamera erstellt. Mit der Entwicklung einer Steuerung mit Bildschirmkommunikation und der zusätzlichen Integration eines linearen Wegmesssystems in die Schweißmaschine war die Fügegeschwindigkeit als Graph darstellbar. Aus schwarzer Magie wurde ein sichtbarer, physikalisch nachvollziehbarer Vorgang. Von der Konkurrenz belächelt zeigte Herrmann Ultraschall 1989 die erste Dialog-Serienschweißmaschine mit Bildschirmkommunikation (Bild 6).

Doch genau diese Transparenz via Monitor ermöglichte die Festlegung und Justierung der Schweißparameter. Versuchsreihen ergaben, dass die Qualität vom gleichmäßig linearen Anstieg der Fügegeschwindigkeit abhing. Die teilweise unvermeidbaren, gravierenden Ausschussraten wurden gesenkt – in manchen Fällen von 30 % auf unter 1 %. Dazu verfügten die Schweißmaschinen über eine verfeinerte Prozesssteuerung mit um-



Bild 5. Schallschutzwerbung aus dem Jahr 1979

fangreicher Datenerfassung. Das hieß schnelle Fehlererkennung und weitere Prozessoptimierung.

Diese Entwicklungen waren nur möglich, weil die Erträge wie selbstverständlich wieder investiert wurden. Bereits in den achtziger Jahren wurden die ersten CAD-Konstruktionsarbeitsplätze eingerichtet. Danach halfen teure Hochleistungsrechner mit individualisierter Software, das Schwingverhalten der Sonotroden mit der Finiten Elemente Methode (Bild 7) greifbar und sichtbar zu machen. Nun waren Amplitudenverteilung und Stressverteilung im Material farblich sichtbar und der hohe und teure Titanausschuss bei der Sonotrodenproduktion konnte gesenkt werden.

Nachdem man als erster Hersteller bereits Anfang der neunziger Jahre manuelle Druckregler durch ein Proportionaldruckregelsystem ersetzt hatte, war die

komplett numerisch gesteuerte Ultraschallschweißmaschine geboren. Jetzt war es möglich, alle Parameter digital reproduzierbar zu verändern. Sowohl die Anpresskraft, die sogenannte Triggerkraft, als auch die Schweißkräfte können seither als Teil eines Schweißprogramms exakt programmiert und mit der Dialogtechnik visualisiert werden. Der nächste Meilenstein war die Entwicklung digitaler Ultraschallgeneratoren mit unverändert hohem Wirkungsgrad, unabhängig von Temperaturschwankungen und Bauteilalterungseinflüssen.

In der jüngeren Vergangenheit hielt die Ultraschallschweißtechnik Einzug in neue Anwendungsfelder, wie das Versiegeln von Verpackungen und das Laminieren und Prägen von Bahnware.

So entwickelt sich die Ultraschallschweißtechnologie immer weiter und wir können gespannt sein, was im Herbst auf der K 2010 zu sehen sein wird. Ein Produkt sei hier vorweg angedeutet. Es ist das Ergebnis von über zehn Jahren Entwicklungsarbeit (Bild 8). ■

### DER AUTOR

THOMAS HERRMANN, geb. 1963, ist Maschinenbauingenieur und Geschäftsführer bei Herrmann Ultraschall, Karlsbad.

### SUMMARY

#### BLACK MAGIC RENDERED REPRODUCIBLE

LOOKING BACK. At the start of its industrial use, ultrasound was employed for cleaning systems in the metal and jewellery industry. In the Sixties, a new technology for joining thermoplastic parts then developed out of this. Walter Herrmann is one of the pioneers.

Read the complete article in our magazine

*Kunststoffe international* and on [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)



Bild 6. Die erste Maschine mit Bildschirm aus dem Jahr 1989

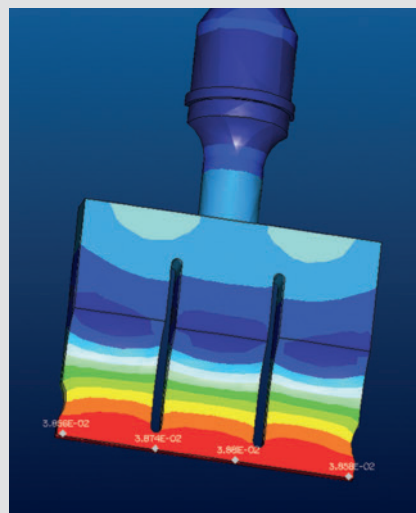


Bild 7. FEM-Amplitudenverteilung



Bild 8. Neuentwicklung HiQ evolution