

# Wie macht man Wegwerfware haltbar?

Hersteller langlebiger Maschinen brauchen Elektronikchips als Ersatzteile. Die Chips sind jedoch immer kürzer am Markt. Und ihre Lagerung ist eine Wissenschaft für sich.

VON ROLAND WENGENMAYR

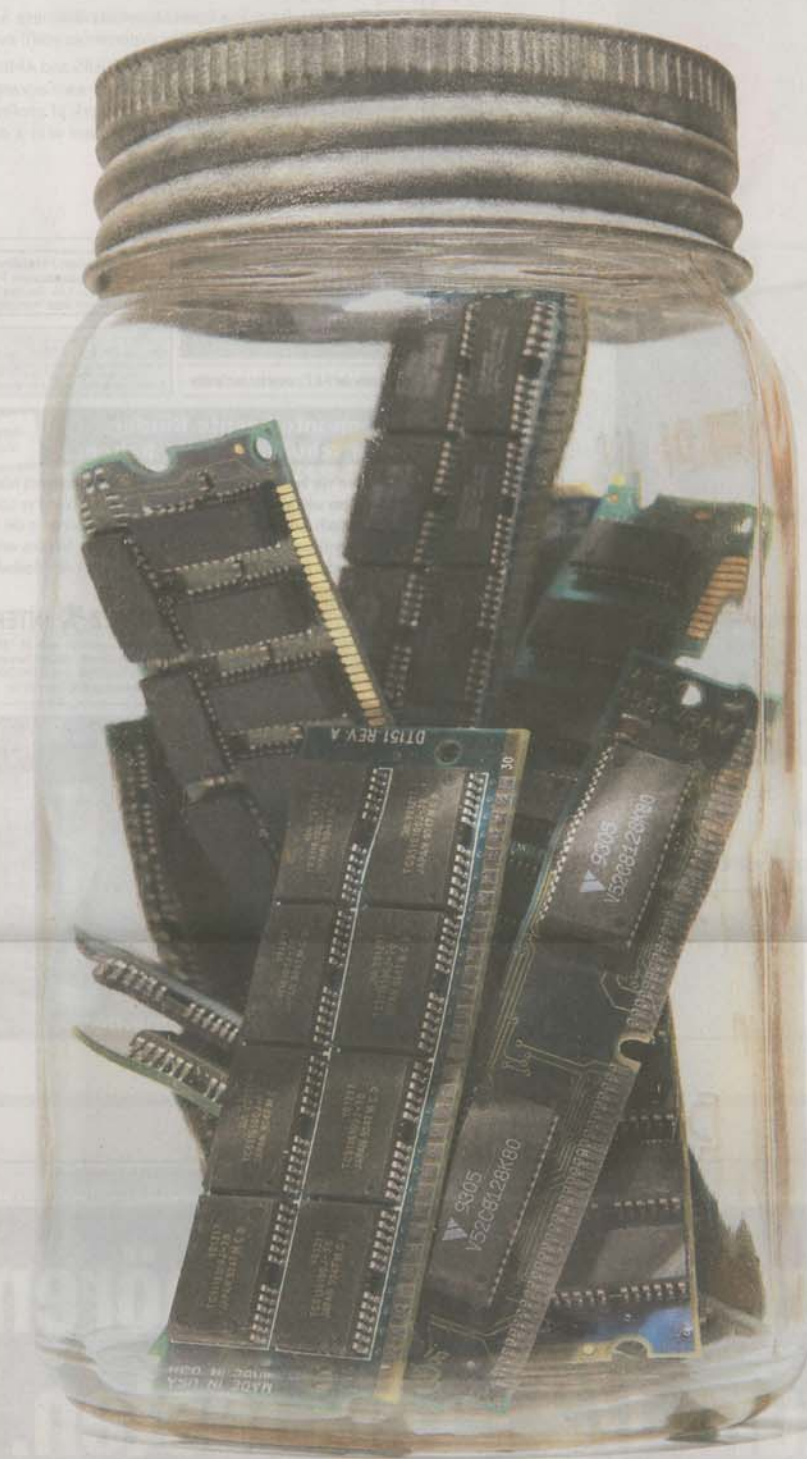
BENSHEIM. Zu den Feinden, die Napoleons Armee in Russland dezimierten, gehörte die Zinnpest – so lautet zumindest eine in der Chemie beliebte Anekdote. Im Winterfrost ließ sie die Zinnknöpfe der Uniformen epidemieartig zu Pulver zerfallen, weil Zinnatome sich unterhalb von 13 Grad Celsius zu einer anderen Kristallstruktur umsortieren. Viele Soldaten erfroren. Je kälter es wurde, desto stärker wütete die Metallseuche.

Auch heute bereitet die Zinnpest einem Teil der Menschheit Probleme, nämlich dem, der sich mit der Lagerung von Elektroteilen beschäftigt, einem für Verbraucher und Industrie nicht unbedeutenden Thema. Denn wer langlebige Konsum- oder Investitionsgüter kauft, etwa Autos, Gabelstapler oder andere Maschinen, der erwartet, dass er dafür jahrzehntelang Ersatzteile bekommt. Flugzeuge zum Beispiel sollen bis fünfzig Jahre betriebsbereit sein. Die zunehmende Elektronifizierung wird allerdings zum Problem, denn Elektrochips altern im normalen Lagerregal schnell: „Oft sind die ersten zwei Jahre schon entscheidend“, sagt Egbert Grote, Mitgründer der Firma HTV im südhessischen Bensheim, die untersucht, wie sich Elektroteile möglichst lange lagern lassen.

Viele Teile sind nämlich nur wenige Jahre lieferbar. Nach Angaben von Grote orientiert sich die Halbleiterindustrie vor allem am Massenmarkt schnellleibiger Wegwerfware wie Computer oder Handys. Wegen des extremen Preisdrucks stellt sie Elektrochips möglichst billig her und stoppt unrentabel werdende Produktionslinien schon nach wenigen Jahren. Diese Gefahren listet auch ein Weißbuch zur Langzeitversorgung der Autoindustrie mit Elektronik auf, das der deutsche Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) 2002 publizierte.

Die Autoindustrie nimmt etwa acht Prozent der weltweit produzierten Halbleiterbauteile ab. Wegen dieses kleinen Marktanteils könne sie keinen Druck auf die Produzenten ausüben, sagt Grote. Oft seien elektronische Standardbauteile schon nicht mehr auf dem Markt, wenn ein damit entwickeltes Automodell in Serie gehe. Das zwingt zum Ersatz durch eine neue, kompatible Chipgeneration oder zum teuren Nachbau – zum „Redesignen“.

Eine weitere Möglichkeit ist das langfristige Einlagern. Das ist laut Grote aber nur für den sinnvoll, der das Alterungsproblem in den Griff bekommt. Wenn die elektronischen Bauteile nicht in Geräte eingebaut sind, werden sie schnell unbrauchbar. „Viele lassen sich



Halbleiter im Einmachglas? Keine Gute Idee. Dafür sind die Zinnatome viel zu beweglich.

Foto: Masterfile

schon nach einem Jahr nicht mehr löten“, sagt Grotes Assistent Holger Krumme. Ursache sind die hochbeweglichen Zinnatome, die zum Beispiel in den Pins, den Beinchen der Chips, aus der dünnen Hülle aus Lötzinn in das darunter liegende Kupfer wandern.

Egbert Grote und einige seiner rund zweihundert Mitarbeiter sollen diese Bewegungsfreude so gut wie möglich eindämmen. Das erwarten ihre Kunden, darunter große Hersteller von Autos oder Flugzeugen. Namen darf Grote nicht

nennen. Er zeigt aber ein edel designtes Instrument mit großem LCD-Schirm, das für die Mittelkonsole eines Luxuswagens bestimmt ist. Es soll auch nach jahrzehntelanger Lagerung noch funktionstüchtig sein.

Ein anderes Problem schlummert in den immer feineren Halbleiterstrukturen. „In so einem winzigen Chip stecken inzwischen ja viele Milliarden Transistoren“, sagt Grote und deutet auf ein schwarzes Plättchen, das so klein ist wie ein Rechenkästchen in ei-

nem Schulheft. Die Transistoren bestehen aus dünnsten Siliziumkristallschichten, in die Fremdatome gezielt als Materialfehler eingebaut sind. Sie sorgen in sogenannten n-Schichten für einen Überschuss an Elektronen, in p-Schichten für positiv geladene „Löcher“. Am Übergang zwischen beiden Schichtsorten entstehen auf diese Weise starke Konzentrationsgefälle, die für die elektronische Funktion entscheidend sind. Ruht das Bauteil nun jahrelang, ohne dass Strom hindurchfließt, können die

Dotierungsatome zunehmend in die von ihresgleichen unbesetzte Nachbarschicht auswandern.

Diese „Diffusion“ kennt man von Partys: Steht der Cocktail zu lange, dann durchmischen sich seine bunten Schichtungen. Und zwar umso schneller, je wärmer es ist. Auch bei Chips hemmt Kühlen solche Effekte – oder eben regelmäßiges Unter-Strom-Setzen. Letzteres ist aber nur bei größeren Geräteteilen möglich. Für Millionen oder Milliarden einzelner Chips gibt es nur die Kälte. Doch mit ihr bekommen sie es auch mit Napoleons Feind zu tun: der an den Lötstellen nagenden Zinnpest.

„Als wir auf Druck unserer Kunden vor acht Jahren das Thema Langzeitlagerung anpackten“, erzählt Grote, „da sagten unsere Physiker: O Gott, das ist ja alles Chemie!“ Sie beobachteten, dass Korrosion sich in vielen Spielarten in die Bauteile hineinfressen kann: Selbst deren Kunststoffgehäuse tragen zur Zerstörung bei. Sie dampfen Gase aus, welche die feinen elektrischen Verbindungen der Chips zur Außenwelt korrodieren lassen. Deshalb reicht das kühle Standardlagern in trockener Stickstoffatmosphäre nicht aus.

Also vergab HTV Forschungsprojekte an verschiedene Universitäten und gründete ein eigenes materialwissenschaftliches Labor. Dort untersuchen Wissenschaftler die chemische und metallurgische Zusammensetzung aufgesägter Bauteile mit modernsten spektroskopischen Methoden. Danach stimmen sie die spezielle Rezeptur ab, mit welchem Schutzgas, mit welchen Schadstoffabsorbentien und bei welchen Temperaturen die Teile gelagert werden müssen.

Seit vier Jahren bietet die Firma nun das Einlagern an. Ein bunkerartiger Bau, der gegen Diebstahl, Feuer und sogar Flugzeugabstürze gesichert ist, steht bereits. „Dahinter ist noch Platz für sechs weitere“, sagt Holger Krumme und deutet auf eine grüne Wiese. HTV setzt darauf, dass das Problem einige Branchen zunehmend unter Druck setzt.