Mikrocomputer und Haushaltgeräte

Autor(en): **Schmidt, U.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **70 (1979)**

Heft 7

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-905366

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mikrocomputer und Haushaltgeräte [1])

Von U. Schmidt

64-83:681.322-181.48;

1. Einleitung

Die Verbreitung der elektrischen Hausgeräte setzte vor etwa 100 Jahren ein, als mit dem Stromanschluss im Haushalt eine problemlose Energiequelle zur Wärmeerzeugung und für motorische Antriebe zur Verfügung stand. Heute hat der Besitzstand an elektrischen Hausgeräten in den 23 Mio Haushalten der Bundesrepublik Deutschland z.T. fast 100% erreicht (Fig. 1). Während heute nahezu alle Haushalte einen Kühlschrank und eine Waschmaschine besitzen, setzen sich Geschirrspüler und vor allem Wäschetrockner erst ganz allmählich durch.

Bis etwa Anfang der 70er Jahre wurden die elektrischen Haushalt-Grossgeräte vom Benutzer als technisch konventionelle Geräte mit abgegrenztem Funktionsumfang gesehen. Schaltungen und Steuerungen erfolgten mit bewährten elektromechanischen Kontakten, die die Netzspannung an Motoren, Heizungen und Anzeigelampen ein- oder abschalteten. Erst die Diskussion des rationellen Energieeinsatzes und das Vordringen der Elektronik in den Konsumgüterbereich rückte die Hausgeräte wieder verstärkt in das Bewusstsein.

2. Heutiger Entwicklungsstand

Elektrische Hausgeräte haben im Prinzip alle den gleichen Grundaufbau. Der Benutzer erteilt über die Bedienelemente Anweisungen, die entweder vom Gerät sofort ausgeführt werden (z.B. Einschalten einer Kochplatte) oder erst nach einem zeitlichen Ablauf durchgeführt werden (z.B. mittels Programmschaltwerk beim Waschautomaten). Über evtl. vorhandene Regel-, Steuer- oder Fühlelemente im Gerät werden die Anweisungen (z.B. das Erreichen der Bratofentemperatur) oder momentane Betriebszustände (z.B. die Programmzustandsanzeige des Waschautomaten) angezeigt.

Als technisch anspruchsvolles elektromechanisches Bauteil soll für diese Betrachtungen das Programmschaltwerk eines Waschautomaten herausgegriffen werden. Diese heute üblichen Programmschaltwerke (Fig. 2) sind technisch ausgereift und haben ihre Zuverlässigkeit bewiesen. Die ersten Programmschaltwerke in den Waschautomaten hatten nur die Aufgabe, die Heizung für die Wassererwärmung und den Motor für die Bottichbewegung ein- und auszuschalten. Die Einführung der pflegeleichten Textilien sowie der zunehmende Trend zur Automatisierung des Waschvorganges machten es notwendig, die Grundfunktionen des Programmschaltwerkes laufend zu erweitern. So wurden der Temperatur- und Zeitverlauf der Waschprogramme sowie die Zusatzzeitpunkte von Wasch- und Spülmitteln den jeweiligen Bedürfnissen angepasst. Dazu waren weitere Kontaktbahnen im Programmschaltwerk notwendig, beispielsweise zum Steuern der Ventile, zum automatischen Einspülen der Vorwaschmittel, der Hauptwaschmittel und der Pflegemittel.

Verursacht durch die Energiekrise mussten weitere Verknüpfungen vorgenommen werden, um zusätzliche Sparprogramme mit geringerem Verbrauch an Strom und Wasser zu verwirklichen. Die Zahl der Schaltfunktionen, die das Programmschaltwerk zu erfüllen hatte, stieg bis Mitte der 70er Jahre von 12 auf 36. Diese elektromechanischen Programmschaltwerke sind in vernünftiger Weise nur noch begrenzt ausbaufähig. Das bedeutet, dass zusätzliche Funktionen wie Flexibilität der Programme, Beeinflussung durch Sensoren usw. technisch und vor allem wirtschaftlich nur sehr schwer realisierbar sind. Bereits heute sind Programmschaltwerke konzipiert, die halb- bzw. vollelektronisch aufgebaut sind. Sie ersetzen das elektromechanische Programmschaltwerk bei gleicher Funktionstiefe, bieten jedoch keinen wesentlichen Zusatznutzen. Ein Kostenvergleich zeigt, dass diese elektronischen Schaltwerke etwa um den Faktor 2 teurer sind als die bewährten elektromechanischen Lösungen. Sie können jedoch nur als Interimslösungen angesehen werden, weil das Gerät verteuert wird, ohne dass dem Verbraucher für den Mehrpreis ein entsprechend gesteigerter Gebrauchsnutzen geboten wird.

Erste vollelektronische Lösungen, die dem Verbraucher auch echten zusätzlichen Komfort und verbesserte Gebrauchs-

[1]) Fachreferat anlässlich des 14. Technischen Presse-Colloquiums der AEG-Telefunken am 10./11. Oktober 1978.

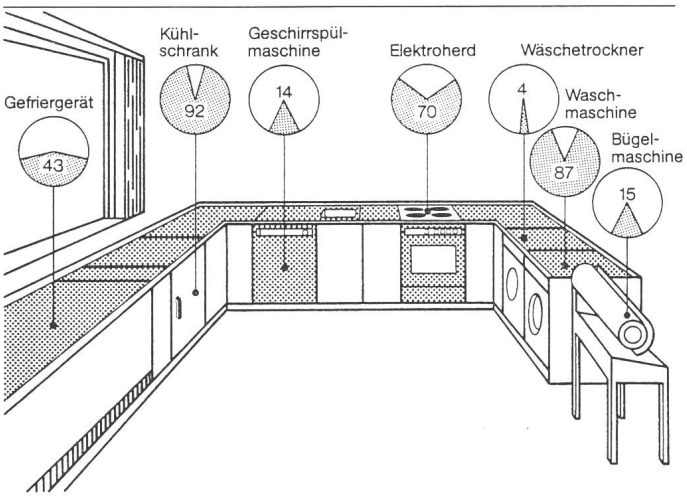

Fig. 1 Ausstattung der bundesdeutschen Haushalte mit elektrischen Hausgeräten (in %)

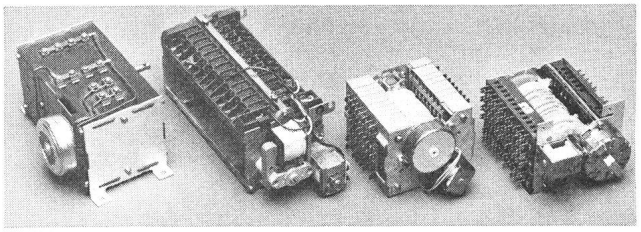

Fig. 2 Programmschaltwerke von Waschmaschinen gestern und heute
Der zunehmende Trend der Automatisierung des Waschvorganges führte zu stetiger Weiterentwicklung der elektromechanischen Programmschaltwerke. Hatten die ersten nur die Aufgabe, die Heizung und den Hauptmotor zu schalten (links), erfüllen die Programmschaltwerke (rechts) bis zu 36 Schaltfunktionen

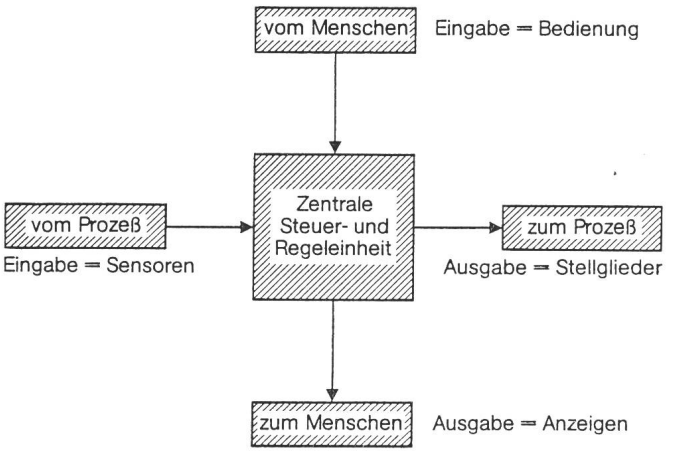

Fig. 3 Grundaufbau von Hausgeräten

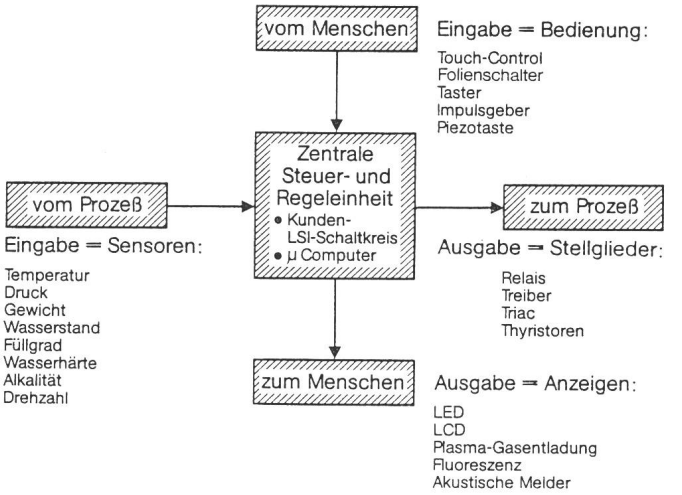

Fig. 4 Konzeptionsschema für Hausgeräte

eigenschaften bieten, sind heute in diversen Kleingeräten, vor allem aber im Wäschetrockner mit Luftkondensation, im elektronischen Herd und in Mikrowellengeräten realisiert. Die Anzahl der Funktionen im Programmablauf eines Wäschetrockners ist verhältnismässig gering. Die Elektronik, die aus Kostengründen aus diskreten Elementen aufgebaut ist, sorgt dafür, dass beim Erreichen eines vorwählbaren Restfeuchtegrades der Trockenvorgang automatisch beendet wird. Gegenüber einem zeitgesteuerten Trockner ergibt sich dadurch eine Ersparnis von Betriebskosten. Der Erfolg dieses Gerätes am Markt zeigt, dass der kritische Verbraucher bereit ist, den notwendigen Mehrpreis für die Elektronik bei der Anschaffung zu zahlen.

Als richtungweisend und als Basis für zukünftige Entwicklungen von Grossgeräten kann der elektronische Herd «Cookbit» angesehen werden. Dieser mikroprozessorgesteuerte Herd umfasst 120 festgespeicherte Koch-, Brat- und Backprogramme mit jeweils optimalen Zeit-/Temperaturprofilen. Mit diesem Gerät wurden wesentliche Erkenntnisse darüber gewonnen, welche zusätzlichen, heute erst in den Ansätzen erkennbaren Aufgaben eine intelligente Elektronik in Hausgeräten übernehmen kann.

3. Entwicklungstrends bei Hausgeräten

Darüber, welche Anforderungen die nachfolgenden Gerätegenerationen erfüllen müssen, bestehen bei AEG-Telefunken sehr konkrete Vorstellungen. Es versteht sich von selbst, dass in dem hart umkämpften Markt «Konsumgüter» gewisse Einschränkungen in der Bekanntgabe von Angaben über die zukünftige Produktpalette lebensnotwendig sind. Dennoch soll aufgezeigt werden, welche Leitlinien für das Unternehmen massgebend sind, welche Problemstellungen sich daraus ergeben und welche Lösungsansätze gesehen werden.

Alle Hausgeräteentwicklungen werden künftig stärker als bisher folgende Prämissen erfüllen müssen: gesteigerte Ansprüche der Verbraucher, Erfordernisse der Umwelt, Fortschritte der Technologie. Die sich daraus ergebende Problemstellung für die Produktkonzeption eines Hausgerätes zeigt Fig. 3. Die Hausgeräte der 80er Jahre werden sich vor allem durch die Eigenschaft der gesteigerten Dialogfähigkeit mit dem Benutzer auszeichnen.

Die Eingabe durch den Menschen erfordert einfache, ergonomisch gestaltete Systeme. Die eingegebenen Werte und Befehle müssen gespeichert, geprüft und verarbeitet werden. Quittungs-, Kontroll- oder Warnsignale werden dann über geeignete Anzeigen zum Menschen zurückgemeldet. Ist-Werte, die vom Prozess erfasst werden, müssen mit vorgegebenen Soll-Werten verglichen werden, und bei Abweichungen werden Steuerbefehle zum Prozess erteilt. Aus dieser Betrachtung folgen zwangsläufig die zwei Achsen, die sich durch die zentrale Steuer- und Regeleinheit ziehen: die Achse vom Menschen zum Menschen und die Achse vom Prozess zum Prozess. Am einfachen Beispiel einer Raumheizung seien diese zwei Achsen erläutert:

Vom Menschen wird die gewünschte Raumtemperatur eingestellt: 20 °C.

Vom Prozess kommt die Meldung: Die Raumtemperatur beträgt 15 °C.

Zum Prozess befiehlt der Raumthermostat aufgrund der Regelabweichung «Zu kalt»: Der Wärmespeicher soll heizen.

Zum Menschen erfolgt die Meldung durch die Kontrollampe: Es wird geheizt.

Die in Fig. 3 gezeigten vier Peripherie-Blöcke des Grundaufbaues von Hausgeräten führen zu dem in Fig. 4 dargestellten Konzeptionsschema. Bei der Eingabe vom Menschen sind mehrere physikalische Eingabesysteme denkbar. Es hängt vom Anwendungsfall ab, welches System das geeignetste ist. Gleiches gilt für die Ausgabe zum Menschen. Zur Dialogfähigkeit des Gerätes sollten Quittungs-, Kontroll- und Betriebszustandswerte auf Wunsch des Benutzers abrufbar sein. Dies erfordert verbesserte Anzeigeelemente, die auch alphanumerische Werte anzeigen können.

Die Optimierung der Programmtechnik erfordert ein laufendes Erfassen des Ist-Zustandes und eine Eingabe vom Prozess an die zentrale Steuer- und Regeleinheit. Dazu sind Fühlelemente bzw. Sensoren notwendig, die z.B. Temperatur, Druck, Gewicht, Wasserstand, Füllgrad oder Drehzahl erfassen. Derartige Sensoren, die technisch und wirtschaftlich in Hausgeräten eingesetzt werden können, sind heute am Markt noch nicht verfügbar. Die vom Benutzer oder von der zentralen Steuer- und Regeleinheit eingegebenen Befehle müssen über Leistungsschalter an den Prozess ausgegeben werden.

Anforderungen		diskrete Elektronik	Custom-Design-IC	Mikrocomputer
Flexibilität		○	–	+
Preis bei Stückzahl	< 10 000	○	–	+
	10 000 – 100 000	–	○	+
	> 100 000	–	+	○
Verfügbarkeit am Markt		+	–	+
Innovationszeit		+	–	+
Integrationsfähigkeit der Peripherie		○	+	○
Anschlußmöglichkeiten für die Peripherie		+	+	○
Investitionen		+	–	○
Handling in Produktion und Service		–	+	+
Zuverlässigkeit		–	+	+
Arithm. Operationen		–	+	+
Ergebnis:		+ 4 ○ 2 – 4	+ 5 ○ 1 – 4	+ 7 ○ 3 – 0

+ = gut geeignet
○ = bedingt geeignet
– = wenig geeignet

Fig. 5 Bewertungskriterien für die Eignung verschiedener Arten von Elektronik

Als Forderung für alle vier Peripherie-Blöcke ergibt sich, dass diese auf möglichst einfache und preiswerte Weise an die zentrale Steuer- und Regeleinheit angeschlossen werden können. Peripherie- und Zentraleinheit müssen so ausgewählt werden, dass aufwendige Interface-Bausteine, z. B. Messwandler, Zwischenspeicher, Treiber usw., entfallen können.

Die Forderungen an die zentrale Einheit, nämlich

- Speicherfähigkeit
- Ausführung von arithmetischen Operationen
- Treffen logischer Entscheidungen
- Erfassen und Verarbeiten von Sensor-Signalen
- Peripherie-Anschlussmöglichkeit

zeigen deutlich, dass derartige Aufgaben wirtschaftlich und technisch nur mit der Elektronik realisiert werden können. Nur sie kann den Anforderungen der künftigen zentralen Einheiten genügen. Eine generelle Antwort auf die Frage, welche Art von Elektronik dies sein wird, lässt sich nicht geben. Bei jeder Produktentwicklung muss neu untersucht werden, ob diskret aufgebaute Schaltungen, hochintegrierte Kunden-LSI-Schaltkreise oder Mikrocomputer die technisch und wirtschaftlich befriedigendste Lösung darstellen. In Fig. 5 sind für einen ersten Überblick einige Bewertungskriterien zusammengestellt. Es ist erkennbar, dass nur der Mikrocomputer – infolge der leicht programmierbaren Intelligenz im ROM – die Flexibilität gewährt, die aufgrund der kurzen Innovationszeiten bei Hausgeräten notwendig ist. Da vermutlich zunächst nur die Geräte der oberen Preisklasse mit konfortablen Elektronik-Lösungen ausgestattet werden, sind die Anfangsstückzahlen relativ gering, was wiederum nur mit dem Mikrocomputer wirtschaftlich realisierbar ist. Die schnelle Verfügbarkeit am Markt bei annehmbaren Investitionen in Entwicklung und Fertigung beim Gerätehersteller spricht ebenfalls für den Mikrocomputer. Alle weiteren in dieser Figur dargestellten Punkte haben weniger Einfluss und sind in der Bewertung für den Mikrocomputer und den Kunden-LSI-Schaltkreis (Custom-Design-IC) nahezu identisch.

Es zeigt sich also, dass sich bei einer globalen Bewertung der Elektronik für Hausgeräte allgemein eine Präferenz für den Mikrocomputer ergibt. Die Bewertungskriterien haben jedoch je nach Gerätegruppe eine unterschiedliche Gewichtung, die aus der Figur nicht erkennbar ist. Erst wenn die Kriterien für ein bestimmtes Gerät in einer Entscheidungsmatrix gewichtet werden, kann für dieses Gerät eine technisch und wirtschaftlich optimale Entscheidung getroffen werden. Die unterschiedlichen Ergebnisse einer solchen Gewichtung sind in qualitativer Form in Fig. 6 dargestellt. Diese zeigt den Stand, wie er für etwa 1980 erwartet wird. Der Mikrocomputer wird sich auf breiter Front durchsetzen. Anwendungen für Kunden-LSI-Schaltkreise sind, zumindest für den Betrachtungszeitpunkt 1980, noch nicht erkennbar.

Die vielleicht etwas überraschende Aussage, dass eine diskret aufgebaute Elektronik für Wäschetrockner, Kühl/Gefrier-Kombinationen und Kleingeräte vorläufig die wirtschaftlichste Lösung darstellt, lässt sich mit dem verhältnismässig geringen Funktionsumfang dieser Geräte erklären. Mittelfristige Gerätekonzeptionen für Waschautomaten, Elektroherde, Geschirrspülautomaten und Mikrowellenherde werden Anfang der 80er Jahre mit Einchip-Mikrocomputern gelöst werden. Hierbei wird man die bereits auf dem Markt erhältlichen anwendungsspezifischen Mikrocomputer der zweiten Generation einsetzen.

In der bisherigen Betrachtung wurde gezeigt, dass neue Lösungsansätze mit dem Mikrocomputer klar umrissen sind. Den entscheidenden Durchbruch wird die Vollelektronik erst dann schaffen, wenn deren Kosten so niedrig liegen, dass sie auch in den Geräten der Mittel- und gegebenenfalls der Standardklasse eingesetzt werden kann. Hiermit ist in absehbarer Zeit zu rechnen, wobei dieser Vorgang nicht schlagartig erfolgen, sondern als Revolution in kleinen Schritten ablaufen wird. Wie aus Fig. 7 zu erkennen ist, betragen die für 1980 geschätzten Mikrocomputerkosten nur noch 10% der gesamten Kosten der Vollelektronik. Das bedeutet, dass der erwartete Fortschritt in der Halbleitertechnologie, d.h. die Kostenreduzierung pro Bit um den Faktor 2 jeweils alle zwei Jahre, sich nur

	Diskrete Elektronik	Kunden-LSI-Schaltkreis	Mikrocomputer
Waschautomat			+
Wäsche-Trockner	+		
Geschirrspülautomat			+
Elektroherd			+
Mikrowellengerät			+
Kühl- und Gefriergerät	+		
Kleingeräte	+		

Fig. 6 Bevorzugte Anwendung der verschiedenen Arten von Elektronik in Hausgeräten

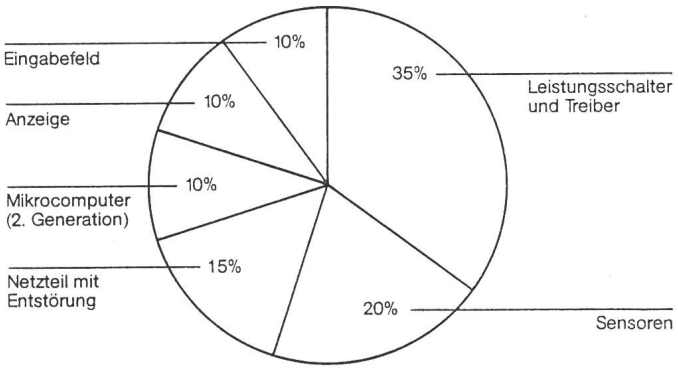

Fig. 7 Kostenverteilung der Vollelektronik in einem Hausgerät im Jahr 1980

zu einem Bruchteil in den Gesamtkosten des Gerätes niederschlagen wird. Die Kostenentwicklung der technologischen Lösungen für die Sensoren und vor allem für die Leistungsschalter hat mit der Kostendegression bei den Mikrocomputern bei weitem nicht Schritt gehalten. So stehen heute der Hausgeräteindustrie noch keine wirtschaftlich einsetzbaren Sensoren zur Verfügung, die gerade erst die Vorteile des Mikrocomputers voll zur Geltung bringen würden. Erst die Kombination von Mikrocomputer und Sensoren aber stellt den bestmöglichen Lösungsansatz für gesteigerte Verbraucheransprüche und verschärfte Umweltforderungen dar.

Wie die Theorie in die Praxis umgesetzt wird, soll am Beispiel eines Waschautomaten kurz umrissen werden: Die Waschautomaten der heutigen Generation lassen sich nur dann verbessern, wenn der Ablauf der Waschprogramme an die Beladung, den Verschmutzungsgrad der Wäsche, den Härtegrad des Wassers und die automatische Dosierbarkeit eventuell flüssiger Waschmittel angepasst wird (Fig. 8). Sensoren werden Temperatur, Alkalität und Trübung des Wassers erfassen, um dem Mikrocomputer Informationen zu vermitteln, mit denen er einen optimalen Energie-, Wasser- und Waschmittelverbrauch errechnen und steuern kann. Auf einem Anzeigetableau wird dem Benutzer der aktuelle Betriebszustand angezeigt und das voraussichtliche Ende des Waschvorganges bekanntgegeben. Eine einfache Bedienung wird dadurch erreicht, dass der Waschautomat den Benutzer in Form einer programmierten Bedienungsanleitung zur Eingabe der notwendigen Steuerbefehle auffordert.

Fig. 8 Entwicklung zukünftiger Waschautomaten
An einem Mikrocomputer-Entwicklungssystem wird das Versuchsprogramm für einen Waschautomaten erarbeitet. Mit dieser Anlage kann der Mikrocomputer im Entwicklungssystem simuliert werden. Programmierfehler können rechtzeitig erkannt und korrigiert werden

4. Zentraler Hauscomputer steuert die Hausarbeit

Aus den dargestellten Lösungsansätzen für Haushalt-Grossgeräte zeichnen sich bereits heute Weiterentwicklungen ab, die kommende Mikrocomputergenerationen in ihrer Architektur beeinflussen müssen. Hierfür ist es notwendig, dass künftig Geräte- und Halbleiterhersteller eng zusammenarbeiten. Nur so ist gewährleistet, dass zukünftige Entwicklungen wirtschaftlich und technologisch vorbereitet werden. Der Trend zur höheren Komplexität und zu höheren Stufen der Systemintegration von Halbleitern hält an. Dies führt zu Einheits-Bauelementen, sog. Mikrocomputer-Familien mit gleicher Software, aus denen kundenspezifische Chips abgeleitet werden können. Zukünftige Aufgaben für den Halbleiterhersteller für solche kundenspezifischen Mikrocomputer wären z. B. integrierte nichtflüchtige Speicher, Ausgänge zum direkten Ansteuern von Anzeigen und Leistungsschaltern sowie der direkte Anschluss von Sensoren und Multiplex-Eingabesystemen. Benötigt werden ausserdem preiswertere Leistungshalbleiter als bisher. Module mit integrierten, galvanisch vom Mikrocomputer getrennten Mehrfachleistungsschaltern einschliesslich Kühlsystemen sind zu entwickeln. Nicht zuletzt müssen durch gesteigerte Aktivitäten preiswerte Sensoren geschaffen werden, die vielleicht sogar auf Halbleiterbasis beruhen und ohne Schwierigkeiten in Hausgeräten integriert werden können. Die Geräteindustrie schliesslich steht vor dem Problem, die Vielfalt und die Möglichkeiten der Mikroelektronik in sinnvolle und nützliche Geräte umzusetzen. In der Zukunft wird es die Mikroelektronik möglich machen, jede nur denkbare Kombination von Merkmalen und Programmen in eine Gerätesteuerung einzubauen.

Die Aufgabe der Industrie wird es sein, die Programme so zu gestalten, dass der Verbraucher optimalen Nutzen hat. Das Hauptanliegen der Gerätehersteller ist es, dies dem Verbraucher kenntlich zu machen. Erst wenn eine preisgünstige Lösung des Gesamtsystems Elektronik Eingang auch in die Geräte der Mittel-, wenn nicht gar der Standardklasse gefunden hat, sind neue Gerätekonzeptionen denkbar. Dazu zählen beispielsweise Geräte, die eine genormte Anschlussmöglichkeit für Verbundsysteme über Datenkanäle haben. Die Möglichkeiten derartiger Verbundsysteme sind vielfältig. Die einzelnen Hausgeräte könnten z. B. in ihrem Arbeitsablauf so gesteuert werden, dass ein bestimmter Haus-Anschlusswert nicht überschritten wird. Dem Elektroherd wird dabei die höchste Priorität zugeordnet. Erst wenn der Kochvorgang beendet ist, wird z. B. für den Geschirrspüler der Start freigegeben. Solche Verbundsysteme müssen von einem zentralen Haus-Computer gesteuert werden. Voraussetzung ist in jedem Fall die dezentrale Intelligenz in den einzelnen Geräten, die durch den Mikrocomputer in ihrem Funktionsbereich autark gesteuert werden.

In enger Verbindung mit dem Gebrauch des Hauscomputers wird der Gebrauch der Kommunikationsmittel stehen. Das vorhandene Fernsehgerät wird als zentrale Anzeigeeinheit für alle Vorgänge im Haus genutzt werden. Dann ist auch der Zeitpunkt erreicht, dass nicht mehr die Frage gestellt wird: «Hat der Mikrocomputer bei Hausgeräten Zukunft?», sondern dann ist der Mikrocomputer Standard im Haushalt geworden.

Adresse des Autors
Dipl.-Ing. *Ulrich Schmidt*, Leiter der Abteilung Entwicklungsplanung und -dienste im Geschäftsbereich Kochgeräte, AEG-Telefunken, D-8500 Nürnberg.