

Portable Power

Der Erfinder Samuel Ruben und die Geburt von Duracell

Eric S. Hintz | Übersetzung: Sophia Tobis/Jonas Keller

1. Einleitung¹

Mikrobatterien sind eine allgegenwärtige Technologie. Wer im Besitz einer elektronischen Armbanduhr, eines kleinen Reiseweckers, eines Hörgerätes oder eines Herzschrittmachers ist, hat diese wichtige elektrochemische Technologie schon benutzt. Noch weiter verbreitet sind Alkaline-Standardbatterien in den bekannten Größen AA, AAA und als 9-Volt-Blockbatterie, die unsere Kameras, tragbaren Radios, Taschenlampen und Rauchmelder mit Strom versorgen. Batterien versorgen unsere moderne Gesellschaft mit Energie. Dennoch haben sich bisher nur wenige Historiker*innen die Zeit genommen, ihre technologischen Ursprünge, ihre Verbreitung und Kommerzialisierung sowie ihre umfassenderen soziokulturellen Auswirkungen zu untersuchen.² In diesem Artikel werde ich die Erfindung, Entwicklung und Vermarktung der Quecksilber- und Alkaline-Batterien des Erfinders

-
- 1 Dieser Aufsatz ist ursprünglich erschienen als Hintz, Eric S. »Portable Power: Inventor Samuel Ruben and the Birth of Duracell«, in: *Technology and Culture* 50/1 (2009), S. 24-57. © 2009 The Society for the History of Technology. Reprinted with permission of Johns Hopkins University Press.
 - 2 Sowohl Elektrochemiker*innen als auch Historiker*innen haben sich der Geschichte der Batterie über ihre technische Entwicklung genähert, ohne dabei ihre sozialen und ökonomischen Kontexte nennenswert einzubeziehen. Für den Bereich der Elektrochemie vgl. die »Fiftieth Anniversary Issue on Developments in Primary Batteries, 1902-1952«, *Journal of the Electrochemical Society* 99 (1952), S. 177C-208C; Salkand, Alvin J. (Hg.): *Proceedings of the Symposium on History of Battery Technology*, Pennington, NJ: The Electrochemical Society Inc. 1987. Unter den Beiträgen von Historiker*innen vgl. Dibner, Bern: *Alessandro Volta and the Electric Battery*, New York: F. Watts 1964; King, W. James: »The Development of Electrical Technology in the 19th Century: 1. The Electrochemical Cell and the Electromagnet«, in: *Contributions from the Museum of History and Technology, United States National Museum Bulletin* 228 (Washington, D.C., 1962), 231-71; Schallenberg, Richard H.: *Bottled Energy: Electrical Engineering and the Evolution of Chemical Energy Storage*, Philadelphia: American Philosophical Society 1982.

Samuel Ruben und seines Lizenznehmers, der *P.R. Mallory Company*, heute bekannt unter dem Namen *Duracell*, untersuchen.

Während es in dieser Fallstudie vor allem um Batterien und die Unterhaltungselektronikindustrie geht, erweitert sie auch unser generelles Wissen von den Verbreitungswegen neuer Technologien, der Miniaturisierungsbewegung in der Nachkriegszeit und den Ursachen für Innovationen im 20. Jahrhundert. Erstens haben Forscher*innen die Schwierigkeiten der Kommerzialisierung von Technologien des Zweiten Weltkriegs gebührend zur Kenntnis genommen, wie z.B. im Fall von Düsentrriebwerken und digitalen Rechenmaschinen.³ Das Beispiel der Entwicklung von Batterien in der Nachkriegszeit zeigt jedoch, dass ihre Kommerzialisierung nicht nur eine Neuerung der Technologie selbst, sondern auch der dahinterstehenden Firma erforderte. Ruben, ein unabhängiger Erfinder, entwickelte die Miniatur-Quecksilberbatterie während des Zweiten Weltkriegs und lizenzierte sie an die *P. R. Mallory Company*, welche ihre Verbreitung in zahlreichen Konsumgütern vorantrieb. Rubens Erfindung inspirierte die heute bekannteren Alkaline-Batterien und mit der Technologie musste sich auch die Firma *Mallory* weiterentwickeln: in den 1960er Jahren veränderte sie ihre Verkaufsstrategie und wuchs zu dem milliardenschweren Unternehmen, welches heute als *Duracell* bekannt ist. Dieses Beispiel lässt vermuten, dass der Kommerzialisierungsprozess der Nachkriegszeit weit mehr erforderte, als bloß technische Änderungen – er erforderte eine Transformation der gesamten Strategie und Organisation der Firma.

Zweitens haben verschiedene Historiker*innen den Transistor als die treibende Schlüsseltechnologie der Miniaturisierung und steigenden Portabilität von Militär- und Unterhaltungselektronik in der Nachkriegszeit gefeiert.⁴ Sie beschreiben, wie der Transistor sperrige Vakuumröhren in Radios und anderen tragbaren Geräten ersetzt und später die Entwicklung jener integrierten Schaltkreise und Mikroprozessoren angestoßen hat, die moderne digitale Computer antreiben. Diese Fallstudie legt jedoch nahe, dass die Erfindung kleiner Quecksilberbatterien durch Ruben im Jahr 1942 – fast sechs Jahre vor der Erfindung des Transistors – mindestens genauso wichtig, wenn nicht wichtiger, für die fortschreitende Miniaturisierung und Portabilität war. Tatsächlich wurden Miniaturbatterien auf Quecksilberbasis

3 Vgl. z.B. Alic, John A./Branscomb, Lewis M./Brooks, Harvey: *Beyond Spinoff: Military and Commercial Technologies in a Changing World*, Boston: Harvard Business Press 1992.

4 Vgl. z.B. Braun, Ernest/Macdonald, Stuart: *Revolution in Miniature: The History and Impact of Semiconductor Electronics*, Cambridge: Cambridge University Press 1982; Riordan, Michael/Hoddeson, Lillian: *Crystal Fire: The Birth of the Information Age*, New York: WW Norton & Co 1997; Chandler, Alfred Dupont/Hikino, Takashi/von Nordenflycht, Andrew: *Inventing the Electronic Century: The Epic Story of the Consumer Electronics and Computer Industries*, New York: Free Press/Macmillan 2001; Eckert, Michael/Schubert, Helmut: *Crystals, Electrons, Transistors: From Scholar's Study to Industrial Research*, New York: Springer Science & Business Media 1990.

schon Jahre vor der Erfindung des Transistors in Militärfunkgeräten, kommerziell vertriebenen Hörgeräten und elektronischen Armbanduhren verwendet. Aus dieser Perspektive bildet die Miniaturbatterie die Speerspitze der Miniaturisierung in der Nachkriegszeit, mit dem Transistor dicht auf ihren Fersen.

Schließlich haben diverse Arbeiten zu Innovationen im 20. Jahrhundert die Leistungen von in der Industrie arbeitenden Wissenschaftler*innen großer Firmen wie *General Electric* (GE), *American Telephone and Telegraph* (AT&T), *DuPont*, *Kodak* und der *Radio Corporation of America* (RCA) hervorgehoben.⁵ Inspiriert von Alfred Chandler Jr.'s Arbeiten zur Organisationsstruktur von Unternehmen beschreiben diese Studien, wie Firmen im Laufe des 20. Jahrhunderts Erfindungen unter ihre Kontrolle brachten und zwar im Rahmen eines umfassenderen Vorhabens der vertikalen Integration.⁶ Anstatt Erfindungen von externen Erfinder*innen zu kaufen, haben sich die Forschungsdirektor*innen der Unternehmen mit spezifischen Problemen an ihre eigenen Teams aus angestellten, promovierenden Forscher*innen gewendet, sodass alle daraus hervorgegangenen Patente direkt bei der Firma lagen. Folgt man den Forschern David Noble, David Hounshell und Thomas Hughes markiert diese firmeninterne Institutionalisierung des Erfindertums das Ende des ›heroischen‹ Zeitalters unabhängiger Erfinder wie Thomas Edison und Alexander Graham Bell.⁷ Hughes fasst diese Interpretation kurz und bündig zusammen, wenn er schreibt, dass nach dem Ersten Weltkrieg »die Unabhängigen nie wieder ihren Status als wichtigste Urheber von Erfindungen und Entwicklungen zurückgewannen. [...] Industrieforscher, bekannt gemacht durch die Firmen, bei denen

-
- 5 Zu GE vgl. Wise, George: *Willis R. Whitney, General Electric, and the Origins of U.S. Industrial Research*, New York: Columbia University Press 1985; zu GE und AT&T vgl. Reich, Leonard S.: *The Making of American Industrial Research: Science and Business at GE and Bell, 1876-1926*, Cambridge, NY: Cambridge University Press 1985; zu DuPont vgl. Hounshell, David A./Smith, John Kenly: *Science and Corporate Strategy: DuPont R&D, 1902-1980*, Cambridge, NY: Cambridge University Press 1988; zu Kodak und seinen Konkurrenten vgl. Jenkins, Reese: *Images and Enterprise: Technology and the American Photographic Industry, 1839 to 1925*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 1975; zu RCA vgl. Graham, Margaret B. W.: *The Business of Research: RCA and the VideoDisc*, Cambridge, NY: Cambridge University Press 1986.
- 6 Zur vertikalen Integration in Großunternehmen vgl. Alfred D. Chandler: *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard Univ. Press 1997.
- 7 Vgl. Noble, David F.: *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*, New York: Oxford University Press 1977, Kap. 7; Hounshell, David A.: »The Evolution of Industrial Research in the United States«, in: Richard S. Rosenbloom/William J. Spencer (Hg.), *Engines of Innovation: U.S. Industrial Research at the Ende of an Era*, Boston: Harvard Business Review Press 1996, S. 13-85; Hughes, Thomas P.: *American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870-1970*, Second Edition, Chicago: University of Chicago Press 2004.

sie angestellt waren, verdrängten in der Praxis und in der öffentlichen Wahrnehmung das Bild des heroischen Erfinders als Ursprung von Veränderungen in der materiellen Welt.«⁸

Während sich Emergenz und Wachstum von Research and Development (R&D) in Unternehmen im 20. Jahrhundert nicht leugnen lassen, bringt diese vorherrschende Interpretation einige sehr scharfe zeitliche und kategorische Unterscheidungen mit sich. So hat Bernard Carlson z.B. festgestellt, dass die Entstehung von R&D oft als »diskontinuierliches Phänomen« beschrieben wurde. Anstatt »ein kras- ses ›Vorher-Nachher-Szenario‹ zu skizzieren, in dem unabhängige Erfinder das ›dunkle‹ Zeitalter der Innovation prägen und Industrieforscher die ›moderne‹ Welt repräsentieren, ist es hilfreicher, den Übergang vom Erfindertum zur Industrieforschung mehr als graduellen Prozess zu betrachten.«⁹ Weder wurden die Forschungslabore der Unternehmen über Nacht gebaut noch konnte sich jedes Unternehmen solche Investitionen leisten. Das Ergebnis war, dass weniger berühmte, »post-heroische« Erfinder*innen im Verlauf des 20. Jahrhunderts weiterhin wichtige Erfindungen beitrugen, darunter Rubens Quecksilberbatterie, Edwin Lands *Polaroid*-Film und Chester Carlsons *Xerox*-Kopiermethode.¹⁰

Mit dem Chandlerschen Unternehmen als Grundeinheit ihrer Analysen, haben R&D-Historiker*innen eine rigide kategorische Grenze zwischen »externen« Erfinder*innen und vertikal integrierten Industrieforscher*innen gezogen. Doch diese binäre Perspektive übersieht, dass Firmen – selbst Firmen mit vertikal integrierten R&D-Abteilungen – nach wie vor mit unabhängigen Erfinder*innen zusammenarbeiteten und einige Erfindungen an sie outsourceten.¹¹ *Mallory* bspw., ein mittelgroßes Unternehmen, folgte einer hybriden Innovationsstrategie, indem es eine Langzeitkooperation mit Ruben einging und seine Patente lizenzierte, während es zeitgleich in eigene wissenschaftliche Forschungslabore investierte. Dieses Beispiel

8 Ebd., S. 138-139. (Anm. der Übers.: Zugunsten einer besseren Lesbarkeit wurden alle direkten Zitate im Fließtext und in den Fußnoten von uns ins Deutsche übersetzt. Blockzitate wurden unverändert übernommen)

9 Carlson, W. Bernard: »Innovation and the Modern Corporation: From Heroic Inventor to Industrial Science«, in: John Krige/Dominique Pestre (Hg.), *Science and the Twentieth Century*, Amsterdam: Routledge 1997, S. 204, 233.

10 John Jewkes, David Sawers und Richard Stillerman argumentieren, dass der vermeintliche Niedergang unabhängiger Erfinder*innen im 20. Jahrhundert übertrieben dargestellt wurde, vgl. Jewkes, John/Sawers, David/Stillerman, Richard: *The Sources of Invention*, Second Edition, New York: Springer 1969. Stattdessen nennen sie bedeutende Innovationen, die im 20. Jahrhundert von freien Erfinder*innen beigetragen wurden, ebd., S. 73.

11 Der *GE*-Historiker George Wise hat bestätigt, dass »die Öffentlichkeit denkt, dass das Erfinden entweder von einzelnen Personen oder von großen Firmen geleistet wird. In Wahrheit ist es genauso oft ein komplexes Gefüge aus beidem«, Wise, George: »William Stanley's Search for Immortality«, in: *American Heritage of Invention and Technology* 4 (1988), S. 43.

unterstreicht also, dass unabhängige Erfinder*innen auch in Zeiten übermächtiger R&D-Abteilungen weiterhin überleben konnten, und belegt, dass Innovation manchmal über organisatorische Grenzen hinweg geschah.

Zusammengefasst verfolgt dieser Text die Evolution von Quecksilber- und Alkaline-Batterien von ihren Ursprüngen im Zweiten Weltkrieg über mehrere Jahrzehnte ihrer Kommerzialisierung in der Nachkriegszeit. Auch zeichnet er die parallel stattfindende Ko-Evolution der *P. R. Mallory Company* anhand ihrer dauerhaften Zusammenarbeit mit dem Erfinder Samuel Ruben nach, ihrer hybriden Innovationsstrategie und ihrer schlussendlichen Umwandlung in die Firma *Duracell*. Als Ganzes soll dieses Beispiel unser Wissen über die Kommerzialisierungs- und Miniaturisierungsprozesse in der Nachkriegszeit erweitern, dabei aber auch die fortwährenden Leistungen unabhängiger Entwickler*innen im Verlauf des 20. Jahrhunderts bekräftigen.

2. Der zweite Weltkrieg und das Batterieproblem

Der Zweite Weltkrieg schuf eine kaum zu stillende Nachfrage nach Batterien.¹² Das Signal Corp der United States Army benötigte Batteriestrom für mobile Ausrüstungsgeräte aller Arten, insbesondere für kabellose Funk- und Minensuchgeräte. Entsprechende Vorräte an Batterien anzulegen und zu unterhalten, erwies sich jedoch als schwierig, da Herstellerfirmen mit der Knappheit wichtiger Rohmate-

12 Als Batterie gilt jedes Gerät, das mittels chemischer Reaktion Elektrizität erzeugt. Eine Batterie oder Batteriezelle besteht aus drei grundlegenden Elementen: ein negativer Pol (Anode), ein positiver Pol (Kathode) und ein Medium, welches die Pole trennt (Elektrolyt). Wird die Batterie an einen Verbraucher angeschlossen (z.B. beim Betrieb einer Taschenlampe), wird der Stromkreis geschlossen und die interne chemische Reaktion beginnt. Während dieser Reaktion verliert die Anode negativ geladene Ionen und gewinnt positive, während die Kathode negative Ionen gewinnt und positive verliert. Die Ionen bewegen sich durch den Elektrolyt und die negativ geladenen Ionen werden als nutzbarer elektrischer Strom aufgenommen, welcher den Verbraucher mit Energie versorgt. Einer der Schlüsselaspekte bei der Entwicklung von Batterien ist die sorgfältige Auswahl des Materials für Anode, Kathode und Elektrolyt; daher erhalten Batteriezellen im Fachjargon der Elektrochemie Bezeichnungen wie »Zink-Kohle-« oder »Mangan-Alkaline-Batterie«. Für eine Übersicht zu Grundlagen der Batterietechnik vgl. Morehouse, C. K./Glicksman, R./Lozier, G. S.: »Batteries«, in: Proceedings of the Institute of Radio Engineers 46 (1958), S. 1462-1483, <http://dx.doi.org/10.1109/JRPROC.1958.286968>.

rialien zu kämpfen hatten.¹³ Die zu Beginn der 1940er Jahre verwendeten Zink-Kohle-Batterien hatten eine Kathode aus Mangandioxid und es gab lediglich drei bekannte natürliche Vorräte an Manganerz: im US-Bundesstaat Montana, im russischen Kaukasusgebirge und an der afrikanischen Westküste. Deutsche U-Boot-Patrouillen machten Importe aus Übersee zu einem riskanten Unterfangen. Außerdem schwankte der Reinheitsgrad der Mangan-Lieferungen, wodurch die Leistungsabgabe der einzelnen Batterien stark variierte. Eine Methode zur chemischen Synthese von Mangandioxid wurde erst 1940 entwickelt und war von einer Massenproduktion noch weit entfernt.¹⁴

Auch im Kampfeinsatz sorgten Zink-Kohle-Batterien für schwerwiegende Probleme. Zum einen waren die Batterien nicht versiegelt und damit anfällig für Umgebungstemperaturen und die Auswirkungen von Feuchtigkeit. Bei hoher Luftfeuchtigkeit z. B. korrodierte die Zink-Anode, während hohe Temperaturen die chemische Reaktion innerhalb der Batterie beschleunigten, was zu spontanen Entladungen während der Lagerung führte. Als Folge war ein großer Teil jener Zink-Kohle-Batterien, die an den nordafrikanischen und pazifischen Kriegsschauplätzen ankamen, unbrauchbar.¹⁵ Obwohl Zink-Kohle-Batterien ab Lager eine Leistung von 1,5 Volt aufweisen sollten, ließ die Spannung der Zink-Kohle im Verbrauch kontinuierlich nach und versiegte nach einer kurzen Betriebsdauer von etwa fünf Stunden. Für einen mit einem tragbaren Funkgerät ausgestatteten Soldaten bedeutete dies, dass die effektive Reichweite seines Funkgerätes mit sinkender Batteriespannung nachließ, er ständig Batterien auswechseln musste und die Ersatzbatterien

-
- 13 Alle Käufe und Inspektionen von Trockenbatterien der US Army liefen über das Chicago Signal Depot; dokumentiert sind 65 Millionen gekaufte Batteriezellen für das Fiskaljahr 1942, mit Bedarf für 150 Millionen Zellen für das Fiskaljahr 1943, vgl. Thompson, George Raynor: *The Signal Corps: The Test (December 1941 to July 1943)*, Washington, D.C.: Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office 2003 [1957], S. 516.
- 14 Zu Problemen mit Manganerz vgl. Heise, George W./Cahoon, N. C.: »Dry Cells of the Leclanché Type, 1902-1952 – a Review«, in: *Journal of the Electrochemical Society* 99 (1952), S. 180C, 183C.
- 15 Das Office of the Chief Signal Officer veröffentlichte das monatliche Bulletin *Signal Corps Technical Information Letter* (SCTIL), um Stabsoffiziere über neue Entwicklungen des Signal Corps zu informieren. Meine Untersuchung der Bulletins von 1940 bis 1945 lieferte viele Hinweise auf Probleme mit Batterien in tropischem Klima, vgl. Office of the Chief Signal Officer: »Battery Development«, in: SCTIL 10 (September 1942), S. 9; Office of the Chief Signal Officer: »Beating Battery Troubles«, in: SCTIL 17 (April 1943), S. 20; Office of the Chief Signal Officer: »Prolonging Life of Dry Batteries«, in: SCTIL 25 (Dezember 1943), S. 55. Die zitierten Ausgaben von SCTIL finden sich in: »Signal Corps Information Letters«, Communications-Electronic Life-Cycle Management Command Archives, Office of the Command Historian, Fort Monmouth, New Jersey (im Folgenden: CELCMC Archives).

oft bereits entladen und unbrauchbar waren.¹⁶ Weil das Signal Corps fortwährend mit seinen Batterien zu kämpfen hatte, leitete es dieses Problem an das National Inventors Council (NIC) weiter, eine Behörde, die in Kriegszeiten geschaffen wurde, um Amerikas unabhängige Erfinder*innen zu mobilisieren.

3. Samuel Ruben, das National Inventors Council und das Signal Corps

Aufgrund ihrer Mitarbeit am Manhattan-Projekt, dem National Defense Research Committee (NDRC) und seinem Nachfolger, dem Office of Scientific Research and Development (OSRD) sind die Errungenschaften von Wissenschaftler*innen an Universitäten und aus der Industrie während des Zweiten Weltkriegs gut dokumentiert.¹⁷ Über die Rolle unabhängiger Erfinder*innen dieser Zeit wissen Historiker*innen dagegen vergleichsweise wenig. Gleiches gilt für das National Inventors Council (NIC), welches im August 1940 innerhalb des Department of Commerce eingerichtet wurde. Ähnlich dem Naval Consulting Board im Ersten Weltkrieg bewertete das NIC Ideen von zivilen Erfinder*innen zur Verteidigung des Landes und leitete die vielversprechendsten Beiträge an das Militär weiter.¹⁸ Den Vorsitz des Rates hatte Charles Kettering, Leiter der R&D-Abteilung bei General Motors und selbst ein ehemaliger unabhängiger Erfinder. Dessen Vorschlag folgend, lud der Personaldirektor des NIC, Thomas Taylor, in einem auf den 11. Juli 1941 datierten Brief den Erfinder Samuel Ruben ein, dem Rat seine Ideen zur Wehrtechnik vor-

-
- 16 Zu Problemen mit normalen Zink-Kohle-Batterien vgl. Ruben, Samuel: »Balanced Alkaline Dry Cells«, in: *Transactions of the Electrochemical Society* 92 (1947), S. 183-193; Friedman, Maurice/McCauley, Charles E.: »The Ruben Cell – a New Alkaline Primary Dry Cell Battery«, *Transactions of the Electrochemical Society* 92 (1947), S. 195-215.
- 17 Zum Manhattan-Projekt vgl. vor allem Rhodes, Richard: *The Making of the Atomic Bomb*, New York: Simon & Schuster 1986; zum NDRC und OSRD vgl. Stewart, Irvin: *Organizing Scientific Research for War: The Administrative History of the Office of Scientific Research and Development*, Boston: Little, Brown and Company 1948; für eine Übersicht über die Beiträge von Wissenschaftler*innen zur Kriegszeit, vgl. Baxter, James Phinney: *Scientists against Time*, Boston: Little, Brown and Company 1946.
- 18 Zum National Inventors Council im Zweiten Weltkrieg vgl. [unb. Autor*in]: »Administrative History of the National Inventors Council (Washington, D.C., 1946)«, in: *Records of the National Institute of Standards, National Archives and Records Administration*, College Park, Maryland, Box 1, Datensatzgruppe 167, Mappe »Administrative History, 1946, National Inventors Council: General Subject File, 1940-1972«. Zum Naval Consulting Board im Ersten Weltkrieg vgl. Scott, Lloyd N.: *Naval Consulting Board of the United States*, Washington D.C.: U.S. Government Printing 1920.

zustellen (Abb. 1).¹⁹ Ruben war Kettering vermutlich durch frühere Erfindungen, die in der Automobilbranche Anwendung fanden, aufgefallen.²⁰

Samuel Ruben (1900-1988) kam in Harrison, New Jersey, zur Welt und wuchs in New York City auf. Bereits in seiner Jugend führte er selbstangeleitete Experimente mit Chemikalien und Elektrizität durch und tüftelte als Amateurfunker an Funkgeräten herum. Während des Ersten Weltkriegs, Ruben war gerade 17 Jahre alt, begann er als Techniker für ein junges Unternehmen aus Brooklyn zu arbeiten. Die Geschäftsidee der *Electrochemical Products Company* war es, den für die Munitionsherstellung benötigten Stickstoff mittels hochfrequenter elektrischer Entladungen direkt aus der Atmosphäre gewinnen. Das Verfahren funktionierte nicht und die Firma kam ins Straucheln, aber Ruben hatte sich den Respekt des Projektberaters Bergen Davis erarbeitet, einem Physikprofessor der Columbia University. Ruben erwarb nie einen Bachelor-Abschluss, wurde aber dennoch zum Schützling von Davis, erhielt Zugang zu dessen persönlicher Bibliothek und besuchte seine Vorlesungen.²¹ Im Jahr 1923 überzeugte Davis den Hauptinvestor des Unternehmens, Patentanwalt Malcolm Clephane, für Ruben ein persönliches Labor in Lower Manhattan zu finanzieren, in welchem die Ausrüstung des gescheiterten Stickstoffexperimentes weiter genutzt werden sollte. Gegen ein kleines Stipendium für Ruben und die Erstattung aller notwendigen Ausgaben sollte Clephane 50 Prozent aller zukünftigen Lizenzgebühren für Rubens Erfindungen erhalten.²²

-
- 19 »Es ist [Ketterings] Überzeugung, dass Sie als einer der bekanntesten Erfinder der Nation dem Rat dabei helfen können, das nationale Verteidigungsprogramm zu unterstützen [...] Aus diesem Grund lade ich Sie herzlich dazu ein, uns alle Ihre anderen Erfindungen, erfinderische Ideen oder Rüstungsvorschläge zu senden, die sie als nützlich zur Verteidigung unseres Landes erachten«, Thomas R. Taylor: »Brief an Samuel Ruben vom 11. Juli 1941«, zitiert nach Ruben, Samuel: *Necessity's Children: Memoirs of an Independent Inventor*, Portland, Ore.: Breitenbush Books 1990, S. 84-85.
- 20 Eine von Rubens ersten Erfindungen war ein Thermometer für die Motorkühlung, welches seine Farbe entsprechend der Temperatur änderte und Fahrer*in wie Mechaniker*in vor Überhitzung warnen sollte. Ruben hatte außerdem einen elektrolytischen Trockenkondensator entwickelt, der in elektrischen Anlassern für Autos verwendet wurde, welche ursprünglich Kettering im Jahr 1911 entwickelt hatte. Zu Ketterings Erfindung des elektrischen Anlassers und seiner Rolle als Vorsitzender der NIC, vgl. Leslie, Stuart W.: *Boss Kettering* New York: Columbia University Press 1983.
- 21 Später erhielt Ruben Ehrendokortitel von der Butler University, dem Brooklyn Polytechnic Institute und der Columbia University.
- 22 Zu Rubens Leben und Karriere vgl. Rubens, Samuel: *Necessity's Children: Memoirs of an Independent Inventor*, Portland, Oregon: Breitenbush Books 1990. Zusätzliches Material ist zu finden bei Steinberg, Alfred: »Sam Ruben: Born to Invent«, in: *Reader's Digest* (Mai 1967), S. 155-60; Linford, Henry B.: »Samuel Ruben – Acheson Medalist«, in: *Journal of the Electrochemical Society* 118/1 (1971), S. 11C-13C. Rubens technische Notizbücher und Briefe werden in der Sammlung »Papers of Samuel Ruben« der Othmer Library of Chemical History der Chemical Heritage Foundation in Philadelphia aufbewahrt. (Anm. der Übers.: Sechs Jahre nach

Abb. 1: Der unabhängige Erfinder Samuel Ruben (1900-1988).



Quelle: Samuel Ruben Image Collection, Papers of Samuel Ruben, mit freundlicher Genehmigung der Chemical Heritage Foundation (heute: Science History Institute).

Die *Ruben Laboratories* waren ein kleiner Betrieb. Zu Beginn arbeitete Ruben allein und auch danach war sein Team selten größer als ein oder zwei Assistent*innen.²³ Clephane finanzierte das Labor für die ersten zwei Jahre, bis Ruben 1925

Erscheinen dieses Aufsatzes fusionierte die Chemical Heritage Foundation im Jahr 2015 mit der Life Sciences Foundation. Seit Februar 2018 trägt die neue Organisation den Namen Science History Institute, in deren Trägerschaft sich die Othmer Library of Chemical History, im Folgenden: Othmer Library of Chemical History, heute befindet).

- 23 »Um die Leistungen der Ruben Laboratories besser einordnen zu können, muss man bedenken, dass es sich hierbei zunächst um ein Ein-Mann-Unternehmen handelte; in den ersten drei Jahren hat er in seinem Labor alles alleine gemacht – den Fußboden gefegt, die Bechergläser gereinigt, die Gläser hergestellt, einfach alles. Als das Geschäft Fahrt aufnahm stellte er einen oder zwei Helfer an«, H. B. Linford: »Samuel Ruben – Acheson Medalist«, S. 12C. »Ruben arbeitet mit zwei langjährigen Helfern, Fred D. Williams, Jr., ein Elektroingenieur, und

ein Patent für einen neuartigen Festkörpergleichrichter an die *P. R. Mallory Company* lizenzierte.²⁴ Solche Vereinbarungen waren typisch für Rubens Karriere; anders als die »Erfinder-Unternehmer« im 19. Jahrhunderts bevorzugte er es, Lizenzgebühren zu erheben und Produktion sowie Vermarktung seinen Lizenznehmern zu überlassen.²⁵ Im Jahr 1930 verlagerte Ruben sein Labor nach New Rochelle im Bundesstaat New York und machte in den folgenden 50 Jahren Karriere mit mehr als 300 Patenten, Einnahmen aus Lizenzgebühren in Millionenhöhe und zahlreichen Ehrentitel und Auszeichnungen.

Motiviert durch die Einladung des NIC, arbeitete Ruben zwischen 1941 und 1942 an einer verblüffend vielfältigen Reihe von Ideen im Bereich der Wehrtechnik: ein Zeitzünder (vermutlich für Bomben), ein verbesserter magnetischer Kompass, eine Brandbombe, ein Giftgasdetektor, ein Aufspürgerät für U-Boote und Niedertemperaturbatterien für den Einsatz bei -40 bis -60 Grad Fahrenheit.²⁶ Ende 1942 stellte er Taylor seine gesammelten Ideen vor. In seinen Memoiren blickt Ruben darauf zurück:

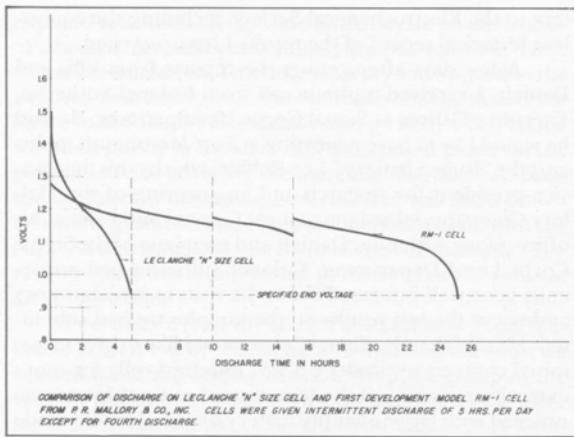
»I made an appointment [...] to meet Taylor at his office in the U.S. Patent Office to discuss developments in batteries. [...] I was informed that the most important and immediate problems with regard to batteries was their shelf and operating characteristics in warm temperatures and high humidity. [...] After listening to

William Sauerbrey, ein Techniker. Es gibt keine weiteren Mitarbeiter. »Wir halten es absichtlich klein«, sagt Ruben. »So ist es weniger kompliziert«, [unb. Autor*in]: »The Wizard of New Rochelle«, in: *Business Week* vom 4.11.1967, S. 70.

- 24 Ruben, Samuel: »Asymmetric Electric Couple«, U.S. Patent 1,751,359, eingereicht am 20. August 1925 und genehmigt am 18. März 1930. Im Juni 1925 lizenzierte Ruben den zur Patentierung eingereichten Gleichrichter zum Einsatz in Batterieladegeräten an die Firma *Elkon Works*, ein Subunternehmen von *Mallory*. Für eine technische Beschreibung des Gerätes vgl. Ruben, Samuel: »Magnesium-Copper Sulfide Rectifier«, in: *Transactions of the Electrochemical Society* 87 (1945), S. 275-287.
- 25 Thomas P. Hughes hat festgestellt, dass »Erfinder-Unternehmer sich nicht damit zufriedengaben, die Produktion und Markteinführung ihrer Erfindungen anderen zu überlassen«, Hughes, Thomas P.: »Edison's Method«, in: William B. Pickett (Hg.), *Technology at the Turning Point*, San Francisco: San Francisco Press 1977, S. 5-22, hier: S. 7. Ruben allerdings, »beschränkte sich auf das Erfinden, überließ die Produktion privaten Firmen – vor allem der *P. R. Mallory Co.* – als seinen Lizenznehmern«, A. Steinberg: »Sam Ruben: Born to Invent«, S. 159.
- 26 Notizen zum Zeitzünder (4. August 1941), Magnetischen Kompass (19. August 1941), Brandbombe (20. Oktober 1941), Giftgasdetektor (10. Dezember 1941), U-Boot Spürgerät (3. März 1942) und Niedertemperaturbatterie (1. April 1942) finden sich in Ruben, Samuel: »Laboratory Notebook, March 1941–September 1943«, in: Othmer Library of Chemical History, Papers of Samuel Ruben, Box 3, Mappe 3. (Anm. der Übers.: -40 bis -60 Grad Fahrenheit entsprechen einem Temperaturbereich von -40 bis -50 Grad Celsius)

these problems, I said that I believed I could produce a battery that would meet their needs.«²⁷

Abb. 2: Tests des U.S. Army Signal Corps in Fort Monmouth im Bundesstaat New Jersey belegten, dass Rubens Quecksilberbatterie im Einsatz eine Betriebsdauer von etwa 25 Stunden hatte, etwa vier- bis fünfmal so lang wie die üblichen »Leclanché-Zink-Kohle-Zellen.



Quelle: Samuel Ruben: *Necessity's Children: Memoirs of an Independent Inventor*, Portland, Oregon: Breitenbush Books 1990, S. 90, mit freundlicher Genehmigung von Dr. Laurens Ruben.

In enger Zusammenarbeit mit Techniker*innen der Signal Corps Laboratories in Fort Monmouth im Bundesstaat New Jersey begann Ruben umgehend mit der Entwicklung einer »tropischen« Batterie. Vor allem Lieutenant Grenville Ellis sowie der zivile Ingenieur Arthur Daniel versorgten ihn mit den technischen Vorschriften des Korps und testeten seine Prototypen an Fernmeldeausrüstung der US Army (Abb. 2).²⁸

27 S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 84-85.

28 Zu Ellis und Daniel vgl. »Biographical Information Files«, in: CELCMC Archives. Auf einem Symposium zum Thema »Batterien« in Chicago am 07. Februar 1948 stellten Ellis und Daniel eine unveröffentlichte Schrift mit dem Titel »The History of the Development of the RM Cell« vor. Das Symposium war eine gemeinsame Veranstaltung der »Battery Division« der Electrochemical Society sowie deren Vertretung in Chicago, Thomas, U. B.: »Battery Symposium in Chicago«, in: *Journal of the Electrochemical Society* 93 (1948), S. 54N-57N.

Um den schädlichen Einflüssen von Hitze und Feuchtigkeit entgegenzuwirken, versuchte Ruben, Batteriezellen mit einem luftdichten Gehäuse zu konstruieren. Nachdem er mit diversen Materialien für den Bau der Batterie experimentiert hatte, kam er zu dem Ergebnis, dass Kathoden aus Quecksilber am besten funktionierten. Erste Tests bestätigten, dass Rubens Prototyp den Umwelteinflüssen trotzte und auch bei längerer Lagerung ihre Ladung behielt. Wichtiger noch, wies seine Zelle im Einsatz eine Betriebsdauer von etwa fünfundzwanzig Stunden vor, vier- bis fünfmal so lang wie die üblichen Zink-Kohle-Batterien. Außerdem zeigte die neuartige Zelle ein ›flaches‹ Entladungsprofil, mit einer beständigen Ausgabe von 1,34 Volt. Das bedeutete für Soldaten, dass sie sich auf eine gleichbleibende Funkreichweite, eine vier- bis fünffache Verbesserung der Betriebsdauer und auf frisch geladene und funktionierende Ersatzbatterien verlassen konnten.²⁹

Der erste Prototyp der Zelle war klein und leicht: nur 0,533 Zoll lang, 0,610 Zoll im Durchmesser und 0,25 Unzen schwer.³⁰ Obwohl sie lange hielt, konnte die winzige Batterie nicht genug elektrische Spannung erzeugen, um ein Armeefunkgerät zu betreiben. Deshalb stellte das Signal Corps Batteriepackungen aus jeweils zweiundsiebzig aneinandergereihter Einzelzellen her, mit denen die mobilen Kommunikationsgeräte betrieben werden konnten (Abb. 3).³¹ Bis zum September 1942 hatte der monatlich erscheinende *Signal Corps Technical Information Letter* wiederholt auf Probleme mit Batterien in »heißen, feuchten, tropischen Regionen« hingewiesen, berichtete aber nun optimistisch, dass »die Forschungsarbeiten in den Signal Corps General Development Laboratories Früchte trugen bezüglich einer Verbesserung der Batterien unter [...] solchen extremen Bedingungen.«³²

29 Zur Erfindung der Quecksilberbatterie vgl. S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 88-89, S. Ruben: »Balanced Alkaline Dry Cells« und M. Friedman/C. E. McCauley: »The Ruben Cell«. Rubens Arbeit über die Quecksilberzelle wird in keinem seiner Notizbücher erwähnt, vgl. Othmer Library of Chemical History, *Papers of Samuel Ruben*. Angesichts des geheimen Charakters seiner kriegsrelevanten Forschung vermute ich, dass Rubens Notizen über die Quecksilberbatterie separat aufgezeichnet und vom Signal Corps als Geheimdokumente einbehalten wurden.

30 Anm. der Übers.: Dies entspricht ca. 1,3 Zentimeter Länge, 1,5 Zentimeter Durchmesser und 7 Gramm.

31 Vgl. Dazu auch Tabelle 3 mit dem Titel »Dimensions and Rated Capacities of Ruben Cells« in M. Friedman/C. E. McCauley: »The Ruben Cell – a New Alkaline Primary Dry Cell Battery«, S. 206.

32 Office of the Chief Signal Officer: »Battery Development«.

Abb. 3: Um ein Handfunkgerät des U.S. Army Signal Corps zu betreiben, wurden 72 Ruben-Zellen in Reihe geschaltet: 18 Zellen in einer Stabanordnung und vier Stäbe pro Batteriepackung.

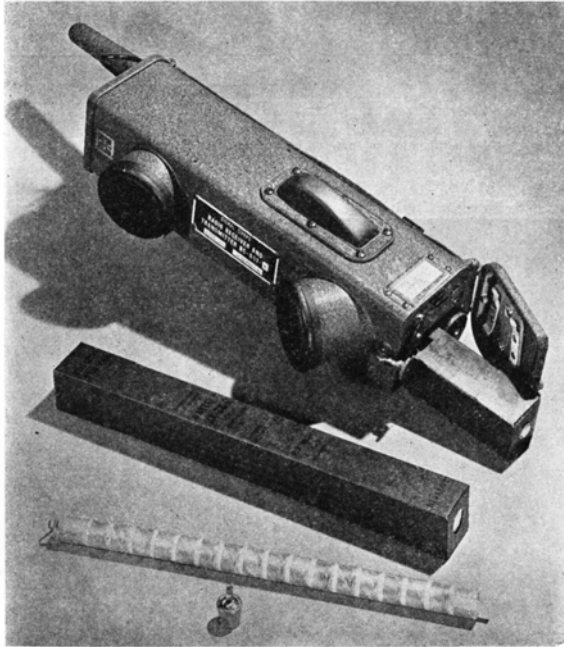


FIG. 17. The BA-38-R battery and the Handie-Talkie radio set with which it is used. Also shown are an RM-1 cell and a stick assembly of 18 such cells connected in series; 4 such stick assemblies connected in series make up the BA-38-R.

Quelle: Friedman, Maurice/McCauley, Charles E.: »The Ruben Cell – a New Alkaline Primary Dry Cell Battery«, in: Transactions of the Electrochemical Society 92 (1947), S. 211, mit freundlicher Genehmigung der Electrochemical Society (ECS).

4. Die Quecksilberbatterie: Mallorys Herausforderung und Chance

Das Signal Corps veranstaltete ein Treffen in Fort Monmouth, um über eine Massenproduktion der ›Ruben-Batterie‹ zu beraten.³³ Ruben erklärte, dass er ein Erfinder und kein Fabrikant sei, und schlug vor, den Produktionsvertrag an die *P. R. Mallory Company* zu vergeben, dem alleinigen Lizenznehmer und Produzenten

33 Zum Treffen in Fort Monmouth vgl. S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 89-90.

seiner bisherigen elektrochemischen Erfindungen.³⁴ Weil ihnen die Erfahrung in der Herstellung von Batterien fehlte, scheute das Unternehmen zunächst vor dem Auftrag zurück.³⁵ Wie sich sein Gründer und Präsident Philip Rogers Mallory in seinen Memoiren jedoch erinnert:

»During the war, we [...] were literally *forced* [Herv. i.O.] into the battery business. The need for better batteries for military communications in the South Pacific became so acute that the Signal Corps *insisted* [Herv. i.O.] that we start manufacturing the Ruben mercury oxide battery for ›walkie-talky‹ use even before the final battery technical specifications had been established.«³⁶

Trotz der Vorbehalte stimmte Mallory zu, die Quecksilberbatterien ab dem Jahr 1943 zu produzieren. Zu Beginn gab es Probleme mit der mangelnden Verfügbarkeit von Material und Personal, außerdem führten überstürzt eingeführte Produktionsverfahren zu Tausenden von unbrauchbaren Zellen. In dem Bemühen die Produktion zu erhöhen, veranlasste das Signal Corps, dass Mallory die Quecksilberzelle an

34 Es gibt zwei veröffentlichte Unternehmensgeschichten über *P. R. Mallory and Co. Inc.*: Mallory: Philip Rogers: Recollections: Fifty Years with the Company, Indianapolis: Eigenverlag 1966 und Taylor, Edmund E.: Bits of Mallory History: 70 Years, 1916-1986, Indianapolis: Eigenverlag 1986. Meines Wissens gibt es keine buchfüllende Geschichte von Mallorys Nachfolger *Duracell International*; für einen Überblick vgl. Sarich, John A.: »Duracell International, Inc.«, in: Paula Kepos (Hg.), International Directory of Company Histories, Detroit: St James Press 1994, S. 179-181. Eine kleine Sammlung von Philip R. Mallorys persönlichen Dokumenten werden in der G. W. Blunt White Library des Mystic Seaport Museum in Mystic Seaport im Bundesstaat Connecticut aufbewahrt. Diese Dokumente stammen hauptsächlich aus seinem Leben vor seiner Geschäftskarriere, vgl. Marine Historical Association, Inc., »Inventory of the Mallory Family Papers: 1808-1958«, in: G. W. Blunt White Library, Mystic Seaport Museum, Connecticut. Auf meine wiederholten Anfragen nach Dokumenten aus der Mallory-Zeit habe ich vom Hauptsitz der *Duracell International* in Bethel im Bundestaat Connecticut keine Antwort erhalten. In Ermangelung archivarischer Primärquellen habe ich mich auf die veröffentlichten Jahresberichte, Printanzeigen, Kataloge und andere Ephemera des Unternehmens sowie auf die Berichte von Investmentanalysten, zeitgenössische Zeitungsberichte und ein Interview mit Bill Mullin, einem ehemaligen Mitarbeiter von Mallory, gestützt.

35 Mallory hatte seit 1938 eine weitere Erfindung von Ruben produziert und verkauft: eine Gittervorspannungszelle, die eine konstante Spannung auf dem Steuergitter von Verstärkerröhren mit drei Kabeln lieferte. Tatsächlich hatte diese hermetisch verschlossene Zelle Ruben zu seiner Erfindung der versiegelten Quecksilberzelle inspiriert, S. Ruben: Necessity's Children, S. 85. *Mallory*-Vizepräsident Leon Robbin erklärte später, dass »die Mallory Company zuvor nie eine einzige Batterie irgendeines Typs hergestellt hatte, es sei denn, wir würden die Ruben-Vanadiumpentoxid-Glycoborat-Cadmium-Gittervorspannungszelle als eine Batterie betrachten«, zitiert nach P. R. Mallory: Recollections, S. 206.

36 P. R. Mallory: Recollections, S. 193.

andere US-amerikanische und alliierte Hersteller lizenzierte, darunter *Ray-O-Vac*, *Sprague*, *Magnavox* und *British Eveready*.³⁷

Weil sie strategisch bedeutsam war, wurde die Quecksilberzelle vom U.S. Patent Office als vertraulich eingestuft. Bis zum 10. Juli 1945, also bis kurz vor Kriegsende, war es Ruben deshalb nicht erlaubt, ein Patent anzumelden.³⁸ Obwohl ihm das Signal Corps pro Jahr etwa zwei Millionen US Dollar an Lizenzgebühren schuldete, war Ruben der Ansicht, »es wäre ungebührlich, zu Kriegszeiten so hohe Zahlungen für militärische Bedürfnisse zu erhalten«.³⁹ Stattdessen war er mit einer Pauschalzahlung über 150.000 US Dollar pro Jahr für die Verwendung seiner Batterie und alle weiteren Erfindungen zu Kriegszeiten einverstanden.⁴⁰

Im Jahr 1945 produzierten *Mallory* und *Ray-O-Vac* täglich jeweils eine Million Batterien und beide Unternehmen erhielten eine Reihe von Auszeichnungen der US Army und der US Navy für die Übererfüllung ihrer Produktionsquoten zu Kriegszeiten.⁴¹ Nichtsdestotrotz kündigte das Signal Corps seine Verträge mit Kriegsende und ersetzte sie durch deutlich kleinere Bestellungen für die Nachkriegszeit.⁴² Kurz nach der Kapitulation Japans erläuterten die Direktoren von *Mallory* in einem Brief an ihre Anteilseigner die Herausforderungen und Chancen, denen sich die Firma in Bezug auf eine Vermarktung ihrer Quecksilberbatterien und Metallkugellagern (ihrer zweite wesentliche Entwicklung zu Kriegszeiten) gegenüber sah:

-
- 37 Zu Produktionsproblemen vgl. S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 90. Zu *Mallory's* Sublizenznehmern vgl. P. R. *Mallory and Co. Inc.: Annual Report. Year Ended December 31st 1944*, Jahresbericht 1944, S. 32-33. Weitere Verweise auf solche Jahresberichte im Folgenden als: *Mallory: Jahresbericht [Jahr]*, Seitenzahl.
- 38 Vgl. Ruben, Samuel: »Alkaline Dry Cell«, U.S. Patent 2.422.045, eingereicht am 10. Juli 1945 und genehmigt am 10. Juni 1947. Zum vertraulichen Status der Ruben-Batterie vgl. M. Friedman, /C. E. McCauley: »The Ruben Cell – a New Alkaline Primary Dry Cell Battery«. Zu der Einrichtung der Defense Division (später: War Division) innerhalb des U.S. Patent Office und ihrer Rolle bei der Prüfung und Verhinderung von Patenten mit strategischer Bedeutung vgl. »Patent Office Report for 1942«, in: *Journal of the Patent Office Society* 25 (1943), S. 228 [Nachdruck].
- 39 S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 94.
- 40 Zur Ablehnung von Lizenzgebühren in Kriegszeiten vgl. S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 93-94. Rubens Kriegspatriotismus ist nachvollziehbar: Er war Jude und seine Mutter stammte aus dem französischen Teil des Elsass, einem lange umkämpften Gebiet an der deutschen Grenze; zu seiner Haltung gegenüber dem Antisemitismus, vgl. ebd., S. 3-4; S. 70.
- 41 Vgl. P. R. *Mallory: Recollections*, S. 101 und Ruble, Kenneth Douglas: *The RAYOVAC Story: The First 75 Years*, Madison, Wisc.: RAY-O-VAC 1981, Kap. 12.
- 42 Vgl. *Mallory: Jahresbericht 1945*, S. 25 (Kündigung von Verträgen über tropische Trockenbatterien im Wert von 4.000.000 Dollar), S. 31 (Fortsetzung der Produktion mit kleineren Mengen von Batterien für das Militär).

»These two divisions represent our principal reconversion situations, and at the same time, they provide two of our greatest opportunities. [...] In neither the bearings nor battery industry did our company have any prewar commercial status. Therefore, each division must start from scratch in establishing a position. [...] Furthermore, much remains to be done by each division in designing its products to commercial needs. [...] Slow, orderly growth, with substantial investments in development expense, is our expectation.«⁴³

Bevor Mallory neue Anwendungsbereiche für Quecksilberbatterien in Friedenszeiten erschließen konnte, mussten einige ihrer technischen Probleme behoben werden.

In einem an die American Electrochemical Society gerichteten Schreiben aus dem Jahr 1947 erklärten Mitarbeiter*innen der Ingenieursabteilung bei Mallory die Leistung der Ruben-Zelle zu Kriegszeiten als »verdienstvoll, in Anbetracht der kaum vorhandenen Entwicklungszeit zwischen den Laborversuchen und der Produktionsaufnahme.«⁴⁴ Wie von der Firma befürchtet, hatte man die Quecksilberbatterie unter Druck im Krieg eingesetzt, bevor sie die Entwicklungsstufe einer ausgereiften und zur Markteinführung bereiten Technologie erreicht hatte. Um die Bemühungen um eine Vermarktung in der Nachkriegszeit zu beschleunigen, verlegte Mallory seine Batterieproduktion von Indianapolis nach Tarrytown im Bundesstaat New York, nur etwa 20 Meilen von den *Ruben Laboratories* in New Rochelle entfernt.⁴⁵

Es galt eine Reihe von Problemen zu beheben. Manchmal funktionierten die Quecksilberbatterien nicht aufgrund interner Kurzschlüsse und Korrosion an den Kontaktstellen. Noch schlimmer war es, wenn sich innerhalb der versiegelten Hülle Wasserstoff ansammelte und die Batterien explodierten. Um diese Probleme zu lösen, entwickelten Ruben und Mallory die Batterien neu, sodass die Anteile der Zinkanode und der Quecksilberkathode präziser abgestimmt waren. Zudem verwendeten sie ein entgasbares Außengehäuse aus Kupfer. Das nichtreaktive Kupfer verhinderte Korrosion an den Kontaktstellen und die druckempfindliche Lüftungsöffnung des Gehäuses ließ überschüssigen Wasserstoff entweichen. Diese »Kupferkappe« sollte später zu einem Markenzeichen von Mallory werden, mit der die Firma ihre Batterien im Vergleich mit denen der Konkurrenz bewarb.⁴⁶

43 P. R. Mallory and Co., Inc., »Brief an die Aktionäre«, 6. Oktober 1945, S. 3-4; der dreifach gefaltete Brief befand sich in einer Kopie von Mallorys »Annual Report, 1945« aus den Beständen der Indiana University, die der Autor via Fernleihe erhielt.

44 M. Friedman/C. E. McCauley.: »The Ruben Cell«, S. 196.

45 Vgl. Mallory: Jahresbericht 1945, S. 21-22, S. 35.

46 Zu technischen Entwicklungen der Nachkriegszeit vgl. M. Friedman/C. E. McCauley.: »The Ruben Cell«, S. 210 und S. Ruben: »Balanced Alkaline Dry Cells«, S. 185-191. In den frühen 1960er Jahren etablierte Mallory ein Zertifizierungssystem für seine Batterien, vor allem für solche

Aufgrund der technischen Anforderungen an eine kommerzielle Batterie dauerte ihre Weiterentwicklung etwa zehn Jahre. Ruben hatte den ersten Prototypen für Kriegszwecke im Jahr 1942 gebaut und obwohl die Batterien bereits 1946 in kommerziellen Hörgeräten verwendet wurden, waren sie bis Mai 1952 nicht in *Mallorys* Katalog gelistet.⁴⁷ Zum Glück für *Mallory* erwies sich der Zeitpunkt der Markteinführung jedoch als günstig, sodass die Quecksilberbatterie einen Beitrag zur Beschleunigung der Miniaturisierungsprozesse der Nachkriegszeit leisten konnte.

5. Miniaturisierung und Kommerzialisierung: Neue Einsatzbereiche

Im Jahr 1961 schrieb der Ingenieur Horace Gilbert in seiner Einleitung zu einem Sammelband, dass »die Geschichte der Miniaturisierung erst mit dem Jahr 1948 und der Entwicklung des Transistors beginnt.«⁴⁸ Indem er die großen Verstärkerrohre ersetzte, ermöglichte der Transistor sowohl die Miniaturisierung von militärischer und für die Raumfahrt entwickelter Ausrüstung als auch die von Konsumartikeln wie Fernsehern und Taschenradios. In seiner Nachfolge halfen der integrierte Schaltkreis und der Mikroprozessor dabei, die zimmergroßen elektronischen Rechenanlagen der 1960er Jahre zu verkleinern und auf die Größe heutiger Desktop- und Handheld-Systeme zu schrumpfen. Historiker*innen haben zu Recht gewürdigt, dass der Transistor die »unaufhaltsame Miniaturisierung« von elektronischen Geräten und digitalen Computern entfacht hat.⁴⁹ Rubens Erfindung der Miniatur-Quecksilberbatterie im Jahr 1942, fast sechs Jahre vor dem Transistor, war jedoch für die Fortschritte bei der Miniaturisierung und Portabilität ebenso wichtig, wenn nicht sogar wichtiger.

Wie Michael Schiffer bemerkt hat, hatte man bereits Mitte der 1930er Jahre mit tragbaren Radios, die auf Subminiaturröhren basierten, ein gewissen Grad der Miniaturisierung erreicht. Obwohl diese Radios für rund zwanzig Dollar ein

in medizinischen Einsatzgebieten, vgl. Ruben, Samuel: »Sealed Zinc-Mercuric Oxide Cells for Implantable Cardiac Pacemakers«, in: *Annals of the New York Academy of Sciences* 167 (1969), S. 627-634. Zur Markenstrategie der Firma *Mallory* bzw. *Duracell* und ihrer »Kupferkappe«, vgl. Patti, Nicholas: »Duracell«, in: Janice Jorgensen (Hg.), *Encyclopedia of Consumer Brands*, Detroit: St. James Press 1994, S. 197-211.

47 Vgl. P. R. Mallory and Co. Inc.: »Approved Precision Products«, in: Katalog Nr. 552 vom 01.05.1952 (Die *Mallory Mercury A Batteries* sind auf S. 56 aufgelistet).

48 Gilbert, Horace D.: *Miniaturization*, New York: Wiley 1961. Am 23. Dezember 1947 präsentierten William Shockley, John Bardeen und Walter Brattain ihren Spitzentransistor zum ersten Mal in den Bell Labs. AT&T machte die Entwicklung des Transistors am 30. Juni 1948 öffentlich, M. Riordan/L. Hoddeson: *Crystal Fire*, S. 1-8.

49 Ebd., S. 9. Für Monographien, die die Rolle des Transistors feiern, vgl. die Literaturangaben in Fußnote 3.

erschwinglicher Luxus waren, »bereiteten die Verbraucher bald ihren Kauf, als die Batteriekosten zu steigen begannen.«⁵⁰ Das Gleiche galt im militärischen Kontext: Obwohl es dem Signal Corps gelungen war, tragbare Handfunkgeräte zu entwickeln, hatte sich die Zuverlässigkeit der Batterieleistung als ein Hughes'scher »Hemmschuh« erwiesen.⁵¹ Bereits vor dem Erscheinen des Transistors also hatte die mobile Stromversorgung der Entwicklung tragbarer elektronischer Geräte hinterhergehinkt und wohl das schwierigere Problem dargestellt. Rubens Quecksilberbatterie trug jedoch dazu bei, die Batterieprobleme des Militärs zu lösen und ermöglichte die Verkleinerung einer Vielzahl von Konsumartikeln in neuen Einsatzbereichen. Diese Entwicklung machte *Mallory* zu einem Vorreiter der Miniaturisierungsbemühungen in der Nachkriegszeit. Zweifellos entspricht diese Einschätzung der Selbstwahrnehmung der Firma. Auch wenn Transistoren letztendlich mehr Aufmerksamkeit erhalten sollten, behauptete eine *Mallory*-Anzeige aus dem Jahr 1956 stolz, dass »die Entwicklung der Mallory-Quecksilberbatterie [...] ein wichtiger Meilenstein für den Fortschritt der Miniaturisierung [war]«⁵².

Das Hörgerät war die erste kommerzielle Anwendung, bei der die Miniatur-Quecksilberbatterie und später der Transistor zum Einsatz kamen (Abb. 4). Bereits im Jahr 1946 brachte *Mallory* die ersten Quecksilberbatterien für Hörgeräte auf der Basis von Vakuumröhren auf den Markt, fast zwei Jahre bevor der Transistor öffentlich bekannt gemacht wurde. Im Gegensatz zur Standard-Zink-Kohle-Batterie erzeugte die flache Ausgangsspannung des Quecksilbers eine konstante Verstärkung des Signals, während die geringe Größe und die lange Betriebsdauer für eine bessere Tragbarkeit und einen höheren Komfort der Nutzer*innen sorgte. Tatsächlich war die Quecksilberbatterie bei Hörgeräteherstellern so beliebt, dass diese Nachfrage der Kommerzialisierung anderer Produkte mit Batterien im Weg stand, da *Mallory* Schwierigkeiten hatte, seinen Bestellungen nachzukommen.⁵³ Als im Jahr 1948 der winzige Transistor mit seinem niedrigen Strombedarf auf den Markt kam, erwies sich die Quecksilberbatterie als die perfekte Ergänzung, da ihre Spannung von 1,34 Volt gut mit den ersten Germaniumeinheiten harmonierte. Das

50 Schiffer, Michael B.: *The Portable Radio in American Life*, Tucson: University of Arizona Press 1991, S. 125 (zu tragbaren Geräten vor der Erfindung des Transistors vgl. vor allem Kapitel 6 und 8 des Buches).

51 Als »Hemmschuh« (engl. »reverse salient«, Anm. d. Übers.) bezeichnet Hughes eine unzureichend funktionierende Komponente in einem komplexen technologischen System, vgl. Thomas P.: *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore: John Hopkins University Press 1983, Kapitel 4.

52 Die Werbeanzeige ist abgedruckt in *Mallory*: Jahresbericht 1956, S. 6.

53 *Mallory* berichtete, dass »gewerbliche Verkäufe der Battery Division auf Hörgerätehersteller beschränkt wurden, weil die Nachfrage so groß geworden ist. Eine weitere Expansion der Märkte ist erst wieder möglich, wenn die Produktionszahlen an die Zahl der Bestellungen angepasst werden«, *Mallory*: Jahresbericht 1946, S. 15, S. 35-36.

Abb. 4: Seit 1946, zwei Jahre vor der Erfindung des Transistors und sechs Jahre vor dem Erscheinen erster Transistor-Hörgeräte im Jahr 1952, trugen Mallorys Quecksilberbatterien bereits zur Miniaturisierung von Hörgeräten auf der Basis von Vakuumröhren bei.

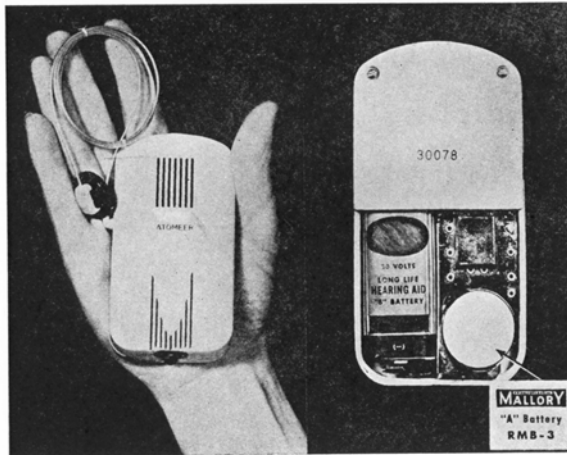


FIG. 19. A monopack hearing aid powered by an RMB-3 cell "A" battery.

Quelle: Maurice Friedman/Charles E. McCauley: »The Ruben Cell—a New Alkaline Primary Dry Cell Battery«, in: Transactions of the Electrochemical Society 92 (1947), S. 212, mit freundlicher Genehmigung der Electrochemical Society (ECS).

erste Hörgerät auf Transistorbasis erschien vier Jahre später im Jahr 1952 und veränderte die Branche vollständig, was noch kleinere und zuverlässigere Entwürfe nach sich zog.⁵⁴ Wie Bill Mullin, ehemaliger Leiter der Werbeabteilung von Mall-

54 Der spätere Einsatz von Silizium- anstelle von Germaniumtransistoren machte eine neue Batterie mit anderen Betriebseigenschaften erforderlich. Die ersten Siliziumtransistoren arbeiteten in einem höheren und engeren Spannungsbereich (zwischen 1,3 und 1,5 Volt), während die späteren Planartransistoren zwischen 1,0 und 1,5 Volt arbeiteten. Ruben spielte wieder eine Rolle und entwickelte eine Silberoxidzelle mit einem für Siliziumtransistoren geeigneten Spannungsbereich, vgl. Berger, Kenneth W.: The Hearing Aid: Its Operation and Development, Detroit: National Hearing Aid Society 1970, S. 118. Im Jahr 1963 verkaufte Mallory erstmals Silberoxidbatterien für Hörgeräte, Mallory: Jahresbericht 1963, S. 7.

ory, erklärte: »Die Welt der Elektronik war angekommen. Und [...] verdammt, wir standen genau an ihrer Schwelle und es sah aus, als gehörten wir dorthin.«⁵⁵

Armbanduhren waren der nächste kommerzielle Einsatzbereich für Miniatur-Quecksilberbatterien. Seit dem 17. Jahrhundert wurden Uhren durch mechanische Federn angetrieben, doch die Miniaturzellen von *Mallory* machten die ersten elektrisch betriebenen Uhren mit Quarzwerk möglich. Im Jahr 1946 beauftragte die *Hamilton Watch Company* den Ingenieur A. E. Fillinger damit, alle Möglichkeiten auszuloten. Obwohl es ihm nie gelang, ein funktionierendes Modell herzustellen, meldete Fillinger im Jahr 1947 auf der Grundlage seiner Experimente ein US-Patent an. Später, im Jahr 1952, stellte die *Elgin Watch Company* den funktionierenden Prototyp einer elektrischen Uhr her, der mit den Quecksilberzellen von *Mallory* angetrieben wurde; die Firma brachte ihre Uhr jedoch nie auf den Markt und die Gelegenheit zur Kommerzialisierung ging vorüber. Im selben Jahr nahm *Hamilton* sein Projekt, eine elektrische Uhr zu konstruieren, wieder auf und beauftragte den Physiker John Van Horn mit der Projektleitung. Am 3. Januar 1957 stellten Van Horn und seine Kolleg*innen die *Hamilton Electric* vor, die erste elektrische Uhr der Welt. Sie wurde von einer Miniatur-Zink-Kohle-Zelle mit Strom versorgt, die von *Mallorys* Konkurrenten *Union Carbide* entwickelt worden war.⁵⁶ Übertrumpft von *Hamiltons Electric* und *Union Carbide*, arbeitete *Mallory* daran, seine eigenen Quecksilberzellen für elektrische Uhren anzupassen. Ab dem Jahr 1960 trieben Batterien von *Mallory* die *Bulova Accutron* an, die erste Uhr mit einem Transistor. Aber zu diesem Zeitpunkt wurden Miniaturbatterien bereits seit drei Jahren in Armbanduhren verwendet, ähnlich wie bei Hörgeräten.⁵⁷

Als die Ingenieur*innen von *Mallory* ihre Quecksilberzellen für den Einsatz in Uhren modifizierten, weckte ihre Arbeit das Interesse des Erfinders Wilson Greatbatch und des Herzchirurgen William Chardack.⁵⁸ Am 6. Juni 1960 war den beiden

55 Eric Hintz: »Gespräch mit Bill Mullin«, unv. Interview vom 2.08.2005. Von Dezember 1959 bis August 1967 arbeitete Mullin im Hauptquartier von *Mallory* in Indianapolis, wo er als Werbeleiter für die Battery Division und als Marketingmanager für die Distribution Division tätig war.

56 Zum abgebrochenen Uhren-Projekt der Firma *Elgin* vgl. Matz, Ben: »The History and Development of the Quartz Watch«, *Horological Times* 13 (1989), S. 39-41, S. 49. Zu *Hamiltons* elektrischer Uhr vgl. Rondeau, René: *The Watch of the Future. The Story of the Hamilton Electric Watch*, Corte Madera, Calif.: 1992.

57 Vgl. *Mallory: Jahresbericht 1960*, S. 23.

58 »Die frühen Entwickler von Herzschrittmachern erfuhren von dieser [modifizierten Ruben-]Zelle im Jahr 1958 von Gordon Kaye von der *Mallory Company*. Seiner Anstrengung und der seiner Kollegen Joe D'Alfonso und Bob Mainzer ist es zu verdanken, dass Greatbatch und seine Mitarbeiter die Uhrenbatterien in ihren Schrittmachern hatten, bevor sie überhaupt in Uhren eingesetzt worden waren!«, Greatbatch, Wilson/Holmes, Curtis F.: »The Past and Future of Implantable Batteries«, in A. J. Salkand (Hg.), *Proceedings of the Symposium on History of Battery Technology*, Pennington, NJ: The Electrochemical Society Inc. 1987, S. 237.

die erste Implantation eines Herzschrittmachers bei einem Menschen gelungen. Von zehn Quecksilberzellen der Firma *Mallory* mit Strom versorgt, funktionierte der Herzschrittmacher 18 Monate lang ohne Zwischenfälle, bevor er chirurgisch ersetzt werden musste. Später, im Jahr 1971, leistete Greatbatch Pionierarbeit mit dem noch länger haltende Lithium-Jod-Batteriesystem, das schließlich die Quecksilberzellen von *Mallory* verdrängen sollte. Greatbatch schrieb später jedoch, dass »wir nicht vergessen dürfen, dass es diese [Quecksilber-]Zelle war, die den Schrittmacher ermöglichte. Sie war der Industriestandard und blieb es für etwa 15 Jahre.«⁵⁹

Auch für die Raumfahrt war der Fortschritt durch Miniaturisierung von entscheidender Bedeutung. So wurden die Quecksilberzellen von *Mallory* in einigen der ersten US-amerikanischen Satelliten eingesetzt, darunter *Explorer I, III* und *IV*, *Vanguard I* und *II* sowie *Pioneer IV*.⁶⁰ Aufgrund ihrer hermetisch dichten Bauweise konnten die Quecksilberzellen im eiskalten Vakuum des Weltraums ebenso gut funktionieren wie im brütend heißen und feuchten Dschungel. Auch bei bemannten Raumfahrtmissionen erwiesen sich die Batterien als unentbehrlich, so auch bei der vom Unglück verfolgten Raumfahrtmission *Apollo 13*, bei der sich die Astronauten Jim Lovell, Fred Haise und Jack Swigert auf Stabtaschenlampen mit Quecksilberbatterien verließen, als der Strom in ihrem schwer beschädigten Raumschiff abgeschaltet wurde.⁶¹

Angespornt durch die Mobilmachung amerikanischer Truppen in Korea und in Vietnam im Kontext des Kalten Krieges, setzte *Mallory* die Erschließung neuer militärischer Einsatzbereiche für seine Quecksilberbatterien fort. Dazu gehörten Notfallsender für im Meer oder an Land abgestürzte Piloten, tragbare Strahlungsmessgeräte, Raketenleitsysteme und über dem abgeworfene Sonoboje, die Schiffe orten und U-Boot-Bewegungen nachvollziehen konnten.⁶² Doch die fortwährende Zusammenarbeit mit dem militärischen Klientel war ein zweiseitiges

59 Greatbatch und Chardack beanspruchen die erste klinisch erfolgreiche Implantation eines Herzschrittmachers bei einem Menschen. Der schwedische Arzt Åke Senning hatte die Implantation bei einem Menschen im Oktober 1958 versucht, aber das Gerät versagte nach drei Stunden, Greatbatch, Wilson: »The Evolution of Power Sources for Biomedical Implantable Applications«, in: Boone B. Owens/Nehemiah Margalit (Hg.), *Proceedings of the Symposia on Power Sources for Biomedical Implantable Applications, and Ambient Temperature Lithium Batteries*, Princeton, N.J.: Electrochemical Society 1980, S. 3-6, Zitat auf S. 5.

60 Die Verwendung von *Mallory*-Quecksilberbatterien in Satelliten wird in einer Werbeanzeige im Jahresbericht 1959 beschrieben, *Mallory*: Jahresbericht 1959, S. 15.

61 S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 132-133.

62 Informationen zu Notfallsendern für den Einsatz an Land und im Wasser finden sich in *Mallory*: Jahresbericht 1949, S. 8 und *Mallory*: Jahresbericht 1960, S. 23, zu Strahlungsmessgeräten in *Mallory*: Jahresbericht 1949, o.S., zu Raketenleitsystemen in *Mallory*: Jahresbericht 1957, S. 20 und zu Sonoboje in *Mallory*: Jahresbericht 1960, o.S.

Schwert: Während das Unternehmen einen beträchtlichen Gewinn erzielte, verzögerte die ständige Aufmerksamkeit für das Militär manchmal die Suche nach neuen kommerziellen Einsatzbereichen. In seinem Jahresbericht von 1951, herausgegeben während des Koreakrieges, erinnerte das Unternehmen die Investoren daran, dass *Mallory* »vor der doppelten Herausforderung stand, seinen Teil zum Ausbau des Verteidigungssektors beizutragen und gleichzeitig seinen Status in der zivilen Marktwirtschaft aufrechtzuerhalten.«⁶³

Dringend wollte man bei *Mallory* den kommerziellen Markt für Radiogeräte erschließen, der in der Folge des Transistors und im Kontext der Konsumkultur der Nachkriegszeit explodiert war.⁶⁴ Bereits im Jahr 1945 hatte das Unternehmen an tragbare Radios als möglichen Einsatzbereich ihrer Batterien gedacht. Gemeinsam mit Ruben arbeitete man deshalb an der Entwicklung zylindrischer Quecksilberzellen in den Baugrößen AA, AAA, C und D, um sie für Radiohersteller attraktiver zu machen. Doch in den Jahresberichten von *Mallory* aus den 1950er Jahren finden sich bezüglich des kommerziellen Einsatzes in Radios nur zurückhaltende Äußerungen wie »Hoffnung« und »Gelegenheit«.⁶⁵ Im Jahr 1954 stieg der Quecksilberpreis um 80 Prozent auf den höchsten Stand in der Geschichte und verdeutlichte damit den größten Nachteil der Quecksilberbatterie: ihre Kosten. Zwar übertrafen Quecksilberbatterien die Standard-Zink-Kohle-Zellen in Bezug auf deren Leistungsfähigkeit, doch diese Leistung hatte ihren Preis: eine Zink-Kohle-Batterie in der Baugröße D wurde für etwa 20 Cent verkauft, während eine vergleichbare Quecksilberbatterie 2,75 Dollar kostete.⁶⁶ Die Quecksilberbatterie hatte ihren Nutzen beim Einsatz in kritischen Missionen bewiesen, die eine hohe Leistungsfähigkeit erforderten und bei denen die Kosten keine Rolle spielten. Aber bei Verbraucherprodukten wie tragbaren Radios und Taschenlampen konnte sie nicht mit den Zink-Kohle-Batterien konkurrieren.⁶⁷ *Mallory* akzeptierte diese Tatsache und

63 Vgl. *Mallory*: Jahresbericht 1951, S. 3.

64 Vgl. den Beitrag von Monique Miggelbrink in diesem Sammelband.

65 Zur geplanten Verwendung von Quecksilberbatterien in kommerziellen Radiogeräten vgl. *Mallory*: Jahresbericht 1945, S. 31. Im Jahr 1949 berichtete das Unternehmen: »Wir hoffen [Herv. i.O.], dass wir den Herstellern im Laufe des Jahres 1950 Muster der kleinen »A« und »B«-Batterien für die neuen, kleinen Radioempfänger und für andere kommerzielle Einsatzbereiche zur Verfügung stellen können«, *Mallory*: Jahresbericht 1950, S. 25. Des Weiteren im Jahr 1954: »Aufgrund ihrer außergewöhnlich guten Lagereigenschaften und der perfektionierten Miniaturisierung der *Mallory*-Batterien ergaben sich *Gelegenheiten* [Herv. i.O.] für einen Markteinstieg im Bereich der tragbaren Radiogeräte [...] als sich das Jahr dem Ende zu neigte«, *Mallory*: Jahresbericht 1954, S. 29.

66 Zum sprunghaften Anstieg der Quecksilberpreise vgl. *Mallory*: Jahresbericht 1954, S. 30. Zu den Batteriepreisen vgl. *Mallory*: »*Mallory Batteries: Zinc-Carbon and Mercury Types: List Prices*«, eine Beilage zur Broschüre »*Mercury Battery Data: also including other battery systems*, May 1957.«, Indianapolis: *Mallory* 1957.

67 E. Hintz: »Gespräch mit Mullin«.

erwarb im April 1956 die *General Dry Battery Company* mit ihrem Angebot an Zink-Kohle-Batterien.⁶⁸ Die Übernahme ermöglichte es dem Unternehmen, einen Teil des Radiogerätemarktes zu erobern, während man gleichzeitig nach einer besseren Lösung suchte.

6. Die Alkali-Mangan-Batterie

Die Lösung war unser heutiger Standard der Alkaline-Batterien, die *Mallory* und seine Konkurrenten in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg entwickelten. Erinnern wir uns, dass *Mallory* seine Quecksilberzellen an die Firma *Ray-O-Vac* unterlizenziiert hatte, um dem Bedarf in Kriegszeiten gerecht zu werden. Gestützt auf seine frühere Zusammenarbeit mit Ruben begann der Ingenieur Stanley Herbert von *Ray-O-Vac* nach dem Krieg mit der Entwicklung eines neuen Zellsystems auf der Grundlage des Quecksilberdesigns, suchte aber nach einer kostengünstigeren Kathode. Er kehrte zum Mangandioxid zurück, jenes Material aus dem die Kathoden in den Zink-Kohle-Batterien gemacht waren. Dieses natürlich vorkommende Erz war während des Krieges nur schwer zu beschaffen gewesen, aber als die 1940er Jahre zu Ende gingen, perfektionierten Industriechemiker*innen ein synthetisches Verfahren zur Herstellung von reinem, preisgünstigem Mangandioxid im größeren Maßstab.⁶⁹

Bis 1949 hatte Herbert eine ›Kronen-Zelle‹ in der Größe eines Zehncentstücks entwickelt, ein Hybrid aus Zink-Kohle- und Quecksilberzellen. Wie eine Zink-Kohle-Batterie verwendete Herberts System eine Zink-Anode und eine Mangandioxid-Kathode. Wie die Quecksilberzelle enthielt sie jedoch einen alkalischen Elektrolyt sowie eine präzise Anoden-Kathoden-Verteilung in einem hermetisch verschlossenen Gehäuse. Im Ergebnis wies diese Alkali-Mangan-Zelle nahezu dieselben Leistungsmerkmale wie die Quecksilberbatterie auf: lange Betriebszeit, Unempfindlichkeit gegenüber Einflüssen aus der Umgebung, vier- bis fünfmal höhere Kapazität als der Zink-Kohle-Standard. Sie konnte aber wesentlich kostengünstiger hergestellt und verkauft werden. Obwohl es dem Unternehmen *Ray-O-Vac* nicht gelang, seine Alkali-Mangan-Kronenzelle erfolgreich zu vermarkten, weckte die Aussicht auf eine günstigere Alternative den Ehrgeiz seiner Konkurrenten. Der Marktführer *Union Carbide* entwickelte im Jahr 1957 eine

68 Mallory: Jahresbericht 1956, S. 5.

69 Zum Verhältnis von Ruben und Herbert vgl. Saxe, Carroll G./Brodd, Ralph J.: »History of Alkaline Zinc Manganese Dioxide Cells«, in: Salkand, Proceedings of the Symposium on History of Battery Technology (1957), S. 50; zur Verfügbarkeit von synthetischem Magandioxid vgl. G. W. Heise/N. C. Cahoon: »Dry Cells of the Leclanché Type«, S. 180C.

Alkali-Mangan-Zelle und *Mallory* stellte im Jahr 1961 seine Version der Alkalizelle vor, erneut eine Zusammenarbeit mit Samuel Ruben.⁷⁰

Die Alkaline-Batterie hatte eine mit der Quecksilberbatterie vergleichbare Betriebsdauer, jedoch zu einem Bruchteil der Kosten. *Mallorys* Alkali-Mangan-D-Batterien wurden für etwa 65 US Cent pro Stück verkauft, während eine Quecksilberbatterie 2,75 Dollar kostete. Teurer als die Zink-Kohle-Batterien für 20 US Cent pro Stück, sorgte die überlegene Leistungsfähigkeit der Alkaline bei einem geringfügig höheren Preis dafür, dass *Mallory* in die Massenmärkte für Radioempfänger, Taschenlampen und andere tragbare Geräte vordringen konnte.⁷¹ Außerdem waren Alkali-Mangan-Zellen im Vergleich zu Quecksilberbatterien umweltfreundlicher. Ein Nebenprodukt der chemischen Reaktion in der Quecksilberzelle war das giftige chemische Element Quecksilber (Hg) und Umweltschützer warnten davor, dass ausrangierte Batterien durch ihre Entsorgung in Müllverbrennungsanlagen den Grundwasserspiegel verunreinigen oder die Atmosphäre verschmutzen könnten.⁷²

Anders als die teuren Quecksilberbatterien für Nischenmärkte oder die billigen, aber leistungsärmeren Zink-Kohle-Batterien boten die Alkaline-Batterien *Mallory* eine außergewöhnliche Marktchance: ein leistungsstarkes Verbraucherprodukt zu einem moderaten Preis, das jeder verwenden konnte und das ständig ersetzt werden musste. So erinnert sich Philip Malory in seinen Memoiren:

»When the company was first started, my ambition was to get into the incandescent lamp business. My reasoning was that ›light bulbs‹ which have limited life, constitute a replaceable consumer product of constantly growing importance and one in which every person is a user. [...] In many respects the small ›dry‹ batteries are a comparable product.«⁷³

Leider hatte das Unternehmen *P. R. Mallory Company* nur sehr wenig Erfahrung im Bereich des Verbrauchermarketings. Seit seiner Gründung im Jahre 1916 hatte es Widerstände, Kondensatoren, Schalter und Schaltuhren für die Produkte anderer Firmen hergestellt. Die Kunden von *Mallory* waren keine Endverbraucher*innen, sondern Erstausrüster⁷⁴ mit großen Stückzahlen. Während *Mallory* durchaus eini-

70 C. G. Saxe/R. J. Brodd: »History of Alkaline Zinc Manganese Dioxide Cells«, S. 49-52.

71 Zu den Preisen vgl. *Mallory*: »1966 Precision Electronics Components Catalog«, S. 5.

72 Eric Hintz: »Email von Bill Mullin«, unv. Email vom 27.07.2005; U.S. Environmental Protection Agency: »Municipal Solid Waste – Commodities: Batteries«, Website ohne Datum, <https://www.epa.gov/mercury/mercury-batteries>, aufgerufen am 23.09.2021. Nach etwa fünfzig Jahren holten Umweltbedenken die Quecksilberzelle ein und der *Mercury-Containing and Rechargeable Battery Management Act* des Kongresses von 1996 verbot den Verkauf von Quecksilberzellen in den Vereinigten Staaten, vgl. U.S. Public Law 104-142, 104. Kongress, 13. Mai 1996.

73 P. R. Mallory: *Recollections*, S. 141.

74 (Engl.: »Original-Equipment Manufacturers«, Anm. der Übers.)

ge »institutionelle« Anzeigen in populären Zeitschriften unterbrachte, verließ sich das Unternehmen hauptsächlich auf persönliche Verkaufsgespräche und Bestellungen aus seinem Katalog, welcher für jede der Komponenten den Preis und die technischen Spezifikationen enthielt.⁷⁵ Um auch in den Einzelhandel für Batterien vorzudringen, musste Mallory seine Verkaufs- und Marketingstrategie verändern und von einer Erstausrüster-Lieferanten-Mentalität zu einer Verbraucher-Einzelhändler-Mentalität übergehen.

7. Mallorys Transformation: Die Geburt von Duracell

Im April 1960 trat Barron Mallory die Nachfolge seines Vaters Philip als Präsident des Familienunternehmens an.⁷⁶ Bald darauf und zeitgleich mit der Einführung der neuen Alkaline-Batterien führte das Unternehmen eine »Analyse der Mallory-Marketingpraktiken« durch. In der Folge wurden die Marktforschungs- und Produktentwicklungsteams verstärkt sowie die Position eines Marketingmanagers geschaffen, der ausschließlich für die Batterieabteilung zuständig war. Außerdem wurde Boone Gross in das Board of Directors⁷⁷ von Mallory berufen. Gross war Präsident der *Gillette Company*, einem Hersteller von Einwegrasierern, und verfügte über viel Erfahrung in »der Herstellung und dem Vertrieb von Konsumgütern« mit.⁷⁸

Mallory ließ sofort seine neuen Marketingmuskeln spielen und schloss einen außergewöhnlichen Vertrag mit *Eastman Kodak* ab. Im Jahr 1962 stellte Kodak seine Blitzlichtkamera *Instamatic* sowie seine Filmkamera *Super 8* vor. *Kodak* wollte seine Kameras mit Batterien ausliefern und beauftragte Mallory als OEM-Lieferanten. Laut Vertrag stellte Mallory die Batterien kostenfrei zur Verfügung. Im Gegenzug

75 Vgl. E. Hintz: »Email von Bill Mullin«. Zur institutionellen Werbung des Unternehmens in großen Zeitschriften vgl. Mallory: Jahresbericht 1946, S. 36. Zum Einsatz von »institutioneller Werbung« zur Stärkung der Corporate Identity eines Unternehmens vgl. Marchand, Roland: *Creating the Corporate Soul: The Rise of Public Relations and Corporate Imagery in American Big Business*, Berkeley, Calif.: University of California Press 1998.

76 Das Familienunternehmen Mallory war ursprünglich ein Schifffahrts- und Schiffsbauunternehmen mit Sitz in Mystic, Connecticut. Zur Familiengeschichte vgl. Baughman, James P.: *The Mallorys of Mystic: Six Generations in American Maritime Enterprise*, Middletown, Conn.: Wesleyan University Press 1972.

77 (Im anglo-amerikanischen Raum vereinigt das Board of Directors die Funktionen von Vorstand und Aufsichtsrat, weshalb hier der englische Begriff gewählt wurde, Anm. d. Übers.)

78 Zur »Analyse der Mallory-Marketingpraktiken« vgl. Mallory: Jahresbericht 1960, S. 16, S. 20, Zitat auf S. 20. Zur Aufstockung des Marketingpersonals vgl. Mallory: Jahresbericht 1961, S. 9-11. Zur Berufung von Boone Gross in das Board of Directors vgl. Mallory: Jahresbericht 1962, S. 11-12, S. 19.

versah *Kodak* das Batteriefach jeder Kamera mit dem Warnhinweis, dass die Garantie null und nichtig sei, wenn die Benutzer*innen nicht die neuen AA-Alkali-Mangan-Batterien von *Mallory* nachkaufen.⁷⁹ Trotz eines anfänglichen finanziellen Verlustes durch die kostenlos zur Verfügung gestellten OEM-Batterien für *Kodak* schuf der Vertrag dauerhaft einen Einzelhandelsmarkt für Ersatzbatterien von *Mallory*.

Mit seinen neu geschaffenen Marketingkompetenzen sah *Mallory* nun einer steigenden Nachfrage nach Batterien in der Nachkriegszeit entgegen, sowohl im Bereich tragbarer Geräte der Unterhaltungselektronik als auch durch das US-Militär, das damals seine Präsenz in Vietnam ausbaute.⁸⁰ Um diese Nachfrage bedienen zu können, weitete *Mallory* seinen Betrieb rasch aus und baute zwischen 1960 und 1964 fünf neue Batteriewerke. Das Unternehmen expandierte auch international und besaß bis 1965 Tochtergesellschaften in Deutschland, Italien, Frankreich, Australien, Japan, Kanada und Mexiko.⁸¹

Nichtsdestotrotz fiel es der Marketingabteilung von *Mallory* immer noch etwas schwer, ihre Batterien zu bewerben und zu verkaufen. Bill Mullin, *Mallorys* ehemaliger Marketingmanager, erinnerte sich an die Entstehungsgeschichte der neuen Kampagne:

»The name Duracell resulted from a brain stir we had at the Hilton in Tarrytown [New York, headquarters of Mallory's Battery Division]. The guys from the Battery Company were there, as was I [...] and the folks from [Mallory's Philadelphia-based advertising firm] Aitken-Kynett. [...] It was obvious the name was wrong. Selling Mallory Alkaline Manganese batteries was too much of a mouthful. We needed a better name. I believe I came up with the name Duracell, but cannot be sure. [...] We covered an entire wall of the room with potential names.«⁸²

Im Anschluss an dieses Brainstorming begann *Mallory* mit einem »großen Marketingprogramm für Endverbraucher«, das »neue Verpackungen, umfassende Beratung und Merchandising in Schlüsselmärkten während des Jahres 1965« beinhaltete. Mit Ausnahme von Batterien für Hörgeräte wurde *Duracell* als neuer Markenname für alle von *Mallory* auf den weltweiten Verbrauchermärkten verkauften Quecksilber- und Alkaline-Batterien verwendet.⁸³ Am 3. Dezember 1965 stellte das

79 E. Hintz: »Gespräch mit Mullin«; *Mallory*: Jahresbericht 1962, S. 7.

80 Im Jahr 1965 berichtete *Mallory*, dass »in Rekordzeit Spezialbatterien entwickelt wurden, um konventionelle Batterien zu ersetzen, die in den südostasiatischen Kampfgebieten nicht gut funktionierten. Die Nachfrage nach den *Mallory*-Einheiten im gegenwärtigen Konflikt ist ähnlich hoch wie bei ihrem weitverbreiteten Einsatz im Zweiten Weltkrieg, als sie im Pazifikraum unter dem Namen TROPICAL®-Batterie bekannt waren.« *Mallory*: Jahresbericht 1965, o. S.

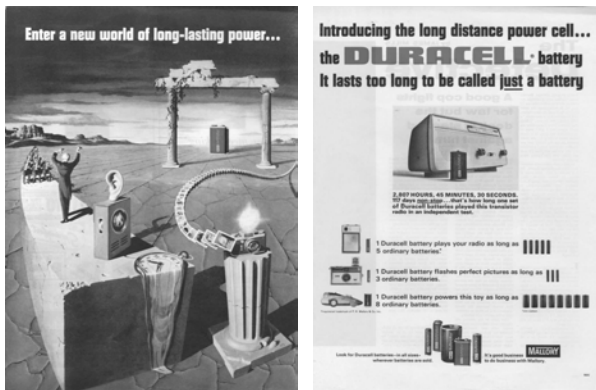
81 Vgl. die Jahresberichte von *Mallory* für die Jahre 1959 bis 1965.

82 E. Hintz: »Email von Bill Mullin«.

83 *Mallory*: Jahresbericht 1964, o. S.

Unternehmen die Marke *Duracell* in einer zweiseitigen, an die Kunstwerke von Salvador Dalí erinnernden Anzeige im Magazin *Life* vor (Abb. 5). Die *Duracell*-Batterien trugen ein modernisiertes Herstellerzeichen von *Mallory* und hatten neue Etiketten: rot für Quecksilber und schwarz für Alkali-Mangan-Batterien. *Mallory* baute auch sein Merchandising jenseits der OEM-Kundschaft aus und verkaufte *Duracell*-Batterien direkt an Endverbraucher*innen in Einzelhandelsgeschäften wie Foto- und Radiogeschäften, Drogerien und Baumärkten.⁸⁴ Dabei etablierte *Mallory* die *Duracell*-Batterie als ein eigenständiges Produkt: »Batterien separat erhältlich« – wohl wahr!

Abb. 5: Erste *Duracell*-Werbeanzeige von *Mallory*.



Quelle: *Mallory*: »Enter a new world of long-lasting power...«, Werbeanzeige, in: *Life* vom 3. Dezember 1965, S. 89C–90C, mit freundlicher Genehmigung von *Duracell*, ein Tochterunternehmen von *Berkshire Hathaway*.

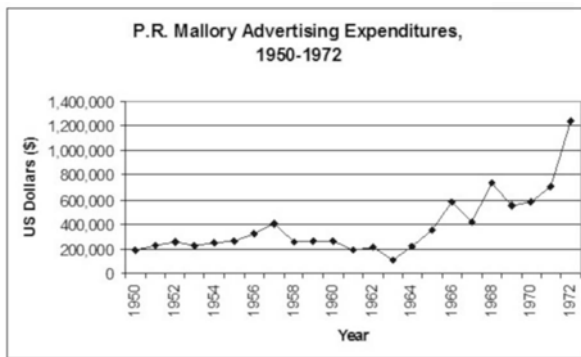
Um die Marke *Duracell* zu stärken, baute *Mallory* seine Werbeausgaben weiter konsequent aus, von 220.060 Dollar im Jahr 1964 auf 1,2 Millionen Dollar im Jahr 1972 (Abb. 6). Während der Weihnachtszeit des Jahres 1974 wurden die ersten *Duracell*-Werbespots im Fernsehen ausgestrahlt.⁸⁵ Im Laufe der Zeit stellte die

84 *Mallory*: Jahresbericht 1965, o.S. Die erste Werbeanzeige von *Duracell* erschien am 3. Dezember 1965 im Magazin *Life*, S. 89C–90C.

85 Die Zahlen zu den Werbeausgaben stammen aus »National Advertising Investments«, die aus den Aufzeichnungen des *Publishers Information Bureau (PIB)* zusammengestellt und von *Leading National Advertisers, Inc.* veröffentlicht wurden, einem Fachverband der Werbeindustrie. Die für die *P. R. Mallory Company* genannten Zahlen stellen deren jährliche Gesamtausgaben dar, von denen ein nicht identifizierbarer Teil zur Bewerbung anderer Produkte als *Duracell*-Batterien verwendet wurde. Weil die Batterien jedoch das wichtigste Einzelhandelsprodukt des Unternehmens waren, stellten *Duracell*-Anzeigen wahrscheinlich

Batterieabteilung alle anderen geschäftlichen Bereiche des Unternehmens in den Schatten: Im Jahr 1977 machten Batterien etwa 56 Prozent des gesamten Umsatzes von *Mallory* aus und steuerten fast 80 Prozent zum Gewinn des Unternehmens vor Steuern bei. Gleichzeitig stieg *Mallory* zwischen den Jahren 1960 und 1978 vom fünften Platz zum Marktführer im Geschäft mit Trockenbatterien auf, wobei es sich den ersten Platz mit dem Unternehmen *Union Carbide* und dessen Marke *Eveready* teilen musste.⁸⁶

Abb. 6: Wachsende Werbeausgaben von Mallory, 1950-72.



Quelle: Illustration des Autors auf der Basis von Daten in »National Advertising Investments«, zusammengetragen aus Aufzeichnungen des Publishers Information Bureau, veröffentlicht vom Fachverband Leading National Advertisers Inc.

Ende der 1970er Jahre weckte *Mallorys* Erfolg an der Verbraucherfront die Aufmerksamkeit von Investoren, die an einer Übernahme interessiert waren. Am 8. November 1978 unterbreitete *Dart Industries* ein unerwartetes Übernahmeangebot in Höhe von 46 Dollar pro Aktie und wollte für einen Gesamtpreis von 223 Millionen Dollar die Aktienmehrheit übernehmen.⁸⁷ *Dart* besaß mehrere Tochterunternehmen für Konsumgüter (einschließlich *Tupperware*) und wollte *Duracell*-Batterien seinem Portfolio hinzufügen. Am Vorabend des Verkaufs war *Mallorys* Transformation in ein auf die Endverbraucher*innen ausgerichtetes Unternehmen abge-

den größten Teil der Ausgaben für Zeitschriften im PIB-Index dar. Zu den ersten *Duracell*-Fernseherwerbspots vgl. Mallory: Jahresbericht 1974, S. 7.

- 86 Zur wachsenden Relevanz der Batterieabteilung von *Mallory* vgl. N. Patti: »Duracell«, S. 197 und Metz, Robert: »Market Place: Why Mallory Is So Attractive«, in: New York Times vom 16.11.1978.
- 87 Vgl. Cole, Robert J.: »\$223 Million Dart Bid For Mallory Planned«, in: New York Times vom 10.11.1978.

geschlossen. Wie ein Marktanalyst feststellte, war *Mallory* nun »eines der größten Unternehmen für *Konsumgüter* [Hervorh. E. Hintz], das seit langer Zeit neu auf dem Markt erschienen ist«⁸⁸

8. Mallorys hybride Innovationsstrategie

Einer der bemerkenswertesten Aspekte in Bezug auf *Mallorys* kommerziellen Erfolg war seine hybride, facettenreiche Herangehensweise an Innovationen. Neben Samuel Ruben arbeitete das Unternehmen mit mehreren unabhängigen Erfinder*innen und externen Berater*innen zusammen und investierte gleichzeitig Millionen in seine eigenen vertikal integrierten industriellen Forschungslabore. Für *Mallory* lag der institutionelle Ort, an dem Erfindungen geschahen, sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unternehmens.⁸⁹

In seinen Memoiren gab Philip Mallory (Abb. 7) zu, dass »eine meiner Eigenheiten die Vorliebe für die Zusammenarbeit mit jenen einzelnen kreativen Köpfen war, die man gemeinhin »Erfinder« nennt«. Neben seinem »Musterbeispiel« Samuel Ruben erwähnte Mallory wohlwollend die Zusammenarbeit des Unternehmens mit den unabhängigen Erfindern Paul Ware und Fred Hooven.⁹⁰ In den 1930er Jahren war Ware mit der Idee für einen Antennentuner mit variabler Induktivität für Fernsehgeräte an *Mallory* herantreten, welche das Unternehmen in der Folge herstellte und an *DuMont*, *Crosley* und andere Fernsehhersteller verkaufte.⁹¹ Ebenso arbeitete *Mallory* eng mit Hooven zusammen, der einen Intervallzeitgeber für Fliegerbomben entwickelt hatte, welcher während des Zweiten Weltkriegs zur Standardausrüstung der meisten amerikanischen Bombenflugzeuge gehörte.⁹² Neben Ruben, Ware und Hooven kooperierte *Mallory* mit einem Dutzend anderer unabhängiger Erfinder*innen zusammen, deren Erfindungen es aber nicht in die Pro-

88 Shearson-Analysiker James Magid, zitiert nach R. Metz: »Why Mallory Is So Attractive«.

89 Dieses Unterkapitel basiert auf dem Vortrag Hintz, Eric S.: »Independent Inventors in an Era of Burgeoning R&D«, Vortrag im Rahmen der *Business History Conference* in Cleveland am 01.06.2007. Im Rahmen der Konferenz wurde der Vortrag mit dem K. Austin Kerr-Preis als beste Debutveröffentlichung 2007 ausgezeichnet.

90 P. R. Mallory: *Recollections*, S. 165.

91 Zu Paul Ware vgl. E. E. Taylor: *Bits of Mallory History*, S. 8, und P. R. Mallory: *Recollections*, S. 166.

92 In Zusammenarbeit mit Hooven entwickelte *Mallory* auch einen Bombenabwurfmechanismus und ein Bombenauswahlsystem, die bei den Luftstreitkräften weit verbreitet waren. Zu Hooven vgl. P. R. Mallory, S. 99, S. 165-66. Ein Überblick über die Karriere Hoovens findet sich in Tribus, Myron: »Frederick Johnson Hooven«, in: *National Academy of Engineering (Hg.), Memorial Tributes*, Washington, D.C.: National Academy Press 1979-2007 (11 Bände), Band 3: S. 200-205.

duktlinie des Unternehmens schafften.⁹³ Dennoch konnten sich unabhängige Erfinder*innen darauf verlassen, dass man bei *Mallory* empfänglich war für ihre Vorschläge und man sie als einen wichtigen Teil der Innovationsstrategie des Unternehmens betrachtete.

Abb. 7: *Philip Rogers Mallory (1885-1975)*.



Quelle: Mallory, Philip Rogers: *Recollections: Fifty Years with the Company*, Indianapolis: Eigenverlag 1966, S. 139. mit freundlicher Genehmigung von Duracell, ein Tochterunternehmen von Berkshire Hathaway.

Nach dem Zweiten Weltkrieg fuhr *Mallory* fort, mit unabhängigen Erfinder*innen zusammenzuarbeiten und gleichzeitig in seine eigenen vertikal integrierten

93 Zu jenen Erfinder*innen, mit denen die Kollaboration »nicht-produktiv« verlief, gehörten: John Lewis Andrews, Madison Cawein, Duncan Cox, Giles S. Moore, W. J. Polydoroff, Caton Bradley, Kurt Schimkus, Charles W. Sidney, Walter J. Six, Harry Waters, James L Yarian, Harold Brown, and Reginald Dean, P. R. Mallory: *Recollections*, S. 166-167.

industriellen Forschungslabore zu investieren. Nachdem die *Bell Labs* die Erfindung des Transistors im Jahr 1948 öffentlich gemacht hatten, erkannten Komponentenhersteller wie *Mallory* den revolutionären Charakter der Festkörperelektronik. Um dieser Herausforderung gerecht werden zu können, gründete *Mallory* 1953 in Indianapolis eine Central Research Division. Im Gegensatz zur existierenden Ingenieursbelegschaft in den Abteilungen, welche vor allem bestehende Produktlinien verbessern und erweitern sollte, hatte diese zentrale Forschungseinrichtung die Aufgabe, »neue Ideen zu verfolgen, die zu neuartigen Komponenten führen könnten.«⁹⁴

In den folgenden Jahren erhöhte *Mallory* kontinuierlich seine Investitionen in R&D, welche sich zwischen 3 und 4 Prozent des Jahresumsatzes bewegten (Abb. 8).⁹⁵ Im Jahr 1962 tätigte das Unternehmen mit der Gründung des Laboratory for Physical Science in Burlington im Bundesstaat Massachusetts eine weitere erhebliche R&D-Investition. Mallorys Direktoren beschrieben das neue »Zentrum für Grundlagenforschung« in ihrem Jahresbericht von 1962:

»It is devoted primarily to fundamental research in such areas as electrochemistry, materials, thin-film technology, and solid-state physics. [...] In our expanded program of basic and applied research, we are bringing together scientists of many disciplines. [...] We are confident that this approach will open new doors to technological achievement.«⁹⁶

In diesem vertikal integrierten Labor forschten promovierte Wissenschaftler*innen als angestellte Mitarbeiter*innen von *Mallory* und übertrugen ihre Patente auf das Unternehmen. Tatsächlich berichtete Philip Mallory stolz, dass die Mitarbeiter*innen des Unternehmens »im Jahr 1965 77 Patentanträge eingereicht haben. Im Laufe des Jahres wurden 23 Patente an Unternehmensangehörige erteilt, was mehr als doppelt so viele waren wie 1964.«⁹⁷

Obwohl er zu Recht stolz auf die internen Forschungskapazitäten seines Unternehmens sein konnte, wusste Philip Mallory weiterhin die Zusammenarbeit mit »kreativen Erfindern außerhalb unserer eigenen Reihen« zu schätzen.⁹⁸ Tatsächlich kann man den Ansatz des Unternehmens in Bezug auf Erfindungen als »ökumenisch« bezeichnen. Das, was Ruben die »Nicht hier erfunden«-Haltung nannte, lehnte man bei *Mallory* ab: »[D]ie innere Abneigung des technischen Personals

94 Ebd., S. 160. Diese Trennung der Forschungsaufgaben zwischen den Abteilungen und einer zentralen Einrichtung wird angedeutet in Mallory: Jahresbericht 1951«, S. 26-27.

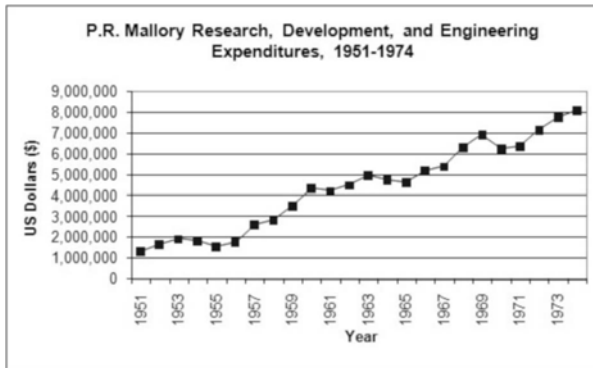
95 Vgl. *Mallorys* Jahresberichte von 1951 bis 1974.

96 Mallory: Jahresbericht 1962«, o.S.

97 P. R. Mallory: *Recollections*, S. 164.

98 Ebd., S. 161. Vgl. ebd., Kapitel 13, welches sich auf *Mallorys* interne Forschungskapazitäten konzentriert.

Abb. 8: Mallorys steigende Ausgaben im Bereich R&D, 1951-74.



Quelle: Illustration des Autors auf der Basis von Daten aus den Jahresberichten der Firma P.R. Mallory and Co Inc. in den Jahren 1951 bis 1974.

gegenüber der Vorstellung [eines] Unternehmens als potenzieller Lizenznehmer, welches Ideen von außen akzeptiert«;⁹⁹ Ganz im Gegenteil, so berichtete Ruben, hatte Philip Mallory »nie Angst davor, neue Produkte zu erwägen oder neue Ideen in Betracht zu ziehen, unabhängig davon, ob sie innerhalb oder außerhalb der Firma Mallory entstanden«.¹⁰⁰

Mallorys hybride Innovationsstrategie passt nicht ganz in den analytischen Rahmen, den Historiker*innen bisher verwendet haben, um institutionalisierte Innovation zu beschreiben. Thomas Hughes hat »Erfinder-Unternehmer« im ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhundert wie Thomas Edison und Elmer Sperry beschrieben, die gleichnamige Unternehmen gründeten, um ihre eigenen Erfindungen herzustellen und zu verwerten.¹⁰¹ Naomi Lamoreaux und Kenneth Sokoloff haben einen zweiten, ähnlichen Rahmen verwendet, in welchem sich die weniger unternehmerisch denkenden (oder vielleicht weniger erfolgreichen) Erfinder*innen allein auf ihre erfinderische Tätigkeit konzentrierten und ihre Patente auf dem freien Markt an Unternehmen übertrugen oder lizensierten, die ihre Erfindungen herstellten und verkauften.¹⁰² Schließlich haben Wirtschaftshistoriker*innen aus

99 Ruben, Samuel: »Imaginative Thinking, and Opportunities Afforded an Independent Inventor by the American Patent System«, in: Journal of the Patent Office Society 49 (1967), S. 456.

100 S. Ruben: Necessity's Children, S. 110.

101 Vgl. T. P. Hughes.: »Edison's Method«, S. 7, und Hughes, Thomas P.: Elmer Sperry: Inventor and Engineer, Baltimore: John Hopkins University Press 1971.

102 Lamoreaux, Naomi R./Sokoloff, Kenneth: »Inventors, Firms, and the Market for Technology in the Late Nineteenth and Early Twentieth Century«, in: Naomi R. Lamoreaux/Daniel M. G.

der Chandler-Schule beschrieben, wie die großen Unternehmen der Jahrhundertwende das Erfindertum internalisierten und vertikal integrierte Industrielabore schufen, die Erfindungen innerhalb der Firma hervorbrachten.¹⁰³

Leider eignet sich keiner dieser analytischen Rahmen dazu, die komplexe Form von *Mallorys* hybrider Innovationsstrategie sowie Samuel Rubens Platz innerhalb dieser Strategie adäquat zu beschreiben. Obwohl Philip Mallory sein eigenes gleichnamiges Unternehmen gründete, war er einfach ein Unternehmer, kein Erfinder. Und obwohl Ruben ein Erfinder war, war er kein klassischer Erfinder-Unternehmer nach Hughes, weil er es vorzog, seinen Lizenznehmern die Herstellung und Vermarktung seiner Erfindungen zu überlassen. Mit einer theoretischen Rahmung nach Chandler wiederum kann man zwar erklären, warum *Mallory* promovierte Wissenschaftler*innen einstellte und so das integrierte Labor der Firma mit Personal für die physikalische Forschung ausstattete. Aber es lässt sich damit eben nicht angemessen beschreiben, warum die Firma trotzdem weiterhin gewinnbringend mit externen Erfinder*innen wie Ruben zusammenarbeitete.

Der zweite theoretische Rahmen – Firmen, die das Erfindertum auslagern – kommt der Situation bei *Mallory* am nächsten, ist aber nicht ausreichend. Die Lizenznahme von auf dem offenen Erfindungsmarkt erhältlichen Patenten war sicherlich eine rationale Strategie für ein mittelständisches Unternehmen wie *Mallory*, welches die Kosten für Erfindungen niedrig halten musste.¹⁰⁴ Durch die Auslagerung bestimmter Erfindungen senkte *Mallory* einen Teil seiner Fixkosten für Personal und den Betrieb des Labors, während die Risiken und Kosten des Entwicklungsprozesses größtenteils bei den externe Erfinder*innen lagen.¹⁰⁵ Die finan-

Raff/Peter Temin (Hg.), *Learning by Doing in Markets, Firms, and Countries*, Chicago: University of Chicago Press 199, S. 19-60.

- 103 Laut John K. Smith »hat der von Alfred D. Chandler, Jr. entwickelte organisationswissenschaftliche Ansatz zum Verständnis des Big Business den Historikern einen Rahmen gegeben, innerhalb dessen sie das Forschungslabor beschreiben können«, vgl. Smith, John K.: »The Scientific Tradition in American Industrial Research«, in: *Technology and Culture* 31 (1990), S. 121-131, hier: S. 121.
- 104 Ich halte *P. R. Mallory* für ein mittelgroßes Unternehmen, da es stets jene Schwelle unterschritten hat, die Alfred Chandler in seiner Untersuchung der 200 größten Industrieunternehmen festgelegt hat, vgl. Chandler, Alfred D. Jr.: *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press 1994. Im Jahr 1978, dem Jahr seiner Übernahme, rangierte das Unternehmen mit einem Umsatz von 367 Millionen Dollar auf Platz 490 der Liste der größten amerikanischen Unternehmen in *Fortune*, vgl. »Fortune 500: P. R. Mallory«, Website ohne Datum, http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune500_archive/snapshots/1978/3295.html, aufgerufen am 10.04.2007.
- 105 Der Ökonom Kenneth Arrow hat vorgeschlagen, Innovationen als Waren zu begreifen, die schwierig und teuer zu produzieren, aber nach ihrer Entstehung billiger und leichter zu verkaufen sind. Dementsprechend wären Patente, die von externen Erfinder*innen gekauft wer-

ziellen Mittel, die Mallory in seine integrierten Labore steckte, waren auch dann versunkene Kosten, wenn das neue Produkt zwar auf dem Markt war, aber flopte. Weil aber Lizenzgebühren üblicherweise als Prozentsatz des zukünftigen Umsatzes berechnet wurden, musste Mallory die Erfinder*innen nur dann zu bezahlen, wenn das neue Produkt erfolgreich war. Außerdem ließen sich die Zahlungen abschreiben und mussten nur bis zum Ablauf des Patents gezahlt werden.¹⁰⁶

Man läuft jedoch Gefahr, die Lizenzierung von Patenten lediglich als eine einfache Markttransaktion zu interpretieren. Obwohl lizenzierte Patente oft weniger kosten als intern entwickelte Erfindungen, können diese externen Erfindungen mit »Informationsasymmetrien« behaftet sein. Mit anderen Worten, eine einkaufende Firma kennt den Erfinder oder die Erfinderin möglicherweise nicht gut oder versteht nicht genau, was sie kauft. Dies war bei Ruben und *Mallory* aufgrund ihrer jahrzehntelangen Zusammenarbeit eindeutig nicht der Fall. Stattdessen lässt sich das Arrangement von Ruben und *Mallory* am besten als eine »langfristige Beziehung« verstehen, wie sie von den Wirtschaftshistoriker*innen Naomi Lamoreaux, Daniel Raff und Peter Temin beschrieben wurde. Sie schlagen vor, dass Historiker*innen über die einfache Dichotomie von reinen Marktmechanismen auf der einen und Chandler'schen Organisationshierarchien auf der anderen Seite hinausgehen sollten, um »die breite Palette von Techniken, die Geschäftsleute im Laufe der Zeit zur Koordination ihrer Tätigkeiten entwickelt haben« besser verstehen zu können.¹⁰⁷

»In the middle of these two extremes are long-term relationships – that is, transactions among otherwise independent economic actors in which the parties voluntarily choose to continue dealing with each other for significant periods of time.«¹⁰⁸

Durch die Zusammenarbeit mit vertrauten externen Erfinder*innen konnten Firmen wie *Mallory* einen Teil der hohen Gemeinkosten vermeiden, die mit vertikal integrierten Laboren einhergehen und gleichzeitig die Risiken mindern, die mit

den, günstiger als intern entwickelte Patente vgl. Arrow, Kenneth: »Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention«, in: Richard Nelson/The National Bureau of Economic Research (Hg.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton, N.J.: Princeton University Press 1962, S. 609–626.

106 W. Bernard Carlson hat auf die relativ geringen Vorteile der vertikalen Integration gegenüber dem Outsourcing von Innovation hingewiesen, Carlson, W. Bernard: »At Arm's Length or Close to the Vest? A Historical Look at How Companies Locate Technological Innovation«, Vortrag im Rahmen des *International Economic History Association Congress* im August 2006.

107 Lamoreaux, Naomi R./Raff, Daniel M. G./Temin, Peter: »Beyond Markets and Hierarchies: Toward a New Synthesis of American Business History«, in: *American Historical Review* 108/2 (2003), S. 404–433, hier: S. 405.

108 Ebd., S. 407.

dem Kauf von Erfindungen auf dem freien Markt verbunden sind. *Mallory* verfolgte beide Strategien gleichzeitig, indem es Beziehungen zu unabhängigen Erfinder*innen wie Ruben unterhielt, während das Unternehmen gleichzeitig in seine eigenen vertikal integrierten Forschungslabore investierte.¹⁰⁹

9. Eine langfristige Beziehung: Ruben und Mallory

Mallorys langjährige Beziehung mit dem Erfinder Samuel Ruben ist ein gutes Beispiel für ein solches Arrangement. In der Firma hörte man von Rubens Existenz erstmals im Jahr 1925, als dieser einen Assistenten in das *Mallory*-Werk in New Jersey schickte, um Wolframdraht für ein Experiment zu kaufen. Durch diese glückliche Fügung erfuhr man bei *Mallory* von Rubens Festkörpergleichrichter, erwarb eine Exklusivlizenz und baute ihn in ein neues Batterieladegerät ein. Ruben erinnerte sich später, dass »dies ein denkwürdiger Moment und der Beginn einer langen Beziehung mit Philip Mallory war, insofern ich für die meisten meiner Erfindungen Lizenzgeber für seine Firmen im In- und Ausland werden sollte.«¹¹⁰ Auch wenn die genauen Konditionen nicht bekannt sind, stockte Ruben seine Lizenzeinnahmen durch einen Beratervertrag bei *Mallory* auf. Wie bereits am Beispiel der Quecksilberbatterie erwähnt, ermöglichte dies Ruben, den Ingenieur*innen von *Mallory* bei der Lösung verschiedener technischer Probleme und der Anpassung seiner eigenen Erfindungen für neue Einsatzbereiche zu helfen. Trotz dieser engen Beziehungen zu *Mallory* arbeitete Ruben als Berater für viele andere Unternehmen – sogar für direkte Konkurrenten wie *Ray-O-Vac*. In dieser Hinsicht war er tatsächlich unabhängig.¹¹¹

-
- 109 Philip Scrantons Arbeit über Produktionsstrategien für Spezialprodukte bietet eine nützliche Analogie, um *Mallorys* Innovationsstrategien besser verstehen zu können. Scranton hat das beschrieben, was er als »Brückenfirmen« bezeichnet – Unternehmen wie *General Electric* und *Westinghouse*, die massenhaft Bedarfsgüter wie Glühlampen produzieren und gleichzeitig Spezialprodukte wie große elektrische Generatoren als Auftragsarbeit herstellen, vgl. Scranton, Philip: *Endless Novelty: Specialty Production and American Industrialization, 1865-1925*, Princeton, N.J.: Princeton University Press 1998, Kapitel 9. So wie die Brückenfirmen von Scranton gleichzeitig zwei Produktionsstrategien verfolgten, verfolgte die *P. R. Mallory Company* gleichzeitig zwei Innovationsstrategien: vertikal integriertes R&D einerseits und Outsourcing an unabhängige Erfinder andererseits.
- 110 Vgl. S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 37-39, Zitat auf S. 39. In ähnlicher Weise erinnerte sich Philip Mallory daran, dass »aus dieser losen Verbindung allmählich eine Beziehung zu Sam Ruben entstand, die bis heute andauert [1966]«, P. R. Mallory: *Recollections*, S. 138.
- 111 Rubens Korrespondenz aus den Jahren 1937 bis 1984 enthält Briefe von mehreren Firmen, für die er als Berater tätig war, darunter *Mallory*, *Ray-O-Vac*, *Sprague*, *Emerson*, *Grigsby-Grunow* und die *Arcturus Radio Tube Company*, in: Othmer Library of Chemical History, Papers of Samuel Ruben, Box 9, Mappen 1-3. Leider sind in seinen Unterlagen keine Verträge über Patentüber-

Mallory und Ruben verstärkten ihre langfristige Beziehung durch den gelegentlichen Austausch von Personal. Bspw. forschte Bob Ingham zunächst bei *Ruben Laboratories* zu Kondensatoren, bevor er zur Kondensatoren-Abteilung von *Mallory* wechselte. Ebenso stellte Ruben John Robinson als Assistenten ein, als *Mallory* sein Werk in New Jersey schloss, und Fred Williams, der Assistent, dem Ruben das größte Vertrauen entgegenbrachte, war der Sohn des Werksleiters von *Mallory* in Indianapolis.¹¹² Die wichtigste Verbindung zwischen *Mallory* und *Ruben Laboratories* war Leon Robbin. Robbin war Rubens Cousin und nachdem er sein Studium an der Georgetown Law School im Jahr 1922 beendet hatte, beschäftigte Ruben ihn in Teilzeit als seinen Patentanwalt und Handelsvertreter. Im Jahr 1930 sorgte Philip Mallory dafür, dass Robbin in seiner Freizeit in der New Yorker Geschäftsstelle von *Mallory* arbeitete. 1933 wechselte er ganz zu *Mallory* und bekleidete dort schließlich mehrere hochrangige Posten. Es war Robbin, der im Jahr 1943 jenen Vertrag zwischen *Mallory* und dem US Signal Corps aushandelte, der zum Kriegseinsatz von Rubens Quecksilberbatterien führte. Als Vizepräsident der Batterie-Abteilung verantwortete er schließlich *Mallorys* Anstrengungen hinsichtlich einer Kommerzialisierung der Batterien in der Nachkriegszeit.¹¹³

Das vielleicht konkreteste Zeichen für den Willen bei *Mallory*, langfristig mit Ruben zusammenzuarbeiten, war die Verlegung ihrer Batteriegeschäfte von Indianapolis nach Tarrytown, nur zwanzig Meilen von *Ruben Laboratories* in New Rochelle entfernt. In seinen Memoiren bestätigte Philip Mallory, dass dieser Umzug im Mai 1946 ausdrücklich unternommen wurde, um »in der Nähe des Labors des Erfinders« zu sein.¹¹⁴ Im Jahr 1963 eröffnete *Mallory* das neue und noch besser aufgestellte *Tarrytown Battery Research Center* und widmete das Labor im Rahmen einer öffentlichen Zeremonie Ruben (Abb. 9). Dr. Emanuel Piore, Vizepräsident für Forschung und Technik bei IBM, ehrte Ruben mit einer Rede zum Thema »Der unabhängige Erfinder in der heutigen Zeit«. Piore wies darauf hin, dass Rubens

tragungen, über die Vermittlung von Aufträgen oder über Berater Tätigkeiten enthalten, in denen die genauen Bedingungen dieser Vereinbarungen festgelegt wären. An anderer Stelle erwähnt Ruben Beraterhonorare von *Arcturus* und *Grigsby-Grunow*, aber er macht keine genauen Angaben, vgl. S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 63, S. 67.

112 Vgl. ebd., S. 71-73.

113 Philip Mallory würdigte Robbins Rolle als »Leim«, der die Beziehungen zu Ruben festigte: »Es ist kaum möglich, seine [Robbins] Bedeutung bei der Organisation dieser Truppe zu überschätzen, der es gelang, eine völlig neuartige Trockenbatterie auf den Markt zu bringen. Seine Zusammenarbeit mit Sam Ruben war der Grund für die bemerkenswerte Geschwindigkeit bei der Anpassung von Kriegstechnologie für neue Einsatzgebiete«, P. R. Mallory: *Recollections*, S. 104.

114 Ebd., S. 142. Ruben selbst wies außerdem darauf hin, dass die Nähe von *Mallorys* Tarrytown-Labor »uns erlaubte, uns regelmäßig mit ihren Mitarbeitern zu treffen und über die Quecksilber- oder Alkali-Mangan-Batterie zu sprechen, um neue Anwendungsmöglichkeiten zu erkunden.«, vgl. S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 122.

Erfindungen »von einem Mann gemacht wurden, der nicht über die Ressourcen großer Industrie- und Universitätslabore verfügte. [...] Wir ehren also einen Mann, der gewissermaßen bewiesen hat, dass ein Individuum entgegen der landläufigen Meinung auch trotz Big Science, Big Engineering und Big Industry überleben und großartig sein kann.«¹¹⁵ Piore, ein promovierter Physiker und Direktor der riesigen Forschungsaktivitäten von *IBM*, stellte das eine Ende des Innovationsspektrums dar. Ruben, der autodidaktische unabhängige Erfinder, repräsentierte das andere. *Mallorys* hybride Innovationsstrategie nahm eine Position irgendwo in der Mitte ein, verkörpert durch die langfristige Beziehung zu Ruben und ein ihm gewidmetes industrielles Forschungslabor.

Rubens Beziehung zu *Mallory* und *Duracell* überdauerte auch den Tod von Philip Mallorys im Jahr 1975 sowie den Verkauf des Unternehmens im Jahr 1978. Im Jahr 1983, im Alter von 83 Jahren, schloss Ruben einen Vertrag mit *Duracell* ab, um »eine Reihe von Zellsystemen zu erforschen, die als möglicher Ersatz für das gegenwärtige Alkaline-System in Betracht gezogen werden sollten.«¹¹⁶ Insgesamt arbeitete Ruben von 1925 bis 1983 58 Jahre lang mit *Mallory* und *Duracell* zusammen.

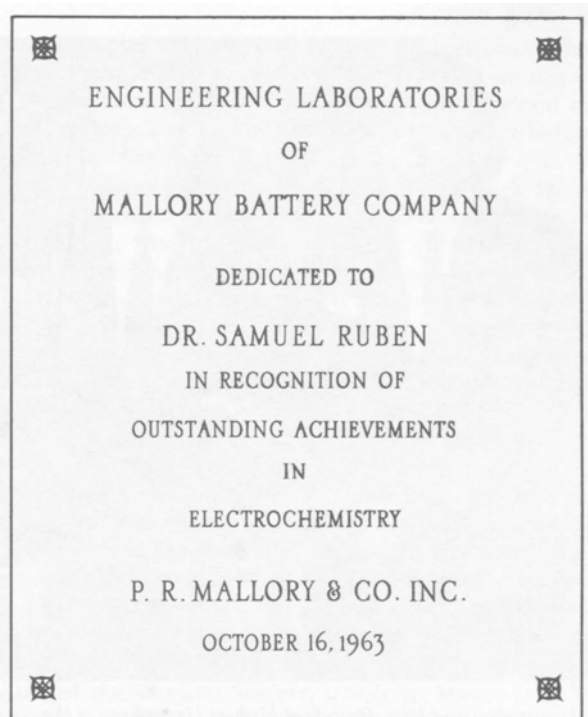
10. Fazit

Aus dem Fall von Samuel Ruben, der *P. R. Mallory Company*, und ihren Quecksilber- und Alkaline-Batterien ergeben sich vor allem drei Schlussfolgerungen. Erstens bietet er eine interessante Sozialgeschichte einer alltäglichen und allgegenwärtigen Technologie und ein stichhaltiges Beispiel dafür, wie sie in der Nachkriegszeit kommerzialisiert wurde. Er zeigt, dass es bei der Kommerzialisierung von Militärtechnologien nicht einfach darum ging, technische Probleme zu lösen und die Technologie dann an die Bedürfnisse von Endverbraucher*innen anzupassen. Stattdessen zeigt dieser Fall, dass die Kommerzialisierung sowohl die Neuerfindung der Technologie als auch die des dahinterstehenden Unternehmens erforderte. Obwohl *Mallory* keinerlei Erfahrung mit Batterien hatte, wurde das Unternehmen während des Zweiten Weltkriegs vom Signal Corps praktisch gezwungen, Rubens Zellen herzustellen. Diese Zellen sowie die darauffolgenden Alkaline-Batterien stellten jedoch eine bemerkenswerte Gelegenheit für das Unternehmen dar: ein Konsumprodukt, das jeder verwenden konnte und das immer wieder ersetzt werden musste.

115 Piore, Emanuel: »The Independent Inventor in the Contemporary World«, Rede anlässlich der Einweihung der Engineering Laboratories der *Mallory Battery Company* am 16.10.1963 in Tarrytown, New York, zitiert nach S. Ruben: *Necessity's Children*, S. 141-142.

116 Vgl. D. R. Riter: »Brief an R. DiPalma vom 30.06.1983«, in: Othmer Library of Chemical History, Papers of Samuel Ruben, Box 9, Mappe 3.

Abb. 9: Die hybride Innovationsstrategie von Mallory, verkörpert in einer Plakette, mit der die Firma ihr neues Labor dem Erfinder Samuel Ruben widmete.



Quelle: Samuel Ruben: *Necessity's Children: Memoirs of an Independent Inventor*, Portland, Ore.: Breitenbush Books 1990, S. 123, mit freundlicher Genehmigung von Dr. Laurens Ruben.

Mallory beseitigte die technischen Probleme mit seinen Quecksilbatterien, um Nischenmärkte zu bedienen und entwickelte gleichzeitig die Alkali-Mangan-Batterie, um den wachsenden Markt für Verbraucherelektronik zu erobern. Wichtiger noch veränderte das Unternehmen sein Geschäftsmodell und entwickelte sich von einem OEM-Lieferanten, der Komponenten für andere Firmen produziert, zu einem ernstzunehmenden Hersteller von Einzelhandelsprodukten. Dabei wurde die *Duracell*-Batterie von *Mallory*, die ursprünglich als Bestandteil anderer Produkte entwickelt wurde, zu einem eigenständigen Verbraucherprodukt.

Zweitens haben Historiker*innen den Transistor als eine Schlüsseltechnologie der Nachkriegszeit gefeiert, welche die Miniaturisierung und Portabilität sowohl in

der Militär- als auch in der Unterhaltungselektronik vorantrieb. Dieser Fall deutet jedoch darauf hin, dass Rubens Erfindung der kleinen Quecksilberbatterie im Jahr 1942 – knapp sechs Jahre vor dem Transistor – für den Fortschritt der Miniaturisierung und Portabilität ebenso wichtig, wenn nicht sogar wichtiger war. Während ein gewisser Grad der Miniaturisierung bereits vor dem Transistor in Militär- und Verbraucherradios erreicht worden war, lösten Quecksilberbatterien die hartnäckigeren Probleme, die mit tragbaren Geräten verbunden waren. Darüber hinaus wurden Miniaturbatterien vor dem Transistor in kommerziellen Hörgeräten und elektronischen Armbanduhren eingebaut. Trotzdem werden Miniaturbatterien von der Geschichtsschreibung der Miniaturisierung in der Regel übersehen. In ihrem Buch *Revolution in Miniature* bspw. argumentieren Ernest Braun und Stuart Macdonald, dass ohne Transistoren und Mikroprozessoren,

»we would have no powerful computers, no large scale automation, communications satellites or space exploration. There would be no electronic calculators, or digital watches, no transistor radios, portable tape recorders or bugging devices. Many diagnostic methods in medicine depend on the new electronics, as does the heart pacemaker and the modern hearing aid.«¹¹⁷

Mit Ausnahme von Computern und der Automatisierung war jedoch jede der Anwendungen, die Braun und Macdonald dem Transistor zuschreiben genauso auf kleine Batterien und portable Energie angewiesen. Dieser Fall zeigt also, dass Miniaturbatterien neben dem berühmteren Transistor an der Spitze der Miniaturisierungsbewegung der Nachkriegszeit standen.

Schließlich demonstriert dieser Fall die Überlebensfähigkeit unabhängiger Erfinder*innen als Quelle von Innovationen während des 20. Jahrhunderts – mitten in der Ära von R&D. Sicherlich lässt sich die Bedeutung von wissenschaftsbasiertem R&D bei Firmen wie *GE*, *AT&T* und *DuPont* nicht bestreiten, aber vertikal integrierte Industrieforschung war nicht der einzige Weg zu erfolgreicher Innovation.¹¹⁸ Kleine und mittelgroße Unternehmen verfolgten oft Innovationsstrategien

117 E. Braun/S. Macdonald: *Revolution in Miniature*, S. 1.

118 Neben dem vertikal integrierten Forschungslabor gibt es viele potenzielle Quellen für Erfindungen. Zur Überlebensfähigkeit unabhängiger Erfinder vgl. J. Jewkes/D. Sawers/R. Stillerman: *The Sources of Invention*. Zu Auftragsforschung in Firmen vgl. Mirowski, Philip/van Horn, Robert: »The Contract Research Organization and the Commercialization of Scientific Research«, in: *Social Studies of Science* 35 (2005), S. 503-548. Zur Forschung an Universitäten und den Technologietransfer vgl. Mowery, David C.: *Ivory Tower and Industrial Innovation: University-Industry Technology Transfer Before and After the Bayh-Dole Act in the United States*, Stanford, Calif.: Stanford University Press 2004. Zu Forscher*innen im Dienst der Regierung vgl. Dupree, A. Hunter: *Science in the Federal Government: A History of Policies and Activities*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 1986. Zu Endverbraucher*innen als

– die Lizenznahme von unabhängigen Erfinder*innen, die Einstellung von Berater*innen und die Auslagerung von Erfindungen –, die sich stark von denen der größeren Firmen unterschieden. In diesem Fall verfolgte die *P. R. Mallory Company* eine hybride Innovationsstrategie auf dem Weg zum kommerziellen Erfolg: Sie entwickelte eine langfristige Beziehung mit dem unabhängigen Erfinder Samuel Ruben und zahlte Lizenzgebühren für seine Patente, während sie gleichzeitig in ihre eigenen wissenschaftlichen Forschungslabors investierte. Für *Mallory* lag der institutionelle Ort der Erfindung sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unternehmens und überschritt damit die Grenzen seiner eigenen Organisationsstruktur. Während die Nachkriegszeit oft als ein goldenes Zeitalter der industriellen Forschung in Unternehmen beschrieben wird, zeigt dieser Fall die kontinuierlichen Beiträge unabhängiger Erfinder*innen während des 20. Jahrhunderts und die vielfältigen Wege, auf denen Unternehmen ihre Innovationen organisierten.

Im Jahr 1957 schrieb der Wirtschaftshistoriker Jacob Schmookler:

»Most of us believe the independent inventor is dead and buried. Most of us believe, too, that invention today has become the exclusive stamping ground of the salaried Ph.D. working in the laboratories of large corporations. [...] [This] prevailing view has magnified an important characteristic of modern invention into a universal one, and [...] in doing so a serious distortion of reality has occurred.«¹¹⁹

Glücklicherweise ändert sich diese Wahrnehmung, da Forscher*innen vermehrt Zugang zu den Aufzeichnungen unabhängiger Erfinder*innen erhalten, z.B. durch Vorhaben wie das *Modern Inventors Documentation (MIND)*-Programm.¹²⁰ Im Rahmen weiterer Forschungsprojekte werden Technikhistoriker*innen herausfinden, dass unabhängige Erfinder*innen während des gesamten zwanzigsten Jahrhunderts weiterhin eine lebensfähige – wenn auch etwas weniger sichtbare – Quelle für Innovationen waren.

Quelle von Innovation vgl. von Hippel, Eric: *Democratizing Innovation*, Cambridge, Mass.: MIT Press 2005.

119 Schmookler, Jacob: »Inventors Past and Present«, in: *Review of Economics and Statistics*, 39 (1957), S. 321-333, hier: S. 321.

120 Das MIND-Programm wird vom Smithsonian's Lemelson Center for the Study of Invention and Innovation finanziert und dient »als Clearingstelle für Erfinder, die ihr historisches Material erhalten und spenden möchten. Es identifiziert und bewahrt die Papiere und andere historische Materialien lebender Erfinder [und] fördert den Zugang zu und die Nutzung dieser dokumentarischen Aufzeichnungen durch Wissenschaftler, Studenten und die Öffentlichkeit«, vgl. »MIND: Modern Inventors Documentation Program«, Website ohne Datum, <https://invention.si.edu/study/archives>, aufgerufen am 23.09.2021.