

**Zeitschrift:** Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG  
**Herausgeber:** Eisenbibliothek  
**Band:** 87 (2015)  
  
**Artikel:** Wenn das Neue erfolglos bleibt  
**Autor:** Bauer, Reinhold  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-513853>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Wenn das Neue erfolglos bleibt

## Einige Überlegungen zum Scheitern von Produktinnovationen

Eine Geschichte des innovatorischen Scheiterns respektive eine Analyse seiner Ursachen kann nicht nur zu einem besseren Verständnis des Misserfolgs selbst führen, sondern darüber hinaus auch zu einer umfassenderen und realitätsnäheren Erklärung des technischen Wandels insgesamt. Anhand dreier Fallbeispiele für gescheiterte Produktinnovationen möchte der folgende Aufsatz genau das exemplifizieren, dabei charakteristische Gründe für innovatorischen Misserfolg zusammenstellen und damit Einblicke in die Anatomie des Scheiterns eröffnen.

A history of innovation failure, more specifically an analysis of its causes, can lead not only to a deeper understanding of the failure itself but also to a broader and more realistic assessment of technological change in general. Taking three case studies of failed product innovations, the author illustrates exactly this point by compiling the typical reasons for innovation failure and thereby providing an insight into the anatomy of failure.

Der Begriff der «Innovation» ist zwar ein inzwischen seit Jahren nahezu allgegenwärtiger Modebegriff, trotz oder vielleicht auch gerade wegen dieser Omnipräsenz scheint seine Definition aber meist unglücklicherweise ebenso unnötig wie seine Problematisierung.<sup>1</sup> Es bleibt bei der eher vagen Ahnung, dass Innovationen irgendwie mit Neuerung, mit Veränderung im Sinne einer Verbesserung zu tun haben. Selbstverständlich bedeutet Innovation dabei stets Fortschritt und Erfolg. Weder aufsehenerregende Fehlschläge in der Vergangenheit, sei es das Riesenwindrad «Growian» oder der nie fertiggestellte «Schnelle Brüter», noch spektakuläre aktuellere Fälle, etwa der vor einigen Jahren gescheiterte Frachtzeppelin «Cargolifter», vermochten diese grundsätzlich positive Konnotation des Innovationsbegriffs zu gefährden. Kurz gesagt: Innovation wird in der Regel nicht klar definiert und zudem gedankenlos mit Erfolg gleichgesetzt.<sup>2</sup>

Um diesem Phänomen zu begegnen, soll hier zunächst eine pragmatische und im besten Falle konsensfähige, bisher aber keinesfalls selbstverständliche Definition für «Innovation» und entsprechend auch für «gescheiterte Innovation» eingeführt werden.

Unter einer Innovation soll die erstmalige wirtschaftliche Verwertung einer neuen Problemlösung verstanden werden. Dabei kann es sich grundsätzlich

selbstverständlich sowohl um eine Prozessinnovation handeln – also eine Veränderung in der Art und Weise, wie ein gegebenes Produkt hergestellt wird – wie auch um eine Produktinnovation – also eine Veränderung am hergestellten Produkt selbst. Innovationen zeichnen sich jedenfalls durch praktische Verwendung bzw. wirtschaftliche Verwertung aus. Erst durch diesen Verwertungsaspekt wird aus einer Erfindung, also einer Invention, tatsächlich eine Innovation.<sup>3</sup>

Erfolgreich sei eine solche wirtschaftliche Verwertung definitionsgemäss dann, wenn es grundsätzlich gelingt, durch die Vermarktung der neuen Problemlösung mindestens die entstandenen Entwicklungs- bzw. Innovationskosten wieder zu erwirtschaften. Um eine Innovation als «erfolgreich» einordnen zu können, genügt es also schon, dass sie kommerziell vorübergehend oder auch nur innerhalb einer kleinen Marktnische erfolgreich genug war, um einen Rückfluss der Innovationsaufwendungen zu ermöglichen. Bei einer fehlgeschlagenen Innovation misslingt hingegen die wirtschaftliche Verwertung in diesem Sinne. Das entscheidende Kriterium sei also der kommerzielle Erfolg oder Misserfolg einer Neuerung.<sup>4</sup>

An dieser Stelle sei zweierlei angemerkt: 1. Bei dieser Definition soll es nicht darum gehen, die unumstrittene Relativität der Begriffe «Erfolg» und «Misserfolg»

infrage zu stellen. Natürlich ist es so, dass mitunter ein und dieselbe Neuerung unter bestimmten Aspekten als Erfolg, unter anderen hingegen als schrecklicher Misserfolg gedeutet werden kann. Bei der Definition und Diagnose von «Erfolg» respektive «Scheitern» wenden unterschiedliche Gruppen ganz offenbar sehr unterschiedliche Kriterien an. Die Diskussion um die Kernenergie kann hier gleichsam als Paradebeispiel für dieses Phänomen gelten. Grundsätzlich ist eine Einigung darüber, welche Technologien als Fehlschlag oder eben als Erfolg angesehen werden können, immer nur innerhalb einer mehr oder minder grossen Gruppe möglich.<sup>5</sup> Bei der vorgeschlagenen Definition geht es aber vorrangig darum, ein Forschungsfeld sinnvoll zu erschliessen, und die Stärke der eben vorgestellten Definition liegt genau darin, die Kategorien «Erfolg» und «Scheitern» für die historische Innovationsforschung operationalisierbar zu machen.

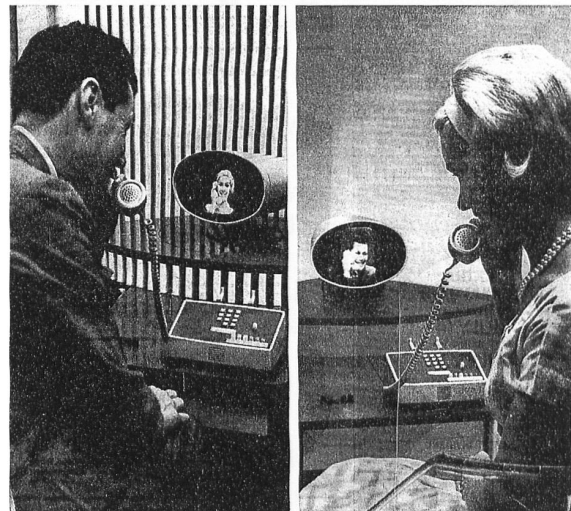
2. Bereits die verwendeten Begriffe unterstreichen, dass es sich um eine systemspezifische Definition innovatorischen Scheiterns handelt. Die Aussagekraft der vorgeschlagenen Kriterien ist an das kapitalistische Konkurrenzprinzip gebunden. Die eingeführte Definition stösst da an ihre Grenzen, wo der Markt vollständig oder überwiegend ausgeschaltet ist. Insbesondere durch staatliches Engagement, am prominentesten sicherlich im Bereich der Rüstungs- oder Weltraumtechnologie, kann ein weitgehend «marktfreier Raum» entstehen, in dem also Sonderbedingungen gelten.<sup>6</sup> Diese Einschränkung scheint schon deshalb gerechtfertigt, weil Aussagen über innovatorisches Scheitern ohnehin stets Aussagen von in mehrfacher Hinsicht «begrenzter Reichweite» sind. Damit ist gemeint, dass der Umstand, dass die Einführung einer Neuerung zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer bestimmten Region misslingt, keinesfalls ausschliesst, dass dieselbe Technologie zu einem späteren Zeitpunkt oder in einem anderen Land – d. h. unter anderen Rahmenbedingungen – sehr erfolgreich sein kann. Auf diesen Gedanken wird noch zurückzukommen sein.

Die eingeführte Definition eröffnet jedenfalls ein ausserordentlich breites Forschungsfeld. Es beheimatet etwa die Unterdruck-Eisenbahn des frühen 19. Jahrhunderts ebenso wie die Kabinenbahnsysteme der 1970er-Jahre. Wir stossen auf «Exoten» wie ein Plastikfahrrad mit dem eigentümlichen Namen «ltera» oder auch auf zeittypische, längst verschwundene Technologien wie die Kohlenstaub- oder die Dampfturbinen-Lokomotiven der 1920er- und 1930er-Jahre. In der Regel wurde die Existenz dieser Misserfolge über kurz oder lang von der Welt vergessen.<sup>7</sup>

Im Folgenden wird es darum gehen, drei Beispiele für gescheiterte Produktinnovationen dem drohenden Vergessen zu entreissen, um auf dieser Basis einige charakteristische Gründe für produktinnovatorisches Scheitern deutlich zu machen.

## Now...see and be seen by PICTUREPHONE!

An exciting new dimension has been added to Long Distance telephoning



### Now you can make an appointment to see and talk with anyone in Chicago or Washington, D. C., by Picturephone service

Members of your family, your friends—and you yourself—will never forget your first Picturephone call. In a clear, sharp picture, you see the persons you're talking with hundreds of miles away, and they see you. A Picturephone "visit" is a warm and friendly way to remember and be remembered on anniversaries, birthdays and other special occasions. Grandparents and grandchildren can meet each other, though they're miles apart. Servicemen, college students and those unable to travel long distances can talk face to face with friends and family in Chicago or Washington.

**Businessmen:** you can hold face-to-face conferences or introduce a new customer to out-of-town associates without leaving New York. You can save valuable working time and reduce the need for travel—with Picturephone. Each Picturephone booth accommodates as many as five

persons. You can talk "hands-free," so you can consult notes. Let us arrange a Picturephone business meeting for you between New York and Chicago or Washington.

It's easy to arrange a Picturephone call. Just visit the Picturephone Center on the Vanderbilt Avenue balcony in Grand Central Station, or call (212) 581-5400. Our attendants there will make all the arrangements and set up a convenient appointment for your call between the New York Picturephone Center and a similar center in Washington or Chicago. You can call any time between 9 a.m. and 10 p.m. A three-minute call to Washington costs \$16; to Chicago, \$27, plus tax. So stop in or call (212) 581-5400 today to arrange your call. Be among the first to enjoy a fascinating face-to-face visit by Picturephone.



**New York Telephone**  
Part of the nationwide Bell System

Picturephone. In verschiedenen Printmedien 1964 veröffentlichte frühe Werbeanzeige der Bell Telephone Company für das neue Bildtelefontelefonssystem.

(Quelle: AT & T Archives and History Center)

### Das Bildtelefontelefonssystem «Picturephone»

Fragt man nach der medialen Präsenz bestimmter Zukunftsvisionen bzw. konkreter Zukunftsleitbilder, so belegt das Konzept der «bildunterstützten Telekommunikation» hier ganz ohne Frage einen Spitzenplatz. Nicht zuletzt auch im Science-Fiction-Genre gehört die Telephonie bzw. allgemeiner die Telekommunikation mit Ton und Bild zu den absoluten Selbstverständlichkeiten. Anders ausgedrückt: Bildtelephonie ist schon seit Jahrzehnten eine geradezu selbstverständliche, sehr verbreitete und anhaltend präsente Zukunftserwartung.<sup>8</sup> Das mag ein Grund dafür sein, dass das neue Bildtelefontelefonssystem «Picturephone», das der US-amerikanische Telekommunikationskonzern AT & T 1964 auf der Weltausstellung in New York vorstellte, von der Fach- wie

von der Publikumspresse geradezu euphorisch kommentiert wurde: Picturephone – so hiess es – werde eine Kommunikationsrevolution auslösen. Prophezeit wurde nicht nur dessen Siegeszug im privaten Bereich, nein, vor allem sollte das Bildtelefon den Arbeitsalltag revolutionieren. Es wurde erwartet, dass die neue Möglichkeit der Face-to-Face-Telekommunikation dazu führen werde, dass statt aufwendiger Geschäfts- oder Tagungsreisen in Zukunft Bildtelefon-Konferenzen dominieren werden. Noch grundsätzlicher war die Überlegung, dass zumindest für weite Teile der üblichen Büroarbeit die standortunabhängige Arbeitsplatzwahl möglich werde. Allgemein schien die physische Präsenz von Angestellten, Auszubildenden, Verhandlungs- oder Diskussionspartnern bei vielen Gelegenheiten nicht mehr erforderlich, was – so glaubte man – nachgerade umwälzende Folgen für den Alltag vieler Menschen, ihr Arbeits- und Freizeit- sowie nicht zuletzt ihr Mobilitätsverhalten haben werde.<sup>9</sup> Kurz gesagt: Picturephone schien die angemessene Antwort auf die zumindest in den USA in den 1960er-Jahren schon weitverbreitete Nah- und Fernpendelei mit ihren ökonomischen, ökologischen und sozialen Konsequenzen.

Durch die ausgesprochen positive Resonanz auf ihr neues System ermutigt, begann AT&T noch im selben Jahr mit der Einrichtung öffentlicher Picturephone-Zellen in einigen amerikanischen Städten. Die Entwicklung des Systems zur wirklichen Alltagstauglichkeit dauerte zwar noch einige Jahre, ab 1970 bot das Unternehmen dann aber auch Bildtelefon-Anschlüsse für Privathaushalte sowie insbesondere für Büros an.<sup>10</sup>

Die weitere Geschichte des neuen Systems ist allerdings schnell erzählt: Trotz der zunächst so begeisterten Reaktionen wollte fast niemand das Bildtelefon tatsächlich benutzen. AT&T hielt zwar den Picturephone-Dienst für die wenigen angeschlossenen Kunden noch eine gewisse Weile aufrecht, nach Jahren der Agonie wurde der Service jedoch Mitte der 1970er-Jahre wieder eingestellt.<sup>11</sup>

Rein technisch gesehen war Picturephone durchaus erfolgreich, funktionierte es doch weitgehend reibungslos. Dass das neue System ein Flop wurde, hatte andere Gründe. Die vom Nutzer anzuschaffenden Endgeräte waren recht teuer, wobei zusätzlich noch vergleichsweise hohe Nutzungsgebühren hinzukamen (125 US-Dollar/Monat). Die auch, aber sicher nicht nur preisbedingt sehr langsame Verbreitung des Bildtelefons führte dazu, dass die «Bildtelefongemeinde» insgesamt zu klein blieb, um das neue System ausreichend attraktiv zu machen. Die für den Erfolg neuer Kommunikationstechnologien stets entscheidende «kritische Masse», d. h. eine gewisse Mindestverbreitung, die erreicht werden muss, um die Nutzung der Technologie wirklich sinnvoll werden zu lassen, wurde also nie erreicht.<sup>12</sup> Hinzu kam allerdings noch eine psychologische Komponente: Nicht nur von seinen potenziellen privaten

Nutzern wurde Picturephone als durchaus auch übergriffiges Medium empfunden. Es eröffnete Anrufern im wahrsten Sinne des Wortes Einblicke in die Privatsphäre des Gesprächspartners, die dieser bei vielen Gelegenheiten zu gewähren eben nicht bereit war. In diesem Sinne war das System also an den Bedürfnissen bzw. Interessen der Kunden vorbeikonstruiert worden.<sup>13</sup>

Dennoch wäre es zu kurz gegriffen, die Beschäftigung mit dem Bildtelefon an dieser Stelle abzubrechen. Picturephone gehört zu den gescheiterten Innovationen, die weit über ihr eigenes «materielles Leben» hinaus Einfluss nahmen.

Picturephone sollte nämlich mehr sein als ein reines Telekommunikationsinstrument. Gedacht war es als universelles Informations- und Kommunikationsinterface, wobei die von seinen Entwicklern formulierten Nutzungsvorstellungen erstaunlich weitgehend dem entsprechen, was wir heute mit dem Internet anstellen. Gedacht war an eine umfassende Nutzung, die unter anderem die Übermittlung unterschiedlichster Daten bzw. Texte, das Versenden von Bildern, den Verkauf von Produkten sowie den Fernunterricht einschloss. Konkret schlug AT&T etwa vor, ständig aktualisierte Wetterberichte anzubieten, Börsenkurse zu übertragen oder auch Flugbuchungen per Picturephone vorzunehmen. Schon die erwähnte unmittelbar nach seiner Vorstellung imaginierte gesamtgesellschaftliche Wirkung von Picturephone erscheint uns heute zwar überzogen, aber als Leitbild auch bemerkenswert vertraut.<sup>14</sup>

Trotz seines Scheiterns eröffnete Picturephone einen Technologiediskurs, der die Welt der Informationstechnologie langfristig prägte. Das Scheitern von Innovationen muss also keinesfalls dazu führen, dass die mit ihnen eingeschlagenen technologischen Pfade dauerhaft geschwächt werden, sie können diese im Gegenteil sogar prägen und langfristig stabilisieren. Auch die Bildtelefonie selbst ist heute auf der Basis von Internet und Webcams preiswert und im Wesentlichen problemlos möglich – Stichwort Skype-, zum wirklichen Massenkommunikationsmittel hat sie sich allerdings immer noch nicht entwickelt.

### Das «Itera»-Plastikfahrrad

Das oben bereits erwähnte 1982 auf den Markt gebrachte Plastikfahrrad Itera ging ursprünglich auf Freizeitbasteleien einiger Volvo-Ingenieure zurück. Diese wollten ein preiswertes, leichtes und dabei haltbares Rad entwickeln.<sup>15</sup> Tatsächlich erwies sich das entstandene Plastikrad als robust und bequem, bot zudem den Vorteil, aus nur wenigen Einzelteilen zusammengesetzt zu sein. Um seinem Rahmen die erforderliche Steifigkeit zu verleihen, musste das Kunststoff-Spritzgussteil allerdings ungewöhnlich dick ausfallen. Potenzielle Käufer empfanden das zukunftsweisende Rad daher als altmodisch und klobig. Seinem Plastikmaterial haftete das Image des billigen Ersatzes an, und das sportliche





**Das Itera-Plastikfahrrad**

(Foto: Reinhold Bauer)

Design, das der Käufer in den frühen 1980er-Jahren von einem futuristischen Rad erwartete, konnte ein Kunststoffmodell nicht bieten.<sup>16</sup>

Da es preislich etwa im Bereich konventioneller Qualitätsräder lag, sprach auch unter Sparaspekten nichts für den Umstieg aufs Kunststoffrad. Schliesslich flaute die westeuropäische Fahrradwelle, die sich in Reaktion auf die Ölpreiskrisen der 1970er-Jahre formiert hatte, bereits wieder ab, als das Plastikfahrrad 1982 auf den Markt kam. Last but not least verlangte die Nutzung des auffälligen Plastikesels sozialen Mut: Mit dem ungewöhnlichen Gefährt erregte man Aufsehen, es drohte seinen Nutzer oder seine Nutzerin der Lächerlichkeit preiszugeben. Im Endeffekt wollte fast niemand das hässliche Rad haben, so «modern» es möglicherweise sein mochte. Trotz mehrerer Rettungsversuche musste die Produktion des Plastikfahrrads 1985 wieder eingestellt werden.<sup>17</sup>

#### **Der Mikrowellenherd «Radarrange»**

Das nächste und letzte Beispiel vermag noch einmal zu belegen, dass nicht jede gescheiterte Produktinnovation auf ewig von der Bildfläche verschwinden muss: Die Mikrowelle ist heute zugegebenermassen eine kommerziell erfolgreiche Technologie, aber sie war es eben nicht immer. Der erste Versuch, Mikrowellenherde auf den Markt zu bringen, schlug Ende der 1940er-, Anfang der 1950er-Jahre gründlich fehl. Kaum jemand konnte sich damals für einen Apparat erwärmen, der in mysteriöser Weise Essen mit Hilfe eines elektromagnetischen Feldes erhitze.<sup>18</sup>

Aber zunächst einige kurze Bemerkungen zur Funktion von Mikrowellenöfen: Im Kern besteht eine Mikrowelle genau wie ein Radargerät aus einem pulsierenden Mikrowellensender, dem sogenannten Magnetron. Mit Hilfe dieser Magnetron-Röhre können Mikrowellen gleichsam in ein Metallgehäuse «gesendet» werden, wo ein elektromagnetisches Feld hoher Dichte entsteht. Dessen Energie reicht aus, um die Flüssigkeit in Speisen rasch zu erwärmen.<sup>19</sup>

Bei der Mikrowelle handelt es sich um eine zivile Technologie, die unmittelbar als Spin-off aus der Rüstungsforschung hervorging. Vor dem Hintergrund der sprunghaft steigenden militärischen Nachfrage nach Magnetron-Röhren arbeitete die US-amerikanische Rüstungsfirma Raytheon in den 1940er-Jahren intensiv an der Verbilligung der Herstellung dieser Röhren. Einer häufig kolportierten Anekdote nach wurde das Prinzip des Mikrowellenherdes per Zufall entdeckt, als einem Ingenieur der Firma Raytheon beim Herumschrauben an einem Radargerät ein Schokoriegel in der Hosentasche schmolz. Percy Spencer, so hiess dieser Ingenieur, erkannte daraufhin angeblich den Zusammenhang zwischen Radarwellen und Erwärmung.<sup>20</sup> Im Auftrag von Raytheon begann er sich nun systematisch mit der Idee des Mikrowellenherdes zu beschäftigen, und bereits zwei Jahre später, also 1947, konnte der erste entsprechende Ofen auf den Markt gebracht werden. Der Zweite Weltkrieg war inzwischen vorbei, die militärische Nachfrage nach Magnetron-Röhren zumindest vorübergehend rückläufig, und Raytheon suchte also nach neuen zivilen Märkten für die eigenen Produkte.<sup>21</sup>

Ein kommerzieller Erfolg freilich war diese erste Mikrowelle nicht: Der mit 2000 US-Dollar vergleichsweise teure, kühlschrankgrosse Apparat konnte nur an wenige Grossküchen verkauft werden; der Einzug in die Privathaushalte gelang ihm nicht. Dass die Firma Raytheon ihrem Mammutherd den wenig küchen- und familiautauglichen Namen «Radarrange» gab, trug nicht eben zur Marktgängigkeit des neuen Produktes bei; zu deutlich war dem Gerät seine militärische Herkunft noch anzumerken. Die Produktion des ersten Mikrowellenherdes musste jedenfalls nach einigen Jahren wieder eingestellt werden.<sup>22</sup> Mitte der 1950er-Jahre handelte es sich somit für die Firma Raytheon bei der Mikrowelle um eine gescheiterte Innovation.

Es bedurfte eines zweiten Anlaufs, um den neuen Ofen zum Erfolg werden zu lassen. Seit den 1960er-Jahren bemühten sich nicht zuletzt japanische Unternehmen um eine Verkleinerung und Verbilligung der Mikrowelle. Sie schufen damit die Voraussetzungen für den späteren Erfolg der Geräte, die ihren eigentlichen Siegeszug – nun mit deutlich zivilerem Image – allerdings erst seit etwa Mitte der 1970er-Jahre antraten.<sup>23</sup>

Freilich musste sich für den Erfolg der Mikrowelle auch die Welt ändern: Der kommerzielle Durchbruch gelang erst in einer neuen Gesellschaft voller Singlehaushalte und Doppelverdiener mit oder auch ohne Kinder, die es in den 1940er- und 1950er-Jahren so noch kaum gegeben hatte. Erst jetzt bestand Bedarf nach einer Rationalisierung des Kochens bzw. einer zeitlichen Entkopplung von Zubereitung und Verzehr von Mahlzeiten. Dass diese Entwicklung darüber hinaus auf Faktoren wie gezieltem Marketing, dem Aufbau eines breiten Angebots mikrowellengeeigneter Fertiggerichte sowie natürlich





Mikrowellenherd Radarrange von 1947 in einer modernen Grossküche.

(Foto: Reinhold Bauer)

dem steigenden gesamtgesellschaftlichen Wohlstand beruhte, liegt auf der Hand. Parallel zur Weiterentwicklung des Gerätes musste sich auch die Welt erst weiterentwickeln, sodass die Technik jetzt mit ihrem Nutzungsumfeld harmonierte.<sup>24</sup>

Schliesslich sei noch erwähnt, dass sich die Mikrowelle zwar in den USA, in Deutschland oder Grossbritannien sehr gut verkauft, in Ländern mit anspruchsvollere Esskultur wie Frankreich oder Italien aber nach wie vor Akzeptanzprobleme hat.<sup>25</sup> Ganz offenbar muss also bei der Frage nach Erfolg oder Misserfolg einer neuen Technologie auch das jeweils spezifische kulturelle Umfeld in den Blick genommen werden.

Das Beispiel Mikrowelle vermag nochmals zu verdeutlichen, dass Aussagen über das Scheitern einer Innova-

tion immer nur Aussagen mit «begrenzter Reichweite» sind: Scheitern kann stets nur für einen bestimmten Zeitraum und einen bestimmten geographischen bzw. kulturellen Raum eindeutig diagnostiziert werden. Eine einmal gescheiterte Technologie kann also durchaus zu einem späteren Zeitpunkt oder in einem anderen Nutzungsumfeld sehr erfolgreich werden.

## Fazit

Dieser kurze Einstieg in die Welt der gescheiterten Produktinnovationen könnte noch beträchtlich ausgedehnt werden, denn – um leicht modifiziert mit Bernard Réal zu sprechen – der Friedhof gescheiterter Innovationen ist zum Bersten voll.<sup>26</sup> Schon die wenigen hier vorgestellten Fallbeispiele konnten aber vielleicht verdeutlichen, dass Scheitern in der Regel nicht monokausal zu erklären ist. Innovationsversuche scheitern meist an ganzen Problembündeln, wobei innerhalb dieser Vielfalt gewisse Regelmässigkeiten, gewisse sich wiederholende Muster oder Abläufe zu erkennen sind.<sup>27</sup>

Unternimmt man den Versuch, die für das Scheitern verantwortlichen Ursachenbündel zu entflechten und die erkennbaren «Ursachenstränge» verschiedenen Kategorien zuzuordnen, so zeigen sich fünf signifikante Schwerpunkte. Bestimmte Probleme tauchen z.T. erwartungsgemäss, z.T. aber auch eher unerwartet in jeweils abgewandelter Form häufig wieder auf. Ich will die fünf Idealtypen des Scheiterns kurz zusammenstellen.

**Typ 1:** Innovationsversuche, die an technischen Problemen scheitern.

Nicht eben erstaunlich ist wohl die Feststellung, dass in einem engeren Sinne technische Probleme für das Scheitern einer Reihe von Innovationsversuchen mitverantwortlich waren. Die Neuerungen zeigten nicht die von den Entwicklern oder Nutzern erwarteten bzw. gewünschten Eigenschaften, was zu einer Einstellung bzw. eben zum Scheitern des Innovationsvorhabens führte. Bei den hier vorgestellten Beispielen spielten technische Probleme im engeren Sinne allerdings eine eher untergeordnete Rolle, wobei das Picturephone durchaus auch an seiner noch relativ schlechten Bildqualität krankte<sup>28</sup> und die technisch bedingte Grösse der frühen Mikrowellengeräte sicher zu ihrem kommerziellen Misserfolg beitrug.

**Typ 2:** Innovationsversuche, die aufgrund der spezifischen Konkurrenzsituation scheitern.

Weitgehend erwartungskonform dürfte auch die Feststellung sein, dass die jeweilige Konkurrenzsituation von massgeblicher Bedeutung für Erfolg oder Scheitern einer Neuerung ist. Viele Innovationsversuche scheiterten aufgrund «überlegener» Konkurrenz, sei es, dass diese bereits erfolgreich am Markt präsent war, dass alte Techniken in Reaktion auf die neue Herausforderung weiterentwickelt wurden oder dass andere neue

Techniken den erhofften Erfolg vereitelten. Alles andere als trivial ist es dabei, herauszufinden, worin denn eigentlich die «Überlegenheit» der konkurrierenden Technik besteht. «Harte Faktoren» wie bessere technische Leistungsdaten, niedrigere Anschaffungs- oder Nutzungskosten spielen hier natürlich eine wichtige Rolle. Nicht minder entscheidend können allerdings Faktoren wie grössere Marktmacht der Konkurrenz, besseres Image, gelungenere oder aufwendigere Werbung und PR-Arbeit, bessere Kundenbetreuung oder generell höhere Konformität mit dem gegebenen Nutzungsumfeld sein. Lässt man die hier vorgestellten Beispiele Revue passieren, so spielte der Faktor «überlegene Konkurrenz» vor allem beim Itera-Plastikrad eine grössere Rolle. Bedingt trifft das sicher auch auf die frühe Mikrowelle zu, wobei es hier eben auch der beginnende Siegeszug des konventionellen Elektroherdes war, der zunächst die Anschaffung eines zweiten neuen Kochgerätes unsinnig erscheinen liess.

**Typ 3:** Innovationsversuche, die aufgrund einer Fehleinschätzung der potenziellen Nutzer scheitern.

Ein offenbar entscheidender Punkt für die Erfolgsaussichten einer Innovation ist die möglichst enge Verbindung zwischen Innovator und Nutzern. Fehlt das Verständnis für Nutzerbedürfnisse, -erwartungen oder auch -fähigkeiten, droht der Innovationsversuch an einer Fehleinschätzung der Nachfrage bzw. an fehlender Akzeptanz aufseiten der potenziellen Nutzer zu scheitern, was – mit Blick auf die vorgestellten Beispiele – bei allen dreien der Fall war. Picturephone, Plastikfahrrad und frühe Mikrowelle scheiterten auch an einer Fehlkonstruktion bzw. einer Fehleinschätzung der zukünftigen Nutzer im Entwicklungsprozess.

**Typ 4:** Innovationsversuche, die aufgrund eines zu hohen «Neuheitsgrades» scheitern.

Der «Neuheitsgrad» oder auch die «Radikalität» einer Innovation darf nicht zu gross sein, da ansonsten die Gefahr besteht, dass diese Innovation übermässig hohe Anpassungsleistungen erforderlich macht. Bei zu hohem Neuheitsgrad passt die neue Technologie ggf. nicht in die herrschende Produktions-, Produkt- oder Verwendungskultur, d.h., ihre Herstellung, Verbreitung oder Nutzung erfordert zu aufwendige technische, mentale oder auch soziale Veränderungen; die Anpassungskosten, ob im wörtlichen oder übertragenen Sinne, sind zu hoch. Besonders gross ist die Gefahr, an diesem Problem zu scheitern, verständlicherweise bei Innovationen, die in ein bereits vorhandenes System integriert werden müssen. Am augenfälligsten zeigt sich dieses Problem ohne Frage beim Beispiel Picturephone, es trifft bedingt aber auch auf die anderen Beispiele zu. Offensichtlich korrespondiert diese Feststellung unmittelbar mit dem Konzept der Pfadabhängigkeit.

**Typ 5:** Innovationsversuche, die aufgrund eines instabilen Entwicklungsumfeldes scheitern.

Um bis zur Markteinführung und auch über diese hinaus erfolgreich umgesetzt werden zu können, sind Innovationsversuche auf ein in mehrfacher Hinsicht stabiles Umfeld, einen stabilen «Entwicklungsraum» angewiesen. Eine möglichst hohe Stabilität bzw. Vorhersehbarkeit sollte bei der Zusammensetzung des «Kernpersonals», bei den grundsätzlichen Entwicklungszielen, naheliegenderweise beim Entwicklungsbudget sowie beim beteiligten Entwicklungsnetzwerk (z.B. Auftraggeber, entwickelnde Firmen oder Abteilungen, ggf. beteiligte staatliche Stellen usw.) gegeben sein. Eine schwankende oder sprunghafte staatliche Innovations- bzw. Interventionspolitik, übermässige Konkurrenz zwischen verschiedenen Projekten innerhalb des Entwicklungsnetzwerks, Misstrauen zwischen Firmenleitung und Entwicklungsabteilung oder auch Rivalität zwischen verschiedenen Abteilungen können zur massiven Gefährdung bzw. letztlich zum Scheitern eines Innovationsvorhabens führen.<sup>29</sup>

Am Beispiel des Picturephones und bedingt auch des Plastikfahrrads kann man allerdings noch ein gänzlich anders gelagertes Problem verdeutlichen, das man als «Abschottungsproblem» bezeichnen könnte. Innerhalb stabiler Entwicklungsräume droht die Gefahr einer gewissen Betriebsblindheit, droht also die Gefahr, dass sich verändernde Rahmenbedingungen, die für den zukünftigen Verwendungszusammenhang der neuen Technologie entscheidend sind, nicht ausreichend wahrgenommen werden. Unter den Bedingungen einer solchen Abschottung steigt die Gefahr, dass ein Innovationsvorhaben technische Antworten auf Fragen hervorbringt, die niemand (mehr) stellt oder – anders ausgedrückt – eine Technologie entsteht, die ausserhalb des Entwicklungsraumes niemand (mehr) will.

Typisierungsübergreifend sei noch auf die zentrale Bedeutung des Innovationszeitpunkts für den Erfolg oder Misserfolg eines Innovationsversuchs verwiesen. Bei der Beschäftigung mit gescheiterten Innovationen spielen Probleme aufgrund eines ungünstigen Timings, eines ungünstig gewählten Zeitfensters stets eine wichtige Rolle. Zeittypische Rahmenbedingungen ökonomischer, gesellschaftlicher oder politischer Natur können ebenso wie zeitlich befristete Trends oder Modeerscheinungen über Erfolg oder Misserfolg einer Innovation entscheiden.

Wie erwähnt und ersichtlich kommen die eben zusammengestellten Idealtypen für innovatorisches Scheitern fast niemals in Reinform vor. Zudem existieren Überschneidungen zwischen den Typen selbst, etwa wenn sich aus einer Fehleinschätzung von Nutzererwartungen eine unzureichende Konkurrenzfähigkeit ergibt. Zielkonflikte können schliesslich zu Widersprüchen zwischen einzelnen Forderungen führen, etwa nach Anpassung der Projekte an sich verändernde Rahmen-

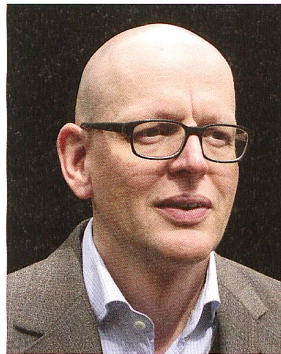


bedingungen oder nach einem möglichst stabilen Entwicklungsraum. Trotz ihrer inneren Widersprüche kann die vorgestellte Typisierung aber die Hintergründe des Scheiterns deutlicher machen. Sie lässt Gemeinsamkeiten erkennen, die bei einer rein summarischen Zusammenstellung von Ergebnissen unsichtbar bleiben würden.

Was bringt die Analyse des Scheiterns nun aber dem historischen Technikforscher? Sie bietet ihm die Chance, den Charakter technischen Wandels deutlicher zu akzentuieren. Eine Geschichtsschreibung, die sich ganz überwiegend mit erfolgreichen technischen Entwicklungen beschäftigt, entwirft zwangsläufig ein verzerrtes Bild des historischen Prozesses. Die Geschichte stellt sich als stetige Fortentwicklung vom Schlechteren zum Besseren dar; es scheint, als sei diese Entwicklung ohne Umwege auf die heutige Welt als präzisiertem Zielpunkt ausgerichtet gewesen. Der Eindruck entsteht, technische Entwicklung sei einem geraden, rationalen Pfad aus der Vergangenheit in die Gegenwart gefolgt. Tatsächlich hat es aber offenbar diesen unterstellten geraden Entwicklungsweg nicht gegeben.<sup>30</sup> Die Vorstellung, vermeintlich objektive technikwissenschaftliche Kriterien, ökonomische Rationalität oder die «Weisheit des Marktes» würden garantieren, dass sich stets die jeweils – in welchem Sinne auch immer – «beste» Technik durchsetzt, muss als reiner Mythos zurückgewiesen werden.

Es wird deutlich, dass die Entwicklung neuer Technologien – ob letztlich erfolgreich oder nicht – immer auf einer Art Handeln unter Informationsmangel, unter unklaren Bedingungen beruht. Unsicherheiten sind angesichts dieser unklaren Bedingungen endemisch, das Risiko des Scheiterns ist also immer gegeben. Bei erfolgreichen Innovationen droht gerade der Erfolg selbst den Blick auf diese unvermeidbaren Entstehungsbedingungen zu verstellen. Gerade dieser Hintergrund macht aber verständlich, dass eben das Scheitern und nicht der Erfolg der Regelfall ist.

Vielleicht kann die Untersuchung fehlgeschlagener Innovationen etwas zur Korrektur der naiven, aber nach wie vor verbreiteten Tendenz beitragen, erfolgreiche Innovationen im Zweifelsfall als Errungenschaften überlegenen Managements und objektiver Technikwissenschaften wahrzunehmen, Misserfolge aber als das Ergebnis menschlichen Versagens zu verbuchen. In jedem Fall ermöglicht sie aber tatsächlich eine veränderte Perspektive, eine neue Wahrnehmung technischer Entwicklung bzw. technologischen Wandels.



#### Univ.-Prof. Dr. Reinhold Bauer

Reinhold Bauer leitet seit 2011 die Abteilung für Wirkungsgeschichte der Technik am Historischen Institut der Universität Stuttgart. Nach einem Studium der Technik- und Wissenschaftsgeschichte, Neueren Geschichte und Kraftfahrzeugtechnik war er u. a. lange Jahre zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter, dann als wissenschaftlicher Assistent und schließlich als Privatdozent an der Helmut Schmidt Universität der Bundeswehr in Hamburg tätig. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die Historische Innovationsforschung, die Verkehrsgeschichte, die Geschichte von Produktionsorganisation und -technik, die Technik- und Wirtschaftsgeschichte der realsozialistischen Staaten sowie die Industrialisierungsgeschichte insgesamt.

- <sup>1</sup> Zum Folgenden vgl. insgesamt: Reinhold Bauer: *Gescheiterte Innovationen. Fehlschläge und technologischer Wandel*. Frankfurt/M. 2006.
- <sup>2</sup> Zusammenfassend u. a. zur Omnipräsenz des Innovationsbegriffs vgl.: Marian Adolf: *Die Kultur der Innovation. Eine Herausforderung des Innovationsbegriffes als Form gesellschaftlichen Wissens*. In: Reto M. Hilty, Thomas Jaeger, Matthias Lamping (Hg.): *Herausforderung Innovation: eine interdisziplinäre Debatte*. Berlin, Heidelberg 2012, S. 25–44.
- <sup>3</sup> Reinhold Bauer, *Gescheiterte Innovationen* (wie Anm. 1), S. 12 f.
- <sup>4</sup> Ebd., S. 12 ff.
- <sup>5</sup> Vgl. dazu u. a.: Hans-Joachim Braun: *Introduction. Symposium on «Failed Innovations»*. In: Ders. (Hg.): *Symposium on «Failed Innovations»*. *Social Studies of Science* 22 (1992), S. 213–230, hier S. 216. Graeme Gooday: *Re-Writing the «Book of Blots»: Critical Reflections on Histories of Technological «Failure»*. In: *History and Technology* 14 (1998), S. 265–292, hier S. 280.
- <sup>6</sup> Reinhold Bauer, *Gescheiterte Innovationen* (wie Anm. 1), S. 14.
- <sup>7</sup> Reinhold Bauer, *Gescheiterte Innovationen* (wie Anm. 1), passim. Hans-Joachim Braun, *Introduction* (wie Anm. 5), passim.

- <sup>8</sup> Vgl. u.a.: Bernd Flessner: Fernsprechen als Fernsehen. Die Entwicklung des Bildtelefons und die Bildtelefonprojekte der Deutschen Reichspost. In: Jürgen Bräunlein, Bernd Flessner (Hg.): Der sprechende Knochen. Perspektiven von Telefonkulturen. Würzburg 2000, S. 29–45. Olaf A. Schulte: «The next best thing to being there» – ein Überblick zu 25 Jahren Videokonferenzforschung. In: Medien & Kommunikationswissenschaft 50 (2002), S. 551–570, hier S. 552f. Christopher Noessel, Nathan Shedroff: Make It So. Interaction Design Lessons from Science Fiction, New York (NY) 2012, insbes. S. 197ff.
- <sup>9</sup> Jon Genter: The Idea Factory. Bell Labs and the Great Age of American Innovation, New York (NY) 2012, S. 229f. Pip Coburn: The Change Function: Why Some Technologies Take Off and Others Crash and Burn, New York (NY) 2006, S. 47ff. Kenneth Lipartito: Picturephone and the Information Age. The Social Meaning of Failure. In: Technology and Culture, 44 (2003), S.50–81, hier S. 50f. A. Michael Noll: Highway of Dreams: a Critical View along the Information Superhighway, Mahwah (NJ) 1997, S. 27. Ders.: Anatomy of a Failure: Picturephone Revisited. In: Telecommunications Policy 16(1992), S. 307–316, hier S. 307. Steve Schnaars, Cliff Wymbs: On the Persistence of Lackluster Demand. The History of the Video Telephone. In: Technology Forecasting & Social Change 71 (2004), S. 197–216, hier S. 201 und 210. Schulte, Next best thing, S. 554.
- <sup>10</sup> Lipartito, Picturephone, S. 52. Noll, Anatomy, S. 308. Schnaars, Wymbs, Video Telephone, S. 201 und S. 203f. Siehe auch: Ohne Verfasser (O.V.): Bild-Telephonie. Viele Nuancen. In: Der Spiegel, Heft 29 (1970), S. 119–121. O.V.: Telecommunications: The next 20 Years. In: New Scientist 51 (1971), Nr. 758, S. 13–20, hier insbesondere S. 14f.
- <sup>11</sup> Lipartito, Picturephone, S. 52. Noll, Anatomy, S. 308f. Schnaars, Wymbs, Video Telephone, S. 204.
- <sup>12</sup> Lipartito, Picturephone, S. 58f. Schnaars, Wymbs, Video Telephone, S. 204. Schulte, Next best Thing, S. 553. Jeffrey H. Rohlf: Bandwagon Effects in High-Technology Industries, Cambridge (Mass.) 2003, S. 85f. und 89f.
- <sup>13</sup> Lipartito, Picturephone, S. 59. Noll, Anatomy, S. 309f. und S. 316. Schnaars, Wymbs, Video Telephone, S. 204. Noll, Highway, S. 89. Rohlf, Bandwagon Effects, S. 85. Jens F. Jensen: Interactive Television – A Brief Media History. In: Manfred Tscheligi, Marianna Obrist, Arthur Lugmay (Hg.): Changing Television Environments: 6th European Conference, EuroITV 2008, Berlin 2008, S. 1–10, hier S. 3. William G. Howard, Bruce R. Guile: Profiting from Innovation. The Report of the Three-Year Study from the National Academy of Engineering, New York (NY) 1992, S. 18. Carmen Egido: Teleconferencing as a Technology to Support Cooperative Work: Its Possibilities and Limitations. In: Jolene Galegher (Hg.): Intellectual Teamwork. Social and Technological Foundations of Cooperative Work, Hillsdale (NJ) 1990, S. 351–372, hier S. 354f.
- <sup>14</sup> Lipartito, Picturephone, S. 62, S. 68f. und S. 78f. Vgl. auch: Egido, Teleconferencing, S. 354. Zum Scheitern von Picturephone insgesamt vgl. auch: Genter, Idea Factory, S. 250ff.
- <sup>15</sup> Jan Hult: The Itera Plastic Bicycle. In: Hans-Joachim Braun (Hg.): Symposium on «Failed Innovations», Social Studies of Science 22 (1992), S. 373–385, hier S. 376f. Tony Hadland, Hans-Erhard Lessing: Bicycle Design. An Illustrated History, Cambridge (Mass.) 2014, S. 182f. David V. Herlihy: Bicycle. The History, Taunton (Mass.) 2004, S. 407f. Siehe auch: O.V.: Plastikräder aus Lappland. In: Der Spiegel, Heft 10 (1982), S. 106. O.V.: Plastic Bike loaded with Innovations. In: Popular Science 221 (1982), Nr. 4, S. 54. O.V.: Plastics are the Selling Line for a Swedish Pedaller. In: New Scientist 91 (1981), Nr. 1271, S. 727. O.V.: Bumpy Road for the Plastic Bicycle. In: New Scientist 96 (1982), Nr. 1334, S. 567. Zu diesem Fallbeispiel siehe auch: Reinhold Bauer: Historische Innovationsforschung zwischen Plastikrädern und Radaröfen. In: Christian Kleinschmidt (Hg.): Kuriosa der Wirtschafts- und Technikgeschichte. Miniaturen einer «fröhlichen Wissenschaft», Essen 2008, S. 90–96, hier S. 90f.
- <sup>16</sup> Jan Verloop: Success in Innovation. Improving the Odds by Understanding the Factors for Unsuccess, Waltham 2013, S. 60. Hult, Itera, S. 379f. und S. 381ff.
- <sup>17</sup> Hans-Joachim Braun, Introduction, S. 225f. Hult, Itera, S. 380ff. Verloop, Success, S. 60.
- <sup>18</sup> Reinhold Bauer: Von Wasserwerfern und Mikrowellen. Überlegungen zu einer Typologie innovatorischen Scheiterns. In: Prokla. Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft 36 (2006), S. 549–562, hier S. 555ff. Graeme Gooday: Re-Writing the «Book of Blots»: Critical Reflections on Histories of Technological «Failure». In: History and Technology 14 (1998), S. 265–292, hier S. 270. Cynthia Cockburn, Susan Ormrod: Gender and Technology in the Making, London 1993, S. 18f. Christina Hardyman: From Mangle to Microwave. The Mechanization of Household Work, Cambridge (MA) 1988, S.134 und 195.
- <sup>19</sup> Siehe u.a.: Gordon L. Robertson: Food Packaging. Principles and Practice, London 2006, S. 272ff.
- <sup>20</sup> Zu dieser Anekdote siehe u.a.: Leo P. Reynolds: A History of the Microwave Oven. In: Microwave World 16 (1995), S. 11–15, hier S. 12.
- <sup>21</sup> Andrew F. Smith: Eating History. Thirty Turning Points in the Making of American Cuisine, New York (NY) 2009, S. 205. N. Cooper: Microwave Ovens. In: Matthew W. Lorence, Peter S. Pesheck (Hg.): Development of Packaging and Products for Use in Microwave Ovens, Cambridge 2009, S. 105–128, hier S. 105ff. Ashim K. Datta: Handbook of Microwave Technology for Food Application, New York (NY) 2001, S. 216ff. Keiko Nagase-Reimer: Mikrowellenkochgeräte. Von einer Militärtechnik zur Haushaltstechnik. Entwicklung, Verbreitung und gesundheitliche Diskussion um Mikrowellenkochgeräte in Japan, Berlin (Diss. TU Berlin) 2008, S. 53f. Reynolds, Microwave, S. 12f.

- <sup>22</sup> Dazu ist auch zu bemerken, dass bei Raytheon ab 1950 aufgrund der wieder anziehenden militärischen Nachfrage nach Magnetron-Röhren in Zusammenhang mit dem Koreakrieg das Interesse an einer zivilen Nutzung der Technologie zurückging. Das ändert allerdings nichts daran, dass die Firma mit der Herstellung von Mikrowellenherden von Anfang an ausschliesslich rote Zahlen schrieb. Nagase-Reimer, Mikrowellenkochgeräte, S. 55f. Vgl. auch: John M. Ketteringham, P. Ranganath Nayak: Senkrechtstarter: Große Produktideen und ihre Durchsetzung, Düsseldorf 1987, S. S. 224.
- <sup>23</sup> Nagase-Reimer, Mikrowellenkochgeräte, S. 81ff. Ashoka Mody: Technological Change from Inside. A Review of Breakthroughs!, New York (NY) 1986, S. 7.
- <sup>24</sup> Andrew F. Smith, Eating History, S. 165ff. und 207ff. Ders.: Microwave Ovens. In: Ders. (Hg.): The Oxford Companion to American Food and Drink, Oxford 2007, S. 380. Reinhold Bauer, Mikrowellen, S. 559. Christina Hardyman, Mangle, S. 195. Für Japan siehe auch: Nagase-Reimer, Mikrowellenkochgeräte, S. 169ff. Vgl. insgesamt: Matthew W. Lorence, Peter S. Pesheck, (Hg.): Development of Packaging and Products for Use in Microwave Ovens, Cambridge 2009.
- <sup>25</sup> Graeme Gooday, Blots, S. 270.
- <sup>26</sup> «Le cimetière des innovations non diffusées est plein à craquer.» Bernard Réal: La puce et le chômage. Essai sur la relation entre le progrès technique, la croissance et l'emploi, Paris 1990, S.26.
- <sup>27</sup> Zum Folgenden vgl.: Reinhold Bauer, Gescheiterte Innovationen, insbesondere S. 33ff. und S. 289ff.
- <sup>28</sup> Lipartito, Picturephone, S. 58. Noll, Anatomy, S. 312f.
- <sup>29</sup> Als schlagendes Beispiel für dieses Phänomen siehe: Margaret B.W. Graham: RCA and the VideoDisc. The Business of Research, Cambridge (Mass.), London 1986.
- <sup>30</sup> Vgl. Reinhold Bauer, Gescheiterte Innovationen, S. 9f. Siehe auch: Wiebe Bijker, John Law: General Introduction. In: Dies. (Hg.): Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change, Cambridge (Mass.), London 1992, S. 1–16, hier S. 4. David F. Noble: Forces of Production. A Social History of Industrial Automation, New York (NY) 1984, hier insbesondere S.144ff. Hans-Joachim Braun, Introduction, S. 213f. Graeme Gooday, Blots, S. 268ff.