

**Zwischen Wissenschaft und Industrie**  
**Mechanismen des Wissens- und Technologietransfers am**  
**Aachener Werkzeugmaschinenlabor von 1906 bis 2006**

Von der Philosophischen Fakultät der Rheinisch-Westfälischen Technischen  
Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades einer  
Doktorin der Philosophie genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Cornelia Kompe, M.A.

aus

Siegburg

Berichter: Universitätsprofessor Dr. Armin Heinen

Berichter: Universitätsprofessor Dr. Christine Roll

Tag der mündlichen Prüfung: 17.7.2009

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online verfügbar.

## **Ein Wort des Dankes**

Die vorliegende Arbeit zur Interaktion zwischen Wissenschaft und Industrie entstand größtenteils im Rahmen meiner Tätigkeit als Mitarbeiterin des WZL. Ich erhielt die Aufgabe, die 100jährige Geschichte des Institutes aufzuarbeiten und eine Jubiläumsschrift zu verfassen. Diese wurde zur Hundertjahrfeier am 12. Mai 2006 präsentiert.

Danken möchte ich an dieser Stelle zunächst meinem Doktorvater, Herrn Professor Armin Heinen, der mir dieses Projekt vermittelte und mir damit auch die Möglichkeit gab, zu promovieren. Er ermutigte mich zur Bearbeitung dieses komplexen Themas und begleitete meine Arbeit mit großem Engagement. Dafür danke ich ihm sehr. Ebenso herzlich danke ich Frau Professor Christine Roll, die als Zweitgutachterin großes Interesse für mein Thema zeigte, sowie Herrn Professor Max Kerner, der die Rolle des Beisitzers bei meiner Disputation übernahm und dem ich mich besonders verbunden fühle.

Auch am WZL erhielt ich von allen Seiten Unterstützung, Hilfe und Freundschaft. Die Kolleginnen und Kollegen nahmen mich als ‚Nicht-Ingenieurin‘ selbstverständlich in ihre Mitte auf. Allen voran war es die großartige Unterstützung von Herrn Professor Walter Eversheim, auf die ich jederzeit zählen konnte, sowie die der Professoren Christian Brecher, Fritz Klocke, Tilo Pfeifer, Robert Schmitt, Günther Schuh und Manfred Weck.

Ich möchte auch all denen danken, die mich in den vergangenen Jahren immer wieder unterstützt haben, sei es mit Rat und Tat, sei es mit Aufmunterung und liebevoller Geduld. Dies sind besonders Esther und Peter Drave, Antje und Arne Fischer, Annette Fusenig, Silke Helmling, Doris Kerschgens, Anika Kompe, Lydia Konnegen, Gerald Labitzke, Barbara von Langen-Monheim, Silke Mills, Heike Nelsen-Minkenber, Johannes Schlütter, Werner Tschacher und Stephanie Vanderheijden.

Schließlich gilt mein großer Dank meinen Eltern Brigitte und Michael, meinem Bruder Michael und natürlich besonders meinem Jens. Ihre Unterstützung und geradezu unerschütterliche Zuversicht haben schließlich dazu geführt, dass ich diese Arbeit erfolgreich fertiggestellt habe.

Cornelia Kompe

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Forschungsdiskussion: Wissens- und Technologietransfer im Wandel der Zeit.....	3
1.2	Untersuchungsgegenstand: Das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) .....	13
1.2.1	Das WZL: Eine historische Einführung.....	13
1.2.2	Forschungsstand und Quellenmaterial zum WZL.....	16
1.2.3	Das Modell des Wissens- und Technologietransfers am WZL .....	21
1.2.4	Transferwege.....	23
1.3	Fragestellungen und Thesen.....	31
<b>2</b>	<b>Wissens- und Technologietransfer für die Aachener Region (1906-1936)</b> .....	<b>34</b>
2.1	Historische Einführung: Der beginnende Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft, Industrie und Staat.....	35
2.1.1	Die Forschungslandschaft: Herausforderungen durch neue technologische Entwicklungen .....	35
2.1.2	„Vergesellschaftlichte“ Forschung: Das Einwirken von Staat in Wissenschaft und Forschung .....	40
2.2	Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1906 bis 1936: Die Gründungsphase.....	43
2.2.1	Ein Ingenieur mit Industrie- und Lehrerfahrung: Adolf Wallichs.....	44
2.2.2	Generierung von neuem Wissen: Die Wissenschaftliche Betriebsführung .....	48
2.2.3	Praxisnahe Ingenieurausbildung: Der Bau des Laboratoriums.....	60
2.2.4	Erste Auftragsforschung: Zerspanforschung im WZL .....	64
2.2.5	Netzwerkbildung: Die Wallichs-Schule.....	67
2.3	Zwischenfazit: Etablierung des WZL als Bindeglied zwischen Hochschule und Industrie.....	70
<b>3</b>	<b>Wissens- und Technologietransfer für den NS-Staat (1936-1945)</b> .....	<b>74</b>

3.1	Historische Einführung: Wissens- und Technologietransfer zum Zwecke des Krieges.....	75
3.1.1	Das NS-Wissenschaftssystem: Gleichschaltung und Nazifizierung .....	75
3.1.2	Das NS-Wirtschaftssystem: Rüstungs- und Kriegsforschung.....	80
3.2	Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1936 bis 1945: Im Dienst des NS-Regimes .....	84
3.2.1	Wissenschaftlich qualifizierte Nachfolge: Herwart Opitz.....	86
3.2.2	Wissenschaft im Dienst des Staates: Die Forschungsaktivitäten am WZL .....	92
3.2.2.1	Zerspanforschung und Werkzeugmaschinen.....	93
3.2.2.2	Betriebsorganisation und Psychotechnik .....	99
3.2.3	Netzwerke: Funktionale Ausrichtung.....	103
3.2.3.1	Gemeinschaftsforschung: Koordination und Spezialisierung der Forschungsfelder.....	103
3.2.3.2	Nationalsozialistische Organisationen: Sicherung des Transferprozesses.....	106
3.3	Zwischenfazit: Der angepasste Wissens- und Technologietransfer am WZL .....	116
<b>4</b>	<b>Der interdisziplinär geprägte Wissens- und Technologietransfer für den nationalen Markt (1945-1973) .....</b>	<b>121</b>
4.1	Historische Einführung: Wiederaufbau des Wissens- und Technologietransfers .....	122
4.1.1	Kontinuitäten: Wissenschaft im Elfenbeinturm.....	122
4.1.2	Selbstverständnis: Wertneutralität der Technik.....	126
4.1.3	Eine politische Entscheidung: Die Entnazifizierung von Herwart Opitz .....	128
4.2	Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1945 bis 1973: Die interdisziplinäre Betrachtungsweise.....	131
4.2.1	Wissenschaft als Erkenntnis: Die internationaler werdende Gemeinschaftsforschung.....	133

4.2.1.1	Internationaler Austausch: Das Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium AWK (seit 1948) .....	133
4.2.1.2	Differenzierung der Forschung: Alles unter einem Dach .....	136
4.2.1.3	Generierung von neuem Wissen: Gemeinschaftsforschung – national und international .....	140
4.2.2	Effektive Netzwerke: Eine Voraussetzung für interdisziplinäre Forschung .....	146
4.2.2.1	Die Wissenschaftssociety .....	147
4.2.2.2	Der ‚Laborgeist‘ .....	148
4.3	Zwischenfazit: Der interdisziplinär orientierte Wissens- und Technologietransfer .....	151
<b>5</b>	<b>Der institutionell orientierte Wissens- und Technologietransfer für den internationalen Markt (1973-2006) .....</b>	<b>158</b>
5.1	Historische Einführung: Zielgerichtete Wissenschaftsförderung für den globalen Wettbewerb .....	159
5.2	Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1973 bis 2006: Die Internationalisierungsphase .....	164
5.2.1	Der Transfergeber WZL verändert sich: Neue Strukturen – Gleicher Geist .....	166
5.2.2	Zielgerichtete Kommunikation: Gemeinschaftsforschung am WZL .....	170
5.2.3	Wissenschaftspotenzial im Umfeld des WZL: Neue Partner für die Forschung .....	176
5.2.3.1	Institutionalisierte Vertragsforschung: Das Fraunhofer Institut Produktionstechnologie (1980) .....	177
5.2.3.2	Perspektivwechsel: Aachener Spin-off-Gründungen .....	180
5.2.3.3	Made in Germany: Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement (1988) .....	182
5.2.3.4	Praxisnahe Weiterbildung: Aachener Demonstrationslabor für integrierte Produktionstechnik ADITEC (1992) .....	184
5.2.3.5	Vertrauensvolle Kontakte: Innovationsnetzwerke .....	186
5.3	Zwischenfazit: Der international ausgerichtete Wissens- und Technologietransfer .....	189

<b>6</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>193</b>
<b>7</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>205</b>
7.1	Transferwege des Wissens- und Technologietransfers am WZL.....	205
7.2	Abkürzungsverzeichnis .....	205
7.3	Quellenverzeichnis .....	207
7.4	Verwendete Dissertationen .....	217
7.5	Literaturverzeichnis .....	220

„Denn nur Wissenschaftler, die auch wie Unternehmer denken können, und nur Unternehmer, die auch die Denkweise und Arbeitskulturen von Wissenschaftlern verstehen, werden als Innovationspartner erfolgreich sein. Der Blick über den eigenen Tellerrand ist gefragt, über den Rand der eigenen Disziplin, der eigenen Institution, der eigenen Sphäre hinaus.“

Andreas Pinkwart, NRW-Innovationsminister, 17. Oktober 2007.<sup>1</sup>

## 1 Einleitung

Am 17. Oktober 2007, dem von der NRW-Landesregierung ausgerufenen Tag der Wissenschaft, beschrieb NRW-Innovationsminister Andreas Pinkwart, was die Innovationsforschung in den letzten Jahren immer wieder herausgearbeitet hatte, dass nämlich der Transfer von Wissen kein linearer Prozess sei, sondern höchst voraussetzungsvoll komplexe Interaktionsstrukturen widerspiegele. Aufgabe der Technologiepolitik müsse es daher sein, jene netzwerkartigen Strukturen und räumlichen Verbünde zu schaffen, die eine enge Zusammenarbeit zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen ermöglichen.

Wenn Wissen, wie beschrieben, nicht frei verfügb- und nutzbar war, sondern an Organisationen, Raum und Personen gebunden, dann mussten die relevanten Netzwerke ermittelt und Schwerpunkte gesetzt werden. Ein solcher Schwerpunkt in direktem Zugriff der Politik war und ist sicherlich die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen. Sie ist die größte technische Universität im Land, wurde im Oktober 2007 zur Exzellenz-Universität ernannt und nahm im Jahr 2008 über Drittmittel knapp 194 Mio. Euro ein.<sup>2</sup> Im sogenannten Uni-Ranking 2009 der Wirt-

---

<sup>1</sup> Rede von Andreas Pinkwart, Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, NRW, zum Tag der Wirtschaft an der Universität Siegen am 17. Oktober 2007. Im Folgenden werden sämtliche Literaturangaben in den Fußnoten nur als Kurzzitat (Autor Jahr) wiedergegeben. Die ausführliche Angabe ist dem Literaturverzeichnis zu entnehmen.

<sup>2</sup> Vgl. Zahlenspiegel 2008 der RWTH Aachen, vgl. auch Internetseite der RWTH Aachen [www.rwth-aachen.de](http://www.rwth-aachen.de) (23. April 2010).

schaftsWoche schnitt die RWTH Aachen hervorragend ab und erlangte in fünf Kategorien der Ingenieurwissenschaften den ersten Platz.<sup>3</sup>

Neben der RWTH Aachen sind es noch die Fachhochschule Aachen, die größte Fachhochschule Nordrhein-Westfalens, und das Forschungszentrum Jülich, die einen wichtigen Teil der Forschungskapazität der Region bilden. Im Jahr 2008 erwirtschaftete das Forschungszentrum Jülich knapp 112 Mio. Euro Drittmittel.<sup>4</sup> Gemeinsam mit einer Reihe von An-Instituten, Fraunhofer-Instituten sowie weiteren privaten und öffentlichen Forschungseinrichtungen stellen sie ein großes quantitatives und qualitatives Wissenschaftspotenzial der Region zur Verfügung.

Die Region Aachen ist Teil der deutsch-niederländisch-belgischen Euregio Maas-Rhein mit mehr als 700 Produktionsunternehmen und 480 Ingenieurbüros. Die Industrie hat sich dort mit mehreren Forschungszentren angesiedelt: Ericsson Eurolab, Ford Motor Company, Philips, Microsoft oder Mitsubishi Semiconductors. Die Standortwahl ist sicherlich auf die unmittelbare Nähe zum bestehenden Forschungspotenzial zurückzuführen. Ebenso haben Wirtschaftsförderungsagenturen, wie die Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer (AGIT), und internationale Technologieparks, wie Avantis oder der Technologiepark Herzogenrath, die Region Aachen als Standort gewählt. Zahlreiche technologieorientierte Verbände und Kompetenznetzwerke finden sich in Aachen, wie beispielsweise im Bereich der Fahrzeugtechnik ‚Car e.V.‘ oder im Bereich Life-Science ‚LifeTecAachen-Jülich e.V.‘ Die Weiterbildungsstrukturen sind etabliert und von der Industrie akzeptiert.<sup>5</sup>

Aachen kann also durchaus als ein führendes Zentrum für Wissens- und Technologietransfer in Nordrhein-Westfalen bezeichnet werden. Es findet sich eine hohe Transferrate mit guten Vernetzungsstrukturen – doch wie ist es dazu gekommen?

Um dieser Frage nachzugehen, wurde als Beispiel für ein transferorientiertes Institut das Aachener Werkzeugmaschinenlabor – das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) – gewählt. Es ist heute eines der drittmittelstärksten und erfolgreichsten Institute der RWTH Aachen im Hinblick auf den Wissens- und

---

<sup>3</sup> Vgl. „Karriere cum laude, Uni-Ranking 2009“, in: WirtschaftsWoche vom 27. April 2009.

<sup>4</sup> Vgl. Internetseite des Forschungszentrums Jülich [www.fz-juelich.de](http://www.fz-juelich.de) (23. April 2010).

<sup>5</sup> Vgl. Internetseiten der Stadt Aachen [www.aachen.de](http://www.aachen.de) (23. April 2010) und der AGIT [www.agit.de](http://www.agit.de) (23. April 2010).



Technologietransfer. Schon bei seiner Gründung 1906 war das Ziel klar formuliert: Es sollte eine praxis- und wissenschaftsverbindende Ausbildung der Ingenieure sichern, denn das forderte Anfang des Jahrhunderts die Industrie. Es galt also, direkt verwendbares Wissen von der Hochschule in die Industrie zu transferieren. Doch wie hat sich der Transfer im Laufe der Jahre am WZL entwickelt?

Der Wissens- und Technologietransfer als Vermittlungsprozess von technologieorientiertem Wissen und neuen Technologien aus den Hochschulen in die Industrie ist kein festgefahrener Vorgang. Im Gegenteil: Er verändert sich im Laufe der Zeit und passt sich damit den äußeren Veränderungen und den historisch-gesellschaftlichen Ansprüchen an. Dies hat gewisse Auswirkungen auf die am Prozess beteiligten Transfergeber und Transfernehmer, wie in dieser Arbeit zu zeigen sein wird.

Folgende Fragen leiten die Untersuchung: Wie hat sich der Wissens- und Technologietransfer im Betrachtungszeitraum 1906 bis 2006 verändert? Wie hat die Leitungsfunktion des WZL auf den jeweiligen historisch-gesellschaftlichen Wandel reagiert? Wie zeigen sich die Mechanismen des Wandels innerhalb der Strukturen des WZL? Welche Transferwege wurden eingesetzt? Welchen Einfluss auf den Transfer am WZL hat die Interaktion von Staat und Industrie? Welche spezifische Kultur entwickelte das WZL, um dem Wandel standzuhalten? Wie gelang es dem WZL, in jeder Entwicklungsphase innovativ zu bleiben?

## **1.1 Forschungsdiskussion: Wissens- und Technologietransfer im Wandel der Zeit**

Mit der Entwicklung des Transfers zwischen wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen beschäftigten sich verschiedene Disziplinen. Auf der einen Seite zeigt dieses interdisziplinäre Interesse die Bedeutung des Forschungsgebietes am Wissens- und Technologietransfer und die Aktualität des Themas. Auf der anderen Seite erschwert dies jedoch den Zugang, da das Forschungsfeld nicht exakt einzugrenzen bzw. einer einzigen Forschungsrichtung zuzuordnen ist.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Das Forschungsfeld kann nicht explizit von anderen Forschungsgebieten abgegrenzt werden, wie z. B. Hochschulgeschichte, Wissenschaftsgeschichte, Wirtschaftsgeschichte oder Technikgeschichte. Da sich unterschiedliche Disziplinen mit der Frage beschäftigen, gibt es auch unter-

Versucht man die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers aus Sicht der Technikhistoriker zu systematisieren, so lassen sich mit Wolfgang König 1990 drei Phasen unterscheiden. In den Gründungen der Gewerbeschulen und polytechnischen Schulen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts sieht König den ersten bestimmenden und bis zur Gegenwart wichtigsten Aspekt des Transfers: die Ingenieurausbildung. Seit der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert und der Gründung experimenteller Forschungseinrichtungen an den technischen Hochschulen kommt ein zweiter Aspekt hinzu: die industrielle Forschung an den Hochschulen. Ein dritter Entwicklungsschritt ist die Einrichtung spezieller Technologietransferstellen um 1980: Dieser historisch neue Ansatz soll den Dialog zwischen Hochschulen und Wirtschaftsunternehmen strukturieren und fördern.<sup>7</sup>

Nach König hat sich die Kooperation von Wissenschaft und Industrie seit dem Ende des 19. Jahrhunderts kontinuierlich weiterentwickelt: Die technische Hochschule wurde von einer reinen Ausbildungsstätte für die Industrie zu einem geschätzten Kooperationspartner des 20. Jahrhunderts.

Doch dieser Entwicklungsprozess ist nicht unumstritten, wie noch zu zeigen sein wird. Betrachtet man den Prozess wie die Wissenschaftsforschung nach soziologischen Gesichtspunkten oder wie die Innovationsforschung nach ingenieurwissenschaftlichen bzw. ökonomischen Gesichtspunkten, findet man sich in einer heftigen Debatte um den Begriff Technologietransfer wieder, der erst zu Beginn der 1960er Jahre geprägt wurde.<sup>8</sup>

Grundlage für die ab den langen 1970er Jahren entstandene Diskussion um den Wissens- und Technologietransfer war die offenkundige Diskrepanz zwischen den hohen Investitionen der Forschungs- und Technologiepolitik und den scheinbar fehlenden Ergebnissen. Aufgrund der schlechter werdenden wirtschaftlichen Lage stellte

---

schiedliche Erklärungsmodelle, die wiederum von anderen Forschern auf das eigene Forschungsgebiet angewendet werden.

<sup>7</sup> Vgl. König 1990, S. 40: Zum dritten Entwicklungsschritt, den König auf 1980 datiert, da hier die ersten Technologietransferstellen in Berlin und Aachen eingerichtet werden, vgl. auch Heßler 2005, S. 77: Sie sieht den entscheidenden Bruch bereits in den 1970er Jahren, worauf im Folgenden näher eingegangen wird.

<sup>8</sup> Vgl. Poser 1990, S. 13: Erst mit der Prägung des Begriffs begann eine wissenschaftliche Diskussion.

sich die Frage, ob Investitionen in den Wissens- und Technologietransfer noch sinnvoll waren. Diese Debatte um die Wirksamkeit des Transferprozesses hängt eng mit den Vorstellungen vom Ablauf des Innovationsprozesses zusammen, d. h. mit dem Entwicklungsprozess einer Idee zur Marktreife und Anwendung. Wirtschaftswissenschaftler haben Modelle für den Innovationsprozess erstellt, die im Laufe der Jahre weiterentwickelt wurden.<sup>9</sup> Die daran anschließende Forschungsdiskussion stellt sich die Frage, ob es zu einer zunehmenden Annäherung der akademischen und industriellen Forschung kommen wird und ob sich als Konsequenz dieser Entwicklung eine ‚unternehmerische‘ Universität herausbilden wird. Diese Entwicklung wurde durch Reformen, wie das Hochschulfreiheitsgesetz von 2007, bereits eingeleitet.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Vgl. Kreibich 1986, S. 421: Der Begriff Innovation bezeichnet eine Neuerung, die direkt oder indirekt auf einer wissenschaftlichen, technischen oder organisatorischen Grundlage beruht und in Abgrenzung zur Invention erfolgreich in den Markt eingeführt wurde. Hier zeigt sich die Bedeutung der Verknüpfung von Forschung und Industrie: An einer technischen Hochschule können Erfindungen gemacht werden, d. h. Invention betrieben werden. Um aus einer anwendungsorientierten Invention eine Innovation zu machen, ist eine erfolgreiche Markteinführung notwendig. Diese gelingt nur mit Hilfe von Industrieunternehmen, was wiederum einen erfolgreichen Transfer voraussetzt. Vgl. zum Begriff nach Schumpeter auch Schöning 1980, S. 8-11: Joseph Schumpeter führte den Begriff Innovation in die Volkswirtschaftslehre ein. Dies allerdings erst bei der englischen Übersetzung seiner 1911 veröffentlichten ‚Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung‘, als er den Begriff ‚Durchsetzung neuer Kombinationen‘ mit Innovation übersetzte. Bei der Rückübersetzung seiner englisch geschriebenen Werke ins Deutsche hat Schumpeter dann den im englischen Text benutzten Begriff Innovation beibehalten. Eine geschlossene Innovationstheorie hat er später in seinem Werk ‚Business Cycles‘ im Jahr 1939 weiterentwickelt.

<sup>10</sup> Vgl. Schmoch 2003a, S. 378, S. 384: Im Diskurs zum Wandel der Hochschulen hat die These der ‚unternehmerischen‘ Universität von Etzkowitz große Beachtung gefunden. Aus seiner US-amerikanischen Perspektive heraus argumentiert er, dass im Vergleich zu deutschen die amerikanischen Universitäten wie Wissen produzierende und verteilende Dienstleistungsunternehmen geführt werden. Vgl. dazu die aktuelle Diskussion um das Hochschulfreiheitsgesetz, das in Nordrhein-Westfalen seit Januar 2007 in Kraft getreten ist, und folgenden Auszug aus der Rede von Andreas Pinkwart, Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, NRW, zum Thema Innovation und Unternehmertum beim Siegerländer Wirtschaftsrat am 23. März 2006: „Das Hochschulfreiheitsgesetz, (...), wird einen Paradigmenwechsel im Verhältnis zwischen Staat und Hochschule bewirken. Die Hochschulen werden als Körperschaften des öffentlichen Rechts selbstständig und erhalten neue starke Leitungsstrukturen. Der Staat zieht sich aus der Detailsteuerung komplett zurück. Damit werden Hochschulen zu Unternehmen, die Vermögen bilden und eigene Einnahmen erwirtschaften sollen, und damit zu gleichwertigen In-

In den 1960er und 1970er Jahren beherrschte das klassische, linearsequentielle Modell die Diskussion um den Innovationsprozess. Beim linearen Modell geht man davon aus, dass es eine klar strukturierte Ablauffolge gibt, durch die Wissen in einem Stufenmodell von einem allgemeinen zu einem immer konkreter werdenden Zustand mit engem Anwendungsbezug übertragen wird. Linear insofern, als dass die Phasen der Grundlagenforschung, angewandten Forschung, Entwicklung und Markteinführung zeitlich aufeinander folgen.<sup>11</sup> Nach diesem Konzept sind wissenschaftliche Einrichtungen für die grundlegende Forschung, Unternehmen für angewandte Forschung, Entwicklung und Markteinführung zuständig. Technologietransfer ist demzufolge ein punktueller Vorgang am Übergang zwischen grundlegender und angewandter Forschung.<sup>12</sup>

Dieses lineare Modell findet sich noch heute als ‚Relikt‘ in einigen Industrieunternehmen, obwohl die funktional gegliederte, stark arbeitsteilige Organisation des Innovationsprozesses nicht mehr zeitgemäß ist. Häufig sind aufgrund der fehlenden frühzeitigen Zusammenarbeit im Entwicklungsprozess Fehlerkorrekturen, aufwendige Nachbearbeitungen oder Doppelentwicklungen die Folge. Im Verlauf der 1990er Jahre ist man stärker von diesem Organisationsmodell abgerückt, dennoch bestehen einige wenige Branchen, wie beispielsweise die pharmazeutische Industrie, auf dem Ablaufmuster der klar strukturierten Pipeline-Methode.<sup>13</sup>

Aufgrund der Feststellung, dass die strikte lineare Phasenabfolge nicht immer zum gewünschten Erfolg führte, wurden in den 1980er Jahren sogenannte zirkuläre Modelle vorgeschlagen. Hierbei kann die Ausgangsidee zwar noch aus der Grundlagenforschung stammen, die weiteren Innovationsimpulse stammen jedoch aus der Ent-

---

novationspartnern für Privatunternehmen werden.“ Vgl. zur Umsetzung auch „Gesucht: Persönlichkeiten, die den Universitäten Beine machen“, in: Aachener Nachrichten vom 12. Februar 2007.

<sup>11</sup> Vgl. Schmoch 2000, S. 4 f. Vgl. auch Gerybadze 2004, S. 23-25.

<sup>12</sup> Vgl. Schmoch 2000, S. 5.

<sup>13</sup> Vgl. Gerybadze 2004, S. 23-25: Das sogenannte Frascati-Handbuch zur Definition und Messung von F&E-Aktivitäten und Innovationen, von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) herausgegeben, empfahl bis 1993 den linearen Ansatz. 1997 gab die OECD das sogenannte Oslo-Handbuch heraus, in dem sie von den früheren Empfehlungen deutlich abrückt. Hier auch weiterführende Literaturangaben zum linearen Modell.

wicklung am Markt.<sup>14</sup> Mitte der 1980er Jahre prägte dieser neue Ansatz die Innovationsforschung: Nicht mehr die Forschung war Ausgangspunkt von Innovation, sondern der Marktbedarf. Hier zeigte sich, wie wichtig die enge Anbindung an die Industrie war. Das Chain-Link-Modell von Stephen Kline und Nathan Rosenberg von 1986 trennte die Ebenen Forschung und Wissen von den Prozessabläufen der innerbetrieblichen Innovation. Am Anfang der Phasenabfolge stand nicht mehr die Forschung, sondern der Bedarf und die Probleme der potenziellen Märkte. Die Abfolge der verschiedenen Phasen war untereinander in rekursiver Form vernetzt, so dass sie mehrfach durchlaufen werden konnten. Folglich waren es nun konkrete Anwendungsprobleme, die die Forschung und Wissensgewinnung vorantrieben.<sup>15</sup> Technologietransfer als Austausch von Wissen und Problemlösungen hatte demzufolge seinen Ausgangspunkt nicht mehr nur in der Forschung, sondern auch in der Industrie. Außerdem war eine Beteiligung der wissenschaftlichen Einrichtungen in jeder Stufe des Innovationsprozesses möglich, da nicht mehr nur bei der grundlegenden Konzeption eines Produktes oder Prozesses das Heranziehen externen Wissens sinnvoll war. Dies konnte jedoch auch als Nachteil interpretiert werden, da eine Vorstellung von zeitlichen Abläufen verloren ging und die Interaktion zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen nicht mehr explizit thematisiert wurde.<sup>16</sup>

Zwar hatte sich gezeigt, dass lineare Modelle obsolet waren, es fehlten jedoch zunächst Vorstellungen darüber, wie Prozesse alternativ abgebildet werden konnten. Vor diesem Hintergrund spielen lineare Modelle nach wie vor „eine wichtige Rolle bei der Konzeption politischer Maßnahmen zum Wissens- und Technologietransfer“.<sup>17</sup>

Zur klareren Strukturierung wurden von Wirtschaftswissenschaftlern Interaktionsmodelle entwickelt, bei denen die Arbeiten von wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen parallel zueinander verliefen und ein ständiger, wechselseitiger Austausch bestand. In diesem Ansatz von Ulrich Schmoch wird deutlich, dass es eine beständige Weiterentwicklung von Technologie gab und dass verschiedene Phasen der Innovation nicht mit Forschungstypen wie Grundlagenforschung, angewandte

---

<sup>14</sup> Vgl. Schmoch 2000, S. 5.

<sup>15</sup> Vgl. Gerybadze 2004, S. 26. Vgl. auch Kline 1986.

<sup>16</sup> Vgl. Schmoch 2000, S. 6.

<sup>17</sup> Ebd.

Forschung oder Entwicklung gleichgesetzt werden durften. Vielmehr gab es in jeder Innovationsphase alle Forschungstypen parallel, wenn auch mit jeweils unterschiedlicher Gewichtung. Zudem wurde es möglich, Wissenschaft und Wirtschaft mit verschiedenen Forschungstypen zu assoziieren. Während sich wissenschaftliche Einrichtungen in ihrer Arbeit auf Grundlagenforschung und angewandte Forschung konzentrieren, liegt der Schwerpunkt bei Unternehmen auf angewandter Forschung und Entwicklung. Die interaktiven Modelle verdeutlichen, dass sich grundlegende und angewandte Forschung wechselseitig ergänzen und parallel verlaufen können.<sup>18</sup>

Die wissenschaftssoziologischen Forschungen betrachten schwerpunktmäßig die Wissensproduktion und Wissensverwertung in einem Transferprozess. Sie gehen davon aus, dass die Verknüpfungen zwischen Forschungseinrichtungen (Universitäten, technischen Hochschulen oder Forschungsinstituten) und Industrieunternehmen immer enger und die Grenzen immer unschärfer werden. Sie liefern internationale Beschreibungsmodelle, von denen hier einige der wichtigsten kurz diskutiert werden sollen.<sup>19</sup>

1994 untersucht ein internationales Team aus Bildungs- und Wissenschaftsforschern unter Leitung von Michael Gibbons das gesamte Spektrum des institutionellen Wandels der akademischen Wissenschaft. Sie stellen die provokante These auf, dass die Wissenschaft sich gegenwärtig in einer Übergangsphase befinde, an deren Ende ein völlig neuartiges Verständnis von Wissenschaft stehen werde. Um diese Veränderung zu erfassen, unterscheiden sie zwischen einem traditionellen Modus der Wissenschaft, den sie als ‚Mode 1‘ bezeichnen, und einem post-traditionellen Modus, den sie als ‚Mode 2‘ kennzeichnen. Mode 1 umfasst jene Form der Wissensproduktion, die mit dem Beginn der modernen Naturwissenschaften entstand und die in den Universitäten ihren institutionell geschützten Ort fand. Mode 2 der gesellschaftlichen Wissensproduktion drückt sich in weitreichenden Verwissenschaftlichungsprozessen aus, die es auch erlauben, die Gesellschaft selbst, Religion und psychische Dispositionen mit wissenschaftlichen Methoden und Theorien zu studieren. In weiten Teilen der Gesellschaft, in der wissenschaftlichen Forschungspraxis sowie in der wissen-

---

<sup>18</sup> Vgl. ebd., S. 7.

<sup>19</sup> Die folgende Zusammenfassung der internationalen Wissenschaftsforschung ist angelehnt an Krücken 2001. Zur grundlegenden Einführung in die Wissenschaftsforschung vgl. Felt 1995.

schaftsphilosophischen und wissenschaftssoziologischen Reflexion, wird Wissenschaft mit dem Ensemble an Strukturmerkmalen gleichgesetzt, die mit diesem Modus einhergehen. Die angenommene Entwicklungsdynamik der Wissenschaft, die Gibbons et al. zufolge unweigerlich in einen neuen Modus der Wissensproduktion einmündet, ist wiederum mit weiteren Argumentationslinien verknüpft. So stellen sie beispielweise die These auf, dass die Universitäten zukünftig nicht mehr den zentralen Ort der gesellschaftlichen Wissensproduktion darstellen oder dass die Relevanz der Grundlagenforschung zukünftig schwinden werde.<sup>20</sup>

Die Mode 2-Theorie von Gibbons et al. ist jedoch umstritten. Der amerikanische Wissenschaftler Henry Etzkowitz und der niederländische Wissenschaftler Loet Leydesdorff argumentieren 1996, dass die drei ausdifferenzierten Bereiche von akademischer Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zunehmend enger miteinander agieren werden, ohne jedoch die Grenzen zwischen ihnen aufzuheben, so wie es in der Mode 2-Theorie angenommen wird. Sie definieren ein neues Modell der gesellschaftlichen Wissensproduktion unter dem Aspekt der Beibehaltung von Systemgrenzen bei zunehmend fester werdenden Kopplungen zwischen den Systemen und bezeichnen es als ‚triple helix‘-Modell.<sup>21</sup>

Das Konzept der festeren Kopplung zwischen akademischer Wissenschaft und Wirtschaft führt Henry Etzkowitz 1997 mit einem Forscherteam, bestehend aus Andrew Webster und Peter Healey, fort. In der Auflösung der traditionell klar gezogenen Grenzen zwischen akademischer Forschung und ihrer ökonomischen Verwertung sehen sie das Charakteristikum der gegenwärtigen Universitätsforschung. Die zwei klassischen Grundaufgaben von Universitäten, Lehre und Forschung, würden durch

---

<sup>20</sup> Vgl. Krücken 2001, S. 329 f.: Krücken führt die fünf Unterbehauptungen mit weiteren Erläuterungen auf: 1. Universitäten stellen nicht mehr den zentralen Ort der gesellschaftlichen Wissensproduktion dar. 2. Die Relevanz der Grundlagenforschung schwindet. 3. Wissenschaftliche Disziplinen verlieren ihre Orientierungsfunktion für die wissenschaftliche Forschung. 4. Der Einfluss wissenschaftlicher Disziplinen auf die Definition von Qualitätskontrollen und -kriterien schwindet ebenso wie die Relevanz der rein wissenschaftsinternen Qualitätssicherung. 5. Die soziale Verantwortlichkeit und Reflexivität der wissenschaftlichen Forscher nehmen zu. Vgl. auch Gibbons 1994.

<sup>21</sup> Vgl. Krücken 2001, S. 328. Vgl. auch Etzkowitz 1997.

eine dritte Aufgabe, den akademischen Wissens- und Technologietransfer, ergänzt und demzufolge würden auch neue Identitätskonzepte erforderlich.<sup>22</sup>

Obwohl es noch weitere Erklärungsmodelle gibt, wird in der Literatur hauptsächlich die neuartige Mode 2-Theorie von Gibbons et al. diskutiert. Der Soziologe Georg Krücken beispielsweise bemerkt 2001, dass es dem Forscherteam in geradezu visionärer Weise gelungen sei, unterschiedliche Tendenzen der aktuellen Wissenschaftsentwicklung benannt zu haben. Damit liefere das Werk der gegenwärtigen Wissenschaftsforschung wichtige Anregungen für weitere Forschungen, bei denen unterschiedliche Analyseebenen zueinander in Beziehung gesetzt werden könnten. Seine eigene Untersuchung bestätigt die Mode 2-Theorie jedoch nicht. Zwar finden auf der Ebene des hochschulpolitischen Diskurses tiefgreifende Veränderungen statt, doch werden sie auf den Ebenen der Wissenschaftsförderung und -praxis vielfältig durchbrochen. Nichtsdestotrotz lassen sich Krücken zufolge mit der Mode 2-Theorie Trendentwicklungen der akademischen Forschung zeigen, die im Laufe der nächsten Jahre zweifellos auch unterhalb der hochschulpolitischen Diskursebene an Bedeutung gewinnen werden.<sup>23</sup>

Der Bielefelder Soziologe Peter Weingart ist einer der härtesten Kritiker der Mode 2-Theorie. In seinen Veröffentlichungen stellt er die These auf, dass Mode 2 nur einen spezifischen Bereich der Forschung beschreibe und dass die für diese beobachtete institutionelle Veränderung zwar signifikant, jedoch nicht – wie behauptet – für das gesamte Wissenschaftssystem verallgemeinerbar sei. Für das deutsche Wissenschaftssystem lasse sich eine seit vielen Jahren fortschreitende Expansion der außeruniversitären Forschung beobachten, die in erster Linie auf das Wachstum der Großforschungszentren und anderer Forschungsinstitute zurückzuführen sei. Dies sei jedoch schon seit dem 19. Jahrhundert der Fall und somit kein neuartiger Prozess. 1999 kommt Weingart zu dem Schluss, dass von einer erkenntnistheoretischen Veränderung der Wissenschaft keine Rede sein könne.<sup>24</sup>

In seinem Buch ‚Die Stunde der Wahrheit‘ von 2001 greift Weingart seine These nochmals auf und vertieft sie. Er spricht vom Konzept der engen Kopplung der ge-

---

<sup>22</sup> Vgl. Krücken 2001, S. 328. Vgl. Etzkowitz 1998.

<sup>23</sup> Vgl. Krücken 2001, S. 332, S. 341 f.

<sup>24</sup> Vgl. Weingart 1999, S. 48-57.



sellschaftlichen Teilsysteme Wirtschaft und Wissenschaft und betont, dass nicht nur die klar definierte Grenze bestehen bleibe, sondern diese zudem durch die Kopplung erst zum Gegenstand wechselseitiger Konflikte und Reflexionen werde. Einen grundlegenden Konflikt zwischen Universität und Industrie sieht Weingart in den unterschiedlichen ‚Kulturen‘ von Wissenschaft und Wirtschaft, die sich im vermeintlichen Gegensatz von zweckfreier und nutzenorientierter Forschung manifestieren.<sup>25</sup>

„Die Unterscheidung von Grundlagen- und angewandter Forschung bezieht sich nicht nur auf unterschiedliche Orientierung der Forschung (etwa: tieferes Verständnis des Gegenstands vs. Verständnis von Mitteln zur Erreichung eines bestimmten Ziels), sondern auch und vor allem auf die Kontrolle über die Forschungsziele.“<sup>26</sup>

Grundlagenforschung stehe für die autonome Bestimmung der Forschungsziele durch die Wissenschaft selbst, angewandte Forschung für eine Bestimmung der Ziele durch Wirtschaft oder Politik. Da es sich bei der Unterscheidung zugleich um die Kategorien der Forschungsförderung handele, hatten sie eine eminent politische Bedeutung, insofern sie der Wissenschaft die Unabhängigkeit und Kontrolle über sich selbst auch finanziell garantierten.

„Mit der zumindest partiellen Aufkündigung dieses zentralen Elements des ‚Gesellschaftsvertrags‘ für die Wissenschaft hat die Unterscheidung ihre politische und legitimatorische Funktion verloren.“<sup>27</sup>

Obwohl die schon beschriebenen Konzepte eine Auflösung der Grenzen bzw. eine Verschmelzung der Funktionen anbieten, bleibt es nach Weingarts Meinung zu erwarten, dass „die Grenzen weiterhin bestehen und durch die neuen Vermittlungsmechanismen eher verstärkt als aufgelöst werden.“<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> Vgl. Weingart 2001, S. 174-176.

<sup>26</sup> Ebd., S. 192.

<sup>27</sup> Ebd.

<sup>28</sup> Ebd., S. 197.

An diese Theorie knüpft 2005 die Historikerin Martina Heßler an. Sie beschreibt die „enge Verflechtung von Wissenschaft und Technik“<sup>29</sup> aus historischer Sicht als einen Prozess mit Phasen der Trennung und der Vermischung. So zeige sich seit dem Ende des 19. Jahrhunderts zwar eine zunehmend enger werdende Verbindung von Wissenschaft und Industrie, doch wurde diese Beziehung bis in das 20. Jahrhundert durch institutionelle Trennung und durch neuartige wechselseitige Abhängigkeiten geprägt. Heßler sieht den entscheidenden Bruch Anfang der 1970er Jahre. Bis dahin sei eine Geschichte der ungestörten Grundlagenforschung geschrieben worden, die die politischen und ökonomischen Verbindungen der Wissenschaften im Ersten Weltkrieg und vor allem während des Nationalsozialismus ausblendete, die aber bestimmend für das Selbstverständnis und die öffentliche Wahrnehmung der Wissenschaften in der bundesdeutschen Gesellschaft waren. Gleichzeitig zeige sich nach Heßler ein Prozess, der die zunehmende Ökonomisierung und Politisierung der Wissenschaft beschreibt und der schließlich „seit den 1970er Jahren in der Wissenschaftspolitik zum dominierenden Konzept avancierte.“<sup>30</sup> Mit den Forderungen nach einem gezielten Technologietransfer endet für Heßler eine Ära, die durch Vertrauen in die Wissenschaft und ihre Problemlösungskapazitäten, durch eine starke Orientierung an der Grundlagenforschung und durch die starke Rolle des Staates gekennzeichnet war.<sup>31</sup> Heßler stellt zusammenfassend fest, dass sich die Wissenschaftsforschung für die Phase seit 1970 um die Sprache, um Begrifflichkeiten und um den adäquaten Beschreibungsmodus für das Verhältnis von Wissenschaft und Technik nicht zuletzt deshalb streitet, weil die unterschiedlichen Beschreibungsformen verschiedene Denk- und Theorietraditionen aufweisen.<sup>32</sup>

Diese Diskussion wird nachvollziehbar, wenn man bedenkt, dass der Wandel aufgrund des zunehmenden gesellschaftlichen und politischen Drucks auf die Hochschulen begonnen hatte, sich stärker in anwendungsrelevanten Bereichen zu engagieren. Im Kontext einer Verteuerung der Forschung und einer gleichzeitigen Verknappung von öffentlichen Geldern, wie dies in den 1970er Jahren der Fall wurde,

---

<sup>29</sup> Heßler 2005, S. 75.

<sup>30</sup> Ebd., S. 92-93.

<sup>31</sup> Vgl. ebd., S. 66.

<sup>32</sup> Vgl. ebd., S. 93.

lag es nahe, dass intensiv nach dem gesellschaftlichen Nutzen der akademischen Forschung gefragt wurde. Viele Wissenschaftler und Politikberater suchten nach Lösungen für eine Neugestaltung der Forschungs- und Innovationspolitik und für eine Positionierung der Wissenschaften. Auch an Hochschulen mussten Lösungen entwickelt werden, wie Lehre, Forschung und Wissens- und Technologietransfer zukünftig besser koordiniert werden konnten.<sup>33</sup>

Die Forschungsdiskussion zeigt, dass sich ab den 1970er Jahren die gesellschaftspolitische Haltung zum Wissens- und Technologietransfer stark verändert hat. Für die Fragestellung der Arbeit, wie sich der Wissens- und Technologietransfer am WZL entwickelt hat, markiert gerade diese Diskussion einen entscheidenden Einschnitt in der Geschichte des WZL und seiner Entwicklung. Ausgehend von den internationalen Modellen und den globalen Analysemethoden soll in dieser Arbeit der Transferprozess auf der Mikroebene analysiert werden. Am Beispiel des WZL wird der Wandel des Wissens- und Technologietransfers konkret dargestellt und der historisch-gesellschaftliche Einfluss von Staat und Industrie auf das WZL gezeigt.

## **1.2 Untersuchungsgegenstand: Das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL)**

### **1.2.1 Das WZL: Eine historische Einführung**

Die ingenieurwissenschaftliche Praxis hat gezeigt, dass es ‚reine‘ Grundlagenforschung – wie in den klassischen Naturwissenschaften Physik, Chemie oder Mathematik – bei den Ingenieurwissenschaften nicht gibt. Im Bereich der Technik und Naturwissenschaften bedeutet Forschung Erkenntnisgewinn durch Beobachtung der fachlichen Umgebung, um daraus allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten abzuleiten. Was aber für den Physiker die Beobachtung der Natur bedeutet, entspricht im ingenieurwissenschaftlichen Bereich des Maschinenbaus der Beobachtung von indus-

---

<sup>33</sup> Vgl. Schmoch 2003a, S. 383. Vgl. Maier 2002b, S. 256. Vgl. hierzu auch die Diskussion um die Krise der Universität, auf die in dieser Arbeit nur am Rande eingegangen wird. Nach Meinung vieler Forscher und Politiker befinden sich die deutschen Universitäten schon seit den 1980er Jahren in einer Krise, womit impliziert wird, dass nicht nur der effektive Transfer, sondern auch die Qualität der Forschung infrage gestellt wird, vgl. hierzu besonders Schimank 1995, Ash 1999, Stölting 2001 oder Mittelstraß 2005.

trieller Fertigung in den Betrieben. Dies kann nur in enger Zusammenarbeit mit der Industrie erfolgen, weil die notwendigen Untersuchungsgegenstände – gemeint sind Maschinen und Arbeitsprozesse – nur in den Betrieben vorhanden sind. Dort entstehen Fertigungsprobleme, die unter wissenschaftlicher Fragestellung gelöst werden müssen, damit sie Allgemeingültigkeit erlangen. Zwar kommen auch Ingenieure nicht ohne Erarbeitung von Grundlagen aus, nur sind diese eben nicht zweckfrei, sondern immer anwendungsbezogen, also praxisorientiert. Die Ingenieurwissenschaften nehmen demzufolge eine naturgemäße Sonderstellung im Transferprozess ein.<sup>34</sup>

Das WZL der RWTH Aachen ist heute eins der erfolgreichsten Institute im Hinblick auf den Wissens- und Technologietransfer. Seit seiner Gründung strebten die Leiter des WZL danach, praxis- und anwendungsorientiert zu forschen. Adolf Wallich, der 1906 auf den neu gegründeten fertigungstechnischen Lehrstuhl nach Aachen berufen wurde, begann zunächst in einer kleinen Versuchswerkstatt in den Kellerräumen des Hauptgebäudes der Technischen Hochschule Aachen mit Untersuchungen zum Zerspanungsvorgang. 1908 übersetzte er die betriebswissenschaftlichen Lehren des Amerikaners F. W. Taylor ins Deutsche. Damit schuf er die Voraussetzungen für einen ersten Wissens- und Technologietransfer der damals noch neuen Disziplin Betriebswissenschaft in die deutsche Lehre und Forschung sowie in die kleinen und mittelständischen Industriebetriebe der Aachener Region und der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie.<sup>35</sup>

Sein Nachfolger, Herwart Opitz, legte seit 1936 den Forschungsschwerpunkt auf die Zerspanforschung und Werkzeugmaschinen und führte Forschungsprojekte durch, die größtenteils an den Zweck der Aufrüstung gebunden waren.<sup>36</sup>

Nach dem Zweiten Weltkrieg griff Opitz aktuelle Fragestellungen in der Entwicklung der Werkzeugmaschinen und der Fertigungstechnik auf und schloss sich für For-

---

<sup>34</sup> Vgl. zur Grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung besonders Pritschow 1998, S. 53-69 und Spur 1998, S. 61. Vgl. auch Krebs 2008.

<sup>35</sup> Vgl. hierzu das Kapitel 2: Wissens- und Technologietransfer für die Aachener Region (1906-1936). Zur Vorgeschichte der Lehrgebiete Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen an der Technischen Hochschule Aachen vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 9-11. Zur Technischen Hochschule Aachen vor Einrichtung des Lehrstuhls vgl. auch Krebs 2008.

<sup>36</sup> Vgl. hierzu das Kapitel 3: Wissens- und Technologietransfer für den NS-Staat (1936-1945).

schungsprojekte mit Partnern aus anderen deutschen Hochschulen und internationalen Forschungseinrichtungen zusammen. Der Wissens- und Technologietransfer war nun durch interdisziplinäre Gemeinschaftsforschung geprägt und richtete sich weiterhin an die Industrieunternehmen der Region, die rheinisch-westfälische Schwerindustrie sowie zunehmend an national tätigen Unternehmen.<sup>37</sup>

1973 veränderte sich die institutionelle Struktur am WZL. Die Forschungsthemen wurden auf vier Lehrstühle aufgeteilt, denen jeweils ein Professor vorstand. Das Vierer-Direktorium des WZL bestand aus Walter Eversheim (Lehrstuhl für Produktionssystematik), Wilfried König (Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren), Manfred Weck (Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen) und Tilo Pfeifer (Lehr- und Forschungsgebiet Messtechnik für die automatisierte Fertigung, aus dem 1988 der erste deutsche Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement wurde). Gemeinsam als Vierer-Direktorium gelang es ihnen, 1980 das Fraunhofer Institut für Produktionstechnik (Fraunhofer IPT) in Aachen zu etablieren sowie den Wissens- und Technologietransfer kontinuierlich fortzusetzen und für den internationalen Markt zu erweitern.<sup>38</sup>

Seit 2004 werden das WZL und das Fraunhofer IPT von einem Direktorium geleitet, bestehend aus Christian Brecher (Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen), Fritz Klocke (Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren), Robert Schmitt (Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement) und Günther Schuh (Lehrstuhl für Produktionssystematik).<sup>39</sup> Sie haben es sich zur Aufgabe gemacht, einen zukunftsorientierten Wissens- und Technologietransfer zu etablieren. Als erste wichtige Meilensteine sind sicherlich das ‚RWTH Campus‘-Programm oder der im Rahmen der Exzellenzinitiative entstandene Exzellenzcluster ‚Integrative Produktionstechnik für

---

<sup>37</sup> Vgl. hierzu das Kapitel 4: Der interdisziplinär geprägte Wissens- und Technologietransfer für den nationalen Markt (1945-1973).

<sup>38</sup> Vgl. hierzu das Kapitel 5: Der institutionell orientierte Wissens- und Technologietransfer für den internationalen Markt (1973-2006).

<sup>39</sup> Vgl. zum Direktorium am WZL und am Fraunhofer IPT besonders 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 147-174. In dieser Arbeit wird die aktuelle Situation des Wissens- und Technologietransfers am WZL nicht thematisiert.

Hochlohnländer' zu sehen, an denen die Professoren des WZL maßgeblich beteiligt sind.<sup>40</sup>

### 1.2.2 Forschungsstand und Quellenmaterial zum WZL

In dieser Arbeit wird keine Technikgeschichte im klassischen Sinne betrieben. Es geht nicht um die Geschichte der Werkzeugmaschinen, der Zerspanforschung oder um andere produktionstechnologische Entwicklungsstränge. Es geht um den Prozess des Wissens- und Technologietransfers am WZL und dessen Veränderungen im historischen Wandel. Dazu ist es notwendig, neben der eigentlichen Literatur zum und vom WZL, auch ein breites Spektrum von Literatur zu betrachten, das die nötigen Informationen über die historische Entwicklung liefert.

Der Forschungsstand über die historische Entwicklung der Ingenieurwissenschaften beschränkt sich größtenteils auf allgemeine Gesamtdarstellungen von technischen Erfindungen. Eine informative Übersicht stellen die fünf Bände des Prophylläen Technikgeschichte dar. Hier werden technologische Entwicklungen beschrieben, wie das Eisenbahnwesen, die Entwicklung der Webmaschinen oder die maschinelle Rechentechneik.<sup>41</sup> Die Weiterentwicklung der Produktionstechnik als ein Bestandteil der Ingenieurwissenschaften wird zum Teil in diesen Publikationen behandelt. Ergänzend dazu gibt es Übersichten über das Berufsbild des Ingenieurs auf Basis der technologischen Erfindungen.<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup> Zum Campusprogramm, das seit 2005 von Günther Schuh als Rektoratsbeauftragtem begleitet wird, vgl. z. B. „Campus der Superlative soll RWTH stärken“, in: Aachener Zeitung vom 18. August 2007, „Neue Hochschulstadt wächst auf alten Gleisen“, in: Aachener Nachrichten vom 23. November 2007 sowie „RWTH Aachen Campus – Der größte Wissenschaftscampus Europas entsteht“, in: aHEAD 2009/2010, hrsg. von der AGIT, S. 28-31. Zum Exzellenzcluster, dem Christian Brecher als Sprecher vorsteht, vgl. z. B. „Wie Deutschland schneller, besser und günstiger produzieren könnte“, in: Aachener Nachrichten vom 6. November 2006. Vgl. dazu auch die Internetseite der RWTH Aachen [www.rwth-aachen.de](http://www.rwth-aachen.de) (28. Januar 2008).

<sup>41</sup> Für den zu untersuchenden Zeitraum sind besonders die Bände 4 und 5 interessant: König 1997 und Braun 1997. Vgl. auch Einzeldarstellungen, wie Kaiser 1993/94, S. 173-191, der einen informativen Überblick von Taylor bis zur lean production gibt.

<sup>42</sup> Vgl. Kaiser 2006. Vgl. zum Berufsbild des Ingenieurs auch Hortleder 1970 und Schweitzer 1999, S. 67-85.

Des Weiteren gibt es zahlreiche neuere Einzelpublikationen über Forschungseinrichtungen, wie die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), die Max-Planck-Gesellschaft oder die Fraunhofer Gesellschaft, die von Historikern verfasst wurden. Es sind hauptsächlich Festschriften, die zu bestimmten Jubiläen in Auftrag gegeben wurden.<sup>43</sup> Ferner finden sich Selbstdarstellungen und Festschriften von Ingenieurverbänden, wie dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und dem Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (VDW).<sup>44</sup>

In diesen Selbstdarstellungen und Festschriften wird die Geschichte der jeweiligen Einrichtung in den historischen Kontext gesetzt.<sup>45</sup> Der Fokus dieser Schriften liegt einerseits auf Personen, wie z. B. auf Vorsitzende oder Präsidenten, andererseits auf den jeweiligen Forschungsgebieten der Einrichtungen, wobei die Produktionstechnik nur am Rande gestreift wird.<sup>46</sup>

Eine historische Gesamtübersicht über alle deutschen produktionstechnischen Hochschuleinrichtungen liegt aus dem Jahr 1987 vor: Es handelt sich um die Festschrift der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP), die einen detaillierten Überblick über die Anfänge der Produktionstechnik, die Entstehung der Wissenschaftlichen Gesellschaft und eine kurze Darstellung aller Mitgliedsinstitute ent-

---

<sup>43</sup> Vgl. zur Deutschen Forschungsgemeinschaft z. B. Nipperdey 1970, Hammerstein 1999. Vgl. zur Max-Planck-Gesellschaft z. B. Vierhaus 1990. Vgl. zur Fraunhofer Gesellschaft z. B. Trischler 1999a.

<sup>44</sup> Vgl. zum Verein Deutscher Ingenieure z. B. Ludwig 1981, Hallmann 2006. Vgl. zum Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken z. B. Kappel 1966, Spur 1991.

<sup>45</sup> Die Aufarbeitung der nationalsozialistischen Vergangenheit der Forschungseinrichtungen wird in jüngster Zeit verstärkt betrieben: vgl. für die Max-Planck-Institute z. B. Maier 2002a. Vgl. auch das Forschungsprojekt ‚Forschergruppe zur Geschichte der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1920-1970‘, darin besonders das Projekt von Mirko Buschmann über die DFG-geförderte maschinenwissenschaftliche Forschung 1920-1970, vgl. dazu auch die Internetseite <http://projekte.geschichte.uni-freiburg.de/DFG-Geschichte> (12. Januar 2008). Außerdem gibt es Einzelstudien, die das Verhalten und die Rolle von Naturwissenschaftlern von bestimmten Berufsgruppen oder von Forschungsrichtungen kritisch darstellen, so z. B. Beyerchen 1980 für Physiker oder Klee 2001 für Mediziner. Vgl. auch die Biographie über Fritz Haber von Szöllösi-Janze 1998 oder Trischler 1992 über die Luft- und Raumfahrtforschung.

<sup>46</sup> Es konnte keine Literatur zur kritischen Beurteilung von Festschriften gefunden werden. Auch in den entsprechenden Handbüchern wird die Kategorie Festschrift nicht aufgeführt.

hält. Verfasser dieser Festschrift sind Ingenieure, also Mitglieder der Wissenschaftlichen Gesellschaft.<sup>47</sup>

In den Festschriften der Universitäten und technischen Hochschulen werden die produktionstechnischen Institute und ihre Forschungsgebiete ebenfalls vorgestellt.<sup>48</sup> Als herausragende Arbeiten müssen die Beiträge von Günter Spur gewertet werden, der von 1965 bis 1997 als Leiter des Institutes für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der Technischen Universität Berlin tätig war. Er beschreibt in seinen Publikationen die Technik und ihre Funktion und bindet diese als kulturgeschichtlichen Beitrag in die Entwicklungsgeschichte der Berliner Produktionswissenschaft mit ein. Eine weitere Untersuchung widmet sich den produktionstechnischen Forschungsarbeiten im Nationalsozialismus. Anhand der von 1933 bis 1945 veröffentlichten Dissertationen zeigt Spur die inhaltliche Ausrichtung an den einzelnen produktionstechnischen Lehrstühlen zur Zeit der Nationalsozialisten auf.<sup>49</sup>

Die bisher vorgestellte Literatur lieferte wichtige Informationen über die historische Entwicklung der jeweiligen Einrichtungen, die notwendig waren, um die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL zu ergänzen. Der Transferprozess an sich war jedoch nicht explizit das Thema dieser Schriften, so dass sie für die Fragestellung dieser Arbeit nur am Rande Bedeutung hatten.

Die spezielle Literatur zum Wissens- und Technologietransfer lässt sich in zwei Kategorien unterteilen: Zum einen sind es Ingenieurwissenschaftler und Wirtschaftswis-

---

<sup>47</sup> Vgl. Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987.

<sup>48</sup> Vgl. für das WZL z. B. die Festschriften über die RWTH Aachen: Gast 1920, S. 261-301, Klinkenberg 1970, S. 298, Habetha 1995, S. 295-303 und S. 432-447, Walter 1999, S. 188 ff. und S. 194 ff. Die Aufarbeitung der nationalsozialistischen Vergangenheit setzte an technischen Hochschulen erst in den 1980er Jahren ein, während an den Universitäten damit schon in den 1960er Jahren begonnen wurde: Vgl. z. B. Georgia Augusta-Universität 1965, Adam 1977 über die Universität Tübingen, Voigt 1981 über die Universität Stuttgart. Für die RWTH Aachen vgl. das Standardwerk von Kalkmann 2003 und die neueren Forschungen über Aachener Professoren und deren nationalsozialistische Vergangenheit im Rahmen des geschichtswissenschaftlichen Forschungsprojektes zur Erinnerungskultur der RWTH Aachen (2001 bis 2004), aus dem z. B. folgende Publikationen hervorgegangen sind: Tschacher 2004 über Alfred Buntru und Krebs 2005 über Albert Huyskens.

<sup>49</sup> Vgl. Spur 1967, Spur 1979, Spur 1998, Spur 2000, Spur 2003 sowie Spur 2004.



senschaftler, die den stattfindenden Transferprozess beispielsweise von öffentlichen Forschungseinrichtungen oder für bestimmte Regionen analysieren.<sup>50</sup> Zum anderen finden sich Analysen und Gutachten aus den 1980er Jahren, die im Auftrag des Bundes gemacht wurden, mit dem Ziel, eine Verbesserung des Transferprozesses einzuleiten und diesen durch gezielte Förderungsmaßnahmen dauerhaft zu sichern.<sup>51</sup> Diese Untersuchungen erwiesen sich für die Fragestellung der Arbeit als gewinnbringende Grundlage.

Literatur, die sich ausschließlich der Analyse des Wissens- und Technologietransfers am WZL widmet, liegt bisher nicht vor. Die wichtigsten Informationen über die historische Entwicklung des Institutes und die dort bearbeiteten Forschungsschwerpunkte finden sich in der jüngsten Publikation zum hundertjährigen Bestehen des Institutes, die 2006 veröffentlicht wurde.<sup>52</sup> Weitere historische Darstellungen sind ältere Jubiläumsschriften sowie Publikationen über die WZL-Professoren anlässlich ihrer Geburtstage oder Emeritierungen.<sup>53</sup>

Zudem wurden Publikationen des WZL, wie Beiträge in Fachzeitschriften und Mitarbeiterzeitschriften, Vorworte in Dissertationen und Habilitationen sowie WZL-Jahresberichte und Selbstdarstellungen für interne und externe Zielgruppen, Organigramme, Lehrbücher oder Vorträge der Professoren analysiert, um die Entwicklung des WZL und des Wissens- und Technologietransfers näher zu untersuchen.

Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf Zeitzeugeninterviews gelegt. So wurden Interviews mit den emeritierten und aktiven Professoren sowie mit ehemaligen Mitarbeitern geführt. Außerdem wurden je nach Informationsbedarf mit den Professoren, OBERINGENIEUREN, MITGLIEDERN DES WZL-FREUNDESKREISES UND ASSISTENTEN SOGENANN-

---

<sup>50</sup> Vgl. Schmoch 2000, Schmoch 2003a oder Kuttruff 1994.

<sup>51</sup> Vgl. Allesch 1984, Allesch 1986, Allesch 1988 und Selmayr 1989.

<sup>52</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006.

<sup>53</sup> Vgl. hierzu ältere Jubiläumsschriften: 75 Jahre WZL 1981; 80 Jahre WZL 1986; 90 Jahre WZL 1996. Vgl. Publikationen über Wallichs z. B.: Herwart Opitz 1949. Über Opitz z. B.: Werkzeugmaschine und Fertigungstechnik 1965; Stand und zukünftige Entwicklungen in der Produktion 1970. Habetha 1995, S. 295-303. Vgl. anlässlich der Emeritierungen von Walter Eversheim besonders Milberg 2002 und die Festschrift zum 60. Geburtstag von Tilo Pfeifer besonders Qualität und Messtechnik im Wandel 1999.

te informelle Expertengespräche geführt oder kurzfristige Besichtigungstouren in den Werkzeugmaschinenhallen durchgeführt.<sup>54</sup>

Das WZL besitzt kein eigenes Archiv; es gibt einen Keller, in dem sich ein unsortierter Altaktenbestand und Einzelakten fanden, die in großen Teilen für die Arbeit ausgewertet wurden. Es fanden sich zudem Aktenordner zu einzelnen Forschungsprojekten, Unterlagen zu Kongressorganisationen und Tagungsunterlagen sowie ein unsortierter Bestand von alten Fotos. Das Hochschularchiv der RWTH Aachen bot reichlich Material über die Leiter des WZL: Die Personalakten von Adolf Wallichs und Herwart Opitz konnten eingesehen werden und boten informative Hinweise über ihre Zeit an der Hochschule. Die Berufungsunterlagen von Eversheim, König, Weck und Pfeifer sowie die Personalakten unterliegen gemäß Archivgesetz gewissen Sperrfristen, so dass keine Untersuchung dieser Akten möglich war.

Folgende Archive enthalten ebenfalls Material, das zur Vervollständigung der Institutsgeschichte und der Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers beigetragen hat: Das Universitätsarchiv der Technischen Hochschule Dresden wurde angefragt, um Informationen zu Opitz' Aufenthalt in Dresden zu erhalten. Leider gab es dort keinen Bestand zu seiner Person. Im Hauptstaatsarchiv Düsseldorf wurden Akten zur Entnazifizierung von Opitz eingesehen; doch dieser Bestand ist nicht vollständig. Das ThyssenKrupp Konzernarchiv enthält einen Aktenbestand zu Wallichs, der vor seiner Zeit am WZL in der Friedrich-Wilhelm-Hütte tätig gewesen war. Somit ist der Aktenbestand in das Konzernarchiv übergegangen. Das Bundesarchiv Berlin, das Geheime Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz und das Aachener Stadtarchiv enthalten Informationen über u. a. Personen, Forschungsarbeiten, Korrespondenz zwischen WZL und Kultusministerien sowie lokale Presseartikel. Das Privatarchiv der

---

<sup>54</sup> Für Interviews stellten sich zur Verfügung: Die emeritierten WZL-Professoren Walter Eversheim, Tilo Pfeifer und Manfred Weck sowie die aktiven WZL-Professoren Christian Brecher, Fritz Klocke, Robert Schmitt und Günther Schuh. Zeitzeugengespräche wurden auch mit Hubert Jansen geführt, der von 1935 bis 1937 als Assistent am WZL tätig gewesen ist, und mit dem Berliner Professor Günter Spur als einen externen Kenner des WZL. Besonders die Oberingenieure Reinhard Freudenberg, Andreas Kahmen, Dieter Lung, Marcus Queins, Heiko Schlattmeier, Frederik Zohm sowie die Mitglieder des Freundeskreises, hier besonders Wilhelm Hans Engelskirchen, Hans Wilhelm Obrig, Henning Siebel, Hans-Günther Rohs und Karl Schwiigelshohn, standen der Verfasserin für alle Fragen jederzeit zur Verfügung. Ihnen allen soll an dieser Stelle für die vielen Fachinformationen, Anekdoten und Erinnerungen gedankt werden.

BPW Bergisch Achsen Kommanditgesellschaft enthält den privaten Nachlass von Herwart Opitz; hier konnten wertvolle Informationen gefunden werden.

Die archivalischen Quellen, die Publikationen des WZL und die Zeitzeugeninterviews ermöglichten es, ein nahezu vollständiges Bild des WZL und des dort stattfindenden Wissens- und Technologietransfers zu erstellen.

Festzuhalten bleibt, dass in der Forschungsliteratur zwar eine intensive Diskussion über den Wissens- und Technologietransfer herrscht, jedoch liegen wenige tatsächliche Erkenntnisse über die historische Entwicklung der Interaktion zwischen Forschungseinrichtungen und Industrie vor.

Es gibt bisher keine Darstellung, die den Transferprozess an einem Hochschulinstitut über einen längeren Zeitraum betrachtet und den damit verbundenen historisch-gesellschaftlichen Einfluss von Politik bzw. Staat und Industrie beleuchtet. Die vorliegende Untersuchung soll dazu beitragen, diese Forschungslücke zu schließen.

### **1.2.3 Das Modell des Wissens- und Technologietransfers am WZL**

In dieser Arbeit wird der Begriff Wissens- und Technologietransfer verwendet, um die gesamte Interaktion zwischen der Forschungseinrichtung WZL und den Industrieunternehmen zu beschreiben. Denn er beinhaltet nicht nur die Wege der Vermittlung, sondern auch die Objekte, die vermittelt werden: technologisches Wissen und neue Technologien.<sup>55</sup>

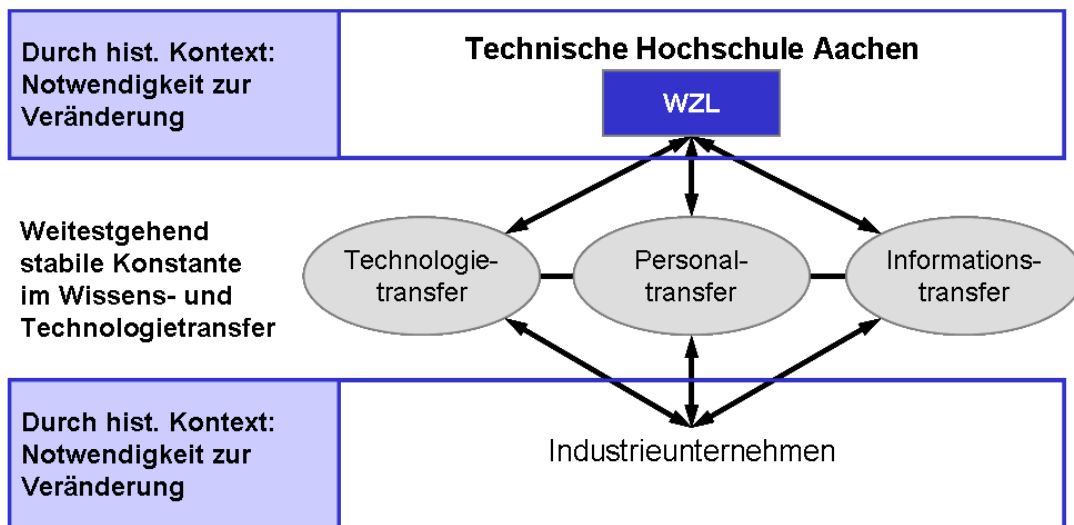
Um den Transferprozess am WZL zu untersuchen, wurde ein klares, relativ einfaches Beschreibungsmodell entwickelt. Es eignet sich für diese Langzeitbetrachtung des WZL, da so der am Institut nachweislich praktizierte Wissens- und Technologietransfer in den vier Entwicklungsphasen im historischen Kontext beschreibbar wird.

---

<sup>55</sup> Vgl. Schmoch 2000, S. 4. Vgl. auch Poser 1990, S. 13: In der Literatur finden sich viele Begriffe, wie Technologietransfer, Wissenstransfer, Wissenschaftstransfer, die alle für ein und denselben Vorgang stehen: Sie bezeichnen einen Vermittlungsprozess zwischen Wissenschaft und Anwendung, zwischen Theorie und Praxis, zwischen Forschungseinrichtung und Industrieunternehmen. Zu den verschiedenen Arten des Transfers vgl. auch Meinicken 1992, Braun 1992 sowie Fromhold-Eisebith 1992. Vgl. zur Terminologie rund um den Transferprozess z. B. Allesch 1988, Kuttruff 1994 und Jonas 2000. Vgl. zur Diskussion um die Effizienz des Transferprozesses z. B. Kayser 1987, Allesch 1988 und Töpfer 1990.

Zudem erlaubt das simplifizierte Modell eine Übertragbarkeit in einen anderen Anwendungskontext durch Identifikation der konstanten Faktoren im Modell: So ließe sich das Modell beispielsweise verwenden, um den Transferprozess an einem inhaltlich verwandten und ähnlich strukturierten Institut, wie dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der Technischen Universität Berlin, zu untersuchen.<sup>56</sup>

Schwächen hat das Modell sicherlich im Hinblick auf seine statische Struktur, die es nicht erlaubt, die gesamte Dimension des Entwicklungsprozesses zu erfassen, sondern nur die jeweiligen Entwicklungsphasen.



**Modell für den Wissens- und Technologietransfer am WZL**

Quelle: eigene Darstellung

Das Hochschulinstitut WZL produziert als Transfergeber technologisches Wissen und neue Technologien: Gemeint sind Ideen, Erfahrungen, Erkenntnisse, Prozesse und Verfahrensweisen sowie Produkte, die es in Form der drei für das WZL definierten Wege ‚Technologietransfer‘, ‚Personaltransfer‘ und ‚Informationstransfer‘ an die Industrieunternehmen zu vermitteln gilt. Die Industrie als Transfernehmer und Auftraggeber nimmt einerseits die gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse bereit-

<sup>56</sup> In den Hauptkapiteln wird auf Basis dieses Musters ein für den jeweiligen Betrachtungszeitraum spezifisches Modell entwickelt, vgl. dazu die jeweiligen Zwischenfazite. Vgl. zum Modell auch die Innovationsmodelle von Schmoch 2003a.

willing auf, da sie zum Teil keine eigene Forschung betreiben kann. Andererseits spielt sie neue technologische Problemstellungen und Marktbedürfnisse an das WZL zurück, für die sie Lösungen braucht. Die in beide Richtungen laufenden Pfeile symbolisieren diese gewisse gegenseitige Abhängigkeit. Nicht mehr nur die Hochschule ist der Ort, an dem Wissen kumuliert wird, sondern auch die Industrie verfügt über Wissen, das für das WZL überlebensnotwendig ist: Denn sie liefert dem WZL neue Forschungsthemen, ohne die das WZL nicht innovativ sein kann. Ohne diese wechselseitige Interaktion wäre ein praxis- und lösungsorientierter Wissens- und Technologietransfer am WZL nicht möglich.

Der gesamte Transferprozess wird durch äußere Bedingungen beeinflusst: Der historische Kontext bedingt eine Veränderung aller am Prozess Beteiligten. Die Transferwege bilden im sich wandelnden Prozess die weitestgehend stabile Konstante, denn ohne sie kann ein Transfer nicht stattfinden.

#### **1.2.4 Transferwege**

Für das WZL wurden drei Transferwege definiert, über die ein Wissens- und Technologietransfer stattfinden kann: ‚Technologietransfer‘, ‚Personaltransfer‘ und ‚Informationstransfer‘.<sup>57</sup>

Der Weg ‚Technologietransfer‘ beinhaltet die Transferleistungen, die durch Forschungsarbeiten zustande kommen. Gemeint ist ein projektgebundener Transfer, der sich auf die Initiierung und Abwicklung von Forschungsprojekten bezieht. Hier generieren Hochschulwissenschaftler und Industrievertreter technologisches Wissen (Wissensgefälle in anwendbarem Wissen). Diesen Wissensvorsprung um praktische Problemstellungen und Marktbedürfnisse benötigen beide Kooperationspartner, um innovative Forschung und Entwicklung betreiben zu können. Außerdem kann dadurch ein aktueller Wissensstand für den Bereich der Lehre gewährleistet werden.

Zum Technologietransfer zählen am WZL zum einen die universitäre Grundlagenforschung, die zu den ureigensten Aufgaben eines Hochschulinstitutes gehört, und zum anderen die universitäre Gemeinschaftsforschung. Diese begann in der 1937 von Adolf Wallich und Herwart Opitz mitbegründeten Hochschulgruppe Betriebswissenschaft (heute Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik, WGP) und fin-

---

<sup>57</sup> Vgl. zur unterschiedlichen Begriffsbenutzung Allesch 1988, Kuttruff 1994 und Schmoch 2000.

det sich seit den 1950er Jahren in den zahlreichen DFG-Sonderforschungsbereichen wieder, die am WZL positioniert sind.

Die industrielle Gemeinschaftsforschung<sup>58</sup>, d. h. die Auftragsforschung, die das WZL und Fraunhofer IPT heute noch mit Industriepartnern betreiben, wird zum Transferweg Technologietransfer gerechnet, genauso wie die vielen Projekte mit Forschungsgemeinschaften, beispielsweise mit der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF). Eine besondere Form der Interaktion von WZL und Industrie sind die zahlreichen Arbeitskreise, die etwa seit 1956 zu den unterschiedlichsten Themengebieten gegründet und in denen vorwettbewerbliche Fragen – also für industriegeförderte und zielgerichtete Forschung – gemeinsam bearbeitet werden. Auch Patentanmeldungen<sup>59</sup>, Beratertätigkeiten und Spin-offs, die sich aus dem WZL und dem Fraunhofer IPT herausgebildet haben, gehören zu diesem Transferweg.

Eine weitere Form des Technologietransfers findet über Maschinen und technisch-wissenschaftliche Ausrüstung für das Labor statt, die die Industriepartner dem WZL im Rahmen der Forschungsprojekte zur Verfügung stellen.

So ergibt sich folgende Zusammenfassung zum Technologietransfer:

---

<sup>58</sup> Vgl. zur Gemeinschaftsforschung auch Schöning 1980, S. 77-80: Für den Werkzeugmaschinenbau wird die Gemeinschaftsforschung vom VDW betreut. Da der VDW kein eigenes Forschungsinstitut hat, werden Forschungsaufträge insbesondere an die Hochschulen der heutigen WGP vergeben. Der VDW und die Institute bemühen sich um eine Koordinierung der Forschungsarbeiten. Es finden regelmäßige Treffen statt, bei denen aktuelle Fragen der Forschung und Lehre diskutiert werden und eine generelle Zielrichtung der Grundlagen- und Gemeinschaftsforschung abgestimmt wird. Anregungen für Forschungsvorhaben kommen von einzelnen VDW-Mitgliedsfirmen, aus Hochschulen und aus den Arbeitsgruppen des technischen Ausschusses des VDW.

<sup>59</sup> Vgl. zu Patentanmeldungen auch Schmoch 2000, S. 24-26: Patentanmeldungen verdeutlichen, dass eine Orientierung auf transferierbare Ergebnisse erfolgt, doch impliziert allein eine Anmeldung noch nicht ihre Verwertung. Die Zahl der Patentanmeldungen aus Hochschulen stieg seit Beginn der 1970er Jahre stetig an. Im Jahr 1992 wurde die Zahl von jährlich 1.000 Anmeldungen am Deutschen Patentamt überschritten. Nach deutschem Recht gehören Patente aus der Hochschulforschung in der Regel dem Hochschullehrer, nicht der Universität. Dieser kann entweder das Patent auf eigene Kosten anmelden oder – wie es in 60 Prozent der Anmeldungen der Fall ist – einen industriellen Partner die Erfindung beim Patentamt anmelden lassen. Daher lässt sich nicht genau erkennen, welche Erfindungen tatsächlich in der Hochschule und welche in der Industrie entstanden sind.

- Universitäre Grundlagenforschung
- Universitäre Gemeinschaftsforschung
- Industrielle Auftragsforschung und Gemeinschaftsforschung in Arbeitskreisen und Geschäftsfeldern
- Patentanmeldungen
- Beratertätigkeit
- Spin-offs

Mit dem Transferweg ‚Personaltransfer‘ ist der Know-how-Transfer über Köpfe gemeint, der tatsächliche Austausch von Personen, die von der Hochschule in Industrieunternehmen gehen und umgekehrt. Sie verfügen über ein spezielles technologisches Wissen, das so als explizites Wissen in die jeweilige Institution gelangt.

Den quantitativ größten Teil des Personaltransfers am WZL machen sicherlich die wissenschaftlichen Assistenten aus: In den vergangenen 100 Jahren haben rund 1200 promovierte Ingenieure das WZL verlassen. Während ihrer Zeit am Institut profitieren sie von den Kooperationen mit der Industrie und lernen potenzielle Arbeitgeber näher kennen. Dies ist übrigens noch heute für viele Diplomingenieure ein attraktiver Gesichtspunkt, der dazu beiträgt, sich für eine Assistentenzeit am WZL oder am Fraunhofer IPT zu entscheiden. Die Assistenten profitieren aber nicht nur von den bestehenden Netzwerken, sondern sind aktiv – beispielsweise durch Akquise, Exkursionen oder Teilnahme an Kongressen – an der Erweiterung und Festigung der Netzwerke beteiligt. Wenn die WZL- und IPT-Assistenten nach etwa vier Jahren ihre Promotion abgeschlossen haben und in die Industrie gehen, nehmen sie ihre Erfahrungen und ihr technologisches Wissen mit, aber auch die Arbeitsweisen und das Wissen um die Forschungsmöglichkeiten der Institute (implizites und explizites Wissen).

Auch die Maschinenbaustudenten, die jährlich die RWTH Aachen verlassen, tragen die innovativen Ideen und Methoden direkt in die Industrieunternehmen. Durch Vorlesungen, Studien- und Diplomarbeiten oder als studentische Hilfskräfte lernen sie nicht nur das WZL und das Fraunhofer IPT kennen, sondern auch viele Kooperationspartner aus der Industrie. In den Maschinenhallen der Institute können die Studie-

renden ihr Fachwissen praktisch anwenden. Im Jahr 2006 arbeiteten etwa 400 Studierende am WZL und Fraunhofer IPT.

Ein zahlenmäßig geringerer, aber umso bedeutender Personaltransfer findet über die Institutsleitung statt. Schon frühzeitig wurde Industrieerfahrung ein Einstellungskriterium für jeden neuen Professor. So sollte neues Wissen – Erfahrungen, Anregungen aus der Praxis für die Forschungstätigkeiten sowie die persönlichen Kontakte – in das WZL gebracht werden. Um das Profil des Wissenschaftsbereichs am WZL und Fraunhofer IPT ständig aktuell zu halten, waren die Professoren zusätzlich als wissenschaftliche Berater in Beiräten und Aufsichtsratsgremien von Industrieunternehmen tätig.

Einen weiteren Aspekt des Transferweges Personaltransfer bildet der am WZL sehr stark ausgeprägte Netzwerkgedanke. Zum einen gibt es ein internes Netzwerk, das durch Ehemaligentreffen, gemeinschaftliche Feste und Einladungen zu fachlichen Veranstaltungen und Kongressen regelmäßig gepflegt wird. Im sogenannten Roten Buch sind alle promovierten ehemaligen Mitarbeiter verzeichnet, so dass die Kontaktpflege leicht fällt. Dies ist wichtiger Teil des Netzwerkgedankens und trägt natürlich auch dazu bei, dass der Kontakt zwischen Assistent und Hochschule bestehen bleibt – und sich die Ehemaligen immer noch als Teil der Institution fühlen. Zudem halten ehemalige Assistenten und Industrievertreter bis heute Vorlesungen und Fachvorträge am WZL und bringen damit aktuelle technologische Fragestellungen an das WZL.<sup>60</sup>

Zum anderen gibt es externe Netzwerke, die hauptsächlich durch Mitgliedschaften der Professoren in Kompetenznetzwerken oder Arbeitskreisen und durch persönliche langjährige Kontakte zu Verbänden und deren Mitgliedern, wie beispielsweise der WGP und anderen Forschungsvereinigungen, geprägt sind. Am WZL pflegte man frühzeitig Kontakte zu internationalen Hochschulen: Ende der 1950er Jahre lud Opitz insbesondere amerikanische Gastprofessoren nach Aachen ein, um den Mitarbeitern und Studenten die neuesten Technologien und internationalen Methoden nahe zu

---

<sup>60</sup> Vgl. z. B. Pressemitteilung der RWTH Aachen vom 5. Dezember 2002: Ein Beispiel dafür ist Dr. Wendelin Wiedeking, der 1983 am WZL promovierte und von 1992 bis 2009 als Vorstandsvorsitzender der Porsche AG tätig war. Er erhielt 2002 einen Lehrauftrag an der RWTH Aachen und hielt regelmäßig Vorlesungen zum Thema Innovationsmanagement.



bringen. Auch die Kontakte zur brasilianischen Universität Santa Catarina in Florianópolis, die mit der Aachener Hochschule bis heute eine Partnerschaft unterhält, sind in diesen Jahren begründet. Es wurden gemeinsame Forschungsprojekte initiiert und ‚Austausch‘-Assistenten, besonders auch aus dem asiatischen Bereich, erhielten die Möglichkeit, am WZL zu promovieren. Die WZL-Professoren hielten Gastvorträge oder Vorlesungen im In- und Ausland. Die zahlreichen Ehrendokortitel und Ehrenprofessuren, die sie erhalten haben, zeugen von ihrem nationalen und internationalen Ansehen.<sup>61</sup>

Nicht zuletzt spielt der gesellschaftliche Aspekt eine große Rolle für einen funktionierenden Wissens- und Technologietransfer. Die Professoren engagierten sich als Rektoren, Dekane und in weiteren Ämtern in der Hochschulpolitik oder in anderen gesellschaftlichen, außeruniversitären Ämtern.<sup>62</sup>

So gelingt ein Wissens- und Technologietransfer über den Weg Personaltransfer hauptsächlich durch:

- Assistenten
- Studenten
- Institutsleiter

---

<sup>61</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 81: Herwart Opitz erhielt 8 Ehrendoktorwürden: Universität Leuven, Belgien (1961), Universität Strathclyde in Glasgow, Schottland (1966), Universität Cincinnati, USA (1969), Aston University Birmingham, Großbritannien (1971), Technische Universität Berlin (1971), Universität Dearborn-Michigan, USA (1972), Universität Lüttich, Belgien (1973), Loughborough University, Großbritannien (1973); vgl. ebd., S. 137 ff.: Ehrendoktorwürden an Walter Eversheim: Universität Trondheim, Norwegen (1992), Universität St. Gallen, Schweiz (2000), Honorarprofessor der Tianjin-Universität, China (1992) und der Universität Huazhong, China (2000); Ehrendoktorwürden an Wilfried König: Universität Leuven, Belgien (1979), Aristoteles-Universität in Thessaloniki, Griechenland (1994); Ehrendoktorwürden an Tilo Pfeifer: Universität Santa Catarina (UFSC) in Florianópolis, Brasilien (1989), Universität Zaragoza, Spanien (2003), Ehrenprofessor der Tsinghua-Universität, Peking, China (1995) und der Jiliang Universität, Hangzhou, China (2006); Ehrendoktorwürden an Manfred Weck: Technische Universität Hannover (1992) und Technische Universität Dresden (2005).

<sup>62</sup> Vgl. besonders zu den Ämtern in der Hochschule 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 15-16: Adolf Wallich's übernahm das Rektorenamt von 1913 bis 1915 sowie im Studienjahr 1919/20. Vgl. ebd., S. 75-78: Herwart Opitz engagiert sich für die Hochschule als Rektor in den Jahren 1958 sowie 1967 bis 1969. Vgl. außerdem ebd., S. 133 ff.

## 1 Einleitung

- Internes Netzwerk
- Externes Netzwerk
- Vorlesungen, Fachvorträge am WZL von Industrieunternehmern
- Kooperationen mit nationalen und internationalen Hochschulen

Ein wichtiger Aspekt des Weges ‚Informationstransfer‘ gelingt über Publikationen. Am WZL werden sogenannte WGP-Jahresberichte herausgegeben, d. h. Informationsbroschüren über das WZL und die laufenden und abgeschlossenen Forschungsarbeiten am WZL und Fraunhofer IPT. Neben zusätzlichen Forschungsberichten, wie etwa Berichte über Sonderforschungsbereiche, sind es natürlich die Dissertationen und Habilitationen, die einen wichtigen Teil des Informationstransfers darstellen. Zudem werden Veröffentlichungen in den wichtigsten Fachzeitschriften<sup>63</sup> verfasst sowie Fachbücher, die zu Standardwerken<sup>64</sup> wurden.

Die seit 1974 herausgegebene Mitarbeiterzeitschrift erweiterte das Feld des Informationstransfers. Es wurde nicht nur über Forschungsprojekte berichtet, sondern auch über Personalveränderungen am WZL. Sie wird auch an ehemalige Mitarbeiter verschickt, so dass diese über die aktuellen Entwicklungen am WZL informiert bleiben.

---

<sup>63</sup> Die für das WZL relevanten, hauptsächlich deutschsprachigen Zeitschriften sind z. B. Die Antriebstechnik, Der Industrie-Anzeiger, VDI-Nachrichten, u. v. m. Der Science Citation Index ist für das WZL nicht aussagekräftig, da die WZL-Professoren bisher in keinen für den Index relevanten Zeitschriften publizieren. Aufgabe des Science Citation Index ist es, die Häufigkeit von zitierten Zeitschriftenartikeln festzustellen. Damit lässt sich die Relevanz eines Artikels für die Forschung nachweisen. Dies ist wichtig für die Vergabe von Drittmitteln und für die Berufung von Professoren. Für den Werkzeugmaschinenbau ist der Index jedoch (noch) nicht relevant, vgl. Gespräch mit der zuständigen Bibliothekarin am WZL. Vgl. zur Zitatbeachtung auch Schmoch 2003b, der die Wissenschaftsfelder im Science Citation Index aufgeschlüsselt und analysiert hat.

<sup>64</sup> Zu den heutigen Standardwerken des WZL: Im VDI-Verlag Düsseldorf erscheinen seit 1980 in der Buchreihe ‚Studium und Praxis‘ die Fachbücher der Professoren Eversheim, König und Weck. Die Themen decken den fachspezifischen Kernbereich der Studienrichtung Fertigungstechnik ab und sind noch heute Pflichtlektüre für jeden Studierenden des Maschinenbaus. Sie werden in regelmäßigen Abständen in überarbeiteten Neuauflagen herausgegeben, vgl. dazu das Literaturverzeichnis.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Informationstransfers verläuft über Außenpräsentation in Form von Konferenzen, Weiterbildungsmaßnahmen und Seminaren sowie Messen. Am WZL finden jährlich Konferenzen und Tagungen statt. Neben dem seit 1948 regelmäßig stattfindenden Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (AWK), das das WZL heute gemeinsam mit dem Fraunhofer IPT veranstaltet, finden auch themenspezifische Tagungen statt: Die Aachener Qualitätsgespräche sind beispielsweise Veranstaltungen des Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement, die Tagung Lean Management Summit führt der Lehrstuhl für Produktionssystematik durch, die Getriebetagung ist ein Gemeinschaftsprojekt des Lehrstuhls für Werkzeugmaschinen und des Lehrstuhls für Technologie der Fertigungsverfahren und das Aachener Werkzeug- und Formenbau-Kolloquium ist ein Gemeinschaftsprojekt des Lehrstuhls für Produktionssystematik und des Lehrstuhls für Technologie der Fertigungsverfahren.<sup>65</sup> Andererseits nehmen die Professoren und Assistenten an externen wissenschaftlichen Tagungen sowohl als Teilnehmer als auch als Referenten teil. Bei Messepräsentationen werden dem Fachpublikum und der interessierten Öffentlichkeit für die Praxis relevante Forschungen zugänglich gemacht. Regelmäßig beteiligt sich das WZL beispielsweise an der Industriemesse in Hannover oder der Messe ‚EMO – Die Welt der Metallbearbeitung‘.<sup>66</sup>

Eine weitere Form des Informationstransfers sind die schon frühzeitig am WZL eingerichteten Kurse bzw. Weiterbildungsmaßnahmen für Ingenieure. Wallich unterstützte mit seinen Fachvorträgen die vom VDI angebotenen Fortbildungskurse der Richtung Betriebswirtschaft; heute wird in der Weiterbildungseinrichtung WZLforum ein reichhaltiges Angebot an Seminaren, Vorträgen und Tagungen für Ingenieure geboten, deren Inhalte und Themen aus dem WZL und dem Fraunhofer IPT generiert werden. Neben dem Veranstaltungsmanagement und der internen Weiterbildung bietet das WZLforum seit April 2004 einen neuen Weg des Wissens- und Technologietransfers an: den Manager-Lehrgang „Executive MBA für Technologiemanager“ unter der Leitung von Günther Schuh in Kooperation mit der schweizerischen Universität St. Gallen.

---

<sup>65</sup> Vgl. für weitere regelmäßig stattfindende Kongresse und Tagungen am WZL und Fraunhofer IPT z. B. die Auflistung in den WGP-Jahresberichten.

<sup>66</sup> Vgl. für weitere regelmäßige Messebeteiligungen der Lehrstühle die Auflistung z. B. in den WGP-Jahresberichten.

Zum Transferweg Informationstransfer zählen u. a.:

- WGP-Jahresberichte
- Forschungsberichte
- Dissertationen und Habilitationen
- Fachbücher
- Veröffentlichungen in Fachzeitschriften
- WZL-Information (Mitarbeiterzeitschrift)
- Konferenzen und Kolloquien
- Messen
- Weiterbildungseinrichtung WZLforum

Die beschriebenen Transferwege bilden im sich verändernden Entwicklungsprozess die stabile Konstante, da ohne sie kein Wissens- und Technologietransfer stattfinden kann. Bei genauerer Betrachtung des Transferprozesses fällt auf, dass die einzelnen Transferwege eine eigene weitere Form der Interaktion darstellen; im Modell wird dies durch die horizontalen Verbindungslinien deutlich. Denn trotz der Gliederung in die drei Transferwege wird bei dem vielschichtigen Prozess sichtbar, dass der Übergang der einzelnen Wege ineinander fließend ist. Es gibt keinen optimalen Transferweg, der einen anderen überflüssig macht. So werden beispielsweise die Ergebnisse von abgeschlossenen Forschungsprojekten den jeweiligen Forschungspartnern zur Verfügung gestellt und zum Teil in Arbeitskreisen anderen Partnern erläutert (Technologietransfer). Die Ergebnisse bilden häufig die Grundlage von Dissertationen oder Zeitschriftenartikeln (Informationstransfer) und die bearbeitenden Assistenten erhalten durch die Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen spezifisches Wissen, das sie zu ihren neuen Arbeitgebern mitnehmen (Personaltransfer). Die Wege laufen parallel und ergänzen einander, so dass nur das Gesamtbild den Transfer in seiner Komplexität aufzeigen kann.<sup>67</sup>

---

<sup>67</sup> Vgl. zum vielschichtigen Transfervorgang Schmoch 2000, S. 8-9.

### 1.3 Fragestellungen und Thesen

Der Wissens- und Technologietransfer als eine Vermittlung von Wissen und Technologie bildet den Ausgangspunkt der Untersuchung. Zunächst wurde erläutert, wie ein Wissens- und Technologietransfer grundsätzlich am WZL stattfindet: Über Technologietransfer, Personaltransfer und Informationstransfer gelangen Wissen und Technologie vom WZL in die Unternehmen und von den Unternehmen in das WZL. Hierbei sind das Hochschulinstitut und die Industrieunternehmen gleichermaßen Orte der Wissensproduktion.

Um die Veränderungen im Transferprozess darzustellen, wird das entwickelte Beschreibungsmodell auf die vier Entwicklungsphasen im historischen Kontext angewendet, wobei es jedoch nicht den Gesamtprozess erfassen kann. Hierbei stellen sich folgende Fragen: Wie hat sich der Wissens- und Technologietransfer am WZL im Betrachtungszeitraum 1906 bis 2006 entwickelt? Wie hat die Leitungsfunktion des WZL auf den jeweiligen historisch-gesellschaftlichen Wandel reagiert? Wie zeigen sich die Mechanismen des Wandels innerhalb der Strukturen des WZL? Welche Transferwege wurden eingesetzt? Welchen Einfluss auf den Transfer am WZL hat die Interaktion von Staat und Industrie? Welche spezifische Kultur entwickelte das WZL, um dem Wandel standzuhalten? Wie gelang es dem WZL, in jeder Entwicklungsphase innovativ zu bleiben?

Zur Beantwortung der Fragen werden folgende Thesen aufgestellt.

Die erste These lautet: Der Transfer beruht auf Interaktion. Dies bedeutet eine intensive Interaktion zwischen Forschungseinrichtung, Industrieunternehmen und Staat. Es wird zunächst davon ausgegangen, dass sich der Transferprozess grundsätzlich im Laufe der Zeit verändert. Durch die wirtschaftlichen und politischen Bedingungen wird es notwendig, neue Transferwege einzurichten, die den Wissens- und Technologietransfer am WZL neu gestalten und damit verändern. Dies wiederum beeinflusst den Adressaten- und Empfängerkreis und schließlich erfolgen dort zwangsläufig Veränderungen. Der gesamte Transferprozess ist den sich verändernden wirtschaftlichen und politischen Bedingungen sozusagen ausgeliefert und die Akteure müssen sich den Bedingungen anpassen bzw. selber aktiv werden, um den geforderten Transfer zu gewährleisten und in jeder Phase innovativ zu arbeiten. Die Interaktion zwischen WZL und den Industrieunternehmen funktioniert über unterschiedliche Transferwege, die durchaus miteinander verknüpft sind.

Die zweite These lautet: Das WZL hat eine spezifische Kultur entwickelt. Beim Transferprozess am WZL spielen zwei Aspekte eine entscheidende Rolle: die Netzwerkkultur als gemeinsames Wertesystem und Basis für Lehre und Forschung sowie die Wissenskultur als ganzheitliche Wissensgenerierung über die Organisationsgrenzen hinaus.

Mit Netzwerkkultur ist ein gemeinsames Wertegefüge am WZL gemeint, das sich am Prinzip der ganzheitlichen Betrachtungsweise orientiert und sich später zu einem interdisziplinären Teamgedanken entwickelt. Der Netzwerkgedanke spielt für den Wissens- und Technologietransfer eine besondere Rolle: Ohne Netzwerke gibt es keine Kontakte zu Industrievertretern, um neue Forschungsfragen zu erfahren (Technologietransfer); ohne Netzwerke erhalten die Assistenten nicht die Chance, Industrieunternehmen und zukünftige Arbeitgeber kennen zu lernen (Personaltransfer); ohne Netzwerke besteht nur schwer die Möglichkeit, Spezialisten für Kongresse oder Tagungen einzuladen oder selber eingeladen zu werden (Informationsaustausch). Das zunächst auf technologische Fragestellungen ausgerichtete Prinzip der ganzheitlichen Betrachtungsweise entwickelte sich auf zwischenmenschlicher Ebene zu einer Idee des Miteinanders, das das Fundament für das Zusammengehörigkeitsgefühl bzw. den Teamgedanken am WZL bilden sollte. Es wird davon ausgegangen, dass der jeweilige Leiter als Verantwortlicher per Definition in diesem Prozess eine besondere prägende Rolle innehatte.

Mit Wissenskultur ist die Generierung von Wissen gemeint, d. h. die Entwicklung von neuen Maschinen, Prozessen, Arbeitsweisen, die die Industrie benötigt; dies ist die imaginäre Aufgabe eines Forschungsinstitutes, nämlich neues Wissen und technologische Lösungen zu erzeugen. Mit dem Begriff Wissenskultur ist aber auch das aktive Streben verbunden, neues Wissen zu erlangen: Nicht nur das Wissen um aktuelle Entwicklungen, sondern auch das Wissen, um diese wissenschaftlich zu bearbeiten und neue Lösungen zu generieren. Zum Beispiel verschaffte sich Wallich mit der Übersetzung von Taylors Lehren aus Amerika neues Wissen, das sich zur Verbreitung in der deutschen Industrie eignete und das es vorher in dieser Form nicht gegeben hatte. Opitz erweiterte nach 1945 die Forschungsgebiete am WZL um zahlreiche aktuelle Forschungsthemen, wie die Zahnrad- und Getriebeforschung oder die Entwicklung von EXAPT. Damit eignete er sich Wissen zur Bearbeitung der aktuellen Entwicklungen an und generierte wiederum für die Industrie notwendiges neues Wissen. Mit der Installierung von vier Lehrstühlen unter dem Namen WZL wurde eine

neue interdisziplinäre Struktur geschaffen (unter dem Motto ‚Alles unter einem Dach‘), die zum einen die Generierung von Wissen für jedes Forschungsgebiet intensivierte und zum anderen das Wissen effizient über Organisationsgrenzen hinaus bündelte. Den vier Lehrstuhlinhabern gelang es, unter dem gemeinschaftlichen Dachverband WZL und durch die Gründung weiterer Einrichtungen neue Quellen zur Wissensgenerierung für das WZL aufzubauen und miteinander zu vernetzen. Der Gedanke einer Wissenskultur als ganzheitliche Wissensgenerierung auf interdisziplinärer Basis sorgte dafür, dass das WZL in jeder Entwicklungsphase innovativ sein konnte.

In der vorliegenden Arbeit gilt es, die beiden Ebenen – die historische Entwicklung und den Wandel des Wissens- und Technologietransfers am WZL – miteinander zu verknüpfen. Dies geschieht mit Hilfe folgender Gliederung: Der Untersuchungszeitraum von 1906 bis 2006 wurde in vier Entwicklungsphasen unterteilt. Zunächst erfolgt eine historische Einführung zur Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers mit den jeweils relevanten historisch-gesellschaftlichen und politisch-wirtschaftlichen Veränderungen für die entsprechende Phase. Aufbauend auf dieser Einführung wird die historische Entwicklung des WZL vorgestellt sowie der Wissens- und Technologietransfer für den jeweiligen Zeitraum herausgearbeitet. In den vier Hauptkapiteln wird auf Basis des Beschreibungsmodells ein für den jeweiligen Betrachtungszeitraum spezifisches Modell entwickelt. So werden einerseits die Transferwege und andererseits die Veränderung der Transfergeber und Transfernehmer im historisch-gesellschaftlichen Wandel aufgezeigt unter Berücksichtigung der beiden Aspekte Netzwerk- und Wissenskultur.

## **2 Wissens- und Technologietransfer für die Aachener Region (1906-1936)**

Die Entdeckung des Schnellarbeitsstahls um 1900 revolutionierte die gesamte Fertigungstechnik: Mit der Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit konnten nun Werkzeugmaschinen schneller und vor allem präziser produzieren. Damit wurde die Werkzeugmaschine zum Motor des technologischen Fortschritts und ein neuer Abschnitt in der Entwicklung der Fertigungstechnik begann, den es zu erforschen galt.

Darauf waren die Wissenschaftler an den technischen Hochschulen nicht vorbereitet. Sie kämpften Anfang des neuen Jahrtausends noch darum, die Verwissenschaftlichung der Technik voranzutreiben und mussten sich den Vorwurf der Übertheoretisierung gefallen lassen. Doch die neuen technologischen Entwicklungen aus Amerika erforderten eine praxis- und wissenschaftsverbindende Ingenieurausbildung in Deutschland. Eine logische Konsequenz war die Gründung von neuen fertigungstechnischen Lehrstühlen, wie in Berlin und Aachen. Das einführende Kapitel gibt einen Überblick über die technologischen und industriellen Herausforderungen für die wissenschaftliche Forschung Anfang des 20. Jahrhunderts (Kapitel 2.1).

In einem nächsten Schritt wird die Geschichte des WZL im Betrachtungszeitraum 1906 bis 1936 vorgestellt und der am WZL stattfindende Wissens- und Technologietransfer analysiert (Kapitel 2.2). In der Gründungsphase des WZL wurden die Voraussetzungen für einen Wissens- und Technologietransfer geschaffen. Dabei stellen sich folgende Fragen: Mit welchem Ziel wurde der Ingenieur Adolf Wallichs an den neu gegründeten Lehrstuhl in Aachen berufen? Wie reagierte er auf die neuen technologischen Herausforderungen aus Amerika? Welche Forschungsthemen bearbeitete er? Welche Transferwege verwendete Wallichs, um das neu generierte Wissen der Industrie der Aachener Region zugänglich zu machen? Wieso bestand Wallichs hartnäckig auf der Einrichtung eines Laboratoriums in Aachen? Wie gelang es ihm, die kleinen und mittelständischen Industrieunternehmen in der Region für die Forschungen am WZL zu interessieren? Welche Kontakte zur rheinisch-westfälischen Schwerindustrie baute er gezielt auf, um den Wissens- und Technologietransfer am WZL zu sichern? Wie hat sich der Wissens- und Technologietransfer am WZL im Betrachtungszeitraum 1906 bis 1936 entwickelt und wie hat sich das Institut aufgrund des Transfers verändert?



## **2.1 Historische Einführung: Der beginnende Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft, Industrie und Staat**

### **2.1.1 Die Forschungslandschaft: Herausforderungen durch neue technologische Entwicklungen**

Um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert veränderte sich die Forschungslandschaft in Deutschland dramatisch. Stand an den polytechnischen Schulen Mitte des 19. Jahrhunderts noch der theoretische Zugang zur Technik über Mechanik und Mathematik im Vordergrund, so waren es nun praxisbezogene Fragestellungen, die es zu lösen galt. Es hatte sich herausgestellt, dass das in den wenigen industriellen Betrieben vorhandene technische Wissen wesentlich größer war als das an den polytechnischen Schulen. Dort versuchte man mühsam, mit der technisch-industriellen Entwicklung Schritt zu halten und schaffte es kaum, Wissen zu produzieren, das für einen Wissens- und Technologietransfer nötig war.<sup>68</sup>

Eine der bedeutendsten technologischen Entwicklungen für die industrielle Produktion war die Entwicklung des Schnellarbeitsstahls von Frederic Winslow Taylor im Jahr 1899. Diese Entdeckung, die Taylor 1900 auf der Pariser Weltausstellung präsentierte, gilt bis heute „als eine Art Initialzündung zur Verbesserung der gesamten Fertigungstechnik.“<sup>69</sup> Es setzte ein neuer Zeitabschnitt der Mechanischen Technologie ein: Von der bloßen Herstellungsmöglichkeit begann der Weg zur modernen fertigungstechnischen Perfektion. Die Schnittgeschwindigkeit bei der Metallzerspanung konnte durch den Schnellarbeitsstahl um ein Vielfaches erhöht werden. Damit verbunden waren auch eine große Erhöhung der Schneidleistung aller Werkzeuge sowie die Erhöhung der Leistungsfähigkeit aller Werkzeugmaschinen. Nun konnte genauer, schneller und einfacher produziert werden. Mit fortschreitender Entwicklung der Fertigungstechnik zeigte sich nun deutlich, dass die Werkzeugmaschine als ‚Mutter aller Maschinen‘ zu verstehen war – sowohl für die Praxis als auch für die Lehre

---

<sup>68</sup> Vgl. König 1990, S. 31.

<sup>69</sup> Schallbroch 1967, S. 39.

und Forschung. Damit verblasste allmählich die Notwendigkeit der Mechanischen Technologie und das Lehrgebiet Fertigungstechnik rückte in den Vordergrund.<sup>70</sup>

Nicht nur mit der industriellen Produktion, sondern auch mit den damit zusammenhängenden, arbeitsorganisatorischen Gebieten hatte sich Taylor befasst. Eine weitere Sensation aus Amerika war sein Konzept der Wissenschaftlichen Betriebsführung, das er seit 1895 entwickelte. Während die deutsche Industrie an den amerikanischen Verfahren interessiert war, herrschte in akademischen Kreisen zunächst Zurückhaltung. Doch die Annahme „es gäbe keine Gesetzmäßigkeiten des Handwerks und der industriellen Fertigung“<sup>71</sup>, die zum Bereich der Wissenschaften zählen könnten, änderte sich um die Jahrhundertwende schlagartig.

Deutsche Ingenieure untersuchten die technischen und organisatorischen Entwicklungen der amerikanischen Industrie und versuchten, die USA mit ihrer Spitzenstellung im Werkzeugmaschinenbau, bei der Herstellung präziser austauschbarer Maschinenteile und bei der Organisation der standardisierten Massenproduktion einzuholen.<sup>72</sup> Auch die Wissenschaftler an den polytechnischen Schulen begriffen, dass sie sich den neuen Herausforderungen stellen mussten. Der dringend in der Industrie benötigte Nachwuchs musste nicht nur fachwissenschaftlich, sondern auch zeitgemäß ausgebildet werden. Prominentester Vertreter der praxisbezogenen Ingenieurausbildung war sicherlich der Berliner Professor Alois Riedler. Er hatte 1893 anlässlich seines Besuches der Weltausstellung in Chicago zahlreiche technische Lehranstalten besucht. In seinem Bericht an den preußische Kultusminister verwies er auf den führenden Stand der amerikanischen Lehrinrichtungen und forderte die Einrichtung von experimentellen Maschinenbaulaboratorien an deutschen technischen Hochschulen.<sup>73</sup>

Auch seitens der Industrie war die Forderung nach einer praxisbezogenen Ausbildung zu hören. Die theoretische Anlehnung des Maschinenbaus an bereits etablierte

---

<sup>70</sup> Vgl. ebd., S. 39-40. Vgl. auch Spur S. 96 ff. Vgl. zur Entdeckung des Schnellarbeitsstahls durch Taylor auch Wallichs 1949, S. 15.

<sup>71</sup> Ebd., S. 13.

<sup>72</sup> Vgl. Kaiser 1993/94, S. 177. Vgl. auch Homburg 1978, S. 173. Vgl. dazu auch das Kapitel 2.2.2.

<sup>73</sup> Vgl. Müller 1992, S. 46 f. Vgl. König 1999, S. 58 f. Zu Alois Riedler (1850-1936) vgl. auch das Kapitel 2.2.1.

Universitätswissenschaften, wie die Physik und die Mathematik, erforderte die Erfassung von Maschinenkonstruktionen durch ein geschlossenes System von mathematisch formulierten Regeln und Gesetzen. Da die tatsächlichen Verhältnisse jedoch zu komplex waren, bezogen sich die Berechnungen, mit denen in der Lehre gearbeitet wurde, meist nicht auf reale Maschinen, sondern nur auf modellhafte Vorstellungen. Innerhalb dieses Modellrahmens fanden bis ins Detail durchgeführte Berechnungen statt, die für die industrielle Praxis nur bedingt brauchbar waren. Diese Übertheoretisierung des Maschinenbaus rief starke Kritik aus der Industrie hervor: Die Hochschulabsolventen seien vor allem Theoretiker, die in der Praxis erst nach langer Einarbeitungszeit einsetzbar waren. Ein Wissens- und Technologietransfer in Form von Personaltransfer konnte unter diesen Umständen nicht gelingen.<sup>74</sup>

Diese Forderungen von Seiten der Industrie und der Wissenschaft konnte das preußische Kultusministerium nicht ignorieren. So wurden Anfang des 20. Jahrhunderts an vielen deutschen technischen Hochschulen entsprechende Labore eingerichtet sowie neue Lehrstühle geschaffen. Hier sollten sich die Wissenschaftler den aktuellen technologischen Entwicklungen widmen und den Bedarf von wissenschaftlicher Forschung decken, den die Industrie dringend benötigte. 1904 wurde der erste Lehrstuhl Werkzeugmaschinen, Fabrikanlagen und Fabrikbetrieb mit einem Laboratorium in Berlin eingerichtet, auf den Georg Schlesinger berufen wurde. Die zweite Lehrstuhlgründung erfolgte 1906 in Aachen: Auf den neu geschaffenen Lehrstuhl Werkzeugmaschinen und Maschinenfabrikation wurde Adolf Wallichs berufen, der die Einrichtung des Werkzeugmaschinenlabors initiierte.<sup>75</sup>

Weitere Lehrstuhlgründungen folgten in Hannover 1908 mit Friedrich Schwerd, in Danzig 1908 mit Christian Prinz und in Breslau 1910 mit Adolf Schilling.<sup>76</sup> Die Besonderheit der Lehrstühle lag in einer zu der Zeit ungewöhnlichen Kombination von drei, in sich abgegrenzten Fachgebieten: dem konstruktiven Werkzeugmaschinen-

---

<sup>74</sup> Vgl. König 1990, S. 32-34.

<sup>75</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 15-16.

<sup>76</sup> Vgl. Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 11, S. 57 (Übersichtstafel). Vgl. dazu auch Wallichs 1954, S. 13.

bau, den planungsorientierten Fabrikanlagen und der wirtschaftlichen Organisation des Fabrikbetriebs durch Wissenschaftliche Betriebsführung.<sup>77</sup>

Somit war die Grundlage für eine praxisorientierte Ingenieurausbildung an den technischen Hochschulen geschaffen. Noch ein weiterer Vorteil ergab sich für die Industrieunternehmen: In den Laboratorien konnten nun auch ihre konkreten Probleme aus der Praxis gelöst werden. In der Folgezeit bauten die technischen Hochschulen ihre Forschungseinrichtungen schnell aus und richteten Versuchsfelder ein, die ausschließlich für Forschungszwecke konzipiert waren.<sup>78</sup> Damit waren die technischen Hochschulen in zweierlei Hinsicht für die Industrie interessant: als Ausbildungsstätte und als forschender Kooperationspartner. Mit der Einrichtung von Laboratorien war es gelungen, die Basis für einen Wissens- und Technologietransfer aus den Hochschulen in die Industrie zu legen.

Die Zusammenarbeit von Hochschulinstituten und Unternehmen erfolgte in diesen ersten Jahren auf unterschiedliche Weise. So finanzierte beispielsweise ein Konsortium von Firmen einen Assistenten der Technischen Hochschule Braunschweig, und als Gegenleistung konnten diese Firmen am Maschinenlaboratorium der Hochschule technisch-experimentelle Untersuchungen in Auftrag geben, die mit der anteiligen Übernahme der Personalkosten verrechnet wurden. Während bisher nur einzelne Professoren Industriefirmen bei Forschungs- und Entwicklungsarbeiten beraten hatten, begann an den Hochschulen nun die Zeit der Auftragsforschung. Es flossen verstärkt finanzielle Spenden aus der Industrie an die Hochschulen, die für technisch-wissenschaftliche Ausrüstung verwendet wurden oder auch materielle Spenden in Form von Maschinen und Materialien. Hier zeigten sich erste Transferwege, die für den Transferprozess von der Industrie in die Hochschulinstitute typisch werden sollte.<sup>79</sup>

---

<sup>77</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 15-16. Vgl. auch Spur 2004, S. 96-99.

<sup>78</sup> Vgl. ebd., S. 32-33.

<sup>79</sup> Vgl. ebd., S. 33-34.

An mehreren Hochschulen wurden industrielle Fördergesellschaften gegründet, meist unter dem Begriff der ‚Freunde der Hochschule‘.<sup>80</sup> Abgesehen von der Kooperation im Bereich der Forschung revanchierten sich die Hochschulen, indem sie Industrievertreter beispielsweise zu Doktor-Ingenieuren Ehrenhalber oder zu Ehrensensoren der Hochschule ernannten.<sup>81</sup>

Auch die Berufungspolitik veränderte sich nach der Jahrhundertwende. Neben wissenschaftlichen Leistungen, wie Promotion und Habilitation, wurden nun zunehmend Erfahrungen in der industriellen Praxis zum entscheidenden Kriterium bei einer Berufung von Ingenieurprofessoren. Für das WZL sollte sich dies als wichtige Grundlage erweisen, um den Wissens- und Technologietransfer von der Industrie in das Hochschulinstitut zu sichern. Hinzu kamen Industrievertreter, die als Dozenten oder Honorarprofessoren Vorlesungen an der Hochschule abhielten. Die dadurch geschaffenen personellen Verflechtungen begünstigten wiederum die Durchführung von Auftragsforschung an den technischen Hochschulen bzw. die Mitwirkung von Professoren an industriellen Entwicklungsarbeiten.<sup>82</sup>

Eine weitere Verbindung von Industrie und akademischer Forschung stellten die ersten Weiterbildungsmaßnahmen dar. Hierbei ging es um eine Vermittlung von neuen Erkenntnissen und Entwicklungen, die in den Hochschulen gewonnen wurden und den Industrieingenieuren vermittelt werden sollten, also Wissens- und Technologietransfer über Informationstransfer. 1909 wurde erstmals auf Anregung des VDI ein Weiterbildungskurs für in der Industrie arbeitende Ingenieure an der Technischen Hochschule Braunschweig durchgeführt. Wegen der hohen Teilnehmerzahl veranstalteten in den folgenden Jahren auch andere technische Hochschulen Weiterbildungskurse, wie z. B. in Berlin 1912 mit rund 300 Teilnehmern. Auch die VDI-Bezirksvereine veranstalteten von der Industrie unterstützte Kurse an Orten, an de-

---

<sup>80</sup> Vgl. Thomas 1961, S. 304-305: Im Sommer 1918 wurde auch in Aachen die Vereinigung ‚Freunde der Aachener Hochschule‘ gegründet, an der Wallich als Mitgründer beteiligt gewesen ist.

<sup>81</sup> Vgl. König 1990, S. 33-34.

<sup>82</sup> Vgl. ebd., S. 34. Vgl. auch Weingart 2001, S. 179: Weingart weist darauf hin, dass es noch heute üblich ist, dass angesehene Industrieforscher als Professoren an technische Hochschule berufen werden und auf diese Weise sowohl in der Lehre als auch in der Forschung enge Verbindungen zwischen Hochschule und der Industrie unterhalten werden.

nen es keine technischen Hochschulen gab. Wegen des Kriegsausbruchs 1914 wurden diese Kurse nicht fortgesetzt.<sup>83</sup>

### **2.1.2 „Vergesellschaftliche“ Forschung: Das Einwirken von Staat in Wissenschaft und Forschung**

Mit den neuen technologischen Entwicklungen veränderte sich auch die Haltung des Staates gegenüber der Wissenschaft und Forschung. Der Staat entdeckte ihre hohe Leistungsfähigkeit und ordnete fortan den Forschungsprozess den staatlichen Interessen unter.<sup>84</sup> Um noch gezielter auf die Forschung einwirken zu können, wurde – neben der akademischen Forschung an Universitäten und technischen Hochschulen und der Industrieforschung in Unternehmen – die sogenannte staatliche Forschung eingerichtet.<sup>85</sup> Alle drei Säulen der Forschung finanzierte folglich der Staat. Doch ein wesentlicher Unterschied blieb bestehen: In der akademischen Forschung galt nach wie vor das Gebot von der Freiheit von Lehre und Forschung. Helmuth Trischler nennt diese Entwicklung eine „tendenzielle Vergesellschaftung der Forschung“<sup>86</sup> und sieht darin den Beweis, dass Wissenschaft in der Moderne nicht mehr in der Studierstube eines einzelnen Gelehrten stattfand, sondern zunehmend in Teams von Spezialisten unterschiedlichen Profils, die gemeinsam und zielorientiert an Projekten arbeiteten.<sup>87</sup>

Die 1911 gegründete Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (KWG), die seit 1946/48 Max-Planck-Gesellschaft (MPG) heißt, stellte den neu-

---

<sup>83</sup> Vgl. König 1990, S. 34. Vgl. auch König 1981, S. 238. Zur Gründung des VDI vgl. Hortleder 1970, S. 18 ff.

<sup>84</sup> Vgl. Lundgreen 1986, besonders S. 17-21. Vgl. auch Ritter 1992, S. 14.

<sup>85</sup> Vgl. Lundgreen 1999, S. 158. Vgl. zur Situation im 19. Jahrhundert z. B. Spur 2004, S. 66-68 und Lundgreen 1994, S. 25 ff. Vgl. zur staatlichen Forschung auch Lieske 2000, S. 228: Den eigentlichen Beginn der staatlichen Forschung markierte die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) im Jahr 1887. Hier konnte erstmalig die sogenannte Auftragsforschung stattfinden. Zur Diskussion um den Begriff Auftragsforschung und Vertragsforschung vgl. Lieske 2000, S. 13-16 und Ritter 1992, S. 21, der diese Art von Forschung als Ressort-Forschung bezeichnet.

<sup>86</sup> Trischler 2002, S. 242.

<sup>87</sup> Vgl. ebd., S. 242: Trischler nennt diese Entwicklung die (Vor-)Geschichte der Großforschung.

en erfolgreichen Typus einer staatlichen Forschungseinrichtung dar.<sup>88</sup> Dieser außeruniversitäre Forschungszweig wurde maßgeblich von der Industrie mitfinanziert und hatte somit eine starke Anwendungsorientierung.<sup>89</sup> Auch die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft – später in die DFG umbenannt – wurde im Oktober 1920 mit dem Ziel gegründet, als Selbstverwaltungsorgan zur Förderung länderübergreifender Spitzenforschung in Hochschulen und in der außeruniversitären Forschung zu dienen.<sup>90</sup>

Die Intervention des Staates in Wissenschaft und Wirtschaft wurde während des Ersten Weltkrieges besonders deutlich. Schon bald nach Kriegsbeginn wiesen die Wissenschaftler die staatlichen Ämter und die Militärbehörden auf die Bedeutung der Forschung für die Kriegsführung hin, wodurch die Forderung nach Wissens- und Technologietransfer von Hochschulen in die Industrie laut wurde. Die Ingenieure waren sich einig, dass die Technik in einem modernen Krieg eine ausschlaggebende Rolle spielen würde.<sup>91</sup> Die Mobilisierungen für den Ersten Weltkrieg griffen zunächst auf die Eisenbahnen zurück. Im Krieg kamen neuartige Waffen erstmals massenhaft zum Einsatz: U-Boote, Luftschiffe, Flugzeuge, Maschinengewehre, Granatwerfer, Giftgas und durch Schützengräben, Stacheldraht und Minen gesicherte Stellungen. So wurde der Krieg zu einem ‚technischen‘ Krieg, an dem die Ingenieure in einem weit höheren Maß als zuvor beteiligt waren.<sup>92</sup>

Während und besonders nach dem Ersten Weltkrieg warfen die Ingenieure den Militärs vor, überholten Traditionen verhaftet geblieben zu sein und die Möglichkeiten technischer Kriegsführung ignoriert oder nicht ausreichend genutzt zu haben. Aus den Bemühungen um eine rationelle kriegswirtschaftliche Produktion ging 1917 der erste nationale Normenausschuss hervor, der Vorläufer des heutigen Deutschen Institutes für Normung.<sup>93</sup>

---

<sup>88</sup> Vgl. Trischler 1999a, S. 21. Vgl. auch Ritter 1992, S. 25 ff. sowie Lieske 2000, S. 230 f.

<sup>89</sup> Vgl. Schmoch 2003a, S. 185.

<sup>90</sup> Vgl. Trischler 1999a, S. 22.

<sup>91</sup> Vgl. Ritter 1992, S. 31 f. Vgl. auch König 1981, S. 279.

<sup>92</sup> Vgl. König 2006, S. 218. Vgl. zur Einschätzung des Ersten Weltkriegs als technischen Krieg auch Krebs 2008.

<sup>93</sup> Vgl. König 2006, S. 218. Zur Normung vgl. auch Vierhaus 1981, S. 289-346.

In der kurzen Zeit der wirtschaftlichen Stabilisierung Deutschlands nach dem Ersten Weltkrieg war der technologische Fortschritt in Amerika für viele Deutsche der Weimarer Republik ein Vorbild. Sie bewunderten nicht nur die rationalisierten Produktionsmethoden in Amerika, sondern auch den hohen Lebensstandard und die demokratische Regierungsform. Viele glaubten, dass das Zusammenwirken von Technologie und Demokratie die Schlüsselfaktoren für den Erfolg Amerikas seien.<sup>94</sup> Infolge dessen entstanden in Deutschland zahlreiche Institutionen, die sich der Rationalisierung annahmen, wie das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit und der Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung (REFA). Getragen wurden solche Organisationen von der Wirtschaft, den Ingenieurorganisationen und dem Staat. Sie sorgten dafür, dass der Rationalisierungsgedanke nicht in Vergessenheit geriet und stabilisierten damit auch den Arbeitsmarkt für Betriebsingenieure. Die gesellschaftliche Akzeptanz von Rationalisierung hing natürlich von der wirtschaftlichen Lage ab. Während der Weltwirtschaftskrise mit ihrer Massenarbeitslosigkeit machten Schlagworte der ‚Fehl-rationalisierung‘ und der ‚technologischen Arbeitslosigkeit‘ die Runde.<sup>95</sup>

In der Zwischenkriegszeit wurden auch wieder die zuvor erwähnten Weiterbildungsmaßnahmen des VDI für Ingenieure angeboten. Im Frühjahr 1929 veranstalteten der VDI und die Technische Hochschule Darmstadt einen neuen 10tägigen Hochschulkurs, an dem mehr als 150 Ingenieure teilnahmen. Sie hörten Vorträge über die Themen Wärmekraftmaschinen, Werkstofffragen im Kraftmaschinenbau und Chemische Energieträger.<sup>96</sup> Die hohe Teilnahme am Darmstädter Lehrgang zeigte, dass das Bedürfnis nach Informationstransfer nach wie vor hoch war.

In diesen Jahren litten die Volkswirtschaften unter einem extremen Auf und Ab von Konjunkturen und Krisen. Die Wirtschaft hatte zunächst die Verluste des Ersten Weltkrieges wieder gutzumachen. In Deutschland geschah dies mit zeitlicher Verzögerung, verursacht durch politische Unsicherheiten und Inflation. Besonders in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre wurden große Hoffnungen in den wirtschaftlichen Aufschwung gesetzt. Doch die Weltwirtschaftskrise um 1930 brachte eine in den In-

---

<sup>94</sup> Vgl. Hughes 1991, S. 287 ff. Vgl. dazu auch Hermand 1989, S. 49-58.

<sup>95</sup> Vgl. König 2006, S. 222. Vgl. Kapitel 2.2.2, wo die REFA nochmals ausführlich erwähnt wird.

<sup>96</sup> Vgl. Vierhaus 1981, S. 321.



dustriegesellschaften bislang nicht erlebte Massenarbeitslosigkeit und setzte allen Hoffnungen ein Ende.<sup>97</sup>

## **2.2 Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1906 bis 1936: Die Gründungsphase**

Die Herausforderungen an den technischen Hochschulen lag Anfang des neuen Jahrtausends zum einen darin, mit den aktuellen technologischen Entwicklungen Schritt zu halten und zum anderen den Forderungen aus der Industrie nachzukommen, praxis- und wissenschaftsorientierte Ingenieure auszubilden.

Die Inhaber der Lehrstühle für Mechanische Technologie reagierten darauf mit Veränderungen in ihren Lehr- und Forschungsplänen, um den modernen Anforderungen gerecht zu werden. Doch das reichte nicht aus: Neben dem Berliner Lehrstuhl wurde 1906 der zweite Lehrstuhl in Aachen eingerichtet, der speziell auf diese aktuellen Bedürfnisse ausgerichtet war. Auf den Lehrstuhl Werkzeugmaschinen und Maschinenfabrikation wurde Adolf Wallich berufen, der die Einrichtung des Werkzeugmaschinenlabors veranlasste. Mit diesem Labor sah er die einzigartige Möglichkeit, gemeinsam mit den Industrieunternehmen der Aachener Region einen Wissens- und Technologietransfer aufzubauen. Als Ingenieur mit Industrie- und Lehrerfahrung kannte Wallich die Anforderungen seiner Zeit sehr genau (Kapitel 2.2.1). Mit den Übersetzungen von Taylors Studien legte Wallich seine Forschungsschwerpunkte fest: Mit der Wissenschaftlichen Betriebsführung gelang es ihm, neues Wissen in die Organisation von deutschen Fabriken zu bringen (Kapitel 2.2.2). Die Einrichtung eines Laboratoriums sollte zum einen zur Ausbildung von Ingenieuren dienen, die schnell in der Industrie einsetzbar waren (Kapitel 2.2.3). Zum anderen benötigten die kleinen und mittelständischen Unternehmen der Aachener Region sowie die rheinisch-westfälische Schwerindustrie ein Laboratorium, dem sie Auftragsforschungen im Bereich Zerspanung geben konnten (Kapitel 2.2.4). Das Prinzip der Ganzheitlichkeit bzw. die Idee des Miteinanders setzte Wallich für technologische Aufgaben ein und lebte dies seinen Mitarbeitern vor (Kapitel 2.2.5).

---

<sup>97</sup> Vgl. König 2006, S. 218.

### 2.2.1 Ein Ingenieur mit Industrie- und Lehrerfahrung: Adolf Wallichs

Das preußische Kultusministerium konnte sich den Forderungen von Industrie nicht länger widersetzen und richtete Anfang des 20. Jahrhunderts neue Lehrstühle ein, die sich den aktuellen fertigungstechnischen Entwicklungen widmen und den Bedarf von wissenschaftlicher Industrieforschung decken sollten. Neben Berlin wurde als zweiter Standort Aachen ausgewählt. Gründe hierfür lassen sich nur vermuten: Da sich die Aachener Hochschule zu einer renommierten polytechnischen Schule entwickelt hatte mit zahlreichen Verbindungen zum nahegelegenen wichtigsten deutschen Industriegebiet, scheint der Standort Aachen für einen neuen Lehrstuhl passend gewesen zu sein.<sup>98</sup> Zum ersten Inhaber des neu eingerichteten Lehrstuhls Werkzeugmaschinen und Maschinenfabrikation für Kolben-, Dampf- und Arbeitsmaschinen an der Technischen Hochschule Aachen wurde Adolf Wallichs berufen.<sup>99</sup>

Mit Wallichs hatte man sich für einen Professor entschieden, der den Bereich der universitären Forschung ebenso gut kannte wie die Strukturen und Anforderungen eines Industrieunternehmens. Der ehemalige Assistent von Alois Riedler<sup>100</sup> hatte lang genug in beiden Bereichen gearbeitet, um die Bedürfnisse beider Seiten sehr gut zu kennen. Und auch Wallichs muss klar gewesen sein, dass man ihn für eine herausfordernde Aufgabe ausgewählt hatte. Im Sinne Riedlers ausgebildet, sollte er die Ingenieurausbildung und Wissenschaft mit den veränderten wirtschaftlichen Anforderungen in Einklang bringen. Denn die Industrie stellte konkrete Forderungen an die Hochschulen: Man erwartete Lösungen für die aktuell anfallenden Probleme bei den neusten fertigungstechnischen Entwicklungen sowie eine praxis- und wissenschaftsverbindende Ausbildung der jungen Ingenieure. Diesen Forderungen mussten

---

<sup>98</sup> Vgl. zur Standortfrage des neuen Lehrstuhls auch Müller 1992, S. 44, der die Frage allerdings größtenteils unbeantwortet lässt.

<sup>99</sup> Vgl. VV 1906/07, S. 18, S. 134. Vgl. Schallbroch 1967, S. 39-40: Bisher gehörten die Lehrgebiete Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen zum Ordinariat ‚Mechanische Technologie und Baumaschinen‘, welches von Gustav Herrmann seit 1870 in Aachen gelehrt wurde. Da mit den technologischen Entwicklungen das Lehrgebiet der Mechanischen Technologie allmählich verblasste, wurden zusätzlich spezielle Lehrstühle zur Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen eingerichtet und Herrmanns Lehrstuhl nach seiner Emeritierung in einen solchen umgewandelt. Zu Gustav Herrmann (1836-1907) vgl. Klinkenberg 1970, S. 63.

<sup>100</sup> Zu Alois Riedler (1850-1936) vgl. ebd., S. 253, König 1999, S. 55-72 und Krebs 2008, S. 141.

die Hochschulen gerecht werden. Wallichs schien mit seinem Hintergrund – wissenschaftliche Ausbildung bei Riedler und Praxisnähe durch Orientierung an die rheinisch-westfälische Schwerindustrie – der ideale Mann gewesen zu sein, um die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie in Aachen aufzubauen.<sup>101</sup>

Adolf Otto Wallichs wurde am 5. November 1869 als Sohn des Kreisphysikus Geheimer Sanitätsrat Dr. Julius Peter Wilhelm Wallichs und dessen Frau Agathe in Neumünster geboren. Das Leben in der Zeit von Bismarck und der Wilhelminischen Ära war einerseits geprägt durch wirtschaftliche Krisen, Entstehung des Klassensystems und des dürftigen Lebensstandards der besitzlosen Massen und andererseits durch technische Erfindungen und technologische Neuerungen, die die Industrialisierung mit sich brachte sowie die Entstehung von Großbetrieben und Großindustrie.<sup>102</sup>

Als 20-jähriger begann Wallichs mit dem Studium des Maschinenbaus an der Technischen Hochschule Karlsruhe und wechselte schließlich zur Technischen Hochschule nach Berlin. 1891 bis 1892 absolvierte er den Wehrdienst und war danach bei der Reserve (Landwehr). Wallichs beendete sein Studium 1895 und arbeitete ab Oktober desselben Jahres als Konstrukteur bei der Maschinenfabrik Buckau in Magdeburg.<sup>103</sup>

Nach einjähriger Beschäftigung als Konstrukteur erhielt er im Oktober 1896 das Angebot, als Assistent am Lehrstuhl seines ehemaligen Lehrers zu arbeiten. Alois Riedler war Professor am Lehrstuhl für Kraft- und Arbeitsmaschinen der Technischen Hochschule Berlin und betrieb neben seiner Lehrtätigkeit auch ein privates Konstruktionsbüro für Dampfmaschinen, Luftverdichter und Pumpen. Riedler war überzeugt, dass eine qualifizierte Ingenieurausbildung nur durch eine Verbindung von Lehre und Praxis gelänge und es somit möglich werden würde, qualifizierte Mitarbeiter an die

---

<sup>101</sup> Vgl. Hunecke 1979, S. 301. Zu den hohen Erwartungen an Wallichs vgl. GStA PK, I. HA Rep. 76, Kultusministerium, Vb Sekt. 7, Tit. III, Nr. 5A, Band 1, Schreiben von Wallichs an den Staatsminister vom 21. Dezember 1925: Den Gesuch wegen besonderer Gehaltszulage begründet Wallichs damit, dass seine Bewährung als Hochschullehrer wohl nicht mehr infrage stehe und dass er die bei seiner Berufung an ihn gestellten hohen Erwartungen als Hochschullehrer in Aachen bereits erfüllt habe. Welche Erwartungen dies genau waren, erwähnt er in dem Schreiben leider nicht.

<sup>102</sup> Vgl. HAAc Akte 2732, Personalbogen. Vgl. auch Jaide 1988, S. 245-246.

<sup>103</sup> Vgl. HAAc Akte 2732, Personalbogen. Vgl. auch Wallichs 1949, S. 16.

Hochschule zu binden, die dann wiederum ihre Erfahrungen an die Studenten weitergeben könnten.<sup>104</sup>

Nach vierjähriger Assistententätigkeit bei Riedler arbeitete Wallichs ab dem 1. Oktober 1900 in leitender Stellung als Oberingenieur und später als Betriebsdirektor der Maschinenbauabteilung in der Friedrich-Wilhelm-Hütte in Mülheim an der Ruhr.<sup>105</sup> Er blieb, wie noch zu zeigen sein wird, der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie zeit lebens verbunden.

Wallichs galt als „hervorragend tüchtiger Ingenieur, der sich auch als Hochschullehrer zweifellos bewähren“<sup>106</sup> werde, so dass der Ruf nach Aachen nicht verwundert. Alois Riedler scheint eine Rolle im Berufungsverfahren gespielt zu haben, denn er hatte dem preußischen Unterrichtsministerium seinen ehemaligen Assistenten Wallichs für die Stelle in Aachen empfohlen. Wallichs selber schrieb, dass Riedler ihn in amtlichem Auftrag des Kultusministeriums mit dem Vorschlag besuchte, die ordentliche Professur in Aachen anzunehmen.<sup>107</sup>

Wallichs zögerte nicht lange und stand nun vor der verantwortungsvollen Aufgabe, in Aachen eine ‚Brücke zwischen Industrie und Hochschule‘ zu bauen. Zunächst ging

---

<sup>104</sup> Vgl. König 2006, S. 203 und König 1999, S. 56. Vgl. auch Wallichs 1949, S. 16. Vgl. zu Riedlers Reform der technischen Erziehung besonders Hunecke 1979, S. 301-313 und König 1999, S. 55-72.

<sup>105</sup> Vgl. HAAC Akte 2732, Personalbogen. Vgl. auch Wallichs 1949, S. 16.

<sup>106</sup> Vgl. GStA PK, I. HA Rep. 89, geheimes Zivilkabinett, jüngere Periode, Nr. 21704, Band 3, Blatt 108-110, Schreiben vom 11. Mai 1906 zur Berufung von Wallichs: Hier wird zusätzlich erläutert, dass Wallichs von der Hochschule als erster Kandidat vorgeschlagen wurde. Weitere Informationen, warum gerade Wallichs ausgewählt wurde oder welche anderen Kandidaten zur Diskussion standen, enthält das Schreiben nicht.

<sup>107</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 16. Vgl. auch Müller 1992, S. 47: Hier wird nur die Empfehlung Riedlers erwähnt; es ist jedoch nicht erkennbar, woher Müller diese Information hat. Vgl. auch Krebs 2008, S. 198: Riedler genoss großes Ansehen innerhalb der Technikwissenschaften und in der Berliner Politik; vgl. hierzu auch ebd., S. 244: Schon 1904 setzte Riedler die Berufung seines ehemaligen Assistenten Georg Stauber durch, der schließlich in kürzester Zeit und ohne Konkurrenz die Professur für Hüttenmaschinenkunde in Aachen erhielt. Krebs schlussfolgert daraus, dass Riedlers Ansehen offensichtlich ausgereicht hatte, um seinen Kandidaten durchzusetzen. Es lässt sich nun vermuten, dass auch bei Wallichs' Berufung Riedlers Empfehlung eine Rolle gespielt haben könnte.

es darum, sich neues Wissen anzueignen. Wallichs erkannte früh die Bedeutung der damals aktuellen Forschungen des Amerikaners Frederic Winslow Taylor<sup>108</sup> im Bereich der Wissenschaftlichen Betriebsführung. Wallichs berichtet, dass er kurz vor dem Abschluss seiner Berufungsverhandlungen in Berlin einen früheren Studienkameraden wieder getroffen hatte, der der damalige Direktor der Firma Borsig war. Er gab Wallichs ein Buch aus Amerika mit den Worten:

„Dies Buch ist von einem hervorragenden Reorganisator des Werkstattwesens in den USA geschrieben; es ist umwälzend und von größter Bedeutung. Das müssen Sie in deutscher Sprache herausgeben, Sie können damit der deutschen Industrie einen großen Nutzen bringen und machen sich damit in der Fachwelt einen Namen.“<sup>109</sup>

Es war eines der Werke des amerikanischen Betriebs- und Wirtschaftsingenieurs Frederic Winslow Taylor.

Fasziniert von den Ideen des Amerikaners begann Wallichs in Aachen sofort mit der Übersetzung ins Deutsche.<sup>110</sup> Schon 1908 erschien „On the art of cutting metals“ (1897) unter dem Titel „Über Dreharbeit und Werkzeugstähle“<sup>111</sup>. Dieses Werk wies Taylor als Spezialisten auf dem Gebiet der Metallbearbeitung aus, in dem er den mit

---

<sup>108</sup> Zur Person und Ausbildung von Frederic Winslow Taylors (1856-1915) vgl. z. B. Hebeisen 1999 oder Pahlitzsch 1954, S. 13-15.

<sup>109</sup> Wallichs 1949, S. 16: Bei dem erwähnten Studienkameraden muss es sich um Ernst August Paul von Borsig (1868-1933) gehandelt haben. Borsig studierte Maschinenbau an der Technischen Hochschule Berlin etwa zur gleichen Zeit wie Wallichs, so dass sie sich in dem Zeitraum 1890 bis 1895 kennen gelernt haben könnten. Schon 1894 übernahmen die drei Brüder Arnold, Ernst und Conrad die Geschäftsführung des Familienunternehmens Borsig. Während Arnold 1897 verstarb, durchlief Conrad (1873-1945) eine kaufmännische Ausbildung; vgl. die Geschichte der Borsig Gruppe unter [www.borsig.de](http://www.borsig.de) (28. November 2006).

<sup>110</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 16: Nach eigenen Aussagen fiel Wallichs die Übersetzung nicht schwer, weil er in den Jahren als Konstrukteur und Assistent intensiv die englische Sprache gelernt hatte und Professor Langer in Aachen und Dr.-Ing. Petersen in Düsseldorf Abschnitte zur Übersetzung übernommen hatten. Nicht nur für die Übersetzung sei das Englischlernen von Nutzen gewesen, so Wallichs, sondern auch schon 1902 für seine mehrmonatliche Geschäftsreise als Betriebsdirektor der Friedrich-Wilhelm-Hütte nach Afrika.

<sup>111</sup> Wallichs 1908.

seinem Kollegen Maunsel White gemeinsam entwickelten Schnelldrehstahl vorstellte.<sup>112</sup> 1909 übersetzte Wallichs ein weiteres Buch von Taylor ins Deutsche: „Shop Management“ (1903) erschien unter dem Titel „Die Betriebsleitung insbesondere der Werkstätten“<sup>113</sup>. Damit machte Wallichs Taylors Konzeption der Wissenschaftlichen Betriebsführung dem deutschen Leser zugänglich und legte die ersten Strukturen für einen Wissens- und Technologietransfer über Informationstransfer.

Mit diesen beiden Übersetzungen in den ersten Jahren seiner Professur legte Wallichs den Schwerpunkt seiner Forschungsarbeiten fest: Wissenschaftliche Betriebsführung und Zerspanung, gemeint ist die Systematisierung und Rationalisierung der Arbeitsprozesse und damit verbunden das Auffinden neuer Gesetzmäßigkeiten insbesondere auf dem Gebiet der Zerspanung. Damit gelang es ihm, für die Industrie wirtschaftlich interessante Themen zu seinen Forschungsschwerpunkten zu erklären, die es über einen Wissens- und Technologietransfer mit der Industrie zu vermitteln galt.

### **2.2.2 Generierung von neuem Wissen: Die Wissenschaftliche Betriebsführung**

Frederic Winslow Taylor gilt heute als Vater der Wissenschaftlichen Betriebsführung.<sup>114</sup> Ende des 19. Jahrhunderts erkannte Taylor, dass amerikanische Betriebe mit ihren damals üblichen Abläufen die notwendige Produktivität mit ungelernten Arbeitskräften nicht erbringen konnten. Es fehlte eine wissenschaftliche Durchdringung technischer und betriebsorganisatorischer Abläufe. Taylor beobachtete die Leistung der Arbeiter und die Wechselwirkung zwischen Mensch und Maschine. Er erkannte Verbesserungsmöglichkeiten, die – so seine These – eine höhere Leistung ohne Überanstrengung der Arbeiter erlauben sollten. Taylors Forderung nach Scientific Ma-

---

<sup>112</sup> Vgl. Homburg 1978, S. 176 f.

<sup>113</sup> Wallichs 1909: Taylors Buch „Principles of scientific management“ (1911) wurde von Rudolf Roesler 1913 übersetzt und erschien als ‚Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung‘. Es gilt als Hauptwerk Taylors.

<sup>114</sup> Zum Begriff der Betriebswissenschaft vgl. Wallichs 1949, S. 11 f.: Laut Wallichs führte Taylor den Begriff der ‚Betriebswissenschaft‘ ein. In Deutschland war der Begriff zunächst nicht eindeutig belegt. Es gab Synonyme wie Fabrikorganisation, Arbeitswissenschaften, Arbeitstechnik, Betriebslehre oder Betriebskunde, womit jedoch – im Sinne Taylors – ‚Betriebswissenschaft‘ gemeint war.

nagement entstand, also die Forderung nach einer Anwendung von wissenschaftlichen Methoden auf die Planung, Organisation und Führung von Fabrikbetrieben.<sup>115</sup> Dazu entwickelte er neben Arbeitsplatz-, Zeit- und Bewegungsstudien auch Methoden zur systematischen Beobachtung und Analyse eines Arbeitsablaufs.<sup>116</sup> Seine Methode beruhte auf der Zerlegung der Herstellungsweise eines bestimmten Produktes in genau kalkulierte Einzelvorgänge, wodurch jeder Arbeiter nur noch einen Griff zu leisten brauchte. In der industriellen Praxis hatte dies eine fortschreitende Rationalisierung und Verwissenschaftlichung der gesamten Betriebsführung und Fabrikorganisation zur Folge, die einerseits alle unnützen Arbeitsgänge eliminierte und andererseits eine gewaltige Produktionssteigerung mit sich brachte.<sup>117</sup>

Das hatte nicht nur Konsequenzen für den einzelnen Arbeiter, sondern auch für die Produktpalette der Firmen. Amerikanische Maschinenbauunternehmen beispielsweise bauten daraufhin viel weniger Maschinentypen als die europäischen, produzierten dafür jedoch größere Mengen. Für amerikanische Industrieunternehmen zählte in erster Linie der Kostenvergleich, d. h. eine kostengünstige Massenproduktion, wobei auch die Normierung von häufig verwendeten Maschinenteilen eine große Rolle spielte.<sup>118</sup> Als herausragendes Beispiel ist Henry Ford zu nennen, der ein System für Massenproduktion entwickelte und 1913 als Erster in seiner Detroit-er Automobilfabrik die Fließbandherstellung einführte.<sup>119</sup>

Währenddessen legten europäische und besonders deutsche Maschinenbauer Wert auf die Fertigungstiefe. Sie nahmen niedrige Produktionszahlen in Kauf, konnten dafür jedoch individuelle Kundenwünsche erfüllen. So galt die deutsche Werkzeugmaschinenindustrie als mehr konstruktionstechnisch orientiert, die amerikanische dagegen als mehr produktionstechnisch.<sup>120</sup>

---

<sup>115</sup> Vgl. ebd., S. 13. Vgl. auch Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 10 ff.

<sup>116</sup> Vgl. Homburg 1978, S. 171.

<sup>117</sup> Vgl. Hermand 1989, S. 51.

<sup>118</sup> Vgl. König 1997, S. 428, S. 432.

<sup>119</sup> Vgl. Hermand 1989, S. 52 ff. Vgl. zum Fordismus besonders Hughes 1991, S. 209 ff.

<sup>120</sup> Vgl. König 1997, S. 428, S. 432.

Die Produktion in den deutschen Industriebetrieben des ausgehenden 19. Jahrhunderts wurde von handwerklich ausgebildeten Meistern geleitet, die nach den in der eigenen Praxis gewonnenen Faustregeln den innerbetrieblichen Ablauf gestalteten. Gekennzeichnet war diese sogenannte Meisterwirtschaft durch das Fehlen einer wissenschaftlichen Durchdringung technischer und betriebsorganisatorischer Abläufe.<sup>121</sup> Amerikanische Beobachter betrachteten deutsche Maschinenbaufirmen wie eine Art Gemischtwarenladen mit einem vielfältigen Angebot an stabilen, hochwertigen Maschinen. Doch Typisierung, Normierung, Präzisionsfertigung und Massenproduktion veränderten den Maschinenbau auch in den europäischen Industrieländern. Denn seit den 1870er Jahren reisten auch deutsche Maschinenfabrikanten und Ingenieure in die USA, um dort amerikanische Fabriken zu besichtigen und Ideen für die eigene Produktion mitzunehmen.<sup>122</sup>

Im Jahr 1911 unternahm Wallichs seine erste Studienreise in die USA, um den Stand der Betriebswissenschaft im Ursprungsland zu studieren. Die Treffen mit Taylor, dem „großen Reformier und Altmeister der Zeit- und Arbeitsstudien“<sup>123</sup>, wurden für Wallichs zu denkwürdigen Erlebnissen:

„Sie bereicherten meine Kenntnisse von der wissenschaftlichen Betriebsführung durch den persönlichen Umgang mit dem Schöpfer der sich so günstig auswirkenden Neuordnung des Arbeitsverlaufes un-  
gemein.“<sup>124</sup>

Taylor bot seinem deutschen Besucher sogar an, weitere Studien in den USA zu betreiben. Doch Wallichs – als pflichtbewusster preußischer Beamter – nahm dieses

---

<sup>121</sup> Vgl. Pahlitzsch 1954, S. 13.

<sup>122</sup> Vgl. König 1997, S. 431 f. Vgl. zum horizontalen Transfer besonders Meinicken 1992: Darunter versteht man die Übertragung von Technologien aus einer Region oder einem Wirtschaftssystem in eine anderes. In dieser Zeit herrschte ein regelrechter ‚Kulturaustausch‘ mit Amerika. In dieser Arbeit spielt jedoch der horizontale Transfer eine untergeordnete Rolle, da der Schwerpunkt auf den vertikalen Transfer (Übertragungsprozess von neuen Technologien aus der Forschung in die Anwendung) gelegt wurde. Dennoch muss darauf hingewiesen werden, dass man am WZL immer wieder Kontakt nach Amerika knüpfte, die neusten technologischen Entwicklungen aufgriff und sich somit neues Wissen aneignete, vgl. dazu auch Kapitel 4.2.

<sup>123</sup> Wallichs 1949, S. 16.

<sup>124</sup> Ebd., S. 16.



Angebot nicht an. Stattdessen schickte er seinen Assistenten Dipl.-Ing. Rudolf Seubert zu Taylor, der nach einem achtmonatigen Aufenthalt seine Erfahrungen in dem Buch „Aus der Praxis des Taylorsystems“ (1914)<sup>125</sup> veröffentlichte. Seubert übernahm nach seiner Rückkehr die Einführung der Taylorschen Grundsätze in einigen deutschen Industrieunternehmen, wie beispielsweise in der Chemischen Fabrik von Knoll u. Co., der Schlossfabrik von Fr. Carl vom Bruck in Velbert oder in den Schorch-Werken A. G. Rheydt.<sup>126</sup>

Auch Wallichs begann seine bei Taylor gesammelten Erfahrungen auf dem Gebiet der Betriebsführung zu veröffentlichen. Er hielt Vorträge bei Ingenieurvereinen und Handels- und Industriekammern der Industriestädte. Zudem wurde er als Dozent für Betriebswirtschaft zu Fortbildungskursen für Ingenieure eingeladen. Diese mehrtägigen Kurse fanden in den Jahren 1910 bis 1914 in Essen, Dortmund, Elberfeld und Saarbrücken über wirtschaftliche Grundfragen und Maßnahmen zur Erhöhung der Rentabilität statt.<sup>127</sup>

Gleichzeitig publizierte Wallichs seit Anfang 1912 Aufsätze in den einschlägigen Zeitschriften, wie beispielsweise ‚Technik und Wirtschaft‘ oder ‚Stahl und Eisen‘, um – besonders der rheinisch-westfälischen Industrie – Taylors Kriterien einer reorganisierten Betriebsform nahezubringen. Auch in der von seinem Berliner Kollegen Schlesinger seit 1907 herausgegebenen Zeitschrift ‚Werkstattstechnik‘ trug er zur Verbreitung des Wissens über die aus Amerika stammende Wissenschaftliche Betriebsführung bei. Wallichs Aufsätze fanden in der deutschen Wirtschaft und Industrie große Beachtung.<sup>128</sup> Für seine außergewöhnlichen Leistungen wurde Wallichs am 30. Juni 1917 zum Geheimen Regierungsrat ernannt.<sup>129</sup>

---

<sup>125</sup> Seubert 1914. Vgl. dazu Wallichs 1949, S. 17.

<sup>126</sup> Vgl. ebd., S. 18.

<sup>127</sup> Vgl. ebd. Vgl. zum Beispiel auch Wallichs Vortrag über die Psychologie des Arbeiters und seine Stellung im industriellen Arbeitsprozess von 1917.

<sup>128</sup> Vgl. ebd., S. 17 f., S. 32 mit Literaturhinweisen. Vgl. auch Schallbroch 1967, S. 39 und Wallichs 1954, S. 13.

<sup>129</sup> Vgl. HAAc Akte 2732, Blatt 17: Die Ernennung geht aus dem Schreiben des Regierungspräsidenten an den Rektor hervor: „Seine Majestät der Kaiser und König haben Allergnädigst geruht, dem ordentlichen Professor an der Technischen Hochschule Adolf Wallichs den Charakter als Geheimer Regierungsrat zu verleihen.“ Zwar wurde kein spezieller Grund für die Verlei-

Die betriebswissenschaftlichen Erfahrungen brachte Wallichs auch in seine Vorlesungen an der Technischen Hochschule Aachen ein. Ab dem Studienjahr 1911/12 lehrte er nicht mehr nur Grundlagen der Arbeits-, Bergwerks- und Werkzeugmaschinen, sondern vermittelte seinen Studenten jene Erkenntnisse über Fabrikorganisation, die er bei Taylor gewonnen hatte.<sup>130</sup> Die preußische Diplomsprüfungsordnung wurde geändert, so dass das Fach ‚Maschinenfabrikation‘ in ‚Fabrikorganisation‘ umbenannt und es nun ein mündliches Prüfungsfach wurde.<sup>131</sup> Außerdem mussten die Studenten eine schriftliche Arbeit im Bereich der Betriebswissenschaft über die Themen Zeitstudien oder Kalkulation verfassen.<sup>132</sup>

Am WZL arbeiteten Wallichs Assistenten bereits frühzeitig an diesem Thema. Sie analysierten Produktionsabläufe in umliegenden Betrieben, um nachzuprüfen, ob mit Taylors Lehren Produktivitätssteigerung und Kostenreduzierung möglich waren. Dazu entstanden seit 1911 mehrere Dissertationen.<sup>133</sup>

---

hung genannt, aber aufgrund des Zeitpunktes kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass Wallichs die Auszeichnung für sein außergewöhnliches Engagement im Bereich der Betriebsorganisation erhalten hat.

<sup>130</sup> Vgl. VV 1911/12, S. 27: Über die genauen Inhalte der Vorlesungen waren keine Unterlagen zu finden.

<sup>131</sup> Vgl. Klinkenberg 1970, S. 73-74. Zu weiteren Reformplänen im Maschineningenieurwesen vgl. ebd., S. 74 ff.

<sup>132</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 19.

<sup>133</sup> In dieser Zeit entstanden u. a. folgende Dissertationen: Erich Moldenhauer: Wirtschaftliche Schachtförderung aus großen Teufen, 1911. Heinrich Hempelmann: Anlage und Berechnung von Gasfernleitungen in technischer und wirtschaftlicher Beziehung, 1914. Arthur Winkel: Über den Einfluß der Fördermittel, Förderweise und Maschinenbauart auf die Herstellungskosten elektrischer Schacht-Fördermaschinen, 1917. Diese Dissertationen sind reine Prozessbeschreibungen und Analysen von Förderanlagen und Maschinen auf deren Wirtschaftlichkeit. Im Ergebnisteil enthalten sie zum Teil Handlungsempfehlungen oder Verbesserungsvorschläge. Aus den Arbeiten geht jedoch nicht hervor, mit welcher Methodik die Forschungen durchgeführt wurden oder wie lange und in welchen Hüttenwerken oder Fabriken sie stattgefunden haben. Sie enthalten weder Vorworte noch Danksagungen, aus denen man derartige Informationen hätte schließen können. Es ist anzunehmen, dass die Untersuchungen in den großen Hüttenwerken bzw. Maschinenfabriken für Bergwerks- und Hüttenmaschinen des Aachener Kreises durchgeführt wurden, da Wallichs als ehemaliger Ingenieur der Friedrich-Wilhelm-Hütte über gute Kontakte im Ruhrrevier verfügte.

Aber die Rationalisierungsmaßnahmen von Taylor stießen nicht nur auf Begeisterung. Die Stoppuhr, mit deren Hilfe Arbeitsplatzanalysen durchgeführt wurden, entwickelte sich zum wichtigsten Symbol in der um 1920 einsetzenden öffentlichen kritischen Diskussion um den Taylorismus. Für die Anhänger des Taylorismus verkörperte die Stoppuhr die wissenschaftliche Exaktheit der Lehre, für die Gegner stand sie für Arbeitshetze und Antreiberei.<sup>134</sup> Der Hauptvorwurf der Gewerkschaften gegen die Lehren Taylors bestand darin, dass die Belange des Arbeiters außer Acht gelassen und dass das Streben nach höheren Gewinnen der Unternehmer im Vordergrund stehen würde.<sup>135</sup> Aber nicht nur die Arbeiter und deutschen Gewerkschaften lehnten den Taylorismus ab, sondern auch einige Unternehmer. Denn Taylor teilte den Ingenieuren eine zentralere Rolle im Unternehmen zu, als sie diese bisher innehatten. Zukünftig sollten sie die Funktionen der Meister übernehmen, d. h. die Organisation und den Ablauf der Arbeit und sogar die Höhe der Entlohnung wissenschaftlich bestimmen. Damit drangen sie in Kompetenzbereiche ein, die bislang nur dem kaufmännischen Management vorbehalten waren.<sup>136</sup> Die Kritiker verwiesen auf die Unterschiede der Wirtschafts- und Sozialstruktur sowie auf die Differenzen in der Organisation und im Verhalten der Arbeiterschaft zwischen Deutschland und Amerika. Unsicherheitsfaktoren, wie z. B. die Reaktionen der Arbeiter und Meister, sowie die Tatsache, dass Ingenieure erst für die neuen Organisationsaufgaben ausgebildet werden mussten, dämpften den Optimismus. Die Schlussfolgerung der deutschen Industrie war daher, nicht das gesamte Taylorsystem zu übernehmen, sondern einzelne Organisationselemente anzuwenden und systematisch auf die Modernisierung der Betriebe hinzuarbeiten.<sup>137</sup>

Wallich's war der Ansicht, dass die Argumente gegen Taylor darauf zurückzuführen waren, dass es der deutschen Industrie zu dieser Zeit ausgezeichnet ging und keine Gründe für eine Rationalisierung vorlagen. Wallich's verstand das Taylorsystem nicht

---

<sup>134</sup> Vgl. König 1997, S. 437. Vgl. z. B. auch den Spielfilm *Modern Times* (1933-1936) von Charlie Chaplin. Hier wird auf satirischer Weise ein Taylorismus dargestellt, der durch monotone, den Rhythmus der Maschine vorgegebene Arbeitsabläufe jegliche Individualität des Menschen unterdrückt.

<sup>135</sup> Vgl. Wallich's 1949, S. 16 f.

<sup>136</sup> Vgl. König 1997, S. 436.

<sup>137</sup> Vgl. Homburg 1978, S.177-179.

als Arbeitshetze, sondern als eine aus eingehendem Studium der Arbeit hervorgegangene, zweckmäßige und ohne zeitraubende Störungen sich abwickelnde Ordnung der Dinge.

„Die gewonnenen Zeitersparnisse ließen sich in erster Linie nicht durch eine erhöhte Arbeitsgeschwindigkeit, sondern durch die Vermeidung der infolge schlechter Arbeitsvorbereitung und unzweckmäßiger Lohnverfahren verursachten Zeitvergeudung erzielen.“<sup>138</sup>

Außerdem, so sah es Wallichs, setze Taylor sich für den Grundsatz „hohe Löhne bei niedrigen Erzeugungskosten“<sup>139</sup> ein, so dass mit der Schaffung klarer Verhältnisse in der Lohnfrage das Vertrauen zwischen dem Arbeiter und dem Unternehmer verstärkt wurde. Nach Aussagen von Wallichs habe es nie einen Streik in den nach Taylors Grundsätzen geordneten Betrieben gegeben.<sup>140</sup>

Doch auch in Amerika waren Taylors Lehren nicht unumstritten. 1911, also genau in dem Jahr, in dem Wallichs Taylor zum ersten Mal besuchte, kam es in einer amerikanischen Waffenfabrik zu einem Streik. Einige Schüler Taylors wollten die Fabrik umgestalten und dabei Arbeitsanalysen mit der Stoppuhr durchführen, woraufhin sich die Arbeiter mit einem Streik wehrten. Die Gewerkschaft benutzte den Vorfall, um eine landesweite Kampagne gegen Taylor zu starten, die sogar in einer Anhörung vor dem amerikanischen Kongress mündete. Die Waffenarbeiter und die Gewerkschaft erzielten einen Teilsieg: Die amerikanische Regierung verbot den staatlichen Waffenfabriken in den Jahren 1915/16 grundsätzlich die Durchführung von Zeitstudien nach Taylor.<sup>141</sup>

In Deutschland begann man Anfang der 1920er Jahre, angeregt durch die Arbeiten von Taylor und seinen Mitstreitern Henry L. Gantt, Cool Berth und dem Ehepaar Gilbreth, auch die psychologische Seite der Betriebswissenschaft zu beachten. Nicht mehr nur das Zusammenspiel ‚Mensch – Maschine‘ wurde analysiert, sondern auch

---

<sup>138</sup> Wallichs 1949, S. 16 f.

<sup>139</sup> Ebd., S. 14.

<sup>140</sup> Vgl. ebd. Vgl. auch Müller 1992, S. 51.

<sup>141</sup> Vgl. König 1997, S. 438.

der Mensch allein.<sup>142</sup> Gilbreth nahm erste Bewegungs- und Ermüdungsstudien vor. Er stellte nicht mehr nur die Frage, wie lange die Arbeit dauerte, sondern auch wie zweckmäßig sie ausgeführt wurde.<sup>143</sup> Dieser besondere Teil der Betriebswissenschaft wurde zunächst mit dem Begriff ‚Arbeitspsychologie‘ beschrieben oder auch ‚Psychotechnik‘ und kann als Vorläufer der späteren ‚Arbeitswissenschaft‘ betrachtet werden.<sup>144</sup> Der Berliner Maschinenbauprofessor Georg Schlesinger gründete 1918 an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg ein erstes Institut für Psychotechnik, das sich der Entwicklung von Eignungstests und den Forschungen über Ermüdungserscheinungen widmete. Der 1924 auf Anregung der Berliner Metall- und Elektroindustrie gegründete REFA bemühte sich um die Weiterentwicklung des Taylor-Systems und um eine Anpassung an die deutschen Verhältnisse.<sup>145</sup> In enger Zusammenarbeit mit der 1920 im Rahmen des VDI gegründeten Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure (ADB) übernahmen die Wissenschaftler die Aufgabe, die Ausbildung zuverlässig geschulter Zeitaufnahme-Ingenieure zu organisieren.<sup>146</sup> Wallichs war in beiden Organisationen ein angesehenes Mitglied und lange Zeit Obmann des ADB in Aachen.<sup>147</sup>

Wallichs sah in der Betriebs- und Arbeitswissenschaft die Möglichkeit, durch technischen Fortschritt und organisatorische Gestaltung die Arbeit für den Menschen zu erleichtern. Gemeinsam mit dem Psychologen Walther Poppelreuter<sup>148</sup> begann Wallichs Mitte der 1920er Jahre mit Projekten zur Arbeitswissenschaft in der Schwerindustrie. Hier legte Wallichs den Grundstein für den Transferweg Technologietransfer: Wallichs wendete sich an Vertreter der rheinisch-westfälischen Industrieunternehmen und bat um Unterstützung seiner Projekte. Dies war der Beginn der angewandten Auftragsforschung bzw. der heutigen Drittmittelforschung.

---

<sup>142</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 18.

<sup>143</sup> Vgl. Kothe 1960, S. 1272.

<sup>144</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 18.

<sup>145</sup> Vgl. Braun 1997, S. 53.

<sup>146</sup> Vgl. Kothe 1960, S. 1271. Vgl. auch Wallichs 1949, S. 23.

<sup>147</sup> Zu den Mitgliedschaften von Wallichs vgl. den Nachruf auf Adolf Wallichs in der Zeitschrift Werkstattstechnik 1959, S. 301. Vgl. auch Kothe 1950, S. 251-253.

<sup>148</sup> Zu Walther Poppelreuter (1886-1939) vgl. Fußnote 159.

In einem Schreiben vom 2. Januar 1924 erläuterte Wallichs dem Generaldirektor Dr. Albert Vögler<sup>149</sup>, Vereinigte Stahlwerke, seine Gedanken und Vorschläge zum Thema Arbeitsforschung, mit der die damals herrschende wirtschaftliche Not gelindert werden könne. In einer im Dezember 1923 gemeinsam mit Poppelreuter verfassten Schrift forderte Wallichs die Industrieunternehmen auf, gemeinsam mit den Hochschulen das Problem der Rationalisierung zu lösen. Seiner Meinung nach liege die Lösung in der Arbeitszeitverlängerung oder aber in der Erhöhung der Leistung pro Arbeitsstunde. Wallichs trete für den zweiten Aspekt ein: Nur durch eine Verbesserung der Organisation und der Beachtung des menschlichen Faktors der Arbeit, insbesondere durch die richtige, psychotechnische Begutachtung der arbeitenden Menschen, könne die volle Leistungsfähigkeit des Einzelnen ermittelt und dieser nach seiner besten Eignung zur produktiven Arbeit herangezogen werden. Durch ein entsprechendes Lohnverfahren erhöhe man den Anreiz zur Arbeit und schaffe Zufriedenheit zwischen Arbeiter und Unternehmer.<sup>150</sup> Statt einer kosten- und zeitaufwendigen Umorganisation des Betriebs schlug Wallichs zunächst die richtige Begutachtung der arbeitenden Menschen im Betrieb durch Ingenieure und Psychotechniker vor. Wallichs schrieb weiter:

„Rascher und solider Erfolg kann erwartet werden, wenn die Wissenschaft unmittelbar mit den werkseigenen Ingenieuren und Sozialbeamten ein arbeitsfähiges Begutachtungslaboratorium organisiert, dann dessen laufende Tätigkeit und weitere Entwicklung als Berater unterstützt. Daraus, dass dann die Wissenschaft der Werksleitung ei-

---

<sup>149</sup> Zu Albert Vögler (1877-1945), vgl. Grüttner 2004, S. 177 f.: Ingenieur, 1915-1926 Generaldirektor der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten AG in Dortmund, 1926-1935 Generaldirektor der Vereinigten Stahlwerke, aktiv in der Forschungsförderung z. B. seit 1920 Mitglied des Senats der Kaiser-Wilhelm-Gemeinschaft und Mitbegründer des Stifterverbandes der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, 1927-1930 Vorstandsvorsitzender des Deutschen Museums in München, 1929 Delegierter des Deutschen Reiches bei den Verhandlungen über den Young-Plan, in der Weimarer Republik und während der NS-Diktatur im Vorstand und im Aufsichtsrat zahlreicher Unternehmen tätig, seit Dezember 1944 Generalbevollmächtigter Albert Speers für das Rhein-Ruhr-Gebiet. Vögler beging im April 1945 nach seiner Festnahme durch amerikanische Soldaten Selbstmord.

<sup>150</sup> Vgl. Archiv der ThyssenKrupp AG, Duisburg FWH / 440, Schreiben von Wallichs an Dr. Albert Vögler vom 2. Januar 1924.

nen Teil der Verantwortung abnimmt, kann eine große Erleichterung in der Durchsetzung der neuen Methoden, die allzu leicht im Misstrauen der Arbeitnehmerschaft auf Schwierigkeiten treffen, erwartet werden.“<sup>151</sup>

Wallichs schlug den Industrievertretern einen Handel vor: wissenschaftliche Arbeit vor Ort gegen entsprechende Bezahlung. Dabei würde es sich nicht „um eine Aktion zu Gunsten notleidender Wissenschaft“<sup>152</sup> handeln, sondern um ein privatwirtschaftliches Geschäft zwischen Wissenschaft und Industrie, und zwar um gezielte Auftragsforschung:

„Als ausführende wissenschaftliche Instanz stehen in der Rheinprovinz zur Verfügung die von Herrn Professor Dr. phil. et med. Poppelreuter gegründeten und geleiteten Instituts a) für klinische Psychologie und b) für Industrielle Psychologie an der Maschinenbauschule in Köln (Gesellschaft für technisch wissenschaftliche Fortbildung). Diese sind ohne wesentliche Erweiterung ihrer Mittel und Personen zur Übernahme der Arbeit imstande. Die Errichtung eines Laboratoriums in Aachen an der Technischen Hochschule (Geheimrat Wallichs) ist in Aussicht genommen.“<sup>153</sup>

Wallichs schrieb ferner, dass man eine Reihe führender Arbeitgeber der Großindustrie für diesen Plan gewinnen müsse.<sup>154</sup>

Die Ideen von Wallichs stießen bei den Unternehmern des nahegelegenen Industriegebietes auf Interesse und sein Plan ging auf: In der gleichen Akte befand sich ein erster Bericht über die Tätigkeit der Forschungsstelle für industrielle Schwerarbeit der Vereinigten Stahlwerke A.-G. von 1925 bis 1929.<sup>155</sup> Gegründet hatten Wallichs, Pop-

---

<sup>151</sup> Ebd.

<sup>152</sup> Ebd.

<sup>153</sup> Ebd.

<sup>154</sup> Vgl. ebd.

<sup>155</sup> Vgl. ebd. Vgl. auch Wallichs 1949, S. 26.

pelreuter und Oberingenieur Arnhold<sup>156</sup> die Forschungsstelle im Jahr 1925. Aufgabe war die methodische Untersuchung der Arbeitsbedingungen einzelner Arbeitergruppen in den Hüttenbetrieben hinsichtlich ihrer besonderen Anforderungen und Arbeitsbelastungen. Diese Untersuchungen standen unter der Leitung des ersten Geschäftsführers der Forschungsstelle Dr.-Ing. Hanns Baurmann, später K. H. Fraenkel, die eine Gruppe von Zeit- und Arbeitsstudien-Ingenieuren im Werkzeugmaschinenlabor zusammenstellten.<sup>157</sup>

Ein exemplarisches Beispiel für die Zusammenarbeit soll an dieser Stelle genauer erläutert werden: Jens Juhl Strube, Assistent bei Wallichs, analysierte die Arbeiterkategorie Feuerarbeiter des Schmelzbetriebs und veröffentlichte seine Ergebnisse 1929 in seiner Dissertation mit dem Titel „Beitrag zur menschlichen Schwerarbeit im Hochofenbetrieb“. Als Feuerarbeiter bezeichnete man die Schmelzer, Masselmacher und Eisenschläger eines Hochofenbetriebs. Zunächst erstellte Juhl Strube sogenannte Arbeitsbilder von einzelnen Arbeitern: Sie stellten eine grobe Zusammenfassung aller Arbeiten und Belastungen eines Arbeiters dar und enthielten u. a. den Arbeitsort, die Umgebung, die Kleidung, die Vorbildung, die Entlohnung, bisherige Gutachten über den Arbeiter sowie die Beschreibung der täglichen Arbeit unter Berücksichtigung der Körperhaltung und -belastung. Sie dienten zur Feststellung der Eignungsmerkmale für die besonderen Arbeitstypen und bildeten die Grundlage für die psychologische Begutachtung. Anschließend erfolgte die Arbeitsanalyse: Die Methodik seiner Untersuchung beruhte auf einer genauen Beobachtung und Uhrzeitmessung der einzelnen Arbeitsschritte eines Arbeiters unter Berücksichtigung der mit der Arbeit verbundenen

---

<sup>156</sup> Zu Carl (oder Karl) Arnhold (1884-1970) vgl. Raehlmann 2005, S. 39-41, S. 178: Arnhold machte in den folgenden Jahren eine erstaunliche Karriere. Er war im 1925 gegründeten Deutschen Institut für Nationalsozialistische Technische Arbeitsforschung und -schulung (DINTA) tätig, erhielt 1933 den Auftrag, betriebspädagogische Maßnahmen im Sinne des Nationalsozialismus umzugestalten; er erhielt von 1934 bis 1936 einen Lehrauftrag an der Technischen Hochschule Aachen, vgl. dazu auch Kapitel 3, Fußnote 267.

<sup>157</sup> Wallichs kannte die beiden Ingenieure, Hanns Baurmann und K. H. Fraenkel, persönlich, da sie als Assistenten am Werkzeugmaschinenlabor tätig gewesen waren. Baurmann promovierte 1928 bei Wallichs zum Thema „Ein Beitrag zur Frage der individuellen Verschiedenheiten im Bedienen von Werkzeugmaschinen“. Eine von Fraenkel verfasste Dissertation konnte nicht gefunden werden. Er hatte jedoch als Assistent von 1921 bis 1925 bei Wallichs gearbeitet, vgl. VV 1921 ff.



körperlichen Anstrengung und Nebenumstände wie Hitze, Dampf, etc. Die genauen Arbeitsaufnahmen lieferten somit genügend Unterlagen, um arbeitswissenschaftliche, betriebswissenschaftliche und wirtschaftliche Fragestellungen beantworten zu können. Juhl Strube stellte sich u. a. folgende Fragen: Wer ist am Hochofen wirklich Schwerarbeiter? Ist jeder Arbeiter für diese Tätigkeit geeignet – hat er die berufliche Qualifikation, ist er körperlich geeignet? Sind alle Arbeitsschritte notwendig? Wann sind Pausen notwendig? Wird die Arbeitsbelastung durch Hitze, Rauch, Dampf erschwert und welcher Arbeiter kann die Arbeit trotzdem leisten? Wie lange benötigen Arbeiter für die jeweiligen Arbeitsschritte? Juhl Strube führte die Untersuchungen wie erwähnt bei den Vereinigten Stahlwerken A.G. durch und – um Vergleichsstudien zu erhalten – in weiteren zwei Werken, die er jedoch nicht namentlich nennt. Die praktischen Untersuchungen dauerten nach seinen Angaben fast ein Jahr, doch gibt er nicht die Anzahl der analysierten Arbeiter an. Desweiteren ist der Dissertation nicht zu entnehmen, welche Konsequenzen seine Vorschläge bezüglich der Änderung der Arbeitsverfahren und der Organisation des Schmelzbetriebes gehabt haben.<sup>158</sup>

Das arbeitswissenschaftliche Engagement in den Betrieben führte dazu, dass der Unterricht Arbeitspsychologie an der Technischen Hochschule Aachen eine immer größer werdende Bedeutung erhielt. So stellte die Fakultät für Maschinenwirtschaft im Dezember 1928 einen Antrag auf einen zusätzlichen Lehrauftrag. Der langjährige Kollege von Wallichs, Walther Poppelreuter<sup>159</sup>, schien der Fakultät geeignet, das Ge-

---

<sup>158</sup> Vgl. Jens Juhl Strube: Beitrag zur menschlichen Schwerarbeit im Hochofenbetrieb 1929. Vgl. auch die Zusammenfassung der Dissertation von Strube im Archiv der ThyssenKrupp AG, Duisburg FWH / 440. Weitere Untersuchungen führte die Forschungsstelle für andere Arbeiterkategorien durch, z. B. in der Strohseilspinnerei, vgl. ebd.: Schreiben von Fraenkel vom 26. November 1926 an Direktor Projahn, Direktion-Giesserei, sowie den Bericht über die abgeschlossenen Untersuchungen im Auftrag der Direktion-Giesserei vom 17. September 1926. Es konnten keine weiteren Quellen gefunden werden, die anschaulich beschreiben, wie die Forschungen mit welchen Methoden konkret durchgeführt wurden und welche Veränderungen es aufgrund der Forschungsergebnisse in den Betrieben gegeben hatte.

<sup>159</sup> Zu Walther Poppelreuter (1886-1939) vgl. Raehlmann 2005, S. 39-41, S. 81: Poppelreuter war, bevor er sich nach Studium mit Promotion in Psychologie und Medizin 1919 in Bonn habilitierte und 1922 dort Professor für Klinische Psychologie wurde, bereits in der Arbeitswissenschaft als Mitglied des gleichnamigen Reichsausschusses hervorgetreten. Im Studienjahr 1929/30 erhielt er in Aachen den Lehrauftrag. Das Bonner Institut für Klinische Psychologie, von Poppelreuter unmittelbar nach dem Ersten Weltkrieg gegründet und von ihm geleitet, befasste sich vor allem

biet umfassend zu behandeln. Er hatte seine Kenntnisse in einem am Lehrstuhl von Wallichs eingerichteten Zeitstudien-Kursus für Ingenieure aus der Praxis unter Beweis stellen können.<sup>160</sup> Walther Poppelreuter erhielt 1929 einen Lehrauftrag für Arbeitspsychologie, den er am Laboratorium für Psychotechnik am WZL absolvierte.<sup>161</sup>

Mit dem Schreiben von Januar 1924, in dem Wallichs den umliegenden Industrieunternehmen eine Kooperation auf Projektbasis anbot, begründete er die Zusammenarbeit des WZL mit der Industrie. Damit legte er die Basis für einen Wissens- und Technologietransfer, der gleich mehrere Transferwege erfolgreich bediente: Technologietransfer über die industrielle Auftragsforschung, Personaltransfer über seine Mitarbeiter, die in den Unternehmen vor Ort waren, sowie Informationstransfer über die veröffentlichten Dissertationen und Forschungsberichte. Die hier gelegten Strukturen des Transferprozesses bilden bis heute die Grundpfeiler des Wissens- und Technologietransfers am WZL.

### **2.2.3 Praxisnahe Ingenieurausbildung: Der Bau des Laboratoriums**

Aus der langjährigen Erfahrung als Oberingenieur und Betriebsdirektor der Maschinenbauabteilung der Friedrich-Wilhelm-Hütte in Mülheim an der Ruhr wusste Wallichs, dass Grundlagenforschung in einem privatwirtschaftlichen Unternehmen kaum

---

mit der ärztlichen und beruflichen Versorgung der an organischen Hirn- und Nervenschädigungen leidenden Verletzten des Krieges und der Arbeit. Bereits 1931 wechselte Poppelreuter von der SPD zur NSDAP und wurde zu einem engagierten Parteimitglied: Er war Amtsverwalter, Provinzial-Landtagsabgeordneter und wissenschaftlich-ärztlicher Berater der Reichsleitung der NSDAP für die Reform der Begutachtungs- und Betreuungsverfahren. Poppelreuter versuchte, die medizinische Fakultät im nationalsozialistischen Geist umzugestalten und war maßgeblich an der Vertreibung von Professor Otto Löwenstein, Leiter der Kinderanstalt für seelisch Abnorme der Rheinprovinz in Bonn, beteiligt.

<sup>160</sup> Vgl. HAAc Akte 497, Schreiben der Fakultät für Maschinenwirtschaft Aachen an das preußische Ministerium vom 12. Dezember 1928.

<sup>161</sup> Vgl. HAAc Akte 497, Antwort des preußischen Ministeriums. Vgl. zu Poppelreuters Anstellung am WZL auch Wallichs 1949, S. 11-33, hier S. 26. Vgl. VV 1928/29, S. 8, hier wird das Laboratorium für Psychotechnik und der Psychotechnischen Sammlung erstmalig mit Wallichs als Leiter genannt. Vgl. auch ebd., S. 24, hier wird Dr.-Ing. Baurmann als Assistent für das Laboratorium für industrielle Psychotechnik aufgeführt. Poppelreuter wird in den VV 1926/27-1936/37 nicht genannt.

möglich war. Demzufolge brauchten die kleinen und mittelständischen Werkzeugmaschinenunternehmen gesonderte Forschungsinstitute, die für sie Forschung betreiben konnten. Ein weiterer Aspekt für ein an der Hochschule angegliedertes Forschungslabor war seine eigene Erfahrung: Nur eine praxis- und wissenschaftsverbindende Ingenieurausbildung brachte junge Absolventen hervor, die für die Industrie schnell und effizient einsetzbar waren. Wallichs war überzeugt, dass in einem Werkzeugmaschinenlaboratorium das Zusammenspiel von Lehre und Forschung eine erstklassige Anwendung finden könnte. Hier sollten die Studenten ihre in der Praktikantenzeit erworbenen Kenntnisse über Werkstättenbetrieb und Fertigungsverfahren erweitern und wissenschaftliche Forschungsarbeiten in Form von Diplom- oder Doktorarbeiten verfassen. Wallichs forderte von den Hochschulen solche Forschungsmöglichkeiten und die entsprechenden Räumlichkeiten.<sup>162</sup> Damit stand er nicht allein: Schon seit den 1890er Jahren wurden Versuche, Beobachtungen und Messungen als Lehrmethoden proklamiert und sollten als organisatorische Konsequenz nach amerikanischem Vorbild in Maschinenbaulaboratorien umgesetzt werden.<sup>163</sup>

An der Berliner Technischen Hochschule, die 1904 den ersten deutschen Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen, Fabrikanlagen und Fabrikbetrieb gegründet hatte, wurde schon 1907 ein Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre eingerichtet. Auch bei der Planung der Professur in Aachen war ein Werkzeugmaschinenlaboratorium angedacht. In einem Schreiben vom September 1906 wurde Wallichs bzw. die Technische Hochschule Aachen aufgefordert, einen Kostenvoranschlag für ein solches Labor zu erstellen.<sup>164</sup>

Offensichtlich wurden die Mittel, die Wallichs für die Einrichtung des Labors bereits seit 1906 beantragt hatte, erstmals im Jahr 1909 bewilligt: Die erste konkrete Nennung des Laboratoriums für Werkzeugmaschinen findet sich im Vorlesungsverzeichnis von 1909/10. In der Rubrik ‚Etatbewilligungen für 1909‘ wurde die Stelle eines

---

<sup>162</sup> Vgl. Wallichs 1934, S. 1.

<sup>163</sup> Vgl. Lundgreen 1994, S. 31 f.

<sup>164</sup> Vgl. Spur 2000, S. 152 und GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. X, Nr. 3, Band 1, Blatt 1-2, Schreiben vom Minister an den Rektor der Königlichen Technischen Hochschule in Aachen vom 3. September 1906, in dem Wallichs um einen Kostenvoranschlag für die Einrichtung des Labors gebeten wird. In der gleichen Akte findet sich der Kostenvoranschlag von Wallichs vom 18. Oktober 1906.

Vorarbeiters und Werkzeugmachers für das neu einzurichtende Laboratorium für Werkzeugmaschinen genehmigt. Ferner erfolgte eine einmalige Zahlung von 26.000 Mark zur Einrichtung des Laboratoriums; 4.000 Mark dienten zur Herrichtung von zwei Räumen im Kellergeschoss des Hauptgebäudes zur Aufnahme der Laboratorien für Werkzeugmaschinen und für mechanische Technologie.<sup>165</sup>

So begann Wallichs mit seinen Zerspanungsversuchen im Keller des Hauptgebäudes.<sup>166</sup> Seit seiner Berufung hatte er jedoch die Errichtung eines eigenen, großen Werkzeugmaschinenlaboratoriums in Aachen geplant. Hierfür nutzte er seine guten Kontakte nach Berlin, um die Erfahrungen, die bei der Einrichtung des Berliner Laboratoriums gemacht worden waren, für sein eigenes Labor zu nutzen.<sup>167</sup>

In den folgenden Jahren gelang es Wallichs, erhebliche finanzielle Mittel für den Bau eines Laboratoriums von den in der Aachener Region gelegenen Industrieunternehmen zu sammeln. Auch das Ministerium war bereit, seine Pläne zu unterstützen und verwies dabei auf das Vorbild in Berlin. Doch der Ausbruch des Ersten Weltkrieges 1914 unterbrach Wallichs' Bemühungen.<sup>168</sup>

Wallichs hielt jedoch weiterhin an seiner Idee von einer praxis- und wissenschaftsverbindenden Ingenieurausbildung fest. Trotz Inflation und Wirtschaftsunruhen ge-

---

<sup>165</sup> Vgl. VV 1909/10, S. 167-168. Vgl. auch GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. XV, Nr. 1, Band 9 mit diversen Schreiben zur Erweiterung der Hochschule und zum geplanten Neubau Werkzeugmaschinenlaboratorium.

<sup>166</sup> Vgl. Wallichs 1934, S. 1: Wallichs schrieb, dass er mit den Versuchen schon 1908 begonnen habe. In der Literatur finden sich hierzu jedoch unterschiedlichen Daten vgl. z. B. Gast 1920, S. 279, Opitz 1949, S. 34, Spur 1967, S. 41 f. und Moll 1981, S. 25-34.

<sup>167</sup> Vgl. Spur 2000, S. 150-151 und GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. X, Nr. 3, Band 1.

<sup>168</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 22. Vgl. auch Archiv der ThyssenKrupp AG, Duisburg FWH / 442: Schreiben von Wallichs an den Generaldirektor Dr. Ing. Vögler vom 29. Oktober 1921, Betrifft: Werkzeugmaschinen-Laboratorium. In diesem Schreiben bittet Wallichs um eine finanzielle Spende für den Bau des Werkzeugmaschinen-Laboratoriums und schickt die 1917 verfasste und 1921 erweiterte Werbeschrift mit. Ferner schreibt er, dass es im Jahr 1917 eine erste Sammlung gegeben habe, an der sich meisten großen Hüttenwerke beteiligt hätten, der Konzern Deutsch-Luxemburg allerdings nicht. Das Geld dieser Sammlung kam dann der Gesellschaft von Freunden der Aachener Hochschule zugute und er habe nichts für den Bau des Werkzeugmaschinenlabors bekommen.

lang es ihm, nach dem Ersten Weltkrieg erneut Spenden aus der Industrie für sein ambitioniertes Projekt zu erhalten.<sup>169</sup> Er verfasste dazu eine Werbeschrift für den Bau des Laboratoriums, in der er den Sinn und Zweck des Laboratoriums und die Vorteile für die beteiligten Industriefirmen anpries. Sein Spendengesuch endete mit der Bitte, das im wirtschaftlichen Interesse immer notwendiger werdende Laboratorium zu unterstützen. Er gäbe die Hoffnung nicht auf, wenigstens einen kleinen bescheidenen Teil im Rahmen einer später zu ergänzenden Gesamtanstalt mit Hilfe der Industrie in letzter Stunde noch entstehen zu sehen. Es sollte, so Wallichs, lediglich eine Halle für die Maschinen von etwa 20 Metern Länge und 12 Metern Breite nunmehr zur Ausführung kommen, während die Verwaltung zunächst im Hauptgebäude der Technischen Hochschule Aachen verbleiben sollte. So schreibt er:

„Ich wende mich daher erneut an die Kreise der Industrie mit der Bitte, dieses Werk in schwerer Zeit so zu unterstützen, dass ein Anfang gemacht werden kann. Insbesondere bitte ich diejenigen Kreise sich zu beteiligen, an welche ich bisher noch nicht herangetreten war. Gez. A. Wallichs.“<sup>170</sup>

Die Spendengesuche von Wallichs waren erfolgreich und Unternehmen aus dem nahegelegenen Ruhrrevier, wie die Stahlwerke Rich. Lindeberg A.G. in Remscheid-Hasten, die Firma Hydraulik GmbH in Duisburg, die Dürener Metallwerke AG oder die Aachener Waggonfabrik Gustav Talbot & Co., beteiligten sich an der Finanzierung des Labors.<sup>171</sup> Weitere namhafte Unternehmen der rheinischen Industrie beteiligten sich mit hohen Summen am Bau, wie beispielsweise die heutige ThyssenKrupp AG oder die Aachener Waggonbau- und Automobilfabrik Goosens.<sup>172</sup> Schon 1922

---

<sup>169</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 22.

<sup>170</sup> Archiv der ThyssenKrupp AG, Duisburg FWH / 442.

<sup>171</sup> Vgl. GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. XV, Nr. 11, Band 1 mit diversen Schreiben von 1917 und 1918 und Nennungen weiterer rheinisch-westfälischer Industrieunternehmen aus u. a. Düsseldorf, Bochum und Remscheid.

<sup>172</sup> Vgl. Archiv der ThyssenKrupp AG, Duisburg FWH / 442, Schreiben von Wirtz an Wallichs vom 7. Dezember 1921, in dem er Wallichs eine Zahlung von 30.000 Mark zusagt. Vgl. auch Wallichs 1949, S. 22 sowie GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. XV, Nr. 11, Band 1: In dem Schreiben vom 9. Januar 1922 nennt Wallichs den Fabrikant Paul Goosens (1881-1951), den Mitinhaber der Waggonbau- und Automobilfabrik in Brand bei Aachen, einen

konnte mit dem Bau des Laboratoriums in der Wüllnerstraße begonnen werden, das schließlich mit Unterstützung von staatlichen Mitteln fertig gestellt werden konnte.<sup>173</sup>

Die Einweihungsfeier fand am 22. Juni 1924 statt, zu der zahlreiche Industrieunternehmen eingeladen wurden, die als Stifter von finanziellen Mitteln oder Einrichtungen am Bau beteiligt waren. Der Einzug und die Einrichtung der Halle mit Leihgaben von Maschinen und Werkzeugen aus den führenden Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus begannen im Juli desselben Jahres.<sup>174</sup> Mit Wallichs bezogen insgesamt 27 Personen das neu gebaute Werkzeugmaschinenlaboratorium: ein Oberingenieur, ein Assistent, sechs wissenschaftliche Mitarbeiter, drei gewerbliche Mitarbeiter und 16 Lehrlinge.<sup>175</sup>

#### **2.2.4 Erste Auftragsforschung: Zerspanforschung im WZL**

Mit dem Umzug aus den zwei Räumen im Kellergeschoss des Hauptgebäudes in das neue Laboratorium im Juli 1924 intensivierte sich die Forschung am WZL. Nicht nur, weil mehr Platz und eine technologisch neuwertigere Ausstattung an Maschinen und Werkzeugen vorhanden war, sondern auch, weil Wallichs erkannt hatte, dass es für die neuen technologischen Aufgaben im Bereich der Zerspanforschung einer komplexeren Bearbeitungsform bedurfte.<sup>176</sup>

Geprägt durch den Gedanken der Systematisierung und Rationalisierung begriff Wallichs jede technologische Aufgabe als komplexes Gebilde, das nur mit dem Wissen

---

großzügigen Helfer. Die Schenkung ist zu schätzen auf mindestens 600.000 Mark. Vgl. ebd. auch Schenkungserklärung von Goosens.

<sup>173</sup> Vgl. ebd. ein Schreiben vom 29. Juli 1921 vom Minister an den Finanzminister, in dem er bestätigt, dass es Wallichs gelungen sei, einen Betrag von 600.000 Mark als Stiftungen von der rheinischen Industrie zusammenzutragen. Vgl. ebd. und in Band 2 auch diversen Schriftverkehr zur Abrechnung der Kosten für den Neubau und die Einrichtung des Werkzeugmaschinenlabors zwischen Wallichs und dem Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung.

<sup>174</sup> Vgl. Klinkenberg 1970, S. 92 f. Vgl. auch Wallichs 1949, S. 22.

<sup>175</sup> Vgl. Moll 1981, S. 26.

<sup>176</sup> Vgl. Wallichs 1934, S. 1 und 80 Jahre WZL 1986, S. 27. Vgl. auch Hausen 1982, S. 34: Als ehemaliger Betriebsdirektor der Friedrich-Wilhelm-Hütte verfolgte Wallichs aufmerksam die Entwicklung im Bereich der Metallurgie und veröffentlichte 1908 die deutsche Übersetzung „Über Dreharbeit und Werkzeugstähle“ von Taylors Buch „On the art of cutting metals“ (1897).

aus mehreren wissenschaftlichen Disziplinen gelöst werden konnte. Daher war es ihm wichtig, für seine Auftraggeber aus der kleinen und mittelständischen Industrie – die das Laboratorium durch Geldmittel mit finanziert hatten – als der Partner aufzutreten, der eine Fragestellung interdisziplinär und damit umfassend lösen konnte.

Sämtliche Versuche waren von der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Arbeitsverfahren geprägt: Maschinen und Werkzeuge sollten bestmöglich genutzt werden, um die erforderlichen Arbeitszeiten zu verkürzen. Dabei spielte die mit dem wachsenden Automobilbau aufkommende Serienfertigung eine maßgebende Rolle. Die Fortschritte in der Werkstoffforschung führten zur Entwicklung neuer Werkstoffe, z. B. den Automatenstählen, die durch ihre leichte Bearbeitbarkeit besonders wirtschaftliche Arbeitsbedingungen ermöglichten. Aber auch hier musste eine Anpassung der Versuchsmethodik an die praktischen Verhältnisse der Werkstatt und der Maschine erfolgen. Dazu war es notwendig, die entsprechenden Automaten für die Versuchsdurchführungen bereitzustellen. Gleichzeitig wurden Versuche mit anderen Werkstoffen wichtig, wie z. B. mit Automaten-Kupferlegierungen und mit Automaten-Leichtmetallen. Die gesteigerten Anforderungen an die Qualität der Bauteile führten auch zu höheren Anforderungen an die Maschinen und dies bedingte wiederum weitere Forschungen. Der Aspekt der Wirtschaftlichkeit musste zudem berücksichtigt werden. Wallichs wurde klar: Eine einseitige Behandlung der Probleme war nicht mehr ausreichend. Er musste sich der Frage nach der Gestaltung der Werkzeugmaschinen, der Vorrichtungen, der Werkzeuge und der Messmittel sowie der Wirtschaftlichkeit stellen.<sup>177</sup> Um den gesamten Prozess überschauen und bearbeiten zu können, benötigte er ein Team junger Ingenieure, die Wallichs – jeden für sein Spezialgebiet – zu Experten ausbildete.

Das Team, das in den 1920er und 1930er Jahren gemeinschaftlich am Forschungsthema Zerspanung arbeitete, bestand aus seinen Assistenten Helmut Hemscheidt, Karl Krekeler<sup>178</sup>, Heinrich Schallbroch<sup>179</sup>, Herwart Opitz<sup>180</sup>, Wolfgang Mendelson, Helmut Dabringhaus und Fritz Hunger.<sup>181</sup>

---

<sup>177</sup> Vgl. Opitz 1949, S. 34-35. Vgl. auch 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 183-211.

<sup>178</sup> Zu Karl Krekeler (1896-1965) vgl. Lebenslauf vom März 1935 in HAAc Akte 4202, Blatt 34 ff.: Nach dreijähriger Industrietätigkeit kehrte er 1926 nach Aachen zurück, wo er auch studiert hatte. Krekeler, der Ende 1927 im Bereich Zerspanung am WZL promovierte, war 1929 der erste Habilitand von Wallichs. Er arbeitete über das Thema „Spanabhebende und spanlose Ferti-

Die beginnende Verbindung zu Industriebetrieben des umliegenden Industrieraumes bot die Gelegenheit für solche gemeinschaftlich angelegten Forschungen. Denn das Interesse an einer Zusammenarbeit war beidseitig: Die kleinen und mittelständischen Unternehmen konnten keine eigene Forschung durchführen und waren froh, eine gut ausgestattete Forschungseinrichtung in der Nähe zu haben. Wallichs war ebenfalls an dieser ersten Auftragsforschung interessiert, da er mit seinen Mitarbeitern und

---

gungsverfahren – Fabrikbetrieb – Werkstoffprüfung“. Seit 1929 war er als Leiter der Technischen Abteilung der Rhenania-Ossag, Mineralölwerke A.G., Hamburg tätig. Die 1947 eingerichtete Dozentur für Schweißtechnik, die bislang in den Räumen des WZL untergebracht war, trat 1951 erstmalig mit einem eigenen Institut, dem Institut für Schweißtechnische Fertigungsverfahren, und eigenen Versuchsräumen in Erscheinung. Leiter des Institutes wurde Karl Krekeler. Vgl. auch HAAc Akte 12139, Krekelers Rede aus Anlass der Einweihung des neuen Institutsgebäudes für das Institut für Schweißtechnik und das Institut für Kunststoffverarbeitung am 23. Oktober 1959. Vgl. auch HAAc Akte 6216, die Ansprache von Opitz anlässlich der Trauerfeier für Krekeler 1965.

<sup>179</sup> Zu Heinrich Schallbroch (1897-1978) vgl. HAAc Akte 460 und vgl. auch Spur 1967, S. 13-23: Schallbroch immatrikulierte sich im Wintersemester 1919/1920 an der Technischen Hochschule Aachen, wo er sein Studium am 16. Mai 1923 mit dem Diplomexamen abschloss. Am 1. Juni 1923 begann er als Konstrukteur und später als Betriebsassistent bei der Schiess-Defries AG, Düsseldorf. Schallbrochs wissenschaftliche Befähigung veranlasste Wallichs dazu, ihn 1925 als Oberingenieur am WZL einzustellen. Am 18. Juli 1930 promovierte Schallbroch und nach erfolgreicher Habilitation 1933 wurde er Privatdozent an der Technischen Hochschule mit dem Lehrgebiet Feinmesswesen in der Werkstatt. Im Frühjahr 1934 erhielt Schallbroch sowohl einen Ruf an die Technische Hochschule Braunschweig als auch an die Technische Hochschule München. Schallbroch ging nach München, wo er elf Jahre als Professor lehrte. 1953 erfolgte die Berufung an die Technische Hochschule Berlin, wo er bis zu seiner Emeritierung 1965 tätig war.

<sup>180</sup> Zu Herwart Opitz (1906-1978) vgl. Kapitel 3.2.

<sup>181</sup> Vgl. Wallichs 1949, S. 27 f. In den Jahren 1926 bis 1936 promovierten 12 Assistenten zu diesem Thema, vgl. dazu 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 713-804. Vgl. dazu die Dissertationen von Helmut Hemscheidt: Untersuchungen über die Zahnform an Kaltkreissägeblättern 1926. Karl Krekeler: Die Prüfung der Bearbeitbarkeit der legierten Stähle für den Kraftfahrzeugbau durch spanabhebende Werkzeuge 1928. Heinrich Schallbroch: Untersuchungen über das Senken und Reiben von Eisen-, Kupfer- und Aluminium-Legierungen 1930. Herwart Opitz: Versuche über die Zerspanbarkeit von Automatenstahl 1930. Helmut Dabringhaus: Die Zerspanbarkeit des Gusseisens im Drehvorgang 1930. Wolfgang Mendelson: Die Bohrbarkeit von Gusseisen 1932. Fritz Hunger: Untersuchungen der Drehbarkeit von Leichtmetallen 1936; vgl. dazu auch das Literaturverzeichnis.



Studenten an aktuellen Problemen und praxisorientierten Fragestellungen arbeiten und unter Berücksichtigung der Marktbedürfnisse technologieorientiertes Wissen und interdisziplinäre Lösungsmöglichkeiten generieren konnte. Es fand ein erster Wissens- und Technologietransfer statt, der zunächst auf die kleine und mittelständische Werkzeugmaschinenindustrie in der Aachener Region und auf die rheinisch-westfälischen Schwerindustrie beschränkt war.

### **2.2.5 Netzwerkbildung: Die Wallichs-Schule**

Wallichs war überzeugt von der Taylorschen Organisationsform, die für ihn eine Art „Philosophie über die moderne Erzeugertätigkeit“<sup>182</sup> darstellte. In Wallichs' Augen war das zentrale Element dieser Philosophie das richtige Miteinander oder das Zusammenwirken aller an einem Unternehmen beteiligten Organe.<sup>183</sup> Er übertrug diese Schlussfolgerungen in sein ‚eigenes‘ Unternehmen, in das WZL, und machte die Idee des Miteinanders bzw. des ganzheitlichen Zusammenwirkens zum Grundprinzip seiner eigenen Lehr- und Forschungstätigkeit.

Für die technologischen Forschungsaufgaben bedeutete dies – wie schon gezeigt wurde – eine ganzheitliche, interdisziplinäre Bearbeitungsform jeder Fragestellung: So wurden Maschinen, Werkzeuge und Menschen gemeinsam betrachtet, um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen. Hierbei standen für Wallichs die Wirtschaftlichkeit sowie die Praxisnähe zu den industriellen Bedürfnissen im Vordergrund.

Für die zwischenmenschliche Ebene bedeutete die Idee des Miteinanders das Fundament für das Zugehörigkeitsgefühl zur Wallichs-Schule.<sup>184</sup> Hierfür spielen sicherlich mehrere Dimensionen eine Rolle: die anfänglich schwierige Lage für die Wissenschaftler der noch relativ jungen Sparte Betriebswissenschaft und im besonderen Maße der Charakter von Wallichs.

Die besondere, sprich gemeinschaftsbetonte Atmosphäre am Institut muss im Zusammenhang mit den anfänglichen Schwierigkeiten der noch jungen Disziplin Be-

---

<sup>182</sup> Wallichs 1909, S. 128.

<sup>183</sup> Vgl. ebd., S. 130.

<sup>184</sup> Der Begriff Wallichs-Schule wurde anscheinend von den Assistenten verwendet bzw. geprägt, vgl. Opitz 1967, S. 25 f.

triebswissenschaft am Anfang des Jahrhunderts gesehen werden. Wallichs' erste Aufgabe war es, Kontakt zur Industrie aufzunehmen, da sich die industrielle Praxis einfacher für die wissenschaftliche Behandlung des Betriebsgeschehens gewinnen ließ als die akademischen Kollegen. Er entwickelte eine rege Vortragstätigkeit, um seine Erfahrungen auf dem Gebiet der Wissenschaftlichen Betriebsführung den Ingenieurvereinen und den Industrie- und Handelskammern in den Industriegebieten zu vermitteln.<sup>185</sup> Die zahlreichen Exkursionen zu Industrieunternehmen, bei denen Wallichs „immer ein gern gesehener Gast“<sup>186</sup> gewesen war, verstärkten die Zusammenarbeit und verdichteten die Strukturen eines ersten Netzwerks. Der hier beginnende Informationstransfer war für die Studenten, die Mitarbeitern von Wallichs und das Institut in zweifacher Hinsicht vorteilhaft: Zum einen konnten Kontakte zu möglichen zukünftigen Arbeitgebern geknüpft werden. Zum anderen war es möglich, ein geschlossenes Bild des Institutes zu vermitteln und damit die Aachener Hochschulforschung zu repräsentieren.

Trotz der allgemeinen schwierigen wirtschaftlichen Lage in den 1920er Jahren und der finanziellen Belastung am Institut gelang es Wallichs und seinen Mitarbeitern, die Forschungstätigkeit im Bereich Wissenschaftliche Betriebsführung, Rationalisierung und Zerspanforschung weiterzuführen. Von jedem einzelnen Mitarbeiter wurde ein hohes Maß an persönlichem Einsatz, Gemeinschaftssinn und Opferbereitschaft gefordert: Um die Arbeitsfähigkeit des Institutes aufrechtzuerhalten, wurden zeitweise sogar die Gehälter der etatmäßigen Stellen auf mehrere Mitarbeiter aufgeteilt. Die Wallichs-Schüler hielten in dieser Zeit zusammen.<sup>187</sup>

Die Idee des Miteinanders beschränkte sich nicht nur auf die Arbeit und berufliche Strukturen. Schon früh feierte man gemeinsam Weihnachten, Geburtstage oder Promotionen. Dies ist wohl auf Wallichs' Charakter zurückzuführen. Wallichs war ein geselliger Mensch, der Wert auf eine gute persönliche Beziehung zu seinen Assistenten legte. Hubert Jansen beispielsweise, im Mai 1935 zunächst wissenschaftlicher

---

<sup>185</sup> Vgl. Opitz 1967, S. 24.

<sup>186</sup> 80 Jahre WZL 1986, S. 27. Zu den Exkursionen vgl. VV 1907/08, S. 138: Wallichs bot schon im Studienjahr 1907/08 eine erste Industrie-Exkursionen an. Solche Einblicke in die Praxis hatte es vorher nicht gegeben.

<sup>187</sup> Vgl. Opitz 1967, S. 25.

Hilfsarbeiter, dann seit 1936 planmäßiger Assistent bei Wallichs, erinnerte sich an seinen freundlichen, doch zugleich anspruchsvollen Führungsstil:

„Es war ein angenehmes Arbeitsklima bei Wallichs. Wenn man an seinem Versuchsstand in der Halle arbeitete, kam Wallichs öfter vorbei und fragte, wie es läuft. Oder er verteilte Arbeitsaufträge, mich schickte er zu Tagungen oder in den Hörsaal, um Vorlesungen zu halten. Das war eine schöne Zeit. Aber auch später blieb dieses gute Verhältnis zu Wallichs bestehen. Als ich zum ersten Mal nach Kriegsende wieder in Aachen war, habe ich mich natürlich sofort erkundigt, ob Wallichs noch lebte. Als ich an seiner Tür klingelte, wurde ich freudig begrüßt und hereingebeten. So wie früher.“<sup>188</sup>

Wallichs wählte die passendsten Mitarbeiter für die jeweiligen Aufgaben aus und förderte diese gezielt. Somit beeinflusste er den wissenschaftlichen Werdegang seiner Schüler innerhalb des WZL-Netzwerkes. Er übernahm die geforderte Verantwortung als Leiter des Laboratoriums und gab den Mitarbeitern jedoch so viel Vertrauen in ihre Fähigkeiten, dass sie motiviert verantwortungsvolle Aufgaben übernahmen. Er behandelte seine Mitarbeiter freundlich-respektvoll und erwartete ein solches Benehmen ebenfalls im Bezug auf Studenten, Kollegen und externe Auftraggeber.

Mit diesem Verhalten erschuf er eine Gemeinschaft von Schülern, die eine gewisse Treue zum Institut und zu seiner Person entwickelten. Dieses Gemeinschaftsgefühl verstärkte sich durch gemeinsame Erlebnisse und prägende Erfahrungen, wie zum Beispiel Exkursionen, gemeinsame Forschungsaufträge in Industrieunternehmen oder Promotionsfeiern. Wallichs war es gelungen, ein Netzwerk zu schaffen, das auch über die eigentliche Assistentenzeit hinaus Bestand hatte. „Sie fühlen sich als eine Gemeinschaft“,<sup>189</sup> erinnerte sich Wallichs gerne.

Der Begriff Wallichs-Schule wurde im Laufe der Jahre – und besonders von Opitz – durch den Begriff ‚Laborgeist‘ ersetzt. Die Bedeutung jedoch ist die gleiche geblieben: Gemeint ist ein Netzwerkgedanke, der geprägt ist von einem gemeinsamen Ziel und begründet aus den taylorischen Ideen des Miteinanders und der ganzheitlichen Betrachtungsweise.

---

<sup>188</sup> Zeitzeugeninterview mit Hubert Jansen vom 17. Juli 2003.

<sup>189</sup> Wallichs 1949, S. 31.

Opitz fasste dies sehr prägnant im Jahr 1967 zusammen:

„Unter der vorbildlichen, nach außen wenig sichtbaren Führung von Geheimrat Wallichs entwickelte sich eine Gemeinschaft seiner Schüler, die ihre Aufgabe in der Durchsetzung der gemeinsamen Ziele dieser ‚Wallichs-Schule‘ sah. Über die Zeit der direkten Zugehörigkeit zu dieser Schule hinaus hat sich diese Gemeinschaft über das ganze berufliche Leben fortgesetzt, und auch heute begegnen sich die früheren Mitarbeiter von Wallichs immer wieder in freundschaftlicher Verbundenheit zu einem Gedankenaustausch in dankbarer Erinnerung an die Zeit der Zugehörigkeit zu dieser Schule.“<sup>190</sup>

So ist es auch nicht verwunderlich, dass sich für die Nachfolge Wallichs einige seiner Schüler bewarben, um dessen Arbeit weiterzuführen. Das Ministerium entschied sich am 23. Juli 1935 schließlich für Herwart Opitz.<sup>191</sup>

### **2.3 Zwischenfazit: Etablierung des WZL als Bindeglied zwischen Hochschule und Industrie**

Am Anfang des 20. Jahrhunderts herrschte eine scheinbar unüberwindbare Trennung zwischen Hochschulen und Industrieunternehmen. Das technologische Wissen war allein in den Unternehmen vorhanden und die Hochschulinstitute verfügten über keine Möglichkeiten zur experimentellen Generierung von anwendungsorientiertem Wissen. Mit dem Fehlen von Ausbildungsstätten in Form von Laboratorien konnte auch keine praxisorientierte Ausbildung der Ingenieurstudenten stattfinden. Dennoch wurde der Bedarf in der Industrie für gut ausgebildete, schnell in den Unternehmen einsetzbare Ingenieure immer größer und der Wunsch nach schnellen und praktikablen Lösungen für aktuelle Fragestellungen wuchs. Auf die Forderung der Industrie reagierten die staatlichen Stellen schließlich und richteten neue, sich an den aktuellen Forschungsbedarfen orientierende Lehrstühle ein.

Für den Aachener Lehrstuhl schien der Ingenieur Adolf Wallichs der richtige Mann gewesen zu sein, um die Zusammenarbeit der Aachener Wissenschaft und der rheinisch-westfälischen Industrie aufzubauen. Wallichs kannte beide Seiten: Zum einen

---

<sup>190</sup> Opitz 1967, S. 25 f.

<sup>191</sup> Mehr zum Berufungsverfahren vgl. Kapitel 3.2.1.

hatte er lange in der universitären Forschung gearbeitet; diese Ausbildung war geprägt von Riedlers Überzeugung, dass eine qualifizierte Ingenieurausbildung nur durch eine Verbindung von Lehre und Praxis gelingen könne. Zum anderen verfügte Wallich über eine mehrjährige Erfahrung im rheinisch-westfälischen Industrieunternehmen Friedrich-Wilhelm-Hütte.

Um eine ‚Brücke zwischen Wissenschaft und Industrie‘ zu bauen, benötigte Wallich für die Industrie wirtschaftlich interessante Forschungsthemen. Hierfür übersetzte er die Lehren des Amerikaners Frederic Winslow Taylor und legte damit seine Forschungsschwerpunkte fest: Wissenschaftliche Betriebsführung und Zerspanforschung. Mit der besonnenen Auswahl dieser Themen eignete sich Wallich Wissen an, das zunächst – aufgrund der Sprachbarriere – nur in amerikanischen Unternehmen vorhanden war. Erst mit der Übersetzung von Taylors Lehren in die deutsche Sprache wurde der deutschen Industrie die Wissenschaftliche Betriebsführung zugänglich gemacht. Neben der schriftlichen Form als erstes WZL-Standardwerk transferierte er das neue Wissen auch über andere Kanäle: Er hielt Vorträge bei Ingenieurvereinen, dozierte bei Fortbildungsmaßnahmen für in Unternehmen tätige Ingenieure, publizierte in den einschlägigen Fachzeitschriften und aktualisierte seine Vorlesungen an der Aachener Hochschule ständig, um seinen Assistenten und Studenten die neuen Erfahrungen und Erkenntnisse zu vermitteln.

Als der Rationalisierungsgedanke in Deutschland nach dem Ersten Weltkrieg seine Hochphase erreichte, waren Wallich und seine Assistenten längst wissenschaftliche Experten auf diesem Gebiet. Durch die getätigten Forschungsarbeiten in den rheinisch-westfälischen Unternehmen wirkte Wallich nachhaltig an Veränderungen in der Fabrikorganisation mit und schuf den Grundstein der angewandten Auftragsforschung am WZL. Gemeinsam mit dem Psychologen Walther Poppelreuter gelang es ihm 1925, eine Kooperation auf Projektbasis mit Industrievertretern zu schließen: Seine gut ausgebildeten Mitarbeiter analysierten mit wissenschaftlichen Methoden die Organisationsstrukturen sowie die Menschen und ihre Arbeitsvorgänge direkt in den Betrieben gegen Bezahlung. Da sich die Verbesserungsvorschläge auf wissenschaftliche Erkenntnisse stützten, wurde eine Durchsetzung der vorgeschlagenen Methoden in den Betrieben erleichtert. Das privatwirtschaftliche Geschäft zwischen Wissenschaft und Industrie war interessant für beide Seiten und führte zu einer engen Verbindung zwischen dem WZL und der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie.

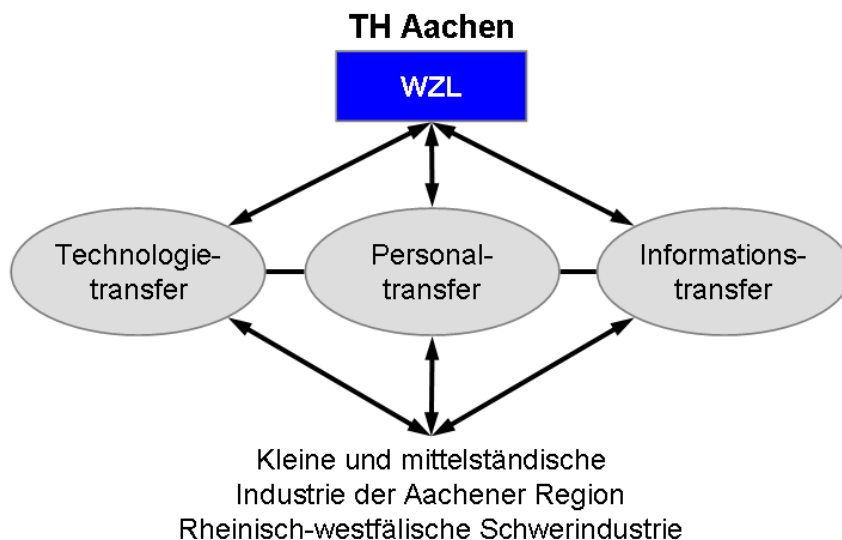
Hier zeigte sich das unternehmerische Potenzial von Wallichs, da er die latenten Bedürfnisse der Industrie erkannte, darauf reagierte und damit innovativ im Sinne des gesellschaftlichen Wandels war. Eine Fähigkeit, die er als ehemaliger Betriebsdirektor der Friedrich-Wilhelm-Hütte erlernt hatte und die, wie noch zu zeigen sein wird, in Kontinuität bei den nachfolgenden Professoren ebenfalls zu finden ist. Auch zeigte sich bereits, wie wichtig das Grundprinzip des Personaltransfers war: Ein in der Industrie tätig gewesener Ingenieur besaß die notwendigen Kontakte und Erfahrungen, um einen Wissens- und Technologietransfer am WZL aufzubauen und dessen Kontinuität sicherzustellen.

Doch die Einführung der Grundlagen von Taylor in Industrieunternehmen reichte nicht aus, um alle Bedürfnisse der deutschen Industrielandschaft abzudecken. Für eine praxis- und wissenschaftsverbindende Ingenieurausbildung benötigte Wallichs ein Werkzeugmaschinenlaboratorium, um das er sich seit Antritt seiner Professur bemühte. Er begann mit ersten Zerspanforschungen im Kellergebäude des Hauptgebäudes der Hochschule. Es gelang ihm schließlich, Spenden aus der Industrie des nahegelegenen Ruhrreviers zu sammeln, so dass 1922 mit dem Bau eines Laboratoriums begonnen werden und dieses 1924, mit Unterstützung von staatlicher Seite, fertig gestellt werden konnte.

Wallichs betrachtete die Forschungsgebiete Wissenschaftliche Betriebsführung und Zerspanforschung unter ganzheitlichen Fragestellungen, die nur mit dem Wissen aus mehreren wissenschaftlichen Disziplinen gelöst werden konnten. Die Idee der Interdisziplinarität war ihm bei technologischen Forschungsaufgaben wichtig; im Verlauf der Arbeit wird diese Idee als Motto ‚Alles unter einem Dach‘ wieder zu finden sein. Sämtliche Versuche dienten der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Arbeitsmethoden. Damit wurde der gesamte Prozess betrachtet, bei dem mehrere Disziplinen einbezogen werden mussten: Nicht nur die Gestaltung der Werkzeugmaschinen, sondern auch die Vorrichtungen, die Werkzeuge und die Messmittel spielten im Fertigungsprozess eine Rolle – all dies sollte bestmöglich zum Einsatz kommen, um die erforderlichen Arbeitszeiten zu verkürzen. Mit dem neuen Werkzeugmaschinenlaboratorium stand den umliegenden Industrieunternehmen, die an der Finanzierung beteiligt gewesen waren, eine gut ausgestattete Forschungseinrichtung zur Verfügung, in der Auftragsforschung durchgeführt werden konnte.

Das Prinzip der ganzheitlichen Betrachtungsweise, die Wallichs – aufbauend auf Taylors Lehren – für die Forschungsarbeiten beanspruchte, übertrug er auf die zwischenmenschliche Ebene am WZL. Wallichs baute am Aachener Institut eine Gemeinschaft von jungen Forschern auf, die von einem speziellen Zusammengehörigkeitsgefühl – von der Idee des Miteinanders und der Interdisziplinarität – geprägt waren; in der Wallichs-Schule muss der Beginn der WZL-Netzwerkkultur gesehen werden. Wallichs' persönlichem Engagement ist es sicherlich zu verdanken, dass es gelang, Kontakte zum nahegelegenen Industrieviertel zu knüpfen und neues Wissen – im Sinne der Wissenskultur – in das WZL zu transferieren. Aus diesem notwendigen und stetig wachsenden Netzwerk kamen nachhaltige Kooperationen mit der kleinen und mittelständischen Werkzeugmaschinenindustrie der Aachener Region und der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie zustande, die beiden Seiten zugute kamen. Der Grundgedanke dieses ganzheitlichen Ansatzes – sei es auf technologischer oder auf zwischenmenschlicher Ebene – lebt bis heute in der stark ausgeprägten Netzwerkkultur des WZL weiter.

Festzuhalten ist, dass in der ersten Phase des WZL der Aufbau eines Wissens- und Technologietransfers vom WZL in die Industrie gelungen ist und das WZL als Bindeglied zwischen Hochschule und Industrie etabliert werden konnte.



**Modell für den Wissens- und Technologietransfer am WZL von 1906 bis 1936**

Quelle: eigene Darstellung

### **3 Wissens- und Technologietransfer für den NS-Staat (1936-1945)**

Die forschungspolitische Situation veränderte sich in den 1930er Jahren grundlegend: Hatte die staatliche Forschungsförderung am Anfang des Jahrhunderts technologische Neuentwicklungen und deren wissenschaftliche Ergründung im Fokus, so war es nun ausschließlich der Krieg, auf den sich alle Maßnahmen richteten – seien sie politischer, wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Natur.

Obwohl der Fokus klar definiert schien, wurde es zunächst aufgrund der für das Dritte Reich so charakteristischen polykratischen Struktur schwierig, koordinierte und zielorientierte Forschungsvorhaben für die Rüstungswirtschaft durchzuführen. Das einführende Kapitel zur nationalsozialistischen Wissenschafts- und Wirtschaftspolitik zeigt zum einen die widersprüchlichen Zuständigkeitsregelungen, die unbeschränkte Behördenwillkür und die ständigen Konkurrenzkämpfe zwischen den Ämtern, dem Rüstungsministerium sowie den Forschungseinrichtungen des Heeres und der Luftwaffe. Zum anderen beschreibt es die universitäre und außeruniversitäre Forschungslandschaft in den Jahren des Nationalsozialismus, in denen Gleichschaltung, Nazifizierung und Rüstungsforschung im Vordergrund standen (Kapitel 3.1).

Anschließend wird der Blick auf das WZL gerichtet und der dort stattfindende Wissens- und Technologietransfer analysiert (Kapitel 3.2). Dabei stellen sich folgende Fragen: Nach welchen Kriterien wurde Herwart Opitz als Nachfolger für den Aachener Lehrstuhl ausgewählt? Welchen Forschungsschwerpunkten widmete er sich? Welchen Stellenwert hatte das WZL in der Rüstungsforschung? Welche Rolle spielte Opitz im NS-Wissenschaftssystem? Welche Motivation hatte Opitz, wissenschaftliche Forschung im Dienst des NS-Regimes durchzuführen? Welche Bedeutung hatte Opitz' Teilnahme an Netzwerkstrukturen bzw. seine Mitgliedschaften in nationalsozialistischen Organisationen für den Wissens- und Technologietransfer am WZL? Lässt sich seine Bereitschaft möglicherweise mit der Doppelstaat-Theorie von Ernst Fraenkel von 1941 erklären? Welche Veränderungen lassen sich im Transferprozess erkennen? Welche Transfernehmer erreichte das WZL in dieser Phase? Welche Konsequenzen und Auswirkungen hatten diese Veränderungen auf das Institut?

Nachdem es Wallichs in der Gründungsphase gelungen war, das WZL als praxisorientiertes Bindeglied zwischen Hochschule und Industrie zu etablieren, musste sich sein Nachfolger neuen Herausforderungen stellen: Die politischen Ereignisse und



insbesondere die Initiierung des Vierjahresplans von 1936 dominierten die zweite Phase in der Geschichte des WZL. Dies führte zu einer Neuausrichtung des Prozesses: Der Wissens- und Technologietransfer war kurzfristiger angelegt und allein auf die Aufrüstung ausgerichtet. Betrachtet man den Transferprozess am WZL, zeigen sich deutliche Veränderungen bei den Transfergebern und Transfernehmern, wobei die Transferwege größtenteils gleich blieben.

### **3.1 Historische Einführung: Wissens- und Technologietransfer zum Zwecke des Krieges**

#### **3.1.1 Das NS-Wissenschaftssystem: Gleichschaltung und Nazifizierung**

Die Nationalsozialisten verfügten 1933 weder über wissenschaftspolitische Konzepte, noch gab es einen Verantwortlichen für diesen Bereich in der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei (NSDAP). Erste Institutionen nationalsozialistischer Wissenschaftspolitik entstanden 1934, wie beispielsweise das im Mai gegründete Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, kurz Reichserziehungsministerium (REM) genannt. Dem REM wurden neben den Universitäten und technischen Hochschulen auch zahlreiche außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und -organisationen unterstellt.<sup>192</sup>

Frühzeitig bestand jedoch Einigkeit darüber, die bestehenden wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, wie beispielsweise die KWG, die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft sowie Universitäten und technische Hochschulen, nach nationalsozialistischen Grundsätzen umzustrukturieren. Dazu gehörte eine Personalpolitik, bei der neben Kriterien der Leistung auch die ‚Rasse‘ und die politische Gesinnung eine entscheidende Rolle spielten, die Beseitigung demokratischer Strukturen sowie die Durchsetzung des ‚Führerprinzips‘.<sup>193</sup>

---

<sup>192</sup> Vgl. Maier 2002a, S. 14-15: Gemeint sind z. B. die Chemisch-Technische Reichsanstalt, die PTR, die KWG und die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, die spätere DFG. Vgl. auch zur naturwissenschaftlich-technischen Forschung das Standardwerk von Ludwig 1974, besonders S. 210-271 oder auch Mehrtens 1980, S. 56-64.

<sup>193</sup> Vgl. Grüttner 1998, S. 137.

Die privatrechtlich organisierte und durch private Geldgeber finanzierte KWG konnte sich ihre Unabhängigkeit von der NSDAP größtenteils bewahren. Obwohl die Entlassungen jüdischer Mitarbeiter in den Instituten der KWG schon 1933 begannen, erfolgte die Einführung des Führerprinzips erst 1937, als die KWG dem im gleichen Jahr gegründeten Reichsforschungsrat unterstellt wurde. Der Reichsforschungsrat wurde vom REM zur Koordination der technisch- und naturwissenschaftlichen Forschung und der Vierjahresplanforschung eingerichtet. Auf die Präsidentschaft des Wissenschaftlers Max Planck (1930-1936) folgten Industrievertreter, wie der IG-Farben-Chef Carl Bosch (1937-1940) und der Generaldirektor der Vereinigten Stahlwerke Albert Vögler (1940-1945).<sup>194</sup>

In der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft erfolgten Gleichschaltung und Nazifizierung erheblich früher. Zum Präsidenten wurde von 1934 bis 1936 Johannes Stark ernannt, ein führender Vertreter der strikt antisemitisch ausgerichteten Deutschen Physik. An seine Stelle trat Rudolf Mentzel von 1936 bis 1945, ein Mitarbeiter des Reichserziehungsministers mit guten Verbindungen zur Wehrmacht und zur Schutzstaffel (SS). Faktisch gesehen war die Notgemeinschaft seit Ende 1936 eine nachgeordnete Dienststelle des REM, und die Fördermittel wurden größtenteils verbündeten Parteistellen zur Verfügung gestellt.<sup>195</sup>

Die traditionelle Struktur der deutschen Universitäten und technischen Hochschulen wurde bereits 1933 von den Kultusministerien aufgelöst. Die Selbstverwaltung wich dem Führerprinzip: Die Rektoren avancierten zu ‚Führern‘ der Universitäten und

---

<sup>194</sup> Vgl. ebd., S. 139. Vgl. zu Albert Vögler auch Fußnote 149. Vgl. zur Geschichte der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft auch Vierhaus 1990 und Maier 2002a.

<sup>195</sup> Vgl. Grüttner 1998, S. 139. Vgl. auch Spur 2003, S. 174-175: Dies spiegelt sich auch in der engen Verzahnung des Reichsforschungsrats mit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft wider. Nicht nur, dass der Reichsforschungsrat in den Räumlichkeiten der Notgemeinschaft untergebracht war, im Hauptbeirat des Reichsforschungsrats war auch ihr Präsident vertreten und Referenten der Notgemeinschaft waren zugleich Referenten im Reichsforschungsrat. Der Reichsforschungsrat war für viele Professoren als Drittmittelgeber eine wichtige Instanz, auch einige der an produktionstechnischen Lehrstühlen durchgeführten Projekte erhielten Mittel des Reichsforschungsrats. Vgl. zur Geschichte der DFG auch Nipperdey 1970 und Hammerstein 1999.

Hochschulen, Dekane zu ‚Führern‘ der Fakultäten und bisherige Entscheidungsgremien (Senate und Fakultäten) wurden weitestgehend abgeschafft.<sup>196</sup>

Auffällig war, dass die Professoren an den Universitäten und Hochschulen zunächst nicht an der nationalsozialistischen Politik interessiert waren. Das kleinbürgerliche Profil der NSDAP, der demagogische Stil ihrer Propaganda und die Angst vor Einschränkungen der geistigen Freiheit sorgten dafür, dass bis zur nationalsozialistischen Machtübernahme nur wenige Professoren den Weg in die Partei fanden.<sup>197</sup>

Mit den Märzahlen 1933 änderte sich jedoch die Haltung vieler Hochschulprofessoren: Viele traten jetzt in die Partei ein und wurden als ‚Märzgefallene‘ verspottet.<sup>198</sup> Sie passten sich den neuen Gepflogenheiten mehr oder weniger an. Dabei spielte eine nicht unwesentliche Rolle, dass viele Wissenschaftler den nationalsozialistischen ‚Spuk‘ nur für eine Übergangserscheinung hielten, der sie – sei es aus politischer Naivität, sei es aus einer tief verwurzelten Antipathie gegen die Weimarer Republik – sogar positive Aspekte abgewinnen konnten.<sup>199</sup> Beim Professorenstand fehlte jedenfalls eine erkennbare Verhaltenseindeutigkeit, wie sie bei anderen Berufsgruppen zu finden war.<sup>200</sup>

---

<sup>196</sup> Vgl. Grüttner 1998, S. 139. Vgl. zur Forschungsdiskussion um die nationalsozialistische Wissenschaftspolitik im Bereich der Hochschulen auch Hammerstein 2002, S. 219: Hammerstein stellt fest, dass der Nationalsozialismus im Wissenschaftssystem eigentlich nichts Wesentliches verändert habe. Dagegen stehen Historiker wie Raehmann 2005, S. 27: Sie sieht in den organisatorischen Veränderungen in Hochschulen und öffentlichen Forschungsorganisationen einen tiefgreifenden Umbau des Wissenschaftssystems. Vgl. auch Mertens 2002, S. 225, besonders Fußnote 2.

<sup>197</sup> Vgl. Grüttner 2002, S. 339. Vgl. auch Grüttner 1998, S. 141-143: Grüttner verweist auf Professoren, die sich von der ersten Stunde an um einen wissenschaftlichen Nationalsozialismus bemühten, wie beispielsweise Ernst Kriek und Philipp Lenard; sie mussten jedoch feststellen, dass ihre Aktivitäten mit großem Misstrauen beobachtet und oft schroff abgelehnt wurden.

<sup>198</sup> Vgl. Grüttner 2002, S. 339.

<sup>199</sup> Vgl. Brämer 1986, S. 22: Zu den prominentesten Vertretern der Übergangsthese gehörte Max Planck. Als Präsident der KWG und Sekretär der Preußischen Akademie der Wissenschaften war er zu Beginn des Dritten Reiches die wissenschaftliche Schlüsselfigur des Naturwissenschaftlerstandes.

<sup>200</sup> Vgl. Funke 1986, S. 3, besonders auch S. 11: Funke verweist auf die gespalteten, sprich antidemokratische Haltung der Hochschullehrer zur Weimarer Republik und sieht darin ein Erklä-

Die schon im Frühjahr 1933 mit dem Gesetz zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums einsetzenden Massenentlassungen hatten zur Folge, dass etwa 20% der Hochschullehrer von den Universitäten vertrieben wurden. Für die deutsche Wissenschaft bedeuteten diese Maßnahmen eine erhebliche Einbuße an ‚wissenschaftlicher Substanz‘.<sup>201</sup> Aber gegen diese rassistischen und politischen ‚Säuberungsaktionen‘ an Universitäten und Hochschulen gab es kaum Proteste aus den eigenen Reihen der Hochschullehrer.<sup>202</sup>

Zwei Beispiele aus dem Bereich des Werkzeugmaschinenbaus sollen an dieser Stelle erwähnt werden: Georg Schlesinger, Professor des ersten deutschen fertigungstechnischen Lehrstuhls in Berlin, wurde gezwungen, seine Stelle aufzugeben. Obwohl er ein Experte auf seinem Lehrgebiet war und die Wissenschaftliche Betriebsführung in Deutschland grundlegend mitbegründet hatte, wurde er aufgrund seiner jüdischen Religionsangehörigkeit zeitweise inhaftiert und konnte sich 1939 schließlich nach Zwischenaufenthalten in der Schweiz und in Belgien nach Großbritannien retten. Dort übernahm er das Forschungslaboratorium der Institution of Production Engineers in Loughborough, wo er an seine Berliner Arbeiten anknüpfen und diese zugleich an die britischen Bedürfnisse anpassen konnte.<sup>203</sup>

Ein weiteres Beispiel ist der Lehrstuhlinhaber für Allgemeine Mechanische Technologie Ewald Sachsenberg<sup>204</sup> an der Technischen Universität Dresden. Sachsenberg

---

rungsmuster für ihr Verhalten im Dritten Reich. Des Weiteren spricht Funke von der „inneren Emigration“, vgl. S. 14. Vgl. für eine Berufsgruppe mit eindeutigem Verhalten z. B. die Mediziner vgl. hierzu besonders Meinel 1994 oder Klee 2001.

<sup>201</sup> Vgl. Möller 1984, S. 71: Das am 7. April 1933 in Kraft tretende Gesetz erlaubt es sowohl Beamte jüdischer Herkunft als auch politische Gegner ihres Amtes zu entheben. Vgl. auch Grüttner 2002, S. 346.

<sup>202</sup> Vgl. Brämer 1986, S. 22.

<sup>203</sup> Zu Georg Schlesinger (1874-1949) vgl. Spur 2000.

<sup>204</sup> Zu Ewald Sachsenberg (1877-1946) vgl. die dreibändige Jubiläumsschrift 175 Jahre TU Dresden 2003, besonders Stöhr 2003, S. 155-169. Vgl. zu Sachsenbergs Entlassung auch Rockstroh 1996, S. 30 ff. Vgl. zum Lehrstuhl in Dresden auch 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 40-42: Im Auftrag des Reichsministeriums übernahm Herwart Opitz vom 1. April 1940 bis zum 31. März 1941 die Professur für Allgemeine Mechanische Technologie von Ewald Sachsenberg in Dresden, führte aber seine Forschungsarbeiten in Aachen fort. In dieser Zeit war Opitz im Wechsel eine Woche in Aachen und eine Woche in Dresden.

übernahm am 1. Mai 1921 die ordentliche Professur, gründete ein polytechnisches Institut (1922) und ein Institut für Werkzeugmaschinenuntersuchungen und Fertigungsverfahren (1923). Nationalliberal gesinnt und dem Freimaurertum zugehörig, erfüllte Sachsenberg nicht die Bestimmungen des oben erwähnten Gesetzes. So wurde Sachsenberg aus politischen Gründen am 24. November 1939 mit sofortiger Wirkung von seinem Lehrstuhl und der Leitung des Institutes beurlaubt und Ende Februar 1940 emeritiert.

Man hätte erwarten können, dass ein solcher ‚Aderlass‘ Unruhe hervorgerufen hätte, doch nichts geschah. Es scheint, als hätten viele Nachwuchswissenschaftler nur auf ihre Chance gewartet. Der wissenschaftliche Nachwuchs der Weimarer Republik hatte außerordentlich schlechte Zukunftsaussichten in fast allen akademischen Bereichen. Manchmal kamen auf zwei Ordinarien drei habilitierte Nachwuchswissenschaftler, die hofften, eins der Ordinarien zu erhalten. Schon aus diesem Grund war – so schlussfolgert Grüttner – eine geschlossene Abwehrreaktion an den deutschen Hochschulen gegenüber den Massenentlassungen und anderen Eingriffen der NSDAP eher unrealistisch.<sup>205</sup>

Am stärksten zeigte sich diese Tendenz der Nichtordinarien und des Nachwuchses in der am 11. Oktober 1933 vom Erziehungsministerium in Berlin gegründeten NS-Organisation ‚Dozentenschaft‘. Auch Herwart Opitz lernte hier seine Lektionen, denn die Zugehörigkeit zu dieser Interessenvertretung aller nichtbeamteten Lehrkräfte und Assistenten einer Hochschule war Pflicht. Vor allem in den ersten Jahren hatte die Dozentenschaft einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung an den Hochschulen, besonders bei Personalentscheidungen und Berufungen.<sup>206</sup> Für den akademischen Nachwuchs – und damit auch für Opitz – hatte die Dozentenschaft jedoch noch eine andere Bedeutung: Die im Dezember 1934 erlassene Reichshabilitationsordnung schrieb vor, dass die Möglichkeit zur Habilitation an einen vorhergehenden, mindestens 2 Monate dauernden Dienst in einem Geländesport- oder Arbeitslager gebunden war. Alle Dozenten, die sich nach dem 30. Januar 1933 habilitiert hatten oder noch habilitieren wollten, mussten diesen Dienst absolvieren und wurden im nationalsozialistischen Sinne ideologisch geschult. Eine negative oder positive Beurtei-

---

<sup>205</sup> Vgl. Grüttner 2002, S. 342, S. 346.

<sup>206</sup> Vgl. ebd., S. 349 ff.

lung dieser Maßnahme von Seiten der Dozentenschaft konnte sich entsprechend auf die akademische Karriere auswirken.<sup>207</sup>

Die Forschungsstätten wurden gemäß der nationalsozialistischen Grundsätze umstrukturiert und ihre Mitarbeiter entsprechend geprägt. Die politische Ausrichtung des Staates griff in außergewöhnlich großem Maße auf die universitäre und außeruniversitäre Forschung ein und hatte damit auch Einfluss auf die Ausrichtung des Wissens- und Technologietransfers.

### **3.1.2 Das NS-Wirtschaftssystem: Rüstungs- und Kriegsforschung**

Im Bereich der Rüstungs- und Kriegsforschung lassen sich aus heutiger Sicht drei Phasen beobachten.

Die erste Phase umfasst die Anfangsjahre des nationalsozialistischen Regimes (1933-1935). Die nationalsozialistische Regierung forcierte Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen, wovon besonders die Chemie- und die Metallindustrie profitierten. Aufgrund fehlender wissenschaftlicher Konzepte kann von einer Mobilisierung der Wissenschaft für die Zwecke des Krieges in diesen Jahren jedoch keine Rede sein.

Mit der zweiten Phase des Vierjahresplans im Oktober 1936 beginnt die eigentliche Politik der wirtschaftlichen Kriegsvorbereitung, zunächst unter der Leitung von Hermann Göring<sup>208</sup> als oberstem Entscheidungsträger der Vierjahresplan-Behörde. Langsam begann ein Interesse der politischen und militärischen Führung an einem effektiven Kriegseinsatz der Wissenschaft. Ein erster Schritt war beispielsweise die Einrichtung des Reichsforschungsrats, der auf Initiative von Göring und dem Ingeni-

---

<sup>207</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 47-49. Vgl. auch Möller 1984, S. 65-76, besonders S. 73. Vgl. zur Rolle der Dozentenschaft auch Mertens 2002, S. 228 f. Vgl. zu Opitz auch Kapitel 3.2.1.

<sup>208</sup> Zu Hermann Göring (1893-1946) vgl. Stiftung Topographie des Terrors 2006, S. 32: 1922 trat er in die NSDAP ein und war seit 1933 zuständig für den Aufbau der Geheimen Staatspolizei, seit 1935 Oberbefehlshaber der Luftwaffe, seit 1936 als Beauftragter für den Vierjahresplan für Wirtschaftsfragen tätig. 1939 wurde er offiziell zum Nachfolger Hitlers ernannt, seit 1940 war er auch Reichsmarschall des Großdeutschen Reiches. Ende April 1945 wurde er von Hitler aller Ämter enthoben. Göring wurde vom Internationalen Militärgerichtshof in Nürnberg zum Tode verurteilt und beging vor dem Hinrichtungstermin Selbstmord.

eur Fritz Todt<sup>209</sup> im März 1937 gegründet wurde. Diese staatliche Einrichtung hatte die Aufgabe, alle Kräfte auf dem Gebiet der Forschung zusammenzufassen und planmäßig einzusetzen; sie handelte jedoch bis 1943 ohne großen Erfolg. Denn in dieser Phase überwog eine Art Kompetenz- und Koordinationschaos der zahlreichen Behörden, Ämter und Verbände, die nicht gemeinsam, sondern gegeneinander arbeiteten.<sup>210</sup>

Die Willkür der wirtschaftspolitischen Entscheidungen wirkte auch auf die Industrie. Die deutschen Unternehmer arrangierten sich nach anfänglichen Bedenken und nach der schnellen Gleichschaltung ihrer Interessenverbände mit der neuen Regierung. Ein wesentlicher Faktor bei der Integration der Unternehmer in die nationalsozialistische Wirtschaftsordnung war, dass das privatwirtschaftliche Eigentum formal unangetastet blieb. Zudem eröffnete die nationalsozialistische Rüstungs- und Kriegspolitik für viele Unternehmen die Möglichkeit, die Produktion zu steigern, neue Technologien zu entwickeln, erfolgreich Rationalisierungsmaßnahmen durchzusetzen und damit erhebliche Gewinne zu erzielen. Infolge scheinbar unbegrenzt verfügbarer finanzieller Mittel wurde technische Modernisierung – als Rüstungstechnologie – vehement gefördert und vorangetrieben. Dazu entstand im Rahmen der sich bis Kriegsbeginn hinziehenden Arisierungsmaßnahmen die Chance, ‚lästige Konkurrenten‘ aus dem Weg zu räumen.<sup>211</sup>

Die dritte Phase beginnt mit den Kriegsniederlagen im Winter 1941/42: Je deutlicher der ‚Endsieg‘ in die Ferne rückte, desto wichtiger schienen die naturwissenschaftlich-

---

<sup>209</sup> Zu Fritz Todt (1891-1942), vgl. Maier 1996, S. 253-268: Er war Bauingenieur und wurde 1933 zum Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen und zum Leiter des Hauptamts für Technik in der Reichsleitung der NSDAP ernannt. Seit 1940 war er als Reichsminister für Bewaffnung und Munition tätig und damit zuständig für die Kriegswirtschaft und für den Bau des Atlantikwalls. Er starb 1942 bei einem Flugzeugabsturz.

<sup>210</sup> Vgl. Lieske 2000, S. 234-235.

<sup>211</sup> Vgl. Erker 1993, S. 7, S. 15-16, S. 18. Vgl. auch Lieske 2000, S. 234-235: Lieske betont, dass in den Laboratorien und den durch Zwangsarbeiter betriebenen Produktionsanlagen der deutschen Unternehmen zahlreiche technologische Neuerungen entstanden, die ihrer Zeit voraus waren. Die Effektivität der Wunderwaffen auf den Kriegsausbruch blieb jedoch marginal und trug manchenorts sogar Züge einer vollkommen an der Realität vorbeizielenden Forschungspolitik. Vgl. zur Diskussion um das Verhalten von Unternehmern in der NS-Zeit z. B. Erker 1993, S. 10-11 mit einschlägiger Forschungsliteratur sowie Plumpe 2003, S. 266.

technischen Disziplinen zu werden. Denn nun wurde eine intensivere Planung und Konzentration des gesamten Wirtschaftslebens gefordert, die der Vierjahresplan mit seinen zahlreichen Schwerpunkten und Sondermaßnahmen nicht hatte erfüllen können. Die Organe des Vierjahresplans blieben zwar bis 1944 bestehen, doch wurden sie in ihrer politischen Lenkungsfunction von der zentralen Planung abgelöst.<sup>212</sup> Albert Speer,<sup>213</sup> der 1942 die Leitung des Rüstungsministeriums nach Todts Tod übernommen hatte, begann zunächst mit einer Bestandsaufnahme der Ressourcen. Unter seiner Leitung entwickelte sich das Rüstungsministerium zur zentralen Instanz der wirtschaftlichen und technisch-wissenschaftlichen Entwicklung. Es stieg damit zum Führungsorgan der Industrie und nicht zuletzt auch der technischen Hochschulen auf. Speers Wirtschaftsorganisation war nicht nur deshalb erfolgreich, weil er die konkurrierenden staatlichen Wirtschaftsapparate seiner zentralen Planung unterwarf. Vielmehr war es die konsequente Politik, nur noch industrielle Manager in die kriegswirtschaftlichen Schlüsselstellungen zu holen und damit in die rüstungspolitische Verantwortung zu nehmen.<sup>214</sup>

Gleichzeitig wurde im Juni 1942 der Reichsforschungsrat unter der Präsidentschaft Görings neu gegründet und ein Jahr später noch ein dort ansässiges Planungsamt. Seit 1943 standen nun erhebliche Sondermittel für kriegswichtige Forschung zur Verfügung. Im naturwissenschaftlich-technischen Sektor waren daher nahezu alle Wissenschaftler bemüht, ihre Tätigkeit als kriegswichtig einstufen zu lassen, selbst wenn es sich tatsächlich nur um reine Grundlagenforschung gehandelt hatte.<sup>215</sup>

Wie die Kapazitäten des Wissens- und Technologietransfers für Kriegszwecke eingesetzt werden konnten, zeigte das Beispiel von Werner Osenberg<sup>216</sup>, Professor für

---

<sup>212</sup> Vgl. 80 Jahre WZL 1986, S. 48.

<sup>213</sup> Zu Albert Speer (1905-1981) vgl. Stiftung Topographie des Terrors 2006, S. 42: Speer war Architekt und zunächst als Generalbauinspekteur tätig. 1942 wurde er Nachfolger des verstorbenen Todt als Reichsminister für Bewaffnung und Munition, seit 1943 war er als Reichsminister für Rüstung und Kriegsproduktion tätig. Speer wurde vom Internationalen Militärgerichtshof in Nürnberg zu 20 Jahren Haft verurteilt, 1966 entlassen und verstarb 1981 in London.

<sup>214</sup> Vgl. Erker 1993, S. 16-18.

<sup>215</sup> Vgl. Grüttner 1998, S. 149-150.

<sup>216</sup> Zu Werner Osenberg (1900-1974) vgl. Grüttner 2004, S. 127: Seit April 1938 Professor für Werkzeugmaschinen und Fabrikorganisation an der Technischen Hochschule Hannover, enga-



Werkzeugmaschinen und Fabrikorganisation an der Technischen Hochschule Hannover. 1943 übernahm Osenberg als Leiter des neu geschaffenen Planungsamtes im Reichsforschungsrat die Aufgabe, Forschungsprobleme der Wehrmachtsteile zu erfassen und dafür ungenutzte Kapazitäten an den Hochschulen bereitzustellen. Es begann ein unter dem Namen ‚Osenberg-Aktion‘ angelegtes Unternehmen zur Forschungsplanung, dessen vorrangiges Ziel eine Rückholaktion von Fachkräften aus dem Fronteinsatz war. Infolge der Bemühungen Osenbergs kam es am 18. Dezember 1943 zu einem Führerbefehl, der die Freistellung von 5.000 Wissenschaftlern für den Kriegseinsatz bewilligte. Bis November 1944 gelang es dem Planungsamt, mindestens 3.430 Fachkräfte aus dem Wehrmächtsdienst zurückzuholen und damit der Rüstungsforschung das dringend gesuchte Fachpersonal zuzuführen. Die Effektivität solcher Einzelmaßnahmen wird jedoch infrage gestellt.<sup>217</sup>

Denn obwohl während des Zweiten Weltkrieges eine Vielzahl von Wissenschaftlern und Ingenieuren an Rüstungsprojekten des Dritten Reiches arbeitete, erfüllten die Ergebnisse nach anfänglichen Erfolgen nicht die allgemeinen Erwartungen. Es dominierten meist unerfüllbare Entwicklungsforderungen, insbesondere im Bereich der

---

gierter Nationalsozialist, Forschungsschwerpunkt: Torpedoforschung. Von 1941 bis 1945 leitete er das Vierjahresplaninstitut für Fertigungsverfahren an der Technische Hochschule Hannover, von Juni 1943 bis Mai 1945 war er Leiter des Planungsamtes im Reichsforschungsrates, von April 1945 bis November 1947 saß er in Internierungshaft. Von 1954 bis 1970 war Osenberg erneut Professor an der Technischen Hochschule Hannover und Leiter des Institutes für Fertigungsverfahren und spanende Werkzeugmaschinen. Vgl. auch Raehlmann 2005, S. 39-41, S. 82-83, hier S. 83: Trotz seiner aktiven Mitgliedschaften und mehr noch seiner leitenden Position in der planenden Verwaltung der Kriegsforschung kehrte Osenberg 1954 an die Technische Hochschule Hannover zurück, wo er bis zu seiner Emeritierung 1970 blieb. Raehlmann zitiert zudem die Selbstdarstellung des Institutes im Internet, wo es heißt: „Am 14. April 1970 zog er (Osenberg) sich nach verdienstvoller Lehr- und Forschungstätigkeit von seinen Verpflichtungen zurück“, vgl. [www.ifw.uni-hannover.de](http://www.ifw.uni-hannover.de) (20. Februar 2008).

<sup>217</sup> Vgl. Federspiel 2002, S. 104: Die Rückholaktion diente nicht der Rettung von Menschenleben und kann nach Federspiel sicherlich nicht als anti-nationalsozialistische Haltung gewertet werden. Im Gegenteil: Sie sollte die Effizienz der Rüstungsforschung steigern. Vgl. auch Maier 2002a, S. 26: Maier kommt zu dem Schluss, dass durch nichts belegbar sei, dass eine Meta-Organisation der Rüstungsforschung, wie sie in Osenbergs Wehrforschungsgemeinschaft angelegt war, tatsächlich eine signifikante Dynamisierung des Innovationsprozesses hätte auslösen können. Mehr zu Osenberg und den Aktivitäten des Reichsforschungsrates vgl. auch Spur 2003, S. 173-182.

Luftfahrt.<sup>218</sup> Ein Beispiel für die Ineffektivität der deutschen Technologieentwicklung ist die Geschichte der Forschungseinrichtung Peenemünde, die zur Entwicklung der V2-Rakete eingerichtet wurde. In der historischen Forschung herrscht Konsens darüber, dass die Entwicklung der V2-Rakete nach militärischen Gesichtspunkten eine reine Verschwendung von Zeit und Geldmitteln gewesen sei.<sup>219</sup>

Wie gezeigt werden konnte, waren die technologischen Entwicklungen dieser Epoche überwiegend anwendungsorientiert und zwar für eine Anwendung im Kriegfall gedacht.

### **3.2 Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1936 bis 1945: Im Dienst des NS-Regimes**

Im Jahr 1936 trafen zwei Ereignisse aufeinander, die auf unterschiedliche Weise die Entwicklung des WZL prägen sollten. Im April 1936 gab es eine entscheidende personelle Veränderung: Einer der qualifiziertesten Schüler von Wallichs, Herwart Opitz, wurde als dessen Nachfolger auf den Aachener Lehrstuhl berufen (Kapitel 3.2.1).

Ein weiteres Ereignis war die Initiierung des Vierjahresplans im Oktober 1936, der die Lehre und Forschung am WZL entscheidend prägen sollte. Die Forschungsrichtungen Zerspanforschung und Werkzeugmaschinen waren für die rüstungsindustrielle Entwicklung der Nationalsozialisten wichtig, weil dadurch die Verbesserung der Produktion von Waffen, Panzern und anderen militärischen Aufrüstungsgegenständen sowie deren maschinelle Herstellung gewährleistet werden konnte. Der jetzt am WZL stattfindende Wissens- und Technologietransfer war nicht mehr nur anwendungsorientiert, sondern zweckgebunden: Die Forschungen wurden in den Dienst des NS-Regimes gestellt und dienten damit im weiteren Sinne zur Kriegsvorbereitung der Nationalsozialisten (Kapitel 3.2.2).

Der Aspekt der Netzwerke erhält in dieser Epoche eine neue Sichtweise: Hier gilt es zum einen den Stellenwert des WZL in der Rüstungsforschung und zum anderen die Rolle von Opitz im nationalsozialistischen Wissenschaftssystem herauszuarbeiten (Kapitel 3.2.3).

---

<sup>218</sup> Vgl. Lieske 2000, S. 234. Vgl. Erker 1993, S. 7, S. 19. Vgl. dazu auch Trischler 1992.

<sup>219</sup> Vgl. Lieske 2000, S. 235. Vgl. auch Schabel 1994 und Neufeld 1995.

Als ein Erklärungsmodell für das Verhalten von Opitz im Betrachtungszeitraum wird die Doppelstaat-Theorie von Ernst Fraenkel von 1941 herangezogen. Fraenkel hatte als Jurist jüdischer Abstammung in den Jahren 1933 bis 1938 in Deutschland die Gelegenheit gehabt, die nationalsozialistische Politik zu analysieren. Hierbei war die zentrale Frage, ob es im faschistischen Staat zu einem Primat der Ökonomie oder zu einem Primat der Politik kommen würde. Denn Fraenkel sah im Dritten Reich eine Symbiose von Kapitalismus und Nationalismus. Die politische Macht befand sich in den Händen der Nationalsozialisten. Die führenden kapitalistischen Kreise hatten dem ausdrücklich zugestimmt, weil sie hofften, die Wirtschaftskrise mit Hilfe eines starken Staates und durch die völlige Entmachtung der Arbeiterbewegung überwinden zu können. Doch während das Proletariat keinen Schutz mehr durch die Rechtsordnung erhielt, benötigten die Vertreter des Kapitals gewisse Rechtsnormen, weil ohne sie ein kapitalistisches Unternehmen nicht existieren konnte. Daher seien im Dritten Reich auf den Gebieten des Rechts, der Wirtschaft und der Sozialordnung einige traditionelle Institutionen bestehen geblieben, die Fraenkel dem sogenannten Normenstaat zuordnete. Gleichzeitig versuchten jedoch die von den Nationalsozialisten ins Leben gerufenen Institutionen und Organisationen der Partei, ihre Macht und Kompetenz auszudehnen. Diese Expansionstendenzen des von Fraenkel bezeichneten Maßnahmenstaates gingen auf Kosten des Normenstaates. Sie würden schließlich zu einer Schwächung des Wirtschaftslebens und damit des nationalsozialistischen Doppelstaates führen.<sup>220</sup>

Im Nebeneinander eines seine eigenen Gesetzen im allgemeinen respektierenden Normenstaates und eines die gleichen Gesetze missachtenden Maßnahmenstaates sah Fraenkel eine Analysemethode zum Verständnis des nationalsozialistischen Herrschaftssystems in Deutschland. Der durch Rechtlosigkeit, Terror und Gewalt gekennzeichnete Maßnahmenstaat war das Resultat des Heraustretens der politischen Gewalt aus der Bindung an das allgemeine Gesetz. Sobald die politischen Instanzen von ihren Machtbefugnissen keinen Gebrauch machten, regelte sich das private und öffentliche Leben nach den Normen des überkommenen oder neugeschaffenen Rechts. Diese faktisch eingehaltenen Grenzen des Maßnahmenstaates bezeichneten für Fraenkel, trotz des politischen Totalitätsanspruches im Dritten Reich, Strukturnotwendigkeiten des deutschen Kapitalismus, die im Normenstaat ihren Ausdruck

---

<sup>220</sup> Vgl. Fraenkel 1974, besonders S. 13, S. 22, S. 88.

fanden. Folglich war für das nationalsozialistische Deutschland die Koexistenz der beiden Systeme charakteristisch, um Willkürherrschaft und kapitalistische Wirtschaftsordnung miteinander zu vereinen.<sup>221</sup> Da sich im Verhalten von Opitz die Koexistenz der beiden Systeme durchaus wieder finden lässt, erscheint die Theorie hilfreich. Es wird an geeigneter Stelle immer wieder auf Fraenkel und seine Theorie Bezug genommen, um die Hauptfrage dieser Arbeit, nämlich wie sich der Wissens- und Technologietransfer im Betrachtungszeitraum verändert hat, analysieren zu können.

### **3.2.1 Wissenschaftlich qualifizierte Nachfolge: Herwart Opitz**

Adolf Wallichs, der im November 1935 sein 65. Lebensjahr vollendete, begann frühzeitig, seine Nachfolge vorzubereiten. Ihm war es inzwischen gelungen, das Aachener Institut zu einer Forschungsstätte zu machen, die für junge Ingenieure aufgrund der Verbindung von Wissenschaft und Praxis von großem Interesse war.<sup>222</sup> Ein solcher junger Ingenieur war Herwart Opitz, der im Oktober 1928 nach Aachen kam.

Bei der Auswahl für die Nachfolge des Lehrstuhls 1936 hatte nicht unbedingt Industrieerfahrung eine entscheidende Rolle gespielt, so wie dies noch bei Wallichs der Fall gewesen war. Denn Opitz hatte nur kurz in einem Industrieunternehmen gearbeitet. Ausschlaggebend waren sicherlich seine herausragenden Anlangen zum Wissenschaftler und Lehrer gewesen. Zudem erfüllte Opitz die damals notwendigen politischen Voraussetzungen für ein Amt an der Hochschule. Mit Opitz war demzufolge ein Nachfolger gefunden, der selber aus der Wallichs-Schule kam, das WZL und dessen Strukturen sehr gut kannte sowie fachlich gesehen die besten Voraussetzun-

---

<sup>221</sup> Vgl. ebd. Vgl. dagegen auch Franz Neumanns These von 1942 zur Analyse der nationalsozialistischen Politik Neumann 1977, mit einem analytischen Nachwort von Gert Schäfer, S. 663-776. Vgl. auch Wippermann 1981, der Neumanns Theorie auf S. 50 wie folgt zusammenfasst: Das Dritte Reich beruhte auf dem Bündnis zwischen der Partei, der Industrie, der Bürokratie und der Wehrmacht. Obwohl diese einzelnen Machtgruppen zum Teil unterschiedliche Ziele hatten, ist es immer wieder zu einem, wenn auch labilen Kompromiss gekommen. Vgl. zur Faschismustheorie besonders den Überblick bei Kershaw 1988, S. 43 ff. und zur Forschungsdebatte zwischen Intentionalisten und Strukturalisten ebd., S. 125 ff. sowie zur Holocaust- bzw. Täterforschung ebd., S. 148 ff., auf die in dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden kann. Vgl. auch Wippermann 1997, S. 40-41 und zur Polykratiethese von Hans Mommsen und Peter Hüttenberger besonders ebd., S. 99.

<sup>222</sup> Vgl. Moll 1981, S. 26.

gen mitbrachte.<sup>223</sup> Es war die erste Nachbesetzung aus den eigenen Reihen, die typisch für das WZL werden sollte.

Herwart Opitz wurde 1905 in Wuppertal-Elberfeld als Sohn eines Kaufmanns geboren. Opitz' Kindheit war vom Ersten Weltkrieg geprägt, seine Jugend von dem schwachen demokratischen Verfassungs- und Sozialstaat der Weimarer Republik. Er erlebte die politischen Belastungen des Ersten Weltkrieges, die sich durch hohe Reparationen, Währungsprobleme und eine langsame Verbesserung der Lebensverhältnisse auszeichnete. Diese Zeit kennzeichnete sich auch durch eine neue Industrialisierungswelle und der Beruf des Ingenieurs erhielt eine größere Bedeutung. Die zunehmend verschärfte Polarisierung der sozialen Interessen und Interessenvertretungen sowie die Krise des Systems, die in der Massenarbeitslosigkeit ab 1929/30 gipfelte, erlebte Opitz als Student.<sup>224</sup>

Er begann 1923 mit dem Studium des Allgemeinen Maschinenbaus an der Technischen Hochschule München, wechselte 1925 an die Technische Hochschule Berlin und legte dort 1928 seine Diplomprüfung ab. Schon während seines Studiums arbeitete Opitz bei der Firma Schmidt & Co. A.G. Papierwaren-Fabrik in Elberfeld und erhielt dort nach Beendigung seines Studiums im Juni 1928 eine Anstellung als Konstrukteur für Werkzeugmaschinen.<sup>225</sup>

Opitz entschied sich dennoch für eine wissenschaftliche Karriere und brachte sein Wissen mit nach Aachen: Er wusste, wie ein Industrieunternehmen funktionierte und

---

<sup>223</sup> Vgl. Zeitzeugeninterview mit Günter Spur vom 10. Mai 2004: Spur betonte, dass seine Untersuchungen ergeben hatten, dass im produktionstechnischen Bereich alle Berufungsverfahren, die von 1933 bis 1937 getätigt wurden, nicht politisch motiviert gewesen waren. Denn diejenigen, die damals berufen wurden, waren auch fachlich gesehen die besten Kandidaten.

<sup>224</sup> Vgl. Jaide 1988, S. 246-247.

<sup>225</sup> Vgl. HABPW 3.02, hierin befindet sich eine Arbeitsbescheinigung der Firma Schmidt & Co. A.G. Papierwaren-Fabrik Elberfeld für die Zeit vom 1. Juli bis 15. Oktober 1928, in der Opitz an der Neu- und Umkonstruktion von Werkzeugen und Pressen arbeitete. Vgl. auch HABPW 2.02, hierin befinden sich diverse Bescheinigung der Firma Schmidt & Co. A.G. Papierwaren-Fabrik Elberfeld, die bestätigen, dass Opitz vom Juli 1926 bis Herbst 1928 für die Firma arbeitete. Seit dem Sommer 1926 beauftragte ihn die Firma mit der selbstständigen Konstruktion von Arbeitsmaschinen und Werkzeugen, mit der Überprüfung und dem Ausbau der Dampf- und Heizungsanlagen sowie mit der Neu- und Umkonstruktion von Werkzeugmaschinen und deren Instandsetzung.

kannte die dortigen Arbeitsweisen, aber auch die technologischen Fragestellungen und Forschungslücken. Opitz begann am 15. Oktober 1928 als Assistent von Wallich am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und beschäftigte sich hauptsächlich mit dem Arbeitsfeld der Zerspanung.<sup>226</sup> Schon nach zwei Jahren promovierte er am 6. November 1930 über das Thema Versuche über die Zerspanbarkeit von Automatenstahl.<sup>227</sup> Er blieb am Institut und bereitete seine Habilitation vor.

Im April 1933 wurde Opitz Mitglied der NSDAP. Dass er ein sogenannter ‚Märzgefallener‘ gewesen ist – also ein Parteieintritt aus Karrieregründen erfolgte – liegt nahe, lässt sich aber aus heutiger Aktenlage nicht eindeutig erkennen. Im November trat Opitz der Sturmabteilung (SA) bei.<sup>228</sup> Am 16. April 1934 nahm Opitz die Oberingenieurstelle am WZL an<sup>229</sup> und habilitierte sich im Juli 1934 mit der Arbeit Kraftmessungen an spangebenden Werkzeugmaschinen und ihre Bedeutung für die Zerspanbarkeitsforschung.<sup>230</sup> Mit der Habilitation erhielt er eine Zulassung zum Privatdozenten für das Lehrfach Werkstättenbetrieb und Fertigungsverfahren.<sup>231</sup>

Opitz' Habilitationsverfahren fiel in die Zeit der neuen Regelungen der Organisation Dozentschaft, und er musste sich trotz der schon bestandenen Habilitation den Auflagen unterziehen: Er fuhr vom 17. August bis 15. Oktober 1934 in das angeord-

---

<sup>226</sup> Vgl. HAAc Akte 4202, Personalbogen 1934. Opitz hatte über einen Zeitraum von 6 Jahren, bis zum 15. April 1934 verschiedene Verträge als Doktorand sowie als plan- oder außerplanmäßiger Assistent. Zu seinen Tätigkeiten vgl. auch Kapitel 2.2.4.

<sup>227</sup> Vgl. ebd., Blatt 8 Promotionsurkunde der Technischen Hochschule Aachen. Die Urkunde ist auch in den Akten HABPW 3.01 zu finden, und eine Ausgabe der Dissertation befindet sich in HABPW 2.04.

<sup>228</sup> Vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 32; vgl. zu Opitz' Mitgliedschaften auch Kapitel 3.2.3.2.

<sup>229</sup> Vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 18, Vertrag vom 12. Mai 1934. Vgl. GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sek. 7, Tit. III, Nr. 5C, Band 1, Blatt 386, Antrag auf Habilitationsverfahren vom 15. März 1934: Die Führung der Geschäfte als Oberingenieur am Laboratorium für Werkzeugmaschinen hatte Opitz jedoch schon seit dem 7. Januar 1934 inne.

<sup>230</sup> Vgl. ebd.: Hier bestätigt Opitz die Meldung zum Geländesportlager für den 15. Juli bis 22. September 1934; verweist jedoch darauf, dass er seit dem 7. Januar 1934 die Führung der Geschäfte als Oberingenieur am Laboratorium für Werkzeugmaschinen innehatte und daher an den vorgeschriebenen Lagern nicht vor den Herbstferien teilnehmen könne.

<sup>231</sup> Vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 23, Verpflichtungseid.

nete Arbeitslager und nahm anschließend vom 16. Oktober bis 3. November 1934 zur politischen Schulung am Lehrgang der Dozentenakademie in Kiel-Kitzeberg teil.<sup>232</sup> Diese Teilnahme war obligatorisch und die Beurteilung – ob positiv oder negativ – konnte sich auf die akademische Karriere entsprechend auswirken.<sup>233</sup>

In den Habilitationsunterlagen vom März findet sich ein Schreiben von Wallichs, in dem er Opitz als Wissenschaftler auf das Wärmste empfiehlt. Auch ist zu lesen:

„Der Gesuchsteller sowie die Fakultät sind sich bewußt, daß bei etwaiger Nichtbewährung seiner Person im Schulungslager und in der Dozenten-Akademie das Bestehen der wissenschaftlichen Prüfung keinerlei Berechtigung für die Zulassung zum Lehramt in sich schließt.“<sup>234</sup>

In den gleichen Unterlagen befinden sich ein Dienstleistungszeugnis sowie der Vereidigungsnachweis von Opitz als öffentlicher Beamter; daraus lässt sich wohl schließen, dass die Beurteilung über seine Teilnahme positiv ausgefallen sein muss.<sup>235</sup> Die

---

<sup>232</sup> Vgl. HABPW 3.03, Schreiben vom Meldeamt an Opitz vom 14. August 1934, dass die Gauleitung Düsseldorf die Einstellung von Opitz in ein Arbeitsdienstlager zur Ableistung eines 10-wöchigen Dienstes mit sofortigem Beginn verfügt habe. Vgl. auch HAAc Akte 4202, Habilitationsunterlagen: Opitz fuhr vom 17. August bis 15. Oktober 1934 in das Arbeitslager und nahm anschließend vom 16. Oktober bis 3. November 1934 am Lehrgang der Dozentenakademie in Kiel-Kitzeberg teil.

<sup>233</sup> Vgl. ausführlich zur Organisation Dozentschaft Fußnote 207.

<sup>234</sup> GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sek. 7, Tit. III, Nr. 5C, Band 1, Blatt 384-389, Habilitationsunterlagen, Schreiben von Wallichs am 21. März 1934 sowie Antrag auf Einleitung des Habilitationsverfahrens von Opitz am 15. März 1934: „Zur Begründung des Antrags auf Vorziehung des wissenschaftlichen Teilverfahrens führe ich an, dass mit Rücksicht auf die mir seit dem 7. Januar 1934 übertragene Führung der Geschäfte als Oberingenieur am Laboratorium für Werkzeugmaschinen meine Teilnahme an den vorgeschriebenen Lagern vor den Herbstferien 1934 unmöglich ist. Andererseits ist aber dieses infolge der Abberufung von Herrn Privatdozent Dr.-Ing. Schallbroch freigewordene Lehrgebiet für den Fabrikationsingenieur besonders wichtig, so dass die baldige Wiederaufnahme der Vorlesung im Interesse der Studierenden zweckmäßig erscheint.“

<sup>235</sup> Vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 13, Vereidigungsnachweis. Vgl. auch HABPW 3.01, Schreiben des Preußischen Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung vom 8. Oktober 1934. Betreff: Einberufung zum Lehrgang an der Dozentenakademie Kiel-Kitzeberg. Dienstleistungszeugnis

Frage, wieso seinem Habilitationsantrag im März ohne Teilnahme am Lager bereits zugestimmt wurde, lässt sich jedoch aus heutiger Aktenlage nicht mehr klären.

Nach dieser rasanten Karriere am WZL verließ Opitz im November 1934 das Institut und trat als Obergeringieur und Betriebsleiter bei der Werkzeugmaschinenfabrik Schiess-Defries AG in Düsseldorf eine Stellung an.<sup>236</sup> Denn Opitz war es wichtig, eine gewisse Zeit in der Industrie zu verbringen, um eine gute und notwendige Vorbereitung auf den Lehrberuf zu erhalten. Die Firma Schiess-Defries schien ihm dafür besonders gut geeignet: Zum einen war ihm die Firma nicht fremd, weil sie schon oft mit dem WZL zusammen gearbeitet hatte und zum anderen konnte Opitz in der großen international tätigen Werkzeugmaschinenfabrik die aktuellen Marktbedürfnisse kennen lernen. Opitz konnte sich neues technologisches Wissen aneignen und Industrie-Netzwerke aufbauen, die wiederum für eine spätere Tätigkeit an der Hochschule von Nutzen sein konnten. Opitz hatte sich vertraglich ausgebeten, für seine Lehrtätigkeiten einmal wöchentlich nach Aachen kommen zu dürfen, so dass er dem WZL als Privatdozent erhalten blieb.<sup>237</sup> Damit gelang es Opitz, seine Industrie- und Hochschultätigkeit direkt miteinander zu verknüpfen.

Während Opitz in Düsseldorf war, begann in Aachen im Mai 1935 das Berufungsverfahren um die Nachfolge von Wallichs. Das Dekanat der Technischen Hochschule Aachen reichte dem Ministerium am 14. Mai einen Vorschlag für die Neubesetzung der Professur für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre an der Technischen Hochschule Aachen ein. An erster Stelle standen Herwart Opitz und Karl Krekeler. An zweiter Stelle stand Kurt Fleck, ein Schüler von Friedrich Schwerd in Hannover, und an dritter Stelle stand Curt Bücken, ein weiterer Schüler von Wallichs.

---

vom 3. November 1934 von der Deutschen Dozentenschaft Dozentenakademie über die Teilnahme von Opitz an dem Lehrgang.

<sup>236</sup> Vgl. HABPW 3.02, Arbeitsvertrag und Zeugnis von Schiess-Defries. Opitz blieb in dieser Stellung bis zum 31. März 1936 tätig.

<sup>237</sup> Vgl. HAAC Akte 1168, Schreiben von Opitz an Prof. Nipper vom 22. Dezember 1934. Opitz schreibt über seine Stellung in der Industrie: „Mein Übergang in die Industrie hat mir zunächst natürlich sehr viel Arbeit gebracht, aber allmählich habe ich mich eingelebt. Bei dem Tausch hat mich vor allem der Gedanke geleitet, daß als Vorbereitung zum Lehrberuf unbedingt auch eine gewisse Zeit in der Praxis erforderlich ist, außerdem bot sich mir gerade eine für meine Zwecke geeignete Position. (...) Ich habe mir vertraglich ausgebeten, daß ich zu diesem Zwecke wöchentlich einmal nach Aachen kommen kann.“



Zwei Kandidaten an erster Stelle beweist eine gewisse Gleichwertigkeit der Kandidaten Opitz und Krekeler. Krekeler's Vorteil war sicherlich seine Industrieerfahrung: Er hatte bereits in der Maschinenfabrik Hager und Weidmann A.G. in Bergisch Gladbach gearbeitet und war seit 1929 Leiter der Technischen Abteilung der Rhenania-Ossag, Mineralölwerke A.G., in Hamburg.<sup>238</sup> Opitz dagegen fehlte diese langjährige Erfahrung: Er war erst seit November 1934 Betriebsleiter bei der Firma Schiess-Defries A.G. in Düsseldorf, einer der bedeutendsten Werkzeugmaschinenfabriken Deutschlands. Doch seine Anlagen zum wissenschaftlichen Forscher und akademischen Lehrer waren bereits – so heißt es in den Unterlagen – überragend.<sup>239</sup> Außerdem hatte er sich der Arbeitsdienstleistung und der Schulung in der Dozentenakademie unterzogen und erfüllte damit – neben seiner Mitgliedschaft in der NSDAP –

---

<sup>238</sup> Vgl. zu Karl Krekeler (1896-1965) vgl. auch Fußnote 178. Vgl. auch Kalkmann 2003, S. 429: Kalkmann verweist darauf, dass Krekeler bei der Wallichs-Nachfolge vermutlich zurückstehen musste, weil er Mitglied im Rotary-Club gewesen sei, den die Nationalsozialisten als eine Loge einstufen. Auf ausdrückliche Weisung des Ministeriums erklärte er 1936 seinen Austritt und trat ein Jahr später in die NSDAP ein. Daraufhin ernannte ihn das Ministerium 1938 zum Extraordinarius und im Juli 1939 zum außerplanmäßigen Professor. Jedoch war nicht allein seine Mitgliedschaft im Rotary-Club dafür verantwortlich, dass er die Professur nicht erhielt, sondern – so vermutet Kalkmann – auch sein Alter. An der fachlichen Kompetenz gab es keine Zweifel: Seit 1937 leitete Krekeler die Fachgruppe Schweißdraht der Wirtschaftsgruppe für Werkstoffverfahren und wurde 1943 Beauftragter der Auftragslenkungsstellen für Eisenverarbeitung im Speer-Ministerium.

<sup>239</sup> Vgl. zur generellen Einschätzung von Opitz' Fähigkeiten auch die Bescheinigung vom 9. Juli 1934 ohne Unterschrift in HABPW 1.03, Beruf 1929-1940: „Herr Dr.-Ing. Herwart Opitz ist mein Mitarbeiter seit 6 Jahren. Er wirkte in meinem Institut, dem Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre an der Technischen Hochschule Aachen zunächst als Doktorand, danach als Forschungsingenieur, Assistent und zurzeit als Oberingenieur. Seine ausgezeichneten wissenschaftlichen Leistungen namentlich als Forschungsingenieur, aber auch als Lehrer der Studierenden und Doktoranden bei den Übungen und Versuchsarbeiten ließen ihn rasch aus dem Durchschnitt heraustreten, so dass er sich schon in jungen Jahren auf dem Lehr- und Forschungsgebiet des Aachener Laboratoriums für Werkzeugmaschinen einen Namen schuf. Klar im Denken, geschickt in der schriftlichen Darstellung und im mündlichen Vortrage, bestimmt im Auftreten und in der Behandlung seiner Mitarbeiter lassen ihm im Sinne eines Lehrers und Führers der Jugend, aber auch als Forscher für den akademischen Lehrberuf als besonders geeignet erscheinen.“ Dem Inhalt nach zu urteilen, kann dieses Schreiben nur von Wallichs gewesen sein.

die von den Nationalsozialisten vorgeschriebenen Mindestvoraussetzungen für eine Berufung.<sup>240</sup>

Über das Auswahlverfahren und die Verhandlungen sind leider nur wenige Unterlagen vorhanden.<sup>241</sup> Das Auswahlverfahren dauerte rund 2 Monate: Am 23. Juli entschied sich das Ministerium für Herwart Opitz. Mit Beginn des Studienjahres 1936/37 trat Opitz am 1. April 1936 die Professur für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre an der Technischen Hochschule Aachen an. Er war damit zugleich Direktor des Werkzeugmaschinenlaboratoriums.<sup>242</sup>

Opitz wurde demzufolge für die Nachfolge am Aachener Lehrstuhl ausgewählt, weil er der qualifizierteste Bewerber gewesen war, der das WZL und die Strukturen gut kannte und zudem auch die politischen Mindestvoraussetzungen erfüllte. In der Logik der Doppelstaat-Theorie verhielt sich Opitz demzufolge als Teil des Normenstaates.

### **3.2.2 Wissenschaft im Dienst des Staates: Die Forschungsaktivitäten am WZL**

Die Forschungsschwerpunkte am WZL waren – das hatte sich seit Wallichs nicht verändert – die Gebiete Zerspanforschung, Werkzeugmaschinen und Betriebsorganisation bzw. Psychotechnik. Verändert hatten sich jedoch die Partner und Auftraggeber, d. h. die Transfernehmer, mit denen das WZL nun zusammenarbeitete: Waren es unter der Professur von Wallichs hauptsächlich die kleinen und mittelständischen

---

<sup>240</sup> Vgl. HAAC Akte 4202, Schreiben des Dekans vom 14. Mai 1935 an den Minister mit einem Vorschlag für die Neubesetzung. Zum Berufungsverfahren vgl. auch HAAC Akte 460, Schreiben des Reichs- und Preußischen Ministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung am 23. Juli 1935.

<sup>241</sup> Vgl. auch HAAC Akte 1168, Schreiben von Opitz an Nipper, den Führer der örtlichen Dozenten-schaft am 7. Juli 1935: Während das Berufungsverfahren in Aachen lief, bewarb sich Opitz auf Anraten von Wallichs Anfang Juli 1935 auch auf den vakant gewordenen Lehrstuhl nach Braunschweig. Vgl. dazu auch Kalkmann, S. 405: Hier heißt es, dass Rektor Gruber aus unbekanntem Gründen gegen eine Hausberufung – gemeint ist Opitz, nicht Krekeler – gewesen sein soll und dass auch der Aachener Dozentenbund andere Pläne verfolgt habe. Dieser habe das Ministerium bewogen, Opitz aufzufordern, sich für den vakanten Lehrstuhl in Braunschweig zu bewerben. Da Opitz jedoch in Aachen, so heißt es weiter bei Kalkmann, bessere Möglichkeiten gesehen habe, sich wissenschaftlich zu entfalten, sei er bei seiner Bewerbung geblieben.

<sup>242</sup> Vgl. HAAC Akte 4202, Schreiben vom 2. April 1936 vom Reichsminister, der Opitz die planmäßige Professur verlieh und ihn zum Direktor des Werkzeugmaschinenlaboratoriums ernannte.

Industrieunternehmen der Region sowie die rheinisch-westfälische Schwerindustrie gewesen, so waren es seit Mitte der 1930er Jahre größtenteils staatliche Stellen.

Der Reichsforschungsrat, der 1937 zur Koordination der technisch- und naturwissenschaftlichen Forschung und der Vierjahresplanforschung eingerichtet worden war, richtete seinen Blick auf die technischen und naturwissenschaftlichen Fächer an den technischen Hochschulen, die der Rüstungsforschung und Kriegsführung dienen konnten. Dazu zählte in Aachen auch das WZL.<sup>243</sup>

### 3.2.2.1 Zerspanforschung und Werkzeugmaschinen

Dem nationalsozialistischen Verständnis nach umfasste die Rüstungsforschung die gesamte naturwissenschaftlich-technologische Forschung und rüstungsindustrielle Entwicklung, die der Errichtung eines autarken Staates dienen konnte. Die Funktion der Rüstungsforschung sollte sich jedoch nicht nur darauf beschränken, Verfahren selbst zu entwickeln und zu optimieren, sondern darüber hinaus Roh- und Ersatzstoffe bereitzustellen, die qualitativ den Standards der traditionellen Produkte gleichkamen oder diese noch übertrafen. Zerspanforschungen zu neuen Werkstoffen konnten dort mit rüstungsindustrieller Entwicklung zusammenfließen, wo sich neue Waffensysteme in der Entwicklung befanden.<sup>244</sup>

Ein wichtiger Faktor innerhalb der Produktion und damit auch der Rüstungsproduktion waren die Werkzeugmaschinen und ihre Einsatzmöglichkeiten. Nur die ausreichende Versorgung der Rüstungsbetriebe mit qualitativ hochwertigen und sich auf

---

<sup>243</sup> Vgl. HAAC Akte 1216, ohne Nummerierung: Diverse Schreiben von 1940 bis 1941 mit sogenannten Kriegsaufträgen an die Aachener Professoren der Institute für Kraftfahrwesen und Verbrennungsmaschinen sowie für Gießereiwesen und an das Aerodynamische Institut. Vgl. Kalkmann 2003, S. 155-156: Die Reichsstelle für Wirtschaftsausbau gründete ab 1937 in Görings Auftrag u. a. insgesamt 20 Vierjahresplan-Institute, die eine besondere finanzielle Förderung erhielten. Ähnlich den Kaiser-Wilhelm-Instituten sollten sie Wissenschaftler auf rüstungswichtigen Gebieten bessere Entfaltungsmöglichkeiten bieten und die Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Industrie intensivieren. Doch funktionierte der wissenschaftliche Austausch nicht wie erwartet: Die Industrieunternehmen wollten ihre in der Praxis gewonnenen Erkenntnisse den Hochschulen nicht zur wissenschaftlichen Auswertung überlassen. In Aachen war es beispielsweise das Gießereiiinstitut von Eugen Piwowarski, das 1941 offiziell als Vierjahresplan-Institut gefördert wurde. Das WZL fiel nicht in diese Förderung.

<sup>244</sup> Vgl. Maier 2002a, S. 8-9.

dem neusten Stand der Forschung befindenden Maschinen garantierte die reibungslose Herstellung großer Mengen verschiedenster Rüstungsgüter wie Waffen, Munition oder Panzer. Aufgrund der steigenden Maschinenanforderungen für den Wehrmachtsbedarf und für den Vierjahresplan wurde der technologischen Weiterentwicklung der Werkzeugmaschinen eine höhere Bedeutung zugemessen.<sup>245</sup>

In vielen der am WZL in den Jahren 1936 bis 1945 entstanden Dissertationen des Bereichs Zerspanforschung und Werkzeugmaschinen finden sich staatliche Stellen als Auftraggeber des Forschungsprojektes wieder.<sup>246</sup> So beispielsweise in Günther Zips Arbeit von 1939, die sich mit der Zerspanbarkeit an Chrom-Molybdän-Baustählen beschäftigte. Sie war Teil eines Forschungsauftrages des Reichsverkehrsministeriums. In der Dissertation heißt es:

„Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Rahmen des Forschungsprogramms des Reichsverkehrsministeriums durchgeführt. Das Laboratorium dankt an dieser Stelle dem Herrn Reichsverkehrsministers für die bei der Durchführung der Arbeiten gewährte Unterstützung, ebenso den Firmen, die durch Lieferung von Untersuchungsmaterial die Arbeit gefördert haben.“<sup>247</sup>

---

<sup>245</sup> Vgl. Spur 2003, S. 157, S. 160: Spur führt als Beispiel auch die Folge von Artikeln in der in allen Wirtschaftskreisen vorhandenen Zeitschrift ‚Der Vierjahresplan‘ an, in denen unter anderen Werkzeugmaschinenhersteller wie Rolf Boehringer zu Wort kamen. Vgl. zur Bedeutung der Werkzeugmaschine und deren technologische Weiterentwicklung auch Milward 1966 und Gehring 1996.

<sup>246</sup> Am WZL entstanden im Zeitraum 1936 bis 1945 zunächst mit Wallich, dann mit Opitz als Erstgutachter 41 Dissertationen (davon 34 im Bereich Werkzeugmaschinen und 7 im Bereich Betriebswissenschaft) und 3 Habilitationen (davon 2 im Bereich Werkzeugmaschinen und 1 im Bereich Betriebswissenschaft), vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 713-804.

<sup>247</sup> Spur 2003, S. 84 f., S. 237. Spur, der 1965 bis 1997 als Leiter des Institutes für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der Technischen Universität Berlin tätig war, hat 2003 eine Analyse und Bewertung aller in der NS-Zeit entstandenen produktionstechnischen Dissertationen durchgeführt. Spur misst den Untersuchungen und Ergebnissen von Zipp eine grundlegende Bedeutung zu, ohne dies näher zu erläutern. Zudem ordnet er diesem Forschungsvorhaben die Dissertationen von Werner Vits (1939) und Friedrich Blasberg (1939) zu. Vgl. zu Forschungen an Chrom-Molybdän-Baustählen auch HAAc Akte 1216, ohne Nummerierung: Hierin befinden sich diverse Schreiben vom Reichsverkehrsminister an Opitz vom April 1941 und April 1942

Auch die Dissertation von Ernst Printz zum Thema Zerspanbarkeit von SM-Stählen von 1938/39 war Teil eines Forschungsprojektes, das im Auftrag des Ausschusses für Wirtschaftliche Fertigung im Reichkuratorium für Wirtschaftlichkeit an den Versuchsfeldern der Technischen Hochschulen Aachen, Berlin und München bearbeitet wurden.<sup>248</sup>

Ab 1936 beschäftigten sich Opitz und seine Mitarbeiter verstärkt mit der Schleifforschung. Zwei Arbeiten wurden im Auftrag des Reichsverkehrsministeriums bearbeitet: Werner Vits (1939) untersuchte den Einfluss von Kühlmitteln auf den Schleifvorgang<sup>249</sup> und Josef Ley (1943) hatte das Ziel, die Motorenfertigung für Flugzeuge zu verbessern.<sup>250</sup>

Der Reichsverteidigungsausschuss finanzierte Untersuchungen über die Belastungsgrenze für Kunststoffzahnäder, zu denen am WZL zwei Arbeiten entstanden: Friedrich Blasberg veröffentlichte über das Thema Festigkeit und Verschleiß von Zahnädern aus geschichteten Kunstharzpressstoffen 1939 in einer Schriftenreihe des Reichsverkehrsministeriums. Helmut Reese arbeitete über das Verschleißverhalten von Kunststoffzahnädern im Jahr 1940.<sup>251</sup> Karl Krümmel untersuchte im Auftrag des Reichsverkehrsministeriums und mit Unterstützung des VDI-Fachausschusses für Kunst- und Pressstoffe das Verschleiß- und Reibungsverhalten von Press- und Gleit-

---

über die Weiterführung des Forschungsauftrags Fo I WBA-5 im Haushaltsjahr 1941/42 und 1942/43. Dazu erhielt Opitz 15.000 RM bzw. 20.000 RM. Im genannten Forschungsauftrag sollte die Schleifbarkeit von Chrom-Molybdän-Baustählen im Hinblick auf die Vermeidung von Schleifrisen durch Verwendung zweckentsprechender Schleifscheiben und Kühlmittel untersucht werden. Zu diesem Thema wurden einige Dissertationen am WZL angefertigt.

<sup>248</sup> Vgl. Spur 2003, S. 227 f. Vgl. auch die Dissertation von Ernst Printz (1938/39), S. 2.

<sup>249</sup> Vgl. Spur 2003, S. 86, S. 236: Die Arbeit von Werner Vits erschien in einer Schriftenreihe des Reichsverkehrsministeriums; vgl. dazu auch HAAC Akte 1216.

<sup>250</sup> Vgl. Spur 2003, S. 86, S. 251: Die Versuche von Josef Ley wurden wahrscheinlich im Junkers Flugzeug- und Motorenwerk in Dessau durchgeführt. Vgl. auch HABPW 3.02, Vertragsvereinbarungen über wissenschaftliche Beratung zwischen Junkers Flugzeug- und Motorenwerken Aktiengesellschaft Motorenbau und Opitz vom 18. November 1938: Opitz hatte von 1938 bis 1943 eine wissenschaftliche Beratungstätigkeit bei Junkers für alle fertigungstechnischen Fragen, insbesondere auf dem Gebiet der Werkzeugmaschinen, übernommen. Die von Ley durchgeführten Forschungen könnten damit in Zusammenhang stehen.

<sup>251</sup> Vgl. Spur 2003, S. 87, S. 231 und S. 240.

führungen gegen Gusseisen. Die untersuchten Kunststoffe wurden von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Hennigsdorf, der Presswerke AG in Essen, der Dr. Raschig GmbH in Ludwigshafen und der Römmler AG in Spremberg geliefert. Die Festigkeitsuntersuchungen wurden am Staatlichen Materialprüfungsamt in Berlin durchgeführt.<sup>252</sup>

Auch die in den Archiven gefundenen Forschungsaufträge beweisen eine enge Zusammenarbeit von Opitz mit staatlichen Einrichtungen. Hier sollen im Folgenden einige Beispiele aufgeführt werden.<sup>253</sup>

Opitz arbeitete an Versuchen zu den Gleit- und Verschleißeigenschaften und Pressstoffen, die ab Juni 1937 unter dem Titel Pressstoff-Lager mit Mitteln der DFG und der Genehmigung des Reichsforschungsrats gefördert wurden.<sup>254</sup> Weitere Forschungen am WZL müssen in den Rahmen des Reichsforschungsrats gepasst haben, da ab April 1939 z. B. ein Projekt zu Verschleißversuchen an Zahnrädern gefördert wurde, das über die gesamte Kriegszeit dauerte.<sup>255</sup>

Die Durchführung von Forschungsaufträgen zur ‚Prüfung der Gleiteigenschaften gusseisener Führungen‘ stand in Zusammenhang mit der 1937 erfolgten Beauftragung von Opitz zum Obmann des Ausschusses für Gleitführungen der Fachgruppe Werkzeugmaschine. Ab 1941 finanzierte das Reichsluftfahrtministerium am WZL das Projekt ‚Versuche mit Gleitführungen aus Kunststoff auf ihre Eignung für den Flugzeugbau‘.<sup>256</sup>

---

<sup>252</sup> Vgl. ebd., S. 239.

<sup>253</sup> Aufstellungen über weitere Forschungstätigkeiten von Opitz befinden sich in BA Koblenz, R 26 III, 30 u. R21, 336 sowie in HAAc 480, 2866a, 2838.

<sup>254</sup> Vgl. Opitz 1937, S. 125-128. Vgl. auch HStA Düsseldorf NW 0 10854, Schreiben von Dr. Fischer (DFG) vom 11. Juni 1937: Hierin teilt Fischer Opitz mit, dass der Präsident des Reichsforschungsrates General der Artillerie Prof. Becker seinen Antrag vom 16. April 1937 genehmigt habe. Die DFG stellt Opitz zur Durchführung von Untersuchungen über Gleit- und Verschleißeigenschaften von Gusseisen und Pressstoffen einen Betrag von 7.000 RM zur Verfügung.

<sup>255</sup> Vgl. Spur 2003, S. 82.

<sup>256</sup> Vgl. ebd., S. 87. Am WZL entstanden einige Dissertationen zum Thema Leichtmetalllegierungen, die für den Flugzeugbau von Bedeutung waren: Willem Arie Herweijer: Die Zerspannung von Automatenkupferlegierungen beim Dreh- und Bohrvorgang 1934, Fritz Hunger: Untersuchungen der Drehbarkeit von Leitmetallen 1936, Wilhelm Zimmermann: Untersuchungen über

Der damalige Oberingenieur Karl Krümmel bearbeitete alleinverantwortlich zwei vom Reichsverkehrsministerium finanzierte Projekte: Eines stellte Untersuchungen von Chrom-Molybdän-Baustählen an, das andere untersuchte Feinstbearbeitungsverfahren, für die die erforderlichen Messverfahren entwickelt werden mussten.<sup>257</sup> Neben diesen Projekten war der Oberingenieur mit der Beschaffung von Kalkulationsunterlagen durch Vornahme von Bearbeitungsprüfungen von Panzerstählen verschiedener Wärmebehandlungen und Zusammensetzung betraut.<sup>258</sup>

Im Jahr 1943 initiierten Hitler und Speer das Rüstungsprojekt ‚Adolf-Hitler-Panzer-Programm‘. Mit Hilfe einer gesteigerten Panzerproduktion vom Typ Tiger und Panther 1943 sollte ein Umschwung des Krieges herbeigeführt werden.<sup>259</sup>

Wie schon beschrieben, gab es am WZL Forschungen, die sich mit der Panzerfertigung beschäftigten. Ein Großteil der Arbeit bestand aus Panzerhaubendreihen.<sup>260</sup> Im

---

die Zerspanbarkeit einiger Austauschlegierungen auf Zink- und Aluminiumbasis 1938, Werner Homberger: Zerspanbarkeitsuntersuchungen an Automaten-Leichtmetall-Legierungen 1939.

<sup>257</sup> Vgl. Spur 2003, S. 82, S. 88. Vgl. zu Forschungen an Chrom-Molybdän-Baustählen auch HAAC Akte 1216, ohne Nummerierung: Diverse Schreiben vom Reichsverkehrsminister an Opitz vom April 1941 und April 1942 über die Weiterführung des Forschungsauftrags Fo I WBA-5 im Haushaltsjahr 1941/42 und 1942/43. Vgl. zu Forschungen von Feinstbearbeitungsverfahren und die Entwicklung eines dafür erforderlichen Messverfahrens auch HAAC Akte 1216, ohne Nummerierung: Diverse Schreiben vom Reichsverkehrsminister an Opitz vom April 1942 über die Weiterführung des Forschungsauftrags Fo I WBA-6 im Haushaltsjahr 1942/43.

<sup>258</sup> Vgl. Spur 2003, S. 82, S. 88. Karl Krümmel wurde am 1. November 1941 zum Oberingenieur ernannt; sein Vorgänger war Werner Vits. Zur Bearbeitung schwerzerspanbarer Materialien, des sogenannten Panzermaterials, vgl. auch Kalkmann 2003, S. 407, Fußnote 3 mit weiteren Hinweisen.

<sup>259</sup> Vgl. Ludwig 1974, S. 436-444: Ludwig spricht vom Wunderwaffenmythos, der die Moral der deutschen Bevölkerung nach den Niederlagen des Jahres 1942 aufrechterhalten sollte. Zur NS-Panzerforschung vgl. auch Gehring 1996.

<sup>260</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 43-44: Nach dem Bombenangriff vom 11. April 1944 auf Aachen, der große Teile der Maschinenhalle des Laboratoriums in der Wüllnerstraße zerstört hatte, war Opitz mit dem Institut nach Eupen und Eynatten umgezogen. Dort wurden die Lieferung und Abholung des Panzermaterials durch ein Eupener Kabelwerk vorgenommen. Als im September 1944 die Amerikaner bis nach Eupen vorrückten, wurde das gesamte Institut nach Mühlheim an der Ruhr gebracht. Von dort fuhr Opitz angesichts der unsicheren Lage weiter bis nach Eisenach. Vgl. dazu 80 Jahre WZL 1986, S. 56-57 und Klinkenberg 1970, S. 177.

Rahmen dieser Arbeiten referierte Opitz Anfang der 1940er Jahre häufig bei den Sitzungen des Sonderausschusses VI Panzerwagen des Rüstungsministeriums. Die im Panzerausschuss zusammengeschlossenen Firmen waren an einem Informationsaustausch über fertigungstechnische Forschungsprojekte der Hochschulen interessiert; Opitz' Urteil besaß hohes Gewicht, denn als ehemaliger Betriebsleiter der Maschinenfabrik Schiess-Defries kannte er die fertigungstechnischen Anforderungen an die Werkzeugmaschinen in den Werkstätten des Panzerbaus und der Montage von Panzerkampfwagen. Wie Opitz arbeitete auch sein Berliner Kollege Otto Kienzle mit dem Panzerausschuss zusammen – hier kann demzufolge also durchaus von einem Ineinandergreifen von Forschung, Lehre und industrieller Anwendung gesprochen werden.<sup>261</sup> Im Jahr 1943 wurde Opitz vom Rüstungsministerium zum Leiter des Arbeitskreises M im Hauptausschuss Panzerwagen und Zugmaschinen ernannt.<sup>262</sup> In der Literatur schließt man daraus, dass sich das WZL zu einem der wichtigsten Hochschulinstitute für die Panzerforschung etabliert hatte.<sup>263</sup>

Wie detailliert aufgezeigt wurde, übernahm Opitz seit 1936, der Phase des Vierjahresplans, zahlreiche Forschungsprojekte im Bereich Zerspanung und Werkzeugmaschinen, die im Auftrag des NS-Regimes durchgeführt wurden. Damit stellte er sich als Ingenieur und Wissenschaftler sowie die unter seiner Leitung durchgeführten Forschungsprojekte in den Dienst des NS-Regimes. Der nationalsozialistische Staat stellte die Rahmenbedingungen für diese Auftragsforschungen und Opitz nutzte sie. Es war ein Wissens- und Technologietransfer im Dienst der Rüstungsforschung, da sich alle Forschungsinhalte auf die Erforschung und Optimierung notwendiger Rohstoffe sowie auf die Entwicklung und Prüfung von Ersatzwerkzeugbaustoffen bezogen. Damit wurde der NS-Staat der erste Abnehmer der Forschungsergebnisse – als

---

<sup>261</sup> Vgl. Knittel 1988, S. 39.

<sup>262</sup> Vgl. HABPW 3.02, Vertragsvereinbarungen über wissenschaftliche Beratung zwischen Junkers Flugzeug- und Motorenwerken Aktiengesellschaft Motorenbau und Opitz vom 18. November 1938. Opitz löste diesen Beratungsvertrag am 22. Januar 1943 im Hinblick auf seine zukünftigen Arbeiten im Hauptausschuss Panzerkampfwagen auf.

<sup>263</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 407. Vgl. dazu auch Schneider 1985, S. 71 f.: Schneider schreibt, dass das Institut eine geradezu privilegierte Position im Rahmen der Rüstungsprojekte von Albert Speer inne hatte; insbesondere das 1943 begonnene Panzerprojekt. Es gibt jedoch keine Hinweise, woher Schneider diese Informationen bezogen hat.



Transfernehmer – und in der Logik der Doppelstaat-Theorie von Fraenkel ist Opitz demzufolge eindeutig dem Maßnahmenstaat zuzuordnen.

Betrachtete man jedoch die kapitalistische Wirtschaftsordnung des Normenstaates, so hatte Opitz als Hochschulprofessor dazu beigetragen, dass der Institutsalltag aufrechterhalten blieb und die Aufgaben, nämlich Lehre und Forschung zu betreiben, fortgesetzt werden konnten. Ohne die entsprechenden Aufträge und notwendigen Forschungsgelder wäre dies sicherlich nicht möglich gewesen.

### **3.2.2.2 Betriebsorganisation und Psychotechnik**

Die Forschungsrichtung Betriebsorganisation und Psychotechnik, die Wallichs am WZL aufgebaut hatte, verlor in der Zeit der Weltwirtschaftskrise zunächst an Bedeutung. Am WZL wurde das Fach zwar weiterhin gelehrt, jedoch wurde unter Opitz keine aktive Forschung hierzu betrieben, da der Forschungsschwerpunkt eindeutig auf dem Bereich Zerspanung und Werkzeugmaschinen lag.<sup>264</sup>

Die Nationalsozialisten nahmen den Gedanken der Betriebsführung unter arbeitspsychologischen Gesichtspunkten wieder auf. Sie versuchten, durch eine politische Ausrichtung des Fachs, das Führerprinzip in die Ingenieurausbildung zu integrieren. Den Hintergrund dafür bildete das Gesetz zur Ordnung der nationalen Arbeit vom 20. Januar 1934, wonach die Betriebsstruktur in ‚Führer‘ und ‚Gefolgschaft‘, d. h. in Unternehmer und Arbeiter aufgeteilt wurde. Auf Veranlassung des Leiters der Deutschen Arbeitsfront (DAF), Robert Ley,<sup>265</sup> sollten auch die Studenten der technischen Hochschulen in das Führerprinzip eingewiesen werden. Um dies durchzuführen erhielt der Leiter des Deutschen Institutes für Nationalsozialistische Technische Ar-

---

<sup>264</sup> Die letzte Veröffentlichung von Wallichs im Bereich Betriebsorganisation und Psychotechnik erschien 1930, vgl. Wallichs 1930. Unter Opitz' Namen erfolgten keine Veröffentlichungen zu diesem Forschungsthema.

<sup>265</sup> Zu Robert Ley (1890-1945) vgl. Stiftung Topographie des Terrors 2006, S. 33: Ley war Chemiker und trat 1925 in die NSDAP ein. Er war seit 1926 Gauleiter der NSDAP im Rheinland, Anfang Mai 1933 ließ er die Gewerkschaften auflösen und gründete mit der DAF die größte Massenorganisation des Dritten Reiches, an deren Spitze er bis Kriegsende stand. Vom Internationalen Militärgerichtshof in Nürnberg angeklagt, beging er im Oktober 1945 noch vor dem Verhandlungsbeginn Selbstmord.

beitsforschung und -schulung (DINTA), Carl Arnhold, einen Lehrauftrag an der Technischen Hochschule Aachen.<sup>266</sup>

Carl Arnhold war in Aachen und besonders am WZL gut bekannt: Gemeinsam mit Wallichs und Poppelreuter hatte er 1925 die Forschungsstelle für industrielle Schwerarbeit aufgebaut.<sup>267</sup> Im Zuge dieser Forschungen war es gelungen, am WZL ein Laboratorium für Psychotechnik einzurichten und Walther Poppelreuter mit einem Lehrauftrag für Arbeitspsychologie 1929 nach Aachen zu holen.<sup>268</sup>

Arnhold erhielt den Lehrauftrag über eine zweistündige Vorlesung über deutsche Betriebs- und Wirtschaftsführung und leitete seit 1934 offiziell das Laboratorium für Psychotechnik.<sup>269</sup> Er führte jedoch nur wenige Lehrveranstaltungen in Aachen durch, weil er im Auftrag der DAF die DINTA-Organisation in Westdeutschland aufbaute.<sup>270</sup>

Bereits zum Wintersemester 1936/37 war Josef Mathieu, ebenso Mitarbeiter des DINTA, als Lehrbeauftragter zum Thema Methoden deutscher Betriebs- und Wirtschaftsführung verzeichnet.<sup>271</sup> Mathieu war ebenfalls am WZL bekannt: Er war von

---

<sup>266</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 419.

<sup>267</sup> Vgl. auch Kapitel 2, Fußnote 156: Zu Carl (oder Karl) Arnhold (1884-1970) vgl. Raehlmann 2005, S. 39-41: Arnhold machte in den folgenden Jahren eine erstaunliche Karriere: Er übernahm die Leitung des Amtes für Berufserziehung und Betriebsführung in der DAF und wurde 1940 Generalreferent für Berufserziehung und Leistungssteigerung im Reichswirtschaftsministerium. Nach 1945 widmete sich Arnhold der von ihm 1930 gegründeten Gesellschaft für Arbeitspädagogik und erhielt 1960 das Bundesverdienstkreuz Erster Klasse. Vgl. ebd., S. 178: Raehlmann weist Arnhold eine politisch-strategische Schlüsselrolle im Bereich der Arbeitsforschung und -wissenschaft zu. Arnhold habe eine wissenschaftlich-publizistische Tätigkeit entfaltet, die von der NS-Ideologie so durchdrungen sei, dass kein Raum für Nuancen und Differenzierungen bliebe. Raehlmann stellt weiter fest, dass die Grundlage seines Denkens eine rassistische Auffassung vom Menschen und von der Arbeit gewesen sei.

<sup>268</sup> Vgl. zu Poppelreuter auch Kapitel 2, Fußnote 159.

<sup>269</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 420. Vgl. dazu auch das VV 1935/36, S. 12, in dem Arnhold erstmalig und einmalig mit dem Hinweis erwähnt wird, dass er mit einer Vorlesung beauftragt sei; vgl. ebd., S. 43: Der Titel der Vorlesung lautete Deutsche Betriebs- und Wirtschaftsführung. Dass Arnhold auch mit der Leitung des Institutes betraut war, ist aus den vorliegenden Unterlagen nicht erkennbar.

<sup>270</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 420.

<sup>271</sup> Vgl. VV 1936/37, S. 14.

1929 bis 1932 Assistent von Wallich und Poppelreuter am Laboratorium für Psychotechnik gewesen und hatte in diesem Bereich 1930 zum Thema ‚Erziehung zum exakten optischen Auffassen und Einprägen nach der Poppelreuter’schen psychokritischen Methodik‘ promoviert. Nach seiner Assistentenzeit trat er 1933 in die NSDAP und in das DINTA ein, wo er die Abteilung Arbeitspsychologie leitete. Im Oktober 1935 wurde das DINTA in das Reichsamt für Berufserziehung und Betriebsführung DAF eingegliedert.

In Aachen habilitierte sich Mathieu 1939/40 bei Herwart Opitz mit dem Thema ‚Möglichkeiten einer betrieblichen Eignungsuntersuchung‘, das in den Bereich der Arbeitspsychologie gehörte. Ziel von Mathieus Forschungsarbeit war es, Hinweise und Richtlinien für Gutachter zu entwerfen, die junge Menschen für Berufe auswählten, sowie bestimmte Testverfahren für eine Berufswahl vorzustellen und zu diskutieren. Diese Eignungsuntersuchungen wurden seit 1920 in Deutschland für die Auswahl von Lehrlingen und bei der Anlernung von neuen Arbeitskräften eingesetzt.<sup>272</sup>

Nach seiner Habilitation wurde Mathieu nach Berlin versetzt und zum Leiter der DINTA-Abteilung für Berufspsychologie und Arbeitspädagogik im Zentralbüro der DAF ernannt. 1942 kehrte er nach Aachen zurück und übernahm die Leitung des neu gegründeten Institutes für Arbeitswissenschaft, das zunächst in den Räumlichkeiten des WZL untergebracht war.

Am WZL entstanden in diesen Jahren sieben Dissertationen im Bereich Betriebsorganisation und Psychotechnik. Diese Dissertationen waren sogenannte externe Arbeiten: Alle Doktoranden waren zum Zeitpunkt des Verfassens in der Industrie tätig und nicht am WZL als Assistenten angestellt. Opitz fungierte bei diesen externen Arbeiten als erster oder zweiter Gutachter, häufig zusammen mit Mathieu. Die Auftraggeber dieser Arbeiten waren größtenteils die Unternehmen, in denen die Doktoranden tätig waren.<sup>273</sup>

---

<sup>272</sup> Vgl. HAAc Akte 2283 und Kalkmann 2003, S. 420 f. Zur Habilitation vgl. HAAc Akte 2283, o. Bl., darin ein Bericht von Herwart Opitz über die Habilitationsschrift vom 10. Januar 1940 und zum Inhalt der Habilitation vgl. besonders Spur 2003, S. 233-234.

<sup>273</sup> Vgl. zu den Dissertationen 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 720-722 und Spur 2003, S. 217-249. Vgl. zu externen Doktoranden auch das Zeitzeugeninterview mit Günter Spur vom 10. Mai 2004: Spur betonte, dass in dieser Zeit die Themen externer Doktoranden nicht unbedingt

Opitz selbst veröffentlichte in den Jahren 1936 bis 1945 keine Artikel zum Forschungsgebiet Betriebsorganisation und Psychotechnik. Hierfür sind unterschiedliche Erklärungen denkbar: Aufgrund der schweren Wirtschaftskrise 1929/30 rückte der Rationalisierungsgedanke in den deutschen Industrieunternehmen in den Hintergrund, so dass sich schon Wallichs teilweise aus der allgemeinen betriebswissenschaftlichen Arbeit und besonders der industriellen Psychotechnik zurückgezogen hatte. Opitz übernahm diese Haltung, so dass seitdem keine aktive Forschung zur Betriebsorganisation und Psychotechnik am WZL betrieben wurde. Sich am Interesse der metallverarbeitenden Industrie orientierend, konzentrierte sich Opitz in dieser Zeit ausschließlich auf den Bereich Zerspanung und Werkzeugmaschinen. Da er – wie schon gezeigt werden konnte – die Priorität seiner Forschungen auf die aktuellen Anforderungen an die Werkzeugmaschinen setzte, scheint Opitz das Forschungsfeld Betriebsorganisation und Psychotechnik bewusst Joseph Mathieu überlassen zu haben, der seit Jahren aktiv in das Thema und in die entsprechenden Organisationen eingebunden gewesen war.<sup>274</sup> In der Logik der Theorie von Fraenkel ist Mathieu

---

die Forschungsrichtung des Institutes widerspiegeln, jedoch ein gewisses Interesse an dem jeweiligen Thema zeigten.

<sup>274</sup> Vgl. zur Nachkriegskarriere von Josef Mathieu (1903-1965) vgl. HAAc Akte 1026, Schreiben des Rektors an die Militärregierung vom 5. April 1946 mit einer Einschätzung Mathieus. Darin heißt es: „Mathieu behandelte in dem von ihm vertretenen Fach vorwiegend die sog. ‚Menschenführung‘, d. h. ein in politischer Hinsicht etwas gefährliches Gebiet. Die Fragen, die darin im Vordergrund standen, d. h. die Hebung der allgemeinen Arbeitsfreude und damit Hebung der erreichbaren Leistung, waren bereits vor 1933 aktuell, und sie sind es auch heute noch, nach dem Ablauf der nationalsozialistischen Ära. Naturgemäß bekamen diese Fragen unter dem Nazismus ihre nazistische Färbung, und so mußte auch Mathieu in irgendeiner Form zu diesen Bestrebungen Stellung nehmen. Er hat es aber verstanden, sich darauf zu beschränken, den aus der früheren Zeit übernommenen gesunden Kern dieser Bestrebungen in den Vordergrund zu rücken. Es ist der Hochschule nicht bekannt geworden von irgendeiner nationalsozialistischen Propaganda Mathieus in seiner Tätigkeit; sie hätte auch in dem zurückhaltenden Wesen von Mathieu nicht gelegen. Infolgedessen kann Mathieu auch bei Anlegung eines strengen Maßstabes nicht als aktiver Nationalsozialist bezeichnet werden und ich befürworte daher seine Zulassung zur Hochschule.“ Im April 1946 wurde Mathieu von der Militärregierung in seiner bisherigen Dienststellung als Professor bestätigt. 1953 wurde das Institut in den Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft umgewandelt und vom WZL getrennt, vgl. hierzu 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 65. Vgl. zur Einschätzung Mathieus auch Raehlmann 2005, S. 39-41, S. 82: Raehlmann beurteilt Mathieu als einen herausragenden Funktionsträger im NS-Herrschaftssystem,

demzufolge eindeutig im ideologischen Maßnahmenstaat tätig gewesen, wobei Opitz wohl eher dem Normenstaat zu zuordnen ist.

### **3.2.3 Netzwerke: Funktionale Ausrichtung**

#### **3.2.3.1 Gemeinschaftsforschung: Koordination und Spezialisierung der Forschungsfelder**

Den ersten Versuch einer planvollen Koordination von Instituten verschiedener technischer Hochschulen veranlasste das Reichsverkehrsministerium im März 1934. Beschränkt auf einen einzelnen Wissenschaftsbereich wurde unter der Leitung des Ministeriums der ‚Forschungsrat des Kraftfahrwesens‘ gegründet. Dieses Gremium sollte die Zusammenarbeit zwischen den Technischen Hochschulen Aachen, Berlin, Darmstadt, Dresden, Karlsruhe, München und Stuttgart und der Industrie fördern.

An der Technischen Hochschule Aachen waren es Adolf Wallichs, später dann Herwart Opitz, und Paul Langer, Professor für Verbrennungsmaschinen und Kraftfahrwesen, die in den Forschungsrat berufen wurden.<sup>275</sup> Doch eine Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Industrie scheiterte an der mangelnden Kooperationsbereitschaft beider Seiten. Die Industrie warf den Hochschulen vor, weitgehend Grundlagen- und keine Zweckforschung zu betreiben. Die Hochschulen bemängelten ihrerseits, dass die Industrie nicht bereit wäre, sich stärker für gemeinsame Projekte zu engagieren.<sup>276</sup> Da keine Vermittlungsversuche unternommen wurden, scheiterte der Koordinationsversuch eines staatlich aufoktroierten Wissens- und Technologietransfers an den Transfergebern und den Transfernehmern, also an Hochschulen und Industrieunternehmen gleichermaßen.

---

der eine steile, stetige, verblüffend bruchlose Karriere absolvierte, für die – von einer kurzen Unterbrechung abgesehen – die Technische Hochschule Aachen stets den institutionellen Rahmen gestellt hatte.

<sup>275</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 154-155. Vgl. auch HAAc Akte 2899, ohne Blatt: Wallichs bearbeitete im Rahmen dieses Forschungsprogramms ab 1934 Aufträge über Zerspanungsuntersuchungen mit Leichtbauwerkstoffen für die Kraftfahrzeug- und Flugzeugindustrie und führte Zerspanbarkeitsprüfungen von im Kraftwagenbau gebräuchlichen Sonderstählen durch.

<sup>276</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 154-155; vgl. auch HAAc 2927.

Eine weitere Initiative zur Zusammenarbeit zwischen Hochschulinstituten und Industrieunternehmen, die erfolgreicher verlief, kam 1937 zustande – in der Phase des Vierjahresplans. Sieben Hochschulprofessoren der Lehrgebiete Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften gründeten die Hochschulgruppe Betriebswissenschaft, aus der die heutige Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) hervorgegangen ist. Die Professoren Karl Gottwein, Otto Kienzle, Herwart Opitz, Ewald Sachsenberg, Heinrich Schallbroch, Friedrich Schwerd und Adolf Wallichs trafen sich schon seit Mitte der 1920er Jahre regelmäßig auf Einladung des VDWs bei der Leipziger Werkzeugmaschinenausstellung. Im März 1937 vereinbarten die besagten Professoren im Eingangsbereich der Halle 9 im dortigen Sitzungszimmer des VDW, zukünftig enger zusammenzuarbeiten.<sup>277</sup> Weitere Hochschulprofessoren des Fachgebietes schlossen sich bald dem Gremium unter dem Vorsitz von Wallichs an, so dass alle Versuchsfelder für Werkzeugmaschinenbau und Betriebswissenschaften in der Hochschulgruppe vertreten waren.<sup>278</sup>

Ein starkes Netzwerk entstand, das sich hauptsächlich Aufgaben im Bereich der Werkzeugmaschinen und des Werkzeugmaschinenbaus widmete. Die Grundidee der Hochschulgruppe war ein Erfahrungs- und Gedankenaustausch zwischen den Instituten, um auf die Entwicklungen im gemeinsamen Fachgebiet schnell und konstruktiv reagieren zu können und Neuentwicklungen der verschiedenen Maschinentypen voranzutreiben. Auf diese Weise konnte aus Sicht der Professoren eine Zusammenarbeit mit den Vertretern der Werkzeugmaschinenindustrie langfristig gelingen und ein effektiver Wissens- und Technologietransfer erfolgen. Es galt, Forschungsprojekte

---

<sup>277</sup> Vgl. Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 18 f. Vgl. auch Wallichs 1937, S. 962: Hier berichtet Wallichs, dass rund 15 Professoren, Oberingenieure und Assistenten sowie Vertreter des VDW an der Sitzung teilgenommen hatten. Vgl. auch Spur 2003, S. 74-79.

<sup>278</sup> Vgl. Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 54-59, Mitgliedschaften nach Hochschulorten der ersten bzw. zweiten Generation: Aachen: Adolf Wallichs (seit 1937), Herwart Opitz (seit 1937). Berlin: Otto Kienzle (seit 1937). Braunschweig: Gotthard Pahlitzsch (seit 1937). Breslau: Karl Gottwein (seit 1937), Franz Schwerdtfeger (seit 1942). Darmstadt: Ludwig von Roessler (Eintrittsdatum nicht ermittelbar), Carl Stromberger (seit 1948). Dresden: Ewald Sachsenberg (seit 1937), Heinz Kiekebusch (seit 1939; von 1938-1941 in Danzig und ab 1941 in Dresden tätig). Hannover: Friedrich Schwerd (seit 1937), Werner Osenberg (seit 1939). Karlsruhe: Arthur Kessner (Eintrittsdatum nicht ermittelbar). München: Heinrich Schallbroch (seit 1937). Stuttgart: Alfred Ehrhardt (seit 1937).

aufeinander abzustimmen, um Überschneidungen zu vermeiden und verbleibende Lücken zu schließen. So gewährleistete die Hochschulgruppe eine sparsame und wirtschaftliche Anwendung der verfügbaren Forschungsmittel. Im gegenseitigen Informationsaustausch wurden Forschungsaufträge formuliert und an die jeweiligen Institute weitergeleitet. Die Institute spezialisierten sich auf einzelne Versuchsfelder: In Berlin beschäftigte sich Kienzle beispielsweise schwerpunktmäßig mit Verzahnmaschinen, in München übernahm Schallbroch die Entwicklung der Langdrehautomaten und die Erarbeitung von Richtwerten für das Drehen mit Schnellstahl und Hartmetall, und in Aachen begann Opitz mit Untersuchungen der Führungsbahnen von Langhobelmaschinen und Arbeiten zum Thema Verschleiß und Reibung von Gleitführungen aus Gusseisen, Kunst- und Pressstoff sowie Feinziehschleifen.<sup>279</sup>

Die Hochschulgruppe Betriebswissenschaft war der erste Versuch von Hochschuleseite aus, eine Koordination und Spezialisierung der Forschungsfelder vorzunehmen. In enger Absprache zum VDW wurde damit eine zielorientierte und anwendungsorientierte Forschung gewährleistet und ein aktiver Informationsaustausch mit der Industrie sichergestellt. Diese Form der Zusammenarbeit wurde schließlich auch von staatlicher Seite begrüßt: Aus Sicht des Reichswirtschaftsministeriums sah man in der Hochschulgruppe und ihren Versuchsfeldern eine Möglichkeit, den für die Gesamtwirtschaft bedeutsamen Werkzeugmaschinenbau wirksam zu fördern. Zugunsten der Gemeinschaftsforschung wurde am Reichswirtschaftsministerium der Plan eines zentralen Forschungsinstitutes für Werkzeugmaschinen fallen gelassen. Die Gründung der Hochschulgruppe machte diese Pläne einer staatlich gesteuerten Forschung überflüssig und bewahrte den Hochschulinstituten ihre Selbstständigkeit. Ob der Zusammenschluss als gezielte Strategie der Hochschulprofessoren anzusehen ist, mit der die zentrale Lenkung der Forschung durch den Staat verhindert werden sollte und somit als Reaktion auf die staatliche Zentralisierungspläne zu sehen ist, ist denkbar, lässt sich aber nach heutiger Aktenlage nicht belegen.<sup>280</sup>

---

<sup>279</sup> Vgl. ebd., S. 21 und 80 Jahre WZL 1986, S. 58. Vgl. auch Spur 2003, S. 69 ff., Pahlitzsch 1978, S. 761-765 und Schallbroch 1967, S. 45.

<sup>280</sup> Vgl. Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 21 und 80 Jahre WZL 1986, S. 58. Vgl. auch Spur 2003, S. 78 f.

Mit der Gründung setzten Wallichs und Opitz das Bestreben nach enger Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen fort und manifestierten dies mit der Gründung der Hochschulgruppe übergreifend für alle Hochschulinstitute. Der erste Schritt der universitären Gemeinschaftsforschung als wichtiger Transferweg im Wissens- und Technologietransfer war gemacht. Hier handelten sie durchaus im Sinne des Normenstaates. Dieses stabile, überregionale Netzwerk überdauerte die Kriegsjahre und ist bis heute eine wichtige Stütze für das WZL in allen Bereichen des Wissens- und Technologietransfers.<sup>281</sup>

### **3.2.3.2 Nationalsozialistische Organisationen: Sicherung des Transferprozesses**

Betrachtet man den Wissens- und Technologietransfer, der in der Zeit von 1936 bis 1945 am WZL stattgefunden hatte, kann dieser durchaus als erfolgreich eingeschätzt werden. Erfolgreich insofern, als dass der Transferprozess kontinuierlich stattgefunden hatte. Denn Opitz sicherte mit seiner Bereitschaft, wissenschaftliche Forschung im Dienst des NS-Regimes durchzuführen, den Wissens- und Technologietransfer am WZL. Er stellte sich – wie bereits gezeigt werden konnte – als Ingenieur und Wissenschaftler in den Dienst des Regimes und besetzte dementsprechende Posten in NS-Organisationen. Es konnte jedoch im Verlauf der Arbeit gezeigt werden, dass Opitz nicht ausschließlich dem Maßnahmenstaat diene, sondern durchaus auch in der Logik des Normenstaates handelte.

Als Mitglied in zahlreichen nationalsozialistischen Organisationen bediente Opitz die Logik der Doppelstaat-Theorie von Fraenkel und war als vollwertiger Teil des Maß-

---

<sup>281</sup> Nach dem Krieg ruhte die Arbeit der Hochschulgruppe bis Otto Kienzle, der den Vorsitz von Wallichs 1944 übernommen hatte, mit einem Rundschreiben Ende 1947 die Wiederaufnahme der Arbeit anregte. Im darauf folgenden Jahr fand das erste Treffen in Wiesbaden statt, an dem auch Vertreter des VDW teilnahmen. Das Gremium markierte den Neubeginn mit der Änderung des Namens in Hochschulgruppe Fertigungstechnik (HGF), vgl. dazu auch Spur 2003, S. 172. Vgl. auch das Zeitzeugeninterview mit Günter Spur vom 10. Mai 2004: Der Begriff Betriebswissenschaft, so Spur, wurde häufig mit dem Begriff Betriebswirtschaft verwechselt, daher entschloss sich das Gremium zu einer Namensänderung. Vgl. zur weiteren Geschichte der HGF besonders: Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 73 und Kapitel 5.2.3.5.



nahmenstaates eingebunden, in dem Terror, Gewalt und Willkür herrschten.<sup>282</sup> Diese eindeutige Zuordnung muss jedoch wieder eingeschränkt werden, weil seine ideologische Einstellung nach heutiger Aktenlage nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden kann, wie im Folgenden zu zeigen sein wird. Wie lässt sich Opitz' scheinbar ambivalentes Verhalten erklären und welche Bedeutung hatten seine Mitgliedschaften?

Opitz trat im April 1933 in die NSDAP<sup>283</sup> ein. Der Zeitpunkt lässt darauf schließen, dass eine Mitgliedschaft für die angestrebte Karriere notwendig gewesen sein könnte und Opitz zu den sogenannten ‚Märzgefallenen‘ zuzuordnen ist. Denn – so sieht es die Forschung heute – allein eine Parteimitgliedschaft erlaubt keine genaue Aussage über die politische Gesinnung oder Haltung einer Person. Mitgliedschaften signalisieren nach außen, d. h. in die Öffentlichkeit, zumindest politische Gefolgschaft, offizielle Übereinstimmung und Loyalität. Dies kann möglicherweise im Widerspruch zur inneren Überzeugung stehen. Insgesamt gesehen liegt den Mitgliedschaften eine vielschichtige Motivationsstruktur zugrunde. Die Eintritte können etwa aus politischer Überzeugung, auf Druck von außen oder aus Gründen der Anpassung, um berufliche Nachteile zu vermeiden oder um Vorteile zu erringen, erfolgen. Auch können sich die Motive mit der Zeit verändern.<sup>284</sup>

Im November 1933 wurde Opitz Mitglied der SA. Dieses Eintrittsdatum lässt Spielraum für Interpretationen offen: Die SA bestand seit 1920 als parteieigener Ordnungsdienst zum Schutz von Veranstaltungen, Einsatz bei politischen Werbeaufmärschen und gewaltsamen Auseinandersetzungen mit politischen Gegnern. Nach dem 30. Januar 1933 verbreitete die SA als Terror- und Propagandainstrument der Partei – besonders in den Monaten März bis Juni – in unkontrollierten Gewaltausbrüchen

---

<sup>282</sup> Komplette Auflistung aller NS-Mitgliedschaften: 1933-1944: Mitglied in der NSDAP; 1933-1936-1939: Mitglied der SA im Sturm 3/39, Scharführer; 1933-1945 Nationalsozialistische Volkswohlfahrt (NSV); 1934 Mitglied der Reichsschaft Hochschullehrer im NS-Lehrerbund; 1935-1945 Mitglied und Scharführer des NS-Dozentenbundes, Stellvertreter des Aachener Dozentenbundesführers 1939/40; 1935-1945: Reichsbund Deutscher Technik, o. Amt; 1936-1945: Reichsdozentenschaft, o. Amt; 1938-1945: NS-Altherrenbund, o. Amt; ab 1943 Leiter des Arbeitskreises M im Hauptausschuss Panzerwagen und Zugmaschinen des Rüstungsministeriums.

<sup>283</sup> Vgl. Bundesarchiv Berlin (ehem. Document Center) MF Opitz, Herwart, 4. Juni 1905, Mitgliedsnr. 2083404.

<sup>284</sup> Vgl. Raehlmann 2005, S. 20.

Angst und Schrecken auf den Straßen Deutschlands. Als im Sommer 1933 alle Gegner ‚niedergekämpft‘ waren und die neue Führung das Ende der ‚nationalsozialistischen Revolution‘ verkündete, beruhigten sich die Gewaltausbrüche der SA allmählich. Im November 1933, als Opitz der Organisation beitrug, sorgte die latente Unzufriedenheit der SA-Basis und ihr uneingelöster Anspruch auf eine führende Rolle im neuen Staat zwar weiterhin für Spannungen, aber der Zenit der Gewaltausbrüche war überschritten. Nach dem Röhmer-Putsch im Juni 1934 fungierte die zahlenmäßig dezidierte SA insbesondere als Wehrsportorganisation und Veteranenverband und während des Zweiten Weltkrieges übernahm sie Hilfsfunktionen für die Wehrmacht.<sup>285</sup>

Welchen Stellenwert die Mitgliedschaft für Opitz gehabt haben könnte, zeigt möglicherweise sein Beurlaubungsantrag aus der SA. Denn nachdem Opitz im November 1934 die Stellung in Düsseldorf als Betriebsingenieur bei Schiess-Defries angenommen hatte, beantragte er im März 1935 seine Entlassung aus der SA, die ihm im Juni bewilligt wurde. In Opitz' Begründung hieß es:

„Da meine Tätigkeiten in Düsseldorf als Betriebsleiter einer mit Staatsaufträgen arbeitenden Maschinenfabrik meine Zeit übernormal beanspruchte, konnte ich meinen Dienstobliegenheiten in der SA nicht gerecht werden. Ich habe daher am 18. März 1935 ein Gesuch um eine dreimonatige Beurlaubung eingereicht mit dem Bemerkung, dass ich nach Ablauf dieser Frist entscheiden könnte, ob meine Tätigkeit in der Industrie auch weiterhin die Dienstleistung in der SA beeinträchtigt. Mit Schreiben vom 19. und 22. Juni 1935 teilte mir der Sturm 3/39 [im November 1934 wurde Opitz dem Sturm 3/39 in Düsseldorf zugewiesen, Anm. d. Verf.] mit, dass man mir den Austritt aus der SA bewilligt habe.“<sup>286</sup>

---

<sup>285</sup> Zum Beitritt von Opitz vgl. HStA Düsseldorf NW O Akte 10845. Zur SA vgl. Longerich 1989 und Lexikonartikel in Benz 1998, S. 752-754: Beim Pogrom vom 9. November 1938 erlangte die SA durch die Misshandlung und Ermordung jüdischer Menschen sowie die Zerstörung von Synagogen und jüdischen Geschäften noch einmal ihre alte, terroristische Bedeutung zurück.

<sup>286</sup> HABPW 3.03: Beruf 1934-1942. Schreiben von Opitz an den Sturm 40/25 vom 14. April 1936: Antrag auf Wiederaufnahme in die SA vom 14. April 1936 von Opitz. Vgl. ebd., Schreiben von Opitz vom 18. März 1935 an den Führer des Sturms 2 I/39, vom 3. Mai 1935 an den Führer des

Opitz trat also aus der Organisation aus, weil seine beruflichen Aufgaben ihn zu sehr beanspruchten und er dadurch seinen Aufgaben in der SA nicht gerecht werden konnte. Um welche Aufgaben es konkret ging, lässt sich nach heutiger Aktenlage nicht mehr nachweisen. Da der Austritt bewilligt wurde, scheint seine Argumentation ausgereicht zu haben. Nachdem Opitz die Professur in Aachen angenommen hatte, trat er am 14. April 1936 wieder in die SA ein. Seine Begründung hierfür:

„Da ich nunmehr glaube, dass meine dienstliche Inanspruchnahme die Dienstleistung in der SA ermöglicht, bitte ich um Wiederaufnahme.“<sup>287</sup>

Der Antrag wurde sofort angenommen. Bereits im Februar 1938 erhielt Opitz – nun seit knapp 2 Jahren Hochschulprofessor – eine Beförderung zum Sturmmann.<sup>288</sup>

Welche Aufgaben und Tätigkeiten für Opitz damit verbunden gewesen waren und die Frage, ob Opitz als Hochschulprofessor weniger Arbeitsbelastung hatte als in einem Industrieunternehmen, ist heute nicht mehr zu beantworten. Doch lässt die Tatsache, dass Opitz die erste Möglichkeit nutzte, um aus der NS-Organisation auszutreten und erst wieder als Aachener Hochschulprofessor eintrat, Spielraum für Interpretation: Müsste es einem überzeugten Nationalsozialisten nicht möglich gewesen sein, trotz hoher Arbeitsbelastung seinen Aufgaben in der SA nachzukommen? Und warum bat Opitz – knapp 10 Tage als Hochschulprofessor in Aachen im Amt – wieder um Aufnahme? Obwohl sich auf diese Fragen sicherlich keine eindeutigen Antworten mehr finden lassen, könnte man doch daraus schließen, dass an einer eindeutigen, ideologischen Haltung von Opitz möglicherweise zu zweifeln ist.

Während der Schließung der Technischen Hochschule Aachen zu Kriegsbeginn übernahm Opitz das Amt des stellvertretenden Dozentenbundführers. Der exakte Zeitraum lässt sich jedoch nicht mehr genau ermitteln: Die Schließung der Hochschule lag im Zeitraum von September 1939 bis Oktober 1940. Opitz hatte in dieser Zeit eine Vertretungsprofessur an der Technischen Universität Dresden übernommen und

---

Sturms 3/39, Befreiungsbestätigung vom 19. Juni 1935 sowie Schreiben vom 22. Juni 1935 vom Führer des Sturms 3/39.

<sup>287</sup> Ebd., Schreiben von Opitz an den Sturm 40/25 vom 14. April 1936: Antrag auf Wiederaufnahme in die SA vom 14. April 1936 von Opitz.

<sup>288</sup> Vgl. ebd., Schreiben 12. Februar 1938 mit der Beförderung zum Sturmmann.

war von April 1940 bis März 1941 jede zweite Woche in Dresden.<sup>289</sup> Er konnte also nur sieben Monate, von September 1939 bis April 1940, aktiv als stellvertretender Dozentenbundführer tätig gewesen sein. Über seine Tätigkeiten in diesem Amt sind ebenfalls keine Unterlagen vorhanden, jedoch kann die Übernahme des Amtes als Hinweis für ein gewisses politisches Engagement gewertet werden.<sup>290</sup>

Die weiteren Mitgliedschaften in NS-Organisationen, in denen Opitz keine Ämter übernahm, sind vermutlich Hinweise für eine eher passive Einstellung.

Ein zunächst sehr eindeutiger Hinweis für Opitz' Haltung findet sich in der Jubiläumsschrift 80 Jahre WZL:

„Um den Erfolg der ingenieurwissenschaftlichen Arbeit in keiner Weise zu behindern, sind die Mitglieder auf Anweisung von Opitz verpflichtet, sich innerhalb des Institutes politischer Äußerungen zu enthalten. Ein Erscheinen in Uniform ist den Mitarbeitern strikt untersagt.“<sup>291</sup>

Doch finden sich heute keine zeitgenössischen schriftlichen Quellen mehr, die diese Anordnung belegen. Birgit Schneider, die 1985 mit der Aufarbeitung der WZL-Geschichte zum 80jährigen Jubiläum beauftragt war, hat offensichtlich auch keine zeitgenössischen schriftlichen Unterlagen gefunden, die die Behauptung belegen könnte. Ihre Aussagen stützen sich auf Zeitzeugengespräche mit Mitarbeitern: So schien es eine Trennung gegeben zu haben von ‚innerhalb des Institutes‘ und ‚außerhalb des Institutes‘. Die Zeitzeugen erinnerten sich, dass man sich den äußeren Verhältnissen nur notgedrungen unterworfen habe, und sich im Inneren eine rein sachlich orientierte, vom Gemeinschaftsgeist bestimmte Arbeitswelt erhalten habe.

---

<sup>289</sup> Vgl. zur Professurvertretung von Opitz in Dresden besonders Fußnote 204 sowie 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 40-42.

<sup>290</sup> Vgl. dazu auch Kalkmann 2003, S. 61: „Ein generalisierender Schluß, wonach die Übernahme eines Amtes im Dozentenbund die betreffende Person als aktiven Nationalsozialisten ausweist, trifft jedoch nicht zu, wie die noch zu zeigenden Beispiele Herwart Opitz, der während der Schließung der Technischen Hochschule Aachen zu Kriegsbeginn das Amt eines stellvertretenden Dozentenbundführers innehatte, Ernst Jenckel oder Eugen Piwowarski belegen.“ Zu den Aachener Dozentenbundführern vgl. ebd., S. 55-61.

<sup>291</sup> 80 Jahre WZL 1986, S. 55, vgl. auch Starck 1995, S. 298.

Schneider steht diesen Zeitzeugenaussagen kritisch gegenüber. Denn, so schreibt sie, selbst die noch so persönlich anmutende Gemeinschaft bewege sich in einem gesellschaftlichen Kontext und eine Gemeinschaft sei somit ein Spiegelbild der Gesellschaft, auch wenn sich hier ein Handeln offenbare, das dem Gesellschaftlichen scheinbar zuwider laufe. Ihrer Ansicht nach entziehen sich damit die Ingenieurwissenschaftler jeglicher Aufarbeitung der eigenen Position und damit auch der eigenen Verantwortlichkeit.<sup>292</sup>

Schneiders Zeitzeugenaussagen lassen an Peter Fritzsches mentalitätsgeschichtlicher Herangehensweise an den deutschen Faschismus erinnern. Fritzsche entwirft ein Psychogramm der ‚typischen‘ Deutschen, um zu erklären, wie aus Deutschen Nationalsozialisten wurden. Eine Argumentationslinie widmet sich den ‚zwei Welten‘, in denen die Deutschen in den Jahren 1933 bis 1945 seiner Ansicht nach lebten. Inmitten des vertrauten Umkreises fester Bindungen an Familie, Region und Sozialmilieu, konstruierten die Nationalsozialisten – so Fritzsche – eine ‚zweite Welt‘ aus einem Netzwerk von Organisationen, in dem die traditionellen Kriterien von sozialem Ansehen und sozialer Stellung keine Gültigkeit besaßen. Die Nationalsozialisten förderten bewußt die Teilnahme am Aufbau einer neuen Gemeinschaft, und die Deutschen fühlten sich davon angezogen. Das NS-Regime weckte Hoffnungen und die Aussichten auf ein erneuertes gesellschaftliches Gefüge, das bis zum Schluß eine beträchtliche Anziehungskraft bewahrte. Ohne die Bindung an die Familie, Arbeitskollegen und Nachbarn aufzugeben, bewegten sich die Deutschen relativ mühelos von einem in den anderen sozialen Kontext, so dass sie schließlich kompromißlos aktive und ihnen weitgehend zusagende Rollen im NS-Regime einnahmen.<sup>293</sup> Dieser Erklärungsansatz lässt die Erinnerungen der Zeitzeugen an eine innere ‚Institutswelt‘ und eine äußere Welt verständlicher werden, wenn auch nicht nachvollziehbar.

Ulrich Kalkmann bezweifelt den Wahrheitsgehalt der Zeitzeugenaussagen ebenfalls: Ein Verbot von politischen Äußerungen und Tragen der Uniform sei im Dritten Reich so gut wie nicht durchsetzbar gewesen. Er vermutet, dass das Uniformverbot auf die

---

<sup>292</sup> Vgl. Schneider 1985, S. 74, besonders Fußnote 213. Vgl. hierzu auch Kapitel 4.1.2: Die Haltung der Zeitzeugen erinnert sehr an das Selbstverständnis der Ingenieure nach dem Zweiten Weltkrieg. Auch hier wurde die Wertneutralität des eigenen Handelns in den Vordergrund gerückt.

<sup>293</sup> Vgl. Fritzsche 2002, S. 238 f.

Unzweckmäßigkeit zurückzuführen sei, Arbeiten in Uniform an Maschinen durchzuführen. Er fügt hinzu, dass fast alle Assistenten Mitglieder in der NSDAP oder der SA gewesen seien.<sup>294</sup> Das ‚Braunhemd‘ als offizielle Parteiuniform der NSDAP und seit 1924 auch der SA durfte jeder Parteigenosse tragen. Es galt als ‚Ehrenkleid‘, dessen Beleidigung nach dem 30. Januar 1933 verfolgt werden konnte.<sup>295</sup> So scheint es eher unwahrscheinlich, dass Opitz eine solche Anordnung ohne Konsequenzen hätte durchsetzen können. Auch das noch vorhandene Fotomaterial am WZL lässt keine schlüssige Aussage über das Verbot zu: Im Bildbestand finden sich lediglich Aufnahmen von offiziellen Anlässen, jedoch keine Aufnahmen von alltäglichen Arbeiten an Maschinen.

Die Erläuterungen der heutigen Sichtweisen zu den Zeitzeugenaussagen und die Tatsache von fehlendem Quellenmaterial machen eine Interpretation schwierig und lassen nur Vermutungen über seine Einstellung zu. Die beschriebene Zwiespältigkeit kann jedoch als ein weiterer Hinweis für das mehrdeutige Verhalten von Opitz in Bezug auf seine ideologische Einstellung gewertet werden.

Es existieren nach Aktenlage keine Hinweise, dass Opitz in seiner Position anderen Personen Schaden zugefügt hätte. Im Gegenteil: Es gelang Opitz, die Unabkömmlichkeit seiner Mitarbeiter überzeugend nachzuweisen und er ermöglichte dadurch die Freistellung seiner Assistenten vom Wehrdienst und sogar die Rückkehr einiger bereits an der Front stehender Assistenten.<sup>296</sup> Gerade die Begründung für Opitz' eigene Freistellung, nämlich „aus zwingenden Gründen der Reichsverteidigung zur Erfüllung kriegswichtiger Aufgaben“<sup>297</sup>, könnte auf die kriegswichtige Position des

---

<sup>294</sup> Vgl. Kalkmann 2003, S. 408, Fußnote 1.

<sup>295</sup> Vgl. Jensen 1998, S. 403.

<sup>296</sup> Vgl. 80 Jahre WZL 1986, S. 55; vgl. auch S. 57 bezüglich der Mitarbeiterzahl. Vgl. auch Ludwig 1974, S. 297, Anm. 96: Laut Hitlers Befehl von November 1944 wurden die Ingenieure, die erforderlich waren, um kriegsentscheidende neue Waffen zu entwickeln vom Wehrdienst freigestellt. Vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 79, ohne Datum, Schreiben des Rektors (Die Unterschrift des Rektors kann als die von Hans Ehrenberg entziffert werden, der von 1941-1945 das Rektorenamt innehatte): Opitz selbst wurde aus zwingenden Gründen der Reichsverteidigung zur Erfüllung kriegswichtiger Aufgaben von der Verwaltung des Ministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung entgegen seines persönlichen Wunsches vom Heeresdienst freigestellt.

<sup>297</sup> Ebd.

WZL hinweisen. Andererseits gewährleistete Opitz mit einem konstanten Personalbestand einen reibungslosen Ablauf der Forschungsarbeiten und des Institutsalltags.

In den Hochschulakten findet sich ein weiterer Hinweis auf Opitz' mögliche Gesinnung: Hier liegt eine vertrauliche Anfrage des Dozentenbundführers Nipper vom 19. November 1936 an Opitz vor, in der er sich nach der politischen Zuverlässigkeit von Wallichs erkundigte. Opitz verhielt sich gegenüber seinem wissenschaftlichen Lehrer loyal und attestierte diesem eine nationale Einstellung: Als engster Mitarbeiter habe er ausreichend Gelegenheit gehabt, Wallichs eingehend kennen zu lernen. Seine politische Einstellung beruhe jederzeit auf einer nationalen Grundlage. Seit dem Umbruch habe Wallichs die Bewegung und ihre Ziele vollkommen anerkannt. Als erfahrener Wissenschaftler habe Wallichs allerdings nicht immer die Wege, vor allem bei der Umgestaltung der wirtschaftlichen Beziehungen zum Ausland, als richtig anerkannt, ohne dabei aber die grundsätzliche Bedeutung der Bewegung zu schmälern.<sup>298</sup> Opitz war seit 1928 am WZL und muss – davon ist auszugehen – seinen Lehrer gut gekannt haben. Dennoch ist die Aussage des Schreibens sehr vage und breit interpretierbar. Einerseits zeigt es die bedingungslose Intention, Wallichs helfen und sich schützend vor ihn stellen zu wollen. Andererseits enthält das Schreiben eine Formulierung, die stutzig macht: Denn Opitz bestätigte Wallichs zwar eine nationale, jedoch keine nationalsozialistische Einstellung. Des Weiteren erläuterte er, welche genauen Zweifel Wallichs am Regime gehabt hatte: Den Bezug auf die Wissenschaft und ihre notwendige Internationalität, die die Nationalsozialisten verboten, hätte er in diesem Schreiben nicht erwähnen müssen. Hier lässt sich vermuten, dass Opitz die Einstellung seines Lehrers teilte.<sup>299</sup>

Eine zweifelsfreie ideologische Einstellung von Opitz lässt sich aus der vorliegenden Aktenlage jedenfalls nicht schließen. Opitz scheint seine Rolle in der NS-Netzwerkstruktur in der Logik des Normenstaates eingenommen zu haben. Er erwies sich als verlässlicher Partner des NS-Staates und konnte die Mindestanbindung in

---

<sup>298</sup> Vgl. HAAc Akte 1168, ohne Blatt, Schreiben von Herwart Opitz an Heinrich Nipper, Aachener Dozentenbundführer vom 19. November 1936. Zu Heinrich Nipper vgl. Kalkmann 2003, S. 55 ff.

<sup>299</sup> Die an dieser frühen Stelle geäußerte Vermutung muss im Zusammenhang mit Opitz' Tätigkeit nach 1945 gesehen werden. Hier legt Opitz seinen Schwerpunkt auf internationale Forschung und Gemeinschaftsforschung vgl. dazu auch Kapitel 4.2.

NS-Strukturen nachweisen. Durch diese Rolle in den Netzwerken gewährleistete O-pitz vermutlich das Fortbestehen des Institutsalltags.

Es herrschte offensichtlich ein ambivalentes Nebeneinander eines normalen unpolitischen Alltagslebens und eines politisch geprägten Lebens. Detlev Peukert stellt in seinen Untersuchungen zu Erinnerungen von Zeitgenossen an das Dritte Reich fest, dass neben den positiven Erinnerungen an den Alltag ebenfalls Äußerungen dazu gehören wie: Damals habe es keine Kriminalität gegeben oder damals seien die Arbeitsscheuen von der Straße gebracht worden. Diese beispielhaften Erinnerungen legen jedoch, so Peukert, eigentlich eine andere, weniger positive Schlussfolgerung nahe: Sie zeigen bestimmte gewalttätige Maßnahmen der Nationalsozialisten im Alltag, so z. B. die Einweisung von sogenannten Arbeitsscheuen und Kriminellen in Konzentrationslager. Die Zeitzeugen erwähnen sie ganz selbstverständlich, ohne zu reflektieren, welche Konsequenzen diese Maßnahmen für die einzelnen Menschen gehabt haben.<sup>300</sup>

Doch wie ist diese Ambivalenz – das Nebeneinander von Alltag und Terror – und das daraus sich ergebende Handeln des Deutschen einzuschätzen? Ulrich Herbert findet folgende Antwort:

„Indem er das Regime eben nicht als das schlechthin Böse ansah (...), sondern als eine gewiss mit Fehlern behaftete, aber im Grundsatz doch positive, ja berauschende und überragend erfolgreiche Bewegung – allemal besser als das Trauma aus Niederlage und Erniedrigung, das man in den Jahren zuvor erlebt zu haben meinte.“<sup>301</sup>

Herbert stellt fest, dass die nationalsozialistische Vernichtungspolitik eben keine Exzesstat wahnsinniger Ideologen und asozialer Verbrechertypen gewesen ist, wie es sich die Deutschen lange Zeit beruhigend zurechtgelegt hatten.

„Indem man erkennt, dass das NS-Regime und seine Verbrechen nicht von einer anderen Gesellschaft und anderen Menschen betrie-

---

<sup>300</sup> Peukert 1987, S. 53-56.

<sup>301</sup> Herbert 2004, S. 38.



ben wurden als von den uns Wohlvertrauten, wird man die Entdeckung der Ambivalenz für einigermaßen selbstverständlich halten.“<sup>302</sup>

Herbert ist der Ansicht, dass diese eindimensionale Vorstellung als Selbstschutz vor allzu großer Nähe an das Geschehene anzusehen ist. Wäre dies in den Jahrzehnten nach dem Kriege anders gewesen, hätte es die Infragestellung oder möglicherweise eine Selbstaufgabe der bürgerlichen Gesellschaft in Deutschland zur Folge gehabt. Daher war die Etablierung einer bürgerlichen Republik auf demokratischer Grundlage in Deutschland, nach Herbert, zunächst nur auf der Grundlage einer veränderten Sichtweise auf das NS-Regime möglich. Diese sah eine Trennung zwischen eigener Erfahrungswelt, als deren Kennzeichen Normalität und Kontinuität galten, und dem NS-Regime und seinen Protagonisten vor.<sup>303</sup>

Auch wenn sich für Opitz' scheinbar ambivalentes Verhalten keine eindeutige Erklärung finden lässt, so kann doch eine Aussage über seine Rolle für den Wissens- und Technologietransfer am WZL gemacht werden: Der Wissenschaftler und Hochschulprofessor Opitz erwies sich als verlässlicher Partner für den NS-Staat und dessen Anhänger – also Kollegen, Professoren, Ingenieure, politische Berater, Unternehmer – in seinem unmittelbaren beruflichen Umfeld. Damit sicherte er den kontinuierlichen Fortbestand des Wissens- und Technologietransfers am WZL und gewährleistete das Weiterbestehen des Institutes. In der Logik des Normenstaates war dies seine Aufgabe als Institutsleiter.

---

<sup>302</sup> Ebd.

<sup>303</sup> Vgl. ebd., S. 39. Vgl. hierzu und zum Selbstverständnis von Ingenieuren und Wissenschaftlern in der Nachkriegszeit auch Kapitel 4.1.2. Vgl. dazu auch Grüttner 1998, S. 145, Seier 1997 und Raehlmann 2005, S. 31 ff. In der Forschungsdiskussion um die Rolle der Wissenschaft im Nationalsozialismus werden unterschiedliche Meinungen vertreten: Einerseits sprechen Historiker von einer Indienstrafe oder einem Missbrauch der Wissenschaft und Technik (vgl. z. B. Hughes 1981, König 2006) und andererseits von einer Selbstmobilisierung, d. h. als Chance zur Verwirklichung der eigenen Forschungsziele (vgl. z. B. Mehrrens 1994, Ash 2002).

### **3.3 Zwischenfazit: Der angepasste Wissens- und Technologietransfer am WZL**

In der Zeit der Nationalsozialisten veränderte sich der Wissens- und Technologietransfer am WZL. Die Forschungen wurden größtenteils in den Dienst von staatlichen Stellen, wie u. a. dem Reichsverkehrsministerium oder dem Reichsforschungsrat, gestellt. Damit orientierten sie sich am Zweck der Aufrüstung und waren nicht mehr nur allein anwendungsorientiert.

Aus heutiger Sicht lässt sich die Rüstungs- und Kriegsforschung der Nationalsozialisten in drei Phasen einteilen. Die erste Phase umfasst die Anfangsjahre des nationalsozialistischen Regimes (1933-1935), in der keine Mobilisierung der Wissenschaft für die Zwecke des Krieges erfolgte. In diesem Zeitraum kam es am WZL zu keinen auffälligen Veränderungen.

Dies änderte sich jedoch mit dem Jahr 1936, denn in diesem Jahr begann die zweite Phase der nationalsozialistischen Rüstungs- und Kriegsforschung: Im Oktober 1936 wurde der Vierjahresplan implementiert. Die Vierjahresplan-Behörde hatte nun die Aufgabe, alle Kräfte auf dem Gebiet der Forschung einheitlich zusammenzufassen und planmäßig einzusetzen, doch hatte sie bis Anfang der 1940er Jahre wenig Erfolg.

Der seit April 1936 als Leiter des WZL tätige Herwart Opitz legte die Forschungen am WZL schwerpunktmäßig auf die Zerspanforschung und die Entwicklung von Werkzeugmaschinen. Sie waren für die rüstungsindustrielle Entwicklung notwendig, da nur so die Herstellung großer Mengen verschiedener Rüstungsgüter garantiert werden konnte. Aufgrund der steigenden Maschinenanforderungen für den Wehrmachtsbedarf und für den Vierjahresplan wurde besonderer Wert auf die Ausweitung des Werkzeugmaschinenbaus gelegt, da die Werkzeugmaschinen das entscheidende Produktionsmittel darstellten. Ohne Werkzeugmaschinen konnte es keine Massenproduktion geben, wie sie der Krieg erforderte.

Das WZL erhielt in den Jahren 1936 bis 1945 Forschungsförderungen durch den Reichsforschungsrat und verschiedene Ministerien. Die offenkundigen Kooperationen mit NS-Stellen zeigen deutlich, dass Opitz sich als Ingenieur und Wissenschaftler in den Dienst des NS-Regimes stellte, wie die unter seiner Leitung durchgeführten Forschungsprojekte belegen. Der nationalsozialistische Staat stellte die Rahmenbedingungen für diese Auftragsforschungen und Opitz nutzte sie – scheinbar beden-

kenlos. Es war ein Wissens- und Technologietransfer im Dienst der Rüstungsforschung, da sich alle Forschungsinhalte auf die Erforschung und Optimierung notwendiger Rohstoffe sowie auf die Entwicklung und Prüfung von Ersatzwerkzeugbaustoffen bezogen. Damit wurde der NS-Staat der erste Abnehmer der Forschungsergebnisse und in der Logik der Doppelstaat-Theorie von Fraenkel ist Opitz demzufolge eindeutig dem Maßnahmenstaat zuzuordnen.

Der Bereich Betriebsorganisation und Psychotechnik wurde im Betrachtungszeitraum nur bedingt am WZL bearbeitet. Die entstandenen Dissertationen waren sogenannte externe Arbeiten und die Auftraggeber dieser Arbeiten waren größtenteils die Unternehmen, in denen die Doktoranden tätig waren. Am Institut wurde zu dem Thema nicht aktiv geforscht. Diesen Forschungsbereich hatte Joseph Mathieu übernommen, der das Thema seit Jahren aktiv bearbeitete und es unter arbeitspsychologischen Fragestellungen betrachtete. Er war in die entsprechenden NS-Organisationen eingebunden und hatte seit 1942 die Leitung des neu gegründeten Institutes für Arbeitswissenschaft inne. Es konnte gezeigt werden, dass Opitz in dem eher ideologisch besetzten Forschungsthema zwar eingebunden, jedoch nicht aktiv tätig war.

Die 1937 gegründete Hochschulgruppe Betriebswissenschaft war der erste Versuch von Hochschuleseite aus eine Koordination und Spezialisierung der Forschungsfelder vorzunehmen. In enger Absprache mit der Werkzeugmaschinenindustrie wurde damit eine ziel- und anwendungsorientierte Forschung gewährleistet und ein Wissens- und Technologietransfer zwischen Hochschule und Industrie sichergestellt. Zugunsten dieser Gemeinschaftsforschung wurde am Reichswirtschaftsministerium der Plan eines zentralen Forschungsinstitutes für Werkzeugmaschinen fallen gelassen. Dadurch konnten sich die Hochschulinstitute ihre Selbstständigkeit bewahren. Ob die Gründung der Hochschulgruppe Betriebswissenschaft als gezielte Strategie der Hochschulprofessoren anzusehen ist, mit der die zentrale Lenkung der Forschung durch den Staat verhindert werden sollte, ist denkbar, lässt sich aber nicht belegen. Festzuhalten bleibt, dass in dieser Zeit eine zukunftsweisende Netzwerkstruktur zur Gemeinschaftsforschung zwischen den technischen Hochschulen entstand. Diese neue Form des Wissens- und Technologietransfers überdauerte die Kriegsjahre und wurde nach 1945 erfolgreich reaktiviert. In vielen Bereichen des Wissens- und Technologietransfers ist das überregionale Hochschul-Netzwerk WGP eine wichtige Stütze für das WZL.

Die dritte Phase der nationalsozialistischen Rüstungs- und Kriegsforschung begann mit den Kriegsniederlagen im Winter 1941/42: Aufgrund der militärischen Niederlagen wurde jetzt eine intensivere Förderung der naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen veranlasst. Unter Leitung von Albert Speer entwickelte sich das Rüstungsministerium 1942 zur zentralen Instanz der wirtschaftlichen und technisch-wissenschaftlichen Forschung. Das von Hitler und Speer 1943 initiierte Rüstungsprojekt ‚Adolf-Hitler-Panzer-Programm‘ sollte die Wende des Krieges herbeiführen.

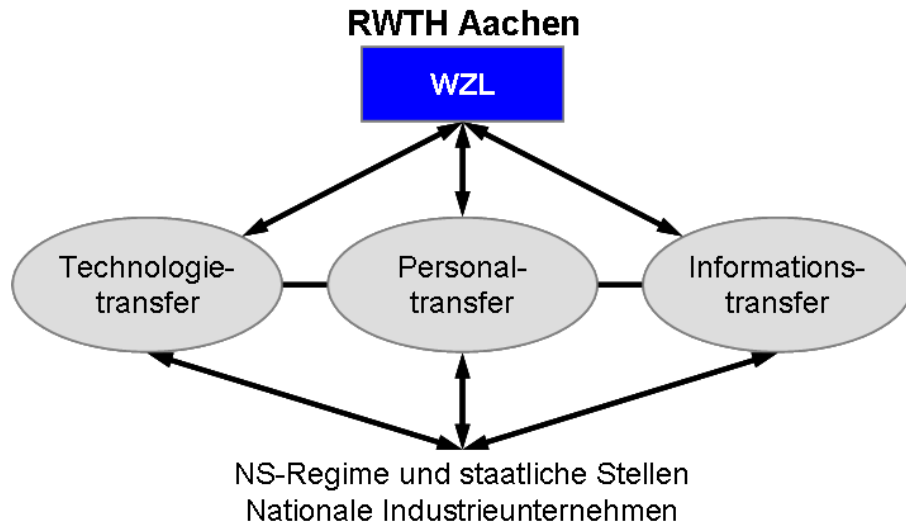
Auch im Bereich der Panzerforschung kam es seit den 1940er Jahren zu einem verstärkten Wissens- und Technologietransfer des WZL mit staatlichen Stellen. Opitz referierte seit Anfang der 1940er Jahre häufig auf den Sitzungen des Sonderausschusses VI Panzerwagen des Rüstungsministeriums in Berlin. Die im Panzerausschuss zusammengeschlossenen Firmen waren an einem Informationsaustausch über fertigungstechnische Forschungsprojekte mit den Hochschulen sehr interessiert; Opitz' Urteil besaß hohes Gewicht, denn als ehemaliger Betriebsleiter der Maschinenfabrik Schiess-Defries kannte er die fertigungstechnischen Anforderungen an die Werkzeugmaschinen in den Werkstätten des Panzerbaus und der Montage von Panzerkampfwagen. Im Jahr 1943 wurde er vom Rüstungsministerium zum Leiter des Arbeitskreises M im Hauptausschuss Panzerwagen und Zugmaschinen ernannt. Diese Ernennung macht Opitz' Bedeutung für die NS-Organisation sichtbar und weist möglicherweise auf das Ansehen des Wissens- und Technologietransfers hin, der vom WZL ausging.

Herwart Opitz übernahm die Leitung des WZL in einer Zeit, in der die nationalsozialistischen Strukturen der Gleichschaltung und Nazifizierung in den Universitäten und technischen Hochschulen durchgesetzt wurden. Opitz konnte die Mindestanbindung in NS-Strukturen nachweisen und erwies sich dadurch, wie gezeigt werden konnte, als verlässlicher wissenschaftlicher Partner für den NS-Staat. Durch diese Rolle in den NS-Netzwerken seines beruflichen Umfeldes gewährleistete Opitz vermutlich das Fortbestehen des Institutsalltags und damit einen kontinuierlichen Wissens- und Technologietransfer. Eine zweifelsfreie politische bzw. ideologische Einstellung von Opitz lässt sich aus der vorliegenden Aktenlage nicht schließen. Auch wenn eine Interpretation schwierig ist, scheint die Kontinuität des Wissens- und Technologietransfers am WZL vermutlich im Mittelpunkt seines Denkens und Handelns gestanden zu haben.

Eine Möglichkeit zur Interpretation von Opitz' scheinbar ambivalentem Verhalten gelingt mit Hilfe der Doppelstaat-Theorie von Ernst Fraenkel von 1941. Mit der Koexistenz eines seine eigenen Gesetze im Allgemeinen respektierenden Normenstaates (kapitalistische Wirtschaftsordnung) und eines die gleichen Gesetze missachtenden Maßnahmenstaates (Willkürherrschaft) versuchte Fraenkel das nationalsozialistische Herrschaftssystem in Deutschland zu analysieren.

Im Verhalten und in der Motivation von Opitz lässt sich durchaus die Koexistenz der beiden Systeme wiederfinden. Wie in dieser Arbeit gezeigt werden konnte, stellte sich Opitz als Ingenieur und Wissenschaftler in den Dienst des Staates, da alle Forschungen am WZL im Sinne der Nationalsozialisten zur Aufrüstung betrieben wurden. In der Logik der Doppelstaat-Theorie ist Opitz demzufolge eindeutig dem Maßnahmenstaat zuzuordnen. Seine Ernennung zum Leiter des Arbeitskreises M im Hauptausschuss Panzerwagen und Zugmaschinen entspricht dem und ist ebenfalls im Sinne des Maßnahmenstaates zu bewerten. Auch seine Mitgliedschaften in zahlreichen nationalsozialistischen Organisationen deuten darauf hin, dass Opitz in der Logik der Doppelstaat-Theorie von Fraenkel Teil des Maßnahmenstaates gewesen ist, indem Terror, Gewalt und Willkür herrschten. Betrachtet man jedoch die kapitalistische Wirtschaftsordnung des Normenstaates und Opitz' scheinbar schwer zu interpretierenden ideologischen Einstellung, so hatte Opitz als Hochschulprofessor dazu beigetragen, dass der Institutsalltag weiterhin funktionierte und die Aufgaben – nämlich Lehre und Forschung zu betreiben sowie den Wissens- und Technologietransfer aufrecht zu erhalten – fortgesetzt werden konnten. Es herrschte offensichtlich ein ambivalentes Nebeneinander von einem normalen unpolitischen Institutsalltag und der politisch geprägten Welt außerhalb des Institutes.

Festzuhalten bleibt für die zweite Phase in der Geschichte des WZL, dass der Wissens- und Technologietransfer neu ausgerichtet wurde: Die Forschungsarbeiten am WZL waren nicht mehr nur anwendungsorientiert, sondern dienten dem Zweck der Aufrüstung wie die veränderten Adressaten eindeutig belegen.



**Modell für den Wissens- und Technologietransfer am WZL 1936 bis 1945**

Quelle: eigene Darstellung

## **4 Der interdisziplinär geprägte Wissens- und Technologietransfer für den nationalen Markt (1945-1973)**

Nach der bedingungslosen Kapitulation Deutschlands im Mai 1945 übernahmen die alliierten Siegermächte die Staatsgewalt in Deutschland. Auf der Konferenz von Potsdam im Sommer 1945 wurden u. a. die Aufteilung Deutschlands in Besatzungszonen, die Kontrolle der Industrie sowie Reparationen und Demontagen deutscher Industrieanlagen beschlossen. Das gesamte deutsche Industrieniveau sollte wieder auf den Stand von 1936 herabgesetzt und durch strenge Überwachung und Produktionsverbote, besonders im Bereich der Werkzeugmaschinenindustrie, kontrolliert werden. Diese wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bedeuteten zunächst einen Abbau der noch vorhandenen Industrieanlagen und damit eine Lähmung des gesamten Wiederaufbaus bzw. der technologischen Weiterentwicklung des Werkzeugmaschinenbaus in Deutschland.<sup>304</sup> Erst der Marshall-Plan von 1947, die Währungsreform im Juni 1948 und die Angleichung an das liberale marktwirtschaftliche System ermöglichten eine Rückkehr in ein funktionierendes Wirtschaftsleben in Westdeutschland.<sup>305</sup> Die Jahre des Wirtschaftswunders waren von neuen produktionstechnologischen Entwicklungen geprägt, gemeint sind u. a. die Mechanisierung und die Automatisierung zur Produktivitätssteigerung, die die Forschungen am WZL zunehmend bestimmten. Hierfür mussten neue Lösungen erarbeitet werden, die den Ansprüchen der nationalen und immer internationaler agierenden Industrieunternehmen gerecht wurden.

Doch zunächst konnte ein Wissens- und Technologietransfer zwischen Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen erst langsam wieder beginnen. Die Forschungslandschaft nach 1945, das Selbstverständnis der Wissenschaftler und ihr Verständnis von Technik sowie die Entnazifizierungsprozesse – exemplarisch am Beispiel von Herwart Opitz dargestellt – werden im einführenden Kapitel beschrieben (Kapitel 4.1).

---

<sup>304</sup> Vgl. Spur 2004, S. 366-372: Der Industrieplan vom März 1946 kam zwar in seiner ursprünglichen Form nicht zustande, nahm aber entscheidenden Anteil an der Entwicklung des deutschen Werkzeugmaschinenbaus in den ersten Nachkriegsjahren. Vgl. auch Abelshäuser 2004, S. 60-70.

<sup>305</sup> Vgl. ebd., S. 130 ff. Vgl. auch Kaiser 1997, S. 253.

Anschließend wird das WZL betrachtet: Der hier stattfindende Wissens- und Technologietransfer ist eng an die neuen Entwicklungen in der Produktionstechnik geknüpft, die am WZL schon frühzeitig interdisziplinär betrachtet wurden (Kapitel 4.2). Dabei stellen sich folgende Fragen: Wie sah das WZL bei Kriegende 1945 aus und ab wann konnte wieder geforscht werden? Welche neuen Transferwege wurden am WZL eingesetzt, um den Wissens- und Technologietransfer wieder zu beleben? Wie gelang es nach dem Zweiten Weltkrieg, einen Kontakt zu internationalen Wissenschaftlern und Unternehmen aufzubauen? Was bedeutete das angestrebte Motto ‚Alles unter einem Dach‘ und welche Auswirkungen hatte dies auf das WZL als Transfergeber bzw. -nehmer? Welchen Forschungsschwerpunkten und Vertiefungsrichtungen widmete sich Opitz? Wie reagierte er auf die immer höher werdenden Ansprüche der Industrieunternehmen? Wieso wurde für Opitz die interdisziplinäre Gemeinschaftsforschung mit nationalen Hochschulen und internationalen Unternehmen wichtig? Welche Rolle spielten dabei Arbeitskreise? Wie wichtig waren dafür die Kontakte zu den Industrie- und Hochschulverbänden für das WZL? Auf welche bestehenden Netzwerke konnte zunächst zurückgegriffen werden und welche galt es neu aufzubauen? Welche Rolle spielten diese für den Transferprozess? Welche Veränderungen ergaben sich daraus für den Wissens- und Technologietransfer am WZL?

Waren es bisher hauptsächlich staatliche Stellen des NS-Regimes gewesen, die als Transfernehmer auftraten, so orientierte man sich im Betrachtungszeitraum 1945 bis 1973 zunächst wieder an den Strukturen der Weimarer Zeit. Die technologischen Neuentwicklungen – wie beispielsweise die Entwicklung der Software EXAPT für NC-Maschinen – erforderten Lösungen, die am WZL durch einen interdisziplinär orientierten Wissens- und Technologietransfer erarbeitet wurden.

#### **4.1 Historische Einführung: Wiederaufbau des Wissens- und Technologietransfers**

##### **4.1.1 Kontinuitäten: Wissenschaft im Elfenbeinturm**

Für den Wiederaufbau der deutschen Wissenschaft gab es keine sogenannte Stunde Null, vielmehr finden sich starke Kontinuitäten. Dies gilt sowohl für Institutionen, wie die Max-Planck-Gesellschaft, die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, für



technischen Hochschulen und Universitäten, als auch für Personen, die die Forschung und die Forschungsförderung getragen hatten.<sup>306</sup>

Der institutionelle und organisatorische Neubeginn in der Ausgestaltung der Forschungslandschaft unterlag zunächst starken Kontrollen. Am 26. April 1946 erließ der Alliierte Kontrollrat das Gesetz Nr. 25 zur ‚Regelung und Überwachung der naturwissenschaftlichen Forschung‘ in Westdeutschland. Forschungen, die direkt oder indirekt zu militärischen Zwecken verwendet werden konnten, waren generell verboten. Grundsätzlich unterlag der Kontrolle jede Forschung auf dem Gebiet der Naturwissenschaften, der Mathematik und der Technik, insbesondere wenn sie technologischen und industriellen Zwecken diente. Alle Forschungseinrichtungen waren zur regelmäßigen Berichterstattung ihrer Tätigkeiten verpflichtet. Das technische und wissenschaftliche Personal sowie die Ausstattung der Institutionen wurden ebenfalls regelmäßig kontrolliert. Zwar wurden die bestehenden Gesetze schon im September 1949 gelockert, doch unterlag die staatliche Forschungslandschaft immer noch einem dichten Netz von Verboten und Kontrollen, und die angedrohten Sanktionen gegen Verstöße waren streng.<sup>307</sup>

Vor allem die Bundesländer hatten es sich zur Aufgabe gemacht, ein stärkeres Mitspracherecht in der Gestaltung der deutschen Wissenschaftslandschaft zu erlangen. Im Januar 1949 erfolgte die (Neu-)Gründung der nun als Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft bezeichneten und ein Jahr später mit dem Deutschen Forschungsrat fusionierenden DFG. Dies wurde als erstes Ergebnis eines zielstrebig verfolgten föderalistischen Ausbaus der Wissenschaftsorganisation gewertet. Im März 1949 wurde die Finanzierung der überregional agierenden Forschungsinstitutionen, allen voran der grundlagenorientierten MPG, zwischen Bund und Ländern beschlossen. Zusammen mit der im Grundgesetz verankerten Kultus- und Bildungshoheit stellten die Länder damit ein wesentliches politisches Gewicht in der weiteren staatlichen Forschungspolitik im deutschen Innovationssystem dar.<sup>308</sup>

---

<sup>306</sup> Vgl. Ritter 1992, S. 56.

<sup>307</sup> Vgl. Böttger 1993, S. 30. Vgl. auch Lieske 2000, S. 237 ff.

<sup>308</sup> Vgl. ebd., S. 242. Zur Geschichte der DFG vgl. Nipperdey 1970. Zur Geschichte der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft vgl. Vierhaus 1990. Vgl. zur erheblichen Zunahme des außeruniversitären Institutssektors nach dem Zweiten Weltkrieg auch Schmoch 2003a, S. 191.

In diesen Kontext gehörte auch die Gründung der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung im März 1949. Sie war hervorgegangen aus einer Verbindung des Bayerischen Wirtschaftsministeriums mit Vertretern der Industrie und der Hochschulen. Sie beschränkte sich in den ersten Jahren auf die Vermittlung meist zweckgebundener Forschungsgelder der Wirtschaft oder staatlicher Stellen, vor allem aus ERP-Mitteln (European Recovery Program) des Marshall-Plans, für wirtschaftliche Forschungsvorhaben von Einzelforschern oder Arbeitsteams und die Betreuung von Forschungsarbeiten.<sup>309</sup>

An den Universitäten und technischen Hochschulen wurde bei der relativ schnellen, durch die Siegermächte geförderten Wiedereröffnung an die Verfassungsformen und Einrichtungen angeknüpft, die bereits in der Weimarer Republik bestanden hatten. Um eine Zukunftsperspektive zu schaffen, begannen alliierte Bildungsoffiziere und einige unbelastete deutsche Akademiker im Wintersemester 1945/46 mit einem rudimentären Lehrbetrieb. Unter extremen Bedingungen erschien die einfache Wiederaufnahme von wissenschaftlichen Vorlesungen und elementarsten Forschungen wie „ein Triumph über rassistische Vernichtung“<sup>310</sup>. Obwohl einige prominente Nationalsozialisten aus den Fakultäten entfernt worden waren, sehnten sich die meisten Akademiker – hatten sie nun von der NS-Zeit profitiert oder nicht – nach einer Art Normalität im Wissenschaftsbetrieb zurück, so wie sie im Kaiserreich und in der Weimarer Republik geherrscht hatte.<sup>311</sup>

Eine ‚Selbstreinigung des Wissenschaftskörpers‘ ist nach 1945 jedoch ausgeblieben, weil es kein autonomes deutsches Entscheidungsorgan gegeben hatte. Jede Besatzungsmacht handhabte die politische Säuberung verschieden. Zwar gelang es, Nationalsozialisten von Anfang an vollständig auszuschalten, jedoch wurden später die mehr oder weniger ‚Belasteten‘ genauso schematisch wieder eingestellt, wie sie vorher entlassen worden waren. Auf diese Weise kehrten Lehrer an die Hochschulen

---

<sup>309</sup> Vgl. Ritter 1992, S. 58-59. Zur Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft vgl. Trischler 1999a. Zum Verhältnis der staatlichen Forschungseinrichtungen untereinander vgl. besonders Lieske 2000, S. 237-276 und Trischler 1999a, S. 46-59.

<sup>310</sup> Jarausch 1999, S. 61.

<sup>311</sup> Vgl. ebd., S. 60 ff. Vgl. zur Situation an den Hochschulen auch Schildt 1997, S. 223-240.

zurück, die dort nicht mehr hätten auftauchen dürfen, und es wurden andere ausgeschlossen, für die durchaus wieder Platz gewesen wäre.<sup>312</sup>

Der Mehrheit der bundesdeutschen Eliten ging es nicht darum, den politischen und moralischen Bankrott des NS-Regimes anzuzweifeln, sondern ihn aus den eigenen Handlungszusammenhängen herauszuinterpretieren. Dies geschah, stellt Michael Schüring fest, erstens durch die Verengung des Täterkreises auf die wenigen ‚echten Nationalsozialisten‘, die im Nachhinein mit so viel menschlicher Rohheit ausgestattet schienen, dass es dem Großteil der ‚kleinen Schreibtischtäter‘ nicht schwer fiel, sich von diesen zu distanzieren. Zweitens konstruierten die Wissenschaftler eine Sphäre von Politik, die in so verschwommener Ferne von der eigenen Tätigkeit zu liegen schien, dass man den eigenen ‚kleinen‘ Wirkungskreis als Fluchtmöglichkeit vor den ‚großen‘ Ereignissen der Politik darstellen konnte. Jene Politikferne erhielt nach 1945 einen instrumentellen Charakter ganz eigener Art. Ein unpolitischer Wissenschaftler zu sein, bedeutete nun, so Schüring, dass man in nobler Distanz zu gesellschaftlichen Interessenskonflikten unbeirrt seinem universalistischen Erkenntnisdrang folgen und dabei allenfalls der Nation als Ganzes, niemals aber einem politischen Programm diene. Damit verbunden war aber auch die Ansicht, dass eine solche Tätigkeit im Sinne der alliierten Entnazifizierungsmaßnahmen als ‚unbelastet‘ zu gelten hatte.<sup>313</sup>

Für die Universitäten und technischen Hochschulen bedeutete dies eine Rückkehr zur Humboldtschen Rhetorik als eine der wenigen, nicht kompromittierten Traditionen mit verstärktem Blick auf die Bildungsaufgabe der Institutionen. Doch der Anspruch von akademischer Einsamkeit und Freiheit stand im direktem Konflikt zu der Notwendigkeit staatlicher Finanzierung, auch die Betonung auf Universalität der Forschungsgegenstände und philosophischen Perspektiven kollidierte mit dem Trend zunehmender wissenschaftlicher Spezialisierung. Durch die Wiederbelebung von Humboldt kehrten die Universitäten und technischen Hochschulen auch gewissermaßen zu den Problemen des Elitedenkens, der intellektuellen Arroganz und der

---

<sup>312</sup> Vgl. Strübel 1984, S. 170. Vgl. zur Kontinuität von Professoren exemplarisch Tschacher 2004, S. 197-229 und Herbert 2004, S. 17-42.

<sup>313</sup> Vgl. Schüring 2002, S. 462. Vgl. auch Nolte 1995.

apolitischen Grundhaltung zurück.<sup>314</sup> Rolf Kreibich deutet den Rückzug der Hochschullehren in den sinnbildlichen Elfenbeinturm, ihre Rückbesinnung auf eine ‚Wissenschaft in Einsamkeit und Freiheit‘ und den Ruf nach Hochschulen und Forschungseinrichtungen als gesellschaftlich exterritorialen Bereich als das Bestreben, einer kritischen Bewältigung der nationalsozialistischen Epoche auszuweichen. Dies erscheint Kreibich wenig verwunderlich, da sich hier eine Anknüpfung an die traditionelle deutsche Wissenschaftsideologie von der vermeintlich unpolitischen Funktionsbestimmung der Wissenschaft manifestiert.<sup>315</sup>

#### **4.1.2 Selbstverständnis: Wertneutralität der Technik**

Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges begann ein Wissens- und Technologietransfer der besonderen Art. Die Alliierten hatten zwar die Entnazifizierung der deutschen Gesellschaft zu ihrem vordergründigen Anliegen gemacht, doch Wissenschaftler und Ingenieure erhielten häufig eine besondere Behandlung. Zu den Reparationen gehörten nicht nur Fabriken, Laboratorien und Patentämter, sondern auch das technologische Wissen deutscher Fachleute. Diese gaben ihr Wissen häufig bereitwillig preis und als Gegenleistung sahen die Alliierten darüber hinweg, dass diese Experten ihre Fähigkeiten zuvor mit großem Engagement in den Dienst der nationalsozialistischen Kriegsführung gestellt hatten.<sup>316</sup> Es wurde von sogenannten intellektuellen Reparationen gesprochen.<sup>317</sup>

Faktisch wurden Wissenschaftler und Ingenieure damit so behandelt, wie es ihrem Selbstbild entsprach: Als Patrioten hatten sie dem deutschen Staat gedient – ungeachtet seiner Regierungsform. Ihre Tätigkeiten hatten nach eigenem Verständnis nichts mit nationalsozialistischer Ideologie zu tun gehabt, sondern waren allein von fachlichen Maßstäben geleitet. Sie waren stolz auf ihre Leistungen und verdrängten, dass die industrielle Umsetzung ihrer Forschungsergebnisse möglicherweise das Leben zehntausender Zwangsarbeiter, Insassen von Konzentrationslagern und

---

<sup>314</sup> Vgl. Jaraus 1999, S. 61.

<sup>315</sup> Vgl. Kreibich 1986, S. 650. Vgl. zur Diskussion um die unpolitische Wissenschaft Fülgraff 1990.

<sup>316</sup> Vgl. Mick 2000, S. 13-14.

<sup>317</sup> Vgl. Ash 2002, S. 43 f. Vgl. auch Albrecht 1992.

Kriegsgefangener gekostet und zur Verlängerung des Krieges beigetragen hatte.<sup>318</sup> Viele Wissenschaftler und Ingenieure betrachteten sich selbst als ‚wertfreie‘ Fachleute, als von der Vernunft handelnde Problemlöser, die Politik und Berufstätigkeit nicht miteinander vermischten.<sup>319</sup>

Die Alliierten unterschieden ebenfalls Wissenschaft und Technik von den Folgen ihrer Anwendung. Die besten Wissenschaftler und Ingenieure wurden umworben und ihr Wissen zum Vorteil der jeweiligen Besatzungsmacht genutzt. Für diese Naturwissenschaftler und Rüstungsingenieure brachte das Kriegsende größtenteils keinen Bruch in der beruflichen Tätigkeit mit sich – mit Ausnahme einer Änderung der Dienstherrn. Die Achtung vor ihren Fähigkeiten entthob die Fachleute von der Notwendigkeit, sich kritisch mit ihrem Einsatz im Dritten Reich auseinanderzusetzen. Die hohe Wertschätzung hatte aber ihren Preis. Ihr technologisches Wissen machte die Wissenschaftler zu einer begehrten ‚Kriegsbeute‘: Die Privilegierung wurde oft durch den Verlust der persönlichen Freiheit erkaufte. Beispielsweise wurden zwischen 1945 und 1947 deutsche Wissenschaftler, Techniker und Facharbeiter in die Sowjetunion gebracht, um in Werken, Konstruktionsbüros und Forschungseinrichtungen ihr Wissen einzubringen.<sup>320</sup>

Solche Beispiele finden sich auch bei den anderen Alliierten: Im Rahmen des amerikanischen Programms mit dem Decknamen ‚Overcast‘ wurden 1945 bis zu 359 Raketen- und Aerodynamikexperten für sechs Monate in die USA überführt.<sup>321</sup> Im November 1945 wurde das Programm in ‚Project Paperclip‘<sup>322</sup> umbenannt und war nun breiter angelegt: Im April 1946 beschloss die US-Regierung, dass bis zu 1.000 deutsche Wissenschaftler und Techniker mit ihren Familienangehörigen in die USA umgesiedelt werden sollten. Die Organisation ‚Field Information Agency, Technical‘ (FIAT) durchstreifte zunächst noch in Zusammenarbeit mit Großbritannien ganz

---

<sup>318</sup> Vgl. Mick 2000, S. 14-15, S. 320. Vgl. auch Beyerchen 1980, S. 266.

<sup>319</sup> Vgl. Hughes 1981, S. 308.

<sup>320</sup> Vgl. Mick 2000, S. 15.

<sup>321</sup> Vgl. Ciesla 1993, S. 292.

<sup>322</sup> Vgl. Bower 1988, S. 12: Das Programm erhielt den Namen Paperclip, da die Personalakten der deutschen Wissenschaftler, die man ausgewählt hatte, einfach mit einer Büroklammer (Paperclip) gekennzeichnet wurden.

Deutschland, um sich ein Bild von dem technologischen Stand der deutschen Rüstungsindustrie zu machen und um geeignete Fachleute auf die entsprechenden Listen zu setzen. Die ausgewählten Spezialisten kamen u. a. aus den Bereichen Chemie, Mathematik, Medizin, Flugzeugkonstruktion oder Schiffsbau und sollten zukünftig für amerikanische Rüstungsprojekte eingesetzt werden.<sup>323</sup> Die Ermittler von FIAT sammelten Muster von Maschinen, fertigten Berichte über deutsche Betriebe an und untermauerten ihre Ergebnisse mit Kopien der einschlägigen Dokumente und Pläne. Viele Ingenieure in den inspizierten Fabriken versprachen sich von einer kooperativen Haltung eine Einladung in die USA oder nach Großbritannien. Obwohl diese Hoffnungen in den meisten Fällen enttäuscht werden sollten, hatte sich Paperclip sehr positiv auf die Nutzung deutscher Technologie ausgewirkt. Die technologische ‚Beute‘ war für einzelne amerikanische Betriebe sehr wertvoll gewesen, denn sie verschaffte den Firmen einen Einblick in die Technologie ihrer Konkurrenten aus Deutschland.<sup>324</sup>

Im Kontext des beginnenden Kalten Krieges, der raschen Westintegration der Bundesrepublik und im Zuge des von den Westmächten massiv geförderten Wiederaufbaus kam es zu einer Art Generalabsolution, von der insbesondere die Natur- und Ingenieurwissenschaften und die entsprechenden Industriezweige profitierten.<sup>325</sup>

#### **4.1.3 Eine politische Entscheidung: Die Entnazifizierung von Herwart Opitz**

Das Entnazifizierungsverfahren von Opitz war ein Prozess, der rund 2 Jahre dauerte: Am 1. April 1946 erhielt Opitz die Nichtbestätigung als Professor sowie seine Entlassung aus dem Lehrbetrieb durch die Militärregierung. In dieser Zeit übernahm Wallichs vorübergehend die Leitung des Institutes.<sup>326</sup> Nach zweimaligem Einspruch er-

---

<sup>323</sup> Vgl. Mick 2000, S. 70.

<sup>324</sup> Vgl. Herrmann 1999, S. 18 f. Vgl. auch Kurowski 1982.

<sup>325</sup> Vgl. Kaiser 1997, S. 246 ff. und Kaiser 2006, S. 234 f.

<sup>326</sup> Vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 76, Schreiben vom 28. Juni 1946 von Wallichs an den Rektor, dass er während der ‚Abwesenheit‘ von Opitz vertretungsweise die Unterrichts- und Institutsleitung des Lehrstuhls für Werkzeug- und Maschinenbetriebslehre übernehmen würde. Wallichs wurde von der Militärregierung entnazifiziert, d. h. in die Kategorie V eingestuft, vgl. HAAc Akte 2732, Schreiben von Rektor Röntgen an Wallichs: „[...] teile ich Ihnen mit, dass Sie durch Erlaß der Militärregierung Aachen [...] vom 19. August 1946 Nr. EDN 84/1 in Ihrer bisherigen Dienststel-

hielt Opitz am 3. März 1948 einen Entnazifizierungsbescheid. Gegen seine Weiterbeschäftigung als ordentlicher Professor bestanden von Seiten des Entnazifizierungsausschusses der Stadt Aachen nun keine Bedenken mehr.<sup>327</sup>

Doch wie ist dieser Prozess einzuschätzen? Wie schon erwähnt hatte Opitz zwei Mal eine Nichtbestätigung seitens der Militärregierung (2. April 1946 und 30. November 1946) erhalten sowie am 12. Dezember 1947 den Einreihungsbescheid in die Kategorien III B 1. Dies beinhaltete eine sofortige Entlassung aus seiner bisherigen Position, keine finanzielle Unterstützung sowie kein Recht auf Einspruch. Als Gründe für seine Nichtbestätigung wurden die Mitgliedschaften in den NS-Organisationen aufgeführt.

Trotz dieser sehr eindeutigen Beurteilung durch die Alliierten, hatte Opitz nichts unversucht gelassen, um ein Entlastungszeugnis zu erhalten. Die zweimalige Berufung und der Versuch über den Sondererlass des Sozialministers des Landes Nordrhein-Westfalen im Januar 1948 wieder eine Arbeitserlaubnis zu erlangen, zeigten sein unermüdliches Engagement um seine Wiedereinstellung.

Der Entnazifizierungsprozess nahm im März 1948 eine überraschende Wendung: Opitz' Verfahren wurde mit Genehmigung der Militärregierung wieder aufgenommen und er erhielt schließlich ein Entlastungszeugnis. Mit dem Einreihungsbescheid in die Kategorie IV durfte Opitz wieder als Hochschullehrer arbeiten.<sup>328</sup>

---

lung bei der RWTH Aachen bestätigt worden sind.“ Vgl. darin auch das Entlastungszeugnis der Militärregierung. Vgl. auch HStA Düsseldorf NW 1079 Akte 4684, im Military Government of Germany Special Branch Investigation Report vom 24. November 1945 heißt es: “Subject [gemeint ist Wallichs, Anm. d. Verf.] makes harmless impress on, member of several organizations but not nazified. Reported as harmless too no adverse findings. Does not raise suspicion of extraordinary political activity. One son of him was Kriegsverwaltungsrat in Belgium and now is lawyer, the other son was member NSDAP and SA Obertruppführer as he admitted.” Die Einschätzung über Wallichs lautete: “nominal nazi“.

<sup>327</sup> Vgl. zur Nichtbestätigung HAAc Akte 4202, Blatt 85; vgl. zur Wiedereinstellung HAAc Akte 4202, Blatt 98. Das endgültige Entlastungszeugnis erhielt Opitz am 18. Dezember 1949, vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 101.

<sup>328</sup> Vgl. HAAc Akte 4202, Blatt 98. Vgl. auch HStA Düsseldorf NM 1037 B II 525: Hierin ist vermerkt, dass der Berufungsausschuss diese Entscheidung noch bestätigen musste.

Überraschend ist diese Wendung nicht mehr, wenn man die Begründung des britischen Universitätskontrolloffiziers A. W. J. Edwards, University ECO, HQ Regierungsbezirk Aachen vom 6. September 1948 liest. Die Wiedenzulassung von Opitz als Hochschullehrer sei aus rein pragmatischen Gründen erfolgt. Edwards schrieb:

„This is a case where one might have misgivings about the return of the man to his post. Opitz was a party member from 1933 to 1944 and a Scharfuhrer in the S.A. He was categorised III B1 on 12th December 1947 and subsequently asked for his case to be re-opened. As this request was strongly supported by all political parties and particularly by the Trades Union, Mil. Gov. decided to give permission to do so. The result was that Opitz was placed in Category IV on 3rd March 1948. I feel that we had a choice between two evils, either holding out against the opinions of the only people we can trust in Germany and seeing a rather valuable machine-tool expert go East, or else permitting him to carry on with his work here.“<sup>329</sup>

Die Entscheidung, Opitz wieder als Hochschullehrer einzusetzen, war demzufolge eine politische Entscheidung gewesen. Sein Gesuch auf Wiederaufnahme des Verfahrens wurde, so schrieb Edwards, von allen politischen Parteien und besonders von der Gewerkschaft unterstützt, so dass die Militärregierung schließlich nachgeben musste. Der Verlust eines herausragenden Wissenschaftlers an den Osten sollte unter allen Umständen verhindert werden. Nun wurden seine NS-Mitgliedschaften nicht mehr als bedenklich eingestuft und folglich wurde Opitz am 3. März 1948 wieder in den Hochschuldienst eingesetzt.<sup>330</sup>

---

<sup>329</sup> Bericht des Universitätskontrolloffiziers Arthur William J. Edwards, University ECO, HQ Regierungsbezirk Aachen, in: Public Record Office, Kew, Großbritannien, Akte FO 1013/2211, zit. nach Haude 1993, S. 136 und Anm. 17. Weitere Akten konnten hierzu nicht gefunden werden.

<sup>330</sup> Im Jahr 1970 fand im Rahmen einer beabsichtigten Verleihung des Großen Bundesverdienstkreuzes an Opitz nochmals eine Überprüfung seiner Person statt, vgl. dazu HStA Düsseldorf NW O Akte 10845: Vermerk des Geschäftsbereiches Hochschulwesen HIB 1, Dr. Scheven, übersandt an die Ministerialrätin Dr. Vienken, Staatskanzlei vom 21. Mai 1970. Die Entnazifizierungsakte im HStA Düsseldorf ist laut HStA Düsseldorf NW O Akte 10845 unvollständig, es sei nur eine Karteikarte erhalten. In der Akte finden sich weitere Schreiben, deren Verfasser sich für eine Verleihung des Großen Bundesverdienstkreuzes an Opitz aussprechen und seine Verdienste preisen, vgl. das Schreiben von Prof. Leo Brandt, Staatssekretär und Leiter des Lan-



Opitz scheint in die Sparte von Wissenschaftlern hinein gehört zu haben, die aufgrund der Anerkennung ihrer wissenschaftlichen Fähigkeiten nicht die Notwendigkeit gesehen haben, sich kritisch mit ihrem Einsatz in der NS-Rüstungsforschung auseinandersetzen zu müssen. Denn seine beruflichen Tätigkeiten wurden auch nach Kriegsende weiterhin geschätzt, wie ein Auftrag vom November 1946 von FIAT zeigt. Trotz eines offiziellen Arbeitsverbots durch die Alliierten erhielt er von FIAT einen Auftrag über eine wissenschaftliche Arbeit; aus den Akten ist nicht erkennbar, welches Thema der Forschungsauftrag beinhaltete und ob Opitz ein Angebot erhalten hat, in die USA zu gehen.<sup>331</sup>

In den 2 Jahren des Entnazifizierungsprozesses hat Opitz weiter als Ingenieur gearbeitet und die offiziellen Anweisungen der Alliierten – also das Verbot, Einspruch zu erheben und zu arbeiten – ignoriert. Dass er einen Entnazifizierungsbescheid erhalten würde, hatte Opitz – so scheint es – zu keinem Zeitpunkt angezweifelt. Die Behandlung durch die Alliierten hat demzufolge durchaus seinem Selbstverständnis als Ingenieur und Wissenschaftler sowie der Logik der Normenstaat-Theorie von Ernst Fraenkel entsprochen.

#### **4.2 Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1945 bis 1973: Die interdisziplinäre Betrachtungsweise**

Beim großen Bombenangriff auf Aachen im April 1944 wurde das WZL zu großen Teilen zerstört, so dass nach Kriegsende im Mai 1945 zunächst mit dem Wiederaufbau der notwendigen Räumlichkeiten begonnen werden musste.<sup>332</sup> Über diese ers-

---

desantes für Forschung bei dem Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen vom Januar 1970 sowie das Schreiben von Dr. Kunze, Oberstadtdirektor der Stadt Aachen vom März 1970.

<sup>331</sup> Vgl. HAAc 4202, Blatt 87: Hier findet sich der Auftrag der FIAT, Scientific Branch, an Opitz vom November 1946. Zur Durchführung der ihm übertragenen wissenschaftlichen Arbeit bat er den Rektor um Erlaubnis, das Archiv des WZL und die Hochschulbibliothek benutzen zu dürfen. Aus dem Schreiben ist jedoch nicht herauszulesen, um welche Art von wissenschaftlichem Auftrag es sich handelte. Inwieweit die FIAT auch andere Hochschulprofessoren angesprochen hatte, konnte nicht herausgefunden werden. In der einschlägigen Literatur werden die technischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen weitestgehend ausgeblendet.

<sup>332</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 43-44. Vgl. auch 80 Jahre WZL 1986, S. 56-57 und Klinkenberg 1970, S. 177.

ten Jahre ist nur wenig bekannt: Doch im Frühjahr 1947 konnte die Arbeit im Institut mit etwa 30 Mitarbeitern wieder aufgenommen werden. Die Maschinenhalle war soweit wieder hergestellt und mit Einrichtungen ausgestattet, dass Experimentaluntersuchungen durchgeführt werden konnten.<sup>333</sup>

Ein Wissens- und Technologietransfer konnte erst langsam wieder aufgebaut werden. Denn beide potenziellen Transfergeber und Transfernehmer – das WZL mit den Forschungsschwerpunkten Zerspanforschung und Werkzeugmaschinen und die Werkzeugmaschinenindustrie – waren für die rüstungsindustrielle Entwicklung der Nationalsozialisten interessant gewesen und unterlagen nach Kriegsende den Reparationsforderungen und den strengen Kontrollen der Alliierten. Hinzu kamen die Entnazifizierungsmaßnahmen der Alliierten: Herwart Opitz konnte, wie schon erläutert wurde, seine wissenschaftliche Tätigkeit erst 1948 wiederaufnehmen.

Die Forschungsarbeiten am WZL in den Nachkriegsjahren waren durch eine Aufbruchsstimmung gekennzeichnet, die sich in einem extremen Forschungsdrang widerspiegelte. Opitz gelang es nicht nur in den Anfangsjahren der jungen Bundesrepublik, sondern auch in den folgenden Jahren, die Marktbedürfnisse zu erkennen und die sich daraus ergebenden Forschungsgebiete sofort aufzugreifen und im WZL zu bearbeiten. Dies entsprach durchaus der Zeit: Der allgemeine Zuwachs, das sogenannte Wirtschaftswunder, ist im Wesentlichen auf die erheblichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung des Wirtschaftssektors zurückzuführen. Dies war jedoch kein ausschließlich deutsches Phänomen, sondern konnte in ähnlicher Weise in allen Industrieländern beobachtet werden.<sup>334</sup>

Am WZL standen dabei die Generierung von neuem Wissen und der Netzwerkgedanke im Vordergrund. Um wieder erste Kontakte zur regionalen kleinen und mittelständischen Werkzeugmaschinenindustrie zu knüpfen und trotzdem in den von den Alliierten auferlegten Rahmenbedingungen forschen zu können, wurde am WZL eine neue Form von Informationstransfer eingerichtet: Das AWK wurde 1948 erstmalig durchgeführt. In den folgenden Jahren entwickelte sich das Kolloquium zu einer wich-

---

<sup>333</sup> Vgl. HAAc Akte 2732, Schreiben von Rektor Röntgen am 30. April 1947 an Prof. Masing, Göttingen, mit der Bestätigung, dass am WZL experimentelle Arbeiten durchgeführt werden konnten.

<sup>334</sup> Vgl. Schmoch 2003a, S. 189.

tigen Plattform für den Informationsaustausch zum Thema Werkzeugmaschinen (Kapitel 4.2.1.1).

Die Notwendigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit wurde angesichts der vielfältigen Probleme in einem technologischen Fertigungsprozess immer deutlicher. Um eine enge Abstimmung und einen aktuellen Informationsaustausch zu gewährleisten veränderte Opitz Mitte der 1950er Jahre die Organisationsstruktur am WZL: Neben ihm als Leiter standen nun vier Oberingenieure an seiner Seite, jeder auf ein Fachgebiet spezialisiert. Das Motto ‚Alles unter einem Dach‘ erlaubte eine ganzheitliche, interdisziplinäre Bearbeitung aller Forschungsaufgaben am WZL, die in einem produzierenden Unternehmen auftreten konnten (Kapitel 4.2.1.2).

An zwei Forschungsgebieten – Zahnrad- und Getriebeuntersuchungen sowie NC-Maschinen mit der Software EXAPT – soll der ganzheitliche Forschungsansatz am WZL exemplarisch erläutert werden. Besonders das Beispiel EXAPT spiegelt die nationale und später internationaler werdende Gemeinschaftsforschung sehr eindrücklich wieder (Kapitel 4.2.1.3).

Da die Forschungsaufgaben zunehmend komplexer und kostspieliger wurden, konnten diese häufig nur in enger Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Der am WZL schon lange etablierte Netzwerkgedanke wurde nun zur Notwendigkeit für einen erfolgreichen Wissens- und Technologietransfer (Kapitel 4.2.2).

#### **4.2.1 Wissenschaft als Erkenntnis: Die internationaler werdende Gemeinschaftsforschung**

##### **4.2.1.1 Internationaler Austausch: Das Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium AWK (seit 1948)**

Der Wiederbeginn wissenschaftlicher Betätigung war nach Kriegsende von materiellen Schwierigkeiten geprägt, da Gebäude, Einrichtungen und Geräte zerstört waren. Auch die von der Militärregierung auferlegten Kontrollgesetze erschwerten in den Anfangsjahren die Forschungssituation. Vertreter aus industriellen und ingenieurwissenschaftlichen Kreisen Deutschlands versuchten einen Weg zu finden, wie Innovation und Wiederaufbau im Werkzeugmaschinenbau angesichts dieser widersprüchli-

chen Lage aussehen könne.<sup>335</sup> Auch in Aachen fragte man sich, wie die Gratwanderung zu schaffen sei, den deutschen Werkzeugmaschinenbau wieder aufzubauen, ohne dabei die Auflagen der Besatzungsmächte zu verletzen.

Etwa zwei Jahre nach Kriegsende hatte Opitz die Idee, ein jährliches Kolloquium zum Thema Werkzeugmaschinenbau einzurichten. Sein damaliger Mitarbeiter Hans Starck erinnerte sich an eine Fahrt zur Werkzeugmaschinenfabrik Stenzel nach Wiesbaden im Jahre 1947. Dort hatten sich die Ingenieure gemeinsam über die weitere Entwicklung der Werkzeugmaschinen und der Fertigungstechnik sowie über die Probleme bezüglich der alliierten Auflagen beraten. Dabei soll auch die Idee entstanden sein, ein Werkzeugmaschinenkolloquium an der Technischen Hochschule Aachen einzurichten.<sup>336</sup>

Wie diese ersten Überlegungen, die ersten Gespräche über ein mögliches Kolloquium ausgesehen haben mögen, welche Themen angedacht waren und wer eingeladen werden sollte, lässt sich heute nicht mehr nachvollziehen. Es sind nur noch wenige Unterlagen zum ersten AWK im Juni 1948 vorhanden. Doch der gewählte Zeitpunkt – der Monat der Währungsreform, die als Ausgangspunkt einer liberalen Wirtschaftspolitik gilt – lässt auf einen symbolischen Akt eines Neubeginns schließen: Vertreter der Werkzeugmaschinenindustrie und der Ingenieurwissenschaft trafen sich in Aachen, um gemeinsam über die Entwicklung des deutschen Werkzeugmaschinenbaus, die wirtschaftlichen Bedingungen und den Wiederaufbau der technologischen Forschung zu diskutieren. Hierin sahen viele Industrievertreter eine Chance sich auszutauschen, neue Kontakte zu knüpfen und über die neusten Entwicklungen informiert zu werden. Sie waren es auch, die auf eine Fortsetzung des Kolloquiums bestanden.

Das 2. AWK zum Thema ‚Die Entwicklung des Werkzeugmaschinenbaus im Ausland‘ veranstaltete das WZL am 26. Juli 1949. Nach der Währungsreform, der Liberalisierung des inneren Marktes und der Einführung des Marshall-Plans verfolgte die deutsche Werkzeugmaschinenindustrie mit größtem Interesse die Entwicklung in anderen Ländern, gemeint sind die zu der Zeit führenden Länder Amerika und Schweiz. Opitz

---

<sup>335</sup> Vgl. Böttger 1993, S. 30.

<sup>336</sup> Vgl. 80 Jahre WZL 1986, S. 69. Vgl. auch 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 52-54 mit weiteren Literaturhinweisen.

gelang es vier Jahre nach Kriegsende, zwei Schweizer als Redner nach Aachen zu holen, die über neue Schweizer Konstruktionen im Werkzeugmaschinenbau berichteten.<sup>337</sup> Damit war der Grundstein für eine international ausgerichtete Forschung gelegt.

Das AWK stellte eine erste, wichtige Brücke zwischen Forschung und Praxis dar und gilt bis heute als wichtiges Instrument im Wissens- und Technologietransfer am WZL. Opitz bemühte sich um eine Vermittlung der Forschungen am WZL, gemeint ist ein regelrechter Rechenschaftsbericht über die Forschungstätigkeit des Hochschul Institutes. Diese „Leistungsschau des WZL“<sup>338</sup> weckte wieder das Interesse der kleinen und mittelständischen Werkzeugmaschinenfirmen der umliegenden Region, die keine eigene Forschungsabteilung betreiben konnten und schließlich auch das Interesse von national tätigen Unternehmen. Das Kolloquium zeigte für beide Seiten Vorteile: Einerseits wurden die Erfahrungen und Erwartungen der Praxis in die Technische Hochschule Aachen gebracht und andererseits konnten die im Institut erzielten Forschungsergebnisse direkt im Industriebetrieb eingesetzt werden. Zunächst befürchteten einige Firmeninhaber, dass die Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen durch einen derartigen Informationsaustausch gefährdet wäre. Doch diese anfängliche Skepsis konnte Opitz angesichts des hohen Nutzens für die Praxis schnell ausräumen.<sup>339</sup>

Das Kolloquium in Aachen entwickelte sich zu einer festen Institution, das von 1948 bis 1954 jährlich und von 1954 bis 1965 zweijährig stattfand. Ab 1965 pendelte sich der auch heute noch bestehende 3-Jahres-Rhythmus ein.<sup>340</sup>

Das AWK war zunächst ein Versuch gewesen, nach dem Krieg eine Möglichkeit für einen Austausch für Informationen zwischen Industrieunternehmern und Wissenschaftlern des Werkzeugmaschinenbaus zu schaffen. Denn aufgrund der strengen Auflagen der Besatzungsmächte konnte ein Aufbau der Werkzeugmaschinenindustrie nur langsam wieder beginnen. Es gelang, eine wissenschaftliche Plattform zu initiieren, die sich im Laufe der Jahre zu einer festen Institution entwickelte. Es entstand ein Gesprächsforum, bei dem regelmäßig über neuste technologische Innovationen

---

<sup>337</sup> Vgl. Opitz 1950, S. 242-244.

<sup>338</sup> Opitz 1953, Vorwort, S. 7.

<sup>339</sup> Vgl. Opitz 1951, S. 169-171. Vgl. auch 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 52-54.

<sup>340</sup> Vgl. ebd., S. 52 f.

und wissenschaftliche Entwicklungen diskutiert und Erfahrungen ausgetauscht wurden. Die Teilnehmer – Hersteller, Anwender und Mitarbeiter von Forschungsinstitutionen – verstanden das AWK als regelmäßigen Treffpunkt, um von einander zu lernen.

Das AWK wurde zu einem wichtigen Bestandteil des Informationstransfers: Hier wurden Kollegen, Geschäftspartner, Freunde wiedergetroffen und neue Wissenschaftler kennen gelernt. Das international ausgerichtete AWK ist ein Beispiel dafür, dass Kontakt auf wissenschaftlicher Ebene auch über politische Grenzen hinweg möglich war. Dieser Aachener Vorstoß, internationale Wissenschaftler wieder an einen Tisch zu bringen, kann als ein erster Versuch gewertet werden, aus der ‚geistigen Isolation‘ herauszukommen.<sup>341</sup>

#### **4.2.1.2 Differenzierung der Forschung: Alles unter einem Dach**

Aus der Vielfalt der Probleme, die ein moderner technischer Prozess aufwarf, ergab sich immer mehr die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit von unterschiedlichen Fachgebieten. Um die interdisziplinäre Arbeit am WZL zu verdeutlichen, soll an dieser Stelle das Beispiel von der Entwicklung der spanabhebenden Bearbeitung kurz erläutert werden, um die breite Spanne der gesamten Aufgabenpalette eines Werkzeugmaschineningenieurs zu verdeutlichen.

Die Entwicklung der spanabhebenden Bearbeitung ist gekennzeichnet durch den um die Jahrhundertwende von Taylor entwickelten Schnellarbeitsstahl bis zu den gesinterten Hartmetallen und oxidkeramischen Schneidstoffen der 1960er Jahre. Damit konnte die Arbeitsgeschwindigkeit bei vergleichbaren Prozessen und gleichzeitiger Qualitätsverbesserung der Erzeugnisse etwa um den Faktor 100 erhöht werden. Den Impuls zu der Entwicklung leistungsfähiger Schneidstoffe lieferten die Ergebnisse von Untersuchungen über die Verschleißursachen, die einen Einblick in den komple-

---

<sup>341</sup> Vgl. zur weiteren Entwicklung des AWKs ebd., S. 117-119. Vgl. auch Edwards 1990, S. 138-139: Mit Hilfe des britischen Kontrolloffiziers A. W. J. Edwards war es gelungen, Ende 1947 die erste internationale Konferenz von Technikern in Aachen zu organisieren. Die Initiative kam von Eugen Piwowsky, der das vor dem Krieg alljährlich stattfindende Kolloquium zum Gießereiwesen wieder aufleben lassen wollte. Da diese Veranstaltung bei den britischen Kollegen erfahrungsgemäß sehr beliebt gewesen war, folgten diese – unterstützt durch Edwards – der Einladung nach Aachen zu kommen gern.

den Verschleißmechanismus des spanenden Werkzeugs gaben. Lange hatten die Fertigungsingenieure angenommen, dass der Verschleiß der spanenden Werkzeuge allein auf den mechanischen Antrieb zurückzuführen sei. Aufgrund Untersuchungen mit Elektronenmikroskopen konnten u. a. Adhäsion und Diffusion als Ursachen erkannt werden. Die Zusammenarbeit von Fertigungsingenieuren mit Chemikern und Werkstoffwissenschaftlern war hierfür notwendig. Um die Diffusionseinwirkungen als Ursache für den Verschleiß an Hartmetallwerkzeugen zu verringern, wurden Untersuchungen gemeinsam mit Metallurgen unternommen. Damit konnte die Zerspanbarkeit von Stählen verbessert werden. Mit den wachsenden Anforderungen an Werkzeuge und Konstruktionsteile in Bezug auf Festigkeit und Verschleißwiderstand wurden neue Bearbeitungsverfahren entwickelt, bei denen der Werkstoff nicht mehr nur durch die Trennungswirkung einer Schneide, sondern auf Grund physikalischer oder chemischer Wirkungen abgetragen wurde. Für eine exakte Beschreibung des Abtragsvorgangs und Weiterentwicklung der Fertigungsverfahren, wie beispielsweise die Funkenerosion und die elektromechanischen Bearbeitungsverfahren, war eine enge Zusammenarbeit zwischen Physikern, Elektrotechnikern und Fertigungstechnikern notwendig. Diese Weiterentwicklung der Fertigungstechnologie zog zwangsläufig eine Änderung des konstruktiven Aufbaus einer Werkzeugmaschine nach sich: Mit modernen Schneidstoffen konnten Arbeitsgeschwindigkeiten und Zerspanleistungen erreicht werden, die bestehende Werkzeugmaschinen nicht erzielen konnten, so dass Werkzeugmaschineningenieure neue Maschinen konstruieren mussten. Mit Hilfe verbesserter Messtechniken ließen sich die bei der Bearbeitung auftretenden Schwingungs- und Rattererscheinungen verringern. Durch das Zusammentragen vieler Messergebnisse des dynamischen Verhaltens von Maschinen, gelang es, das Verhalten von Maschinenkonstruktionen vorauszusagen. Hierbei spielte der Einsatz von digitalen Rechnern eine immer größer werdende Rolle.<sup>342</sup>

Wie dieses Beispiel aus der Entwicklungsphase der Zerspanung Ende der 1960er Jahre zeigt, mussten häufig technologische Maßnahmen zur Weiterentwicklung getroffen werden, die sich gegenseitig bedingten und eine Neuentwicklung notwendig machten. Auch wurden moderne Untersuchungsmöglichkeiten verwendet, wie zum

---

<sup>342</sup> Vgl. Opitz 1968, S. 25-32. Der Entwicklungsprozess setzte sich natürlich noch fort, doch als exemplarisches Beispiel für die interdisziplinäre Arbeit eines Ingenieurs sollten diese Ausführungen ausreichen.

Beispiel der Einsatz von Computern, die es so vorher gar nicht gegeben hatte. Hierfür war eine enge Abstimmung zwischen unterschiedlichen Fachbereichen nötig, um über den aktuellen Stand der Forschung informiert zu sein und um zu erkennen, ob die aktuelle Entwicklung eines anderen Fachgebietes für die eigene Forschungsfrage von Nutzen sein konnte. Ohne einen interdisziplinären Austausch war eine moderne Forschung nicht möglich.

Opitz griff einen Großteil der aktuellen technologischen Entwicklungen am WZL auf: Zum Forschungsgebiet Zerspanung, nun unter dem Fachbegriff Fertigungstechnik zusammengefasst, zählten alle Untersuchungen der verschiedenen spanabhebenden Bearbeitungsvorgänge und seit den 1950/60er Jahren auch die neuartigen Verfahren der elektrochemischen und elektroerosiven Bearbeitung. Das Gebiet der Werkzeugmaschinen beinhaltete konstruktive Entwicklung, Untersuchungen der statischen und dynamischen Eigenschaften sowie Genauigkeit der Werkzeugmaschinen. Daneben wurden einzelne Elemente der Maschinen, wie Spindeln, Lagerungen, Kupplungen und Antriebe, systematisch untersucht. Anfang der 1960er Jahre beschäftigten sich die Ingenieure am WZL zudem mit Steuer- und Regeltechnik, d. h. mit der Automatisierung von Werkzeugmaschinen. Die Fragen der Wirtschaftlichkeit von Fertigungsverfahren und Werkzeugmaschinen bedingten eine intensive Auseinandersetzung mit den Themen Betriebsorganisation und Betriebswirtschaft. Werkzeugmaschinen sollten an die Fertigungsaufgaben angepasst werden und in Betrieben entsprechende Rationalisierungsmaßnahmen eingeführt werden.<sup>343</sup>

Um eine enge Abstimmung und einen aktuellen Informationsaustausch zwischen den Forschungsbereichen zu gewährleisten, richtete Opitz innerhalb des WZL schon Mitte der 1950er Jahre vier Abteilungen mit Oberingenieuren entsprechend der vier am WZL angesiedelten Forschungsgebiete ein: Betriebsorganisation, Untersuchung der Bearbeitungsverfahren (Fertigungstechnik), Konstruktive Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Automatisierung von Werkzeugmaschinen.<sup>344</sup> Von jedem Oberinge-

---

<sup>343</sup> Vgl. Opitz 1964, S. 230-231. Vgl. auch ebd., S. 235-283 mit detaillierten Informationen zu den einzelnen Forschungsgebieten und ihren Aufgaben.

<sup>344</sup> Vgl. ebd., S. 231. Vgl. auch Stand und zukünftige Entwicklungen der Produktion 1970, vgl. das Organigramm auf S. 14. Laut Zeitzeugenaussage von Hans-Günther Rohs am 14. November 2005 wurden schon 1956 drei Oberingenieure für die drei Forschungsthemen eingesetzt: es waren Rolf Piekenbrink (Werkzeugmaschinen), Gotthold Koscholke (Technologische Verfahren)



nieur verlangte er Konzentration auf das eigene Fachgebiet, so dass er zum Experte darin wurde. So deckten die vier Oberingenieure mit ihren Mitarbeitern einen Großteil der Aufgabenpalette ab und der Informationsaustausch und die enge Zusammenarbeit waren dennoch gewährleistet, weil sie alle einem Institut angehörten. Mit dieser Organisationsstruktur konnten alle Aufgaben, die in einem Werkzeugmaschinenunternehmen auftraten, im WZL bearbeitet werden: Das Ziel ‚Alles unter einem Dach‘<sup>345</sup> war formuliert. Die Möglichkeit, eine Fragestellung aus vier produktionstechnisch relevanten Blickwinkeln zu betrachten und gemeinschaftlich an einer Lösung zu arbeiten, war schon bei Wallichs einzigartig gewesen. Opitz griff diesen Gedanken der Ganzheitlichkeit erneut auf und sicherte sich damit ein Alleinstellungsmerkmal unter den technischen Hochschulen. Dieses unverwechselbare Konzept ermöglichte es dem WZL, auf jegliche Anfrage aus der Industrie reagieren zu können, weil es zu fast jedem Thema einen Experten im eigenen Haus gab. Damit legte Opitz einerseits die Grundlage für die spätere Einrichtung der drei bzw. vier Lehrstühle innerhalb des WZL und andererseits die Grundlage für den besonderen Netzwerkgedanken innerhalb des WZL über die Abteilungsgrenzen hinaus.

Mit der organisatorischen Umstrukturierung von vier Abteilungen hatte sich das WZL als Transferegeber verändert. Wie das Beispiel der Entwicklung der spanabhebenden Bearbeitung gezeigt hat, veränderte die Weiterentwicklung in der Produktionstechnik auch die Forschungsbedürfnissen der Industrie. Es musste ein viel breiteres, interdisziplinäres Spektrum als bisher abgedeckt werden. Opitz passte das Forschungsangebot den Marktbedürfnissen an und machte damit das Institut zu einem einzigartigen Transferegeber für die Industrie.

---

und Hans-Günther Rohs (Personalfragen, Elektrische Antriebe und Steuerungen, Betriebsorganisation). 1962 kam eine weitere Oberingenieurstelle für das Gebiet Automatisierung hinzu.

<sup>345</sup> Das Konzept ‚Alles unter einem Dach‘ war jedoch nicht neu; vgl. besonders Lieske 2000, S. 236: Lieske spricht von diesem Konzept im Zusammenhang mit dem deutschen Großforschungsprojekt in Peenemünde. Gemeint ist eine Konzentration von Spezialisten aus Hochschule und Industrie zu bestimmten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die weit gehend unabhängig von externen Einflüssen bearbeitet werden sollten. Das Konzept in Peenemünde versagte jedoch, da die Entwicklungen völlig an den tatsächlichen militärischen und strategischen Erfordernissen vorbeiliefen und somit keine effiziente Nutzung des vorhandenen Potenzials erfolgte. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, dass Opitz Peenemünde als Vorbild betrachtete.

#### **4.2.1.3 Generierung von neuem Wissen: Gemeinschaftsforschung – national und international**

Wie schon angedeutet gab es innerhalb der Forschungsschwerpunkte unterschiedliche Vertiefungsrichtungen, die am WZL aufgegriffen wurden. So beschäftigten sich Opitz und seine Mitarbeiter beispielsweise mit spanenden und elektrisch abtragenden Bearbeitungsverfahren, wie der Funkenerosion, mit Untersuchungen von keramischen Werkstoffen oder mit metallurgischen Untersuchungen im Rahmen der Verbesserung der Messtechnik, mit Untersuchungen zur Verschleißfestigkeit der Werkzeuge, mit der Verbesserung von Bauelementen der Werkzeugmaschinen, mit Hydraulik oder flexiblen Fertigungssystemen, mit Teilefamilienfertigung und anderen betriebsorganisatorischen Aufgaben. Diese breit angelegte Forschungspalette spiegelt sich in den Dissertationen der Assistenten wider.<sup>346</sup>

An dieser Stelle sollen jedoch nur zwei Vertiefungsrichtungen – das Forschungsgebiet Zahnrad- und Getriebeuntersuchungen sowie die Entwicklung der Software EXAPT – näher erläutert werden, um den ganzheitlichen Forschungsansatz am WZL zu verdeutlichen.

In den Zeiten des Wirtschaftswunders wuchs die Nachfrage nach leistungsfähigeren und präzise arbeitenden Werkzeugmaschinen. Um die Realisierung immer größerer Leistungsbereiche der Maschinen auszutesten, wurden Antriebe mit konstanten Drehzahlen eingesetzt, die mit Hilfe eines geeigneten Schaltgetriebes die geforderten Drehzahlen zur Erzeugung der gewünschten Schnitt- bzw. Vorschubgeschwindigkeit lieferten. Das Forschungsgebiet Zahnrad wurde bisher allein von Gustav Niemann an der Technischen Hochschule München untersucht. Opitz jedoch wollte das Zahnrad als eines der häufigsten verwendeten Maschinenelemente im Maschinenbau in seiner Funktion und Wirkungsweise im Getriebe erforschen und integrierte das Forschungsgebiet Zahnrad- und Getriebeuntersuchungen Mitte der 1950er Jahre

---

<sup>346</sup> Am WZL entstanden von 1945 bis 1973 etwa 235 Dissertationen und 15 Habilitationen, die Opitz betreute, vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 713-804. Zur Entwicklung der Forschungsgebiete im Betrachtungszeitraum vgl. ebd., S. 56-64 und 80 Jahre WZL 1986, S. 81-91. Zur Vertiefung der einzelnen Forschungsgebiete sei außerdem auf den zweiten Teil der Jubiläumsschrift 100 Jahre Produktionstechnik 2006 verwiesen. Hier sind die wichtigsten Forschungsschwerpunkte anhand einschlägiger Dissertationen und Habilitationen, die am WZL entstanden sind, beschrieben.

in die Forschungspalette des WZL. Mit der Idee, das Zahnrad mit seinem gesamten Wirkungsbereich zu untersuchen, d. h. sowohl seine besondere Eigenschaft als auch seine Wirkungsweise innerhalb der Maschine, grenzte er sich vom Münchner Kollegen ab, der sich allein auf die Erforschung des Zahnrades selbst konzentrierte.

Mit speziell entwickelten Messgeräten untersuchten Opitz und seine Mitarbeiter Zahnradgetriebe und Verzahnmaschinen sowie den Einfluss der Fertigungsgenauigkeit auf das Laufverhalten von Zahnradgetrieben. Hans-Günther Rohs suchte in seiner Dissertation von 1956 Wege zur zweckmäßigen Gestaltung von Stufengetrieben für Werkzeugmaschinen. Hermann Stute beschrieb ebenfalls 1956 allgemeingültige Richtwerte und Tendenzen, die sich aus Untersuchungen über Leistungsbedarf, Motor- und Kupplungsdimensionierung bei Drehbänken ergaben und die für die Auslegung des Antriebes und die Konstruktion der Maschine wichtig waren.<sup>347</sup>

Ende der 1950er Jahre stiegen die Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit, was dazu führte, dass die in den Maschinen verwendeten Verzahnungen verbessert werden mussten. Werner Kalkert war einer der ersten Mitarbeiter von Opitz, der sich in seiner 1962 erschienenen Dissertation mit dem Einfluss der Fertigungsgenauigkeit auf den Zahnkraftverlauf und die Flankenfähigkeit von Stirnrädern befasste. Dissertationen von Friedhelm Hensen und Karl Schwiegelshohn folgten zu diesem Gebiet. Zur Zahnrad- und Getriebeforschung entstanden im Betrachtungszeitraum rund 40 wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit Messungen der kinematischen Genauigkeit von Verzahnmaschinen, Einflankenwälzprüfung an Zahnradern und Getrieben, Untersuchungen der Tragfähigkeit von Stirnrädern, Geräuschemessungen an Zahnradern und Getrieben sowie Untersuchungen von Zahnradbearbeitungsverfahren befassten.<sup>348</sup>

Opitz gründete 1956 gemeinsam mit Vertretern von Industrieunternehmen aus verschiedenen Branchen und Anwendungsgebieten einen Arbeitskreis. Der sogenannte Getriebekreis setzte sich zum Ziel, die Verzahnungs- und Getriebetechnik voranzutreiben und bot die Möglichkeit, vorwettbewerbliche Forschung speziell an den Bedürfnissen der Industrieunternehmen orientiert zu betreiben. Das am WZL generierte neue Wissen wurde konkret von der Werkzeugmaschinenindustrie gebraucht und

---

<sup>347</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 270.

<sup>348</sup> Vgl. ebd., S. 271.

gefordert. Die Gemeinschaftsforschung mit branchenübergreifenden Unternehmen ermöglichte neben dem ganzheitlichen Forschungsansatz zudem neue Blickwinkel der Bearbeitungsmöglichkeiten. Ein Arbeitskreis lebt von den Wissenspotenzialen der einzelnen Mitglieder und so kann der Austausch dieser Potenziale durchaus neue und überraschende Ergebnisse erzielen.

Die seit 1959 jährlich stattfindende Getriebetagung ist bis heute für den WZL-Getriebekreis eine fest installierte Plattform für einen Erfahrungsaustausch und eine enge Zusammenarbeit. Auf diesen Tagungen wurden den Mitgliedsfirmen die neuesten Erkenntnisse aus dem Bereich der Getriebetechnik von den Mitarbeitern der WZL-Getriebeabteilung vorgestellt.<sup>349</sup>

Noch heute ist die Getriebeabteilung des WZL – die sowohl zum Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren als auch zum Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen gehört – europaweit die einzige Forschungsstelle, die die gesamte Prozesskette der Getriebe- und Verzahnungsauslegung, Zahnradfertigung und Zahnradmesstechnik sowie der Untersuchung des Einsatzverhaltens von Zahnradern und Getrieben betrachtet und erforscht. Heute besteht der Getriebearbeitskreis aus mehr als 80 Firmen aus Deutschland, dem europäischen Ausland und den USA. So gehören dem Arbeitskreis beispielsweise internationale Firmen der Automobilbranche an (z. B. BMW, Daimler oder Volvo), deutsche Werkzeugmaschinenhersteller (z. B. Liebherr-Verzahntechnik GmbH, KAPP Gruppe oder Peiseler Präzisionsmaschinenbau) oder international tätige Firmen wie Saint-Gobain Abrasives oder Tyrolit.<sup>350</sup>

Das Beispiel der Software-Entwicklung EXAPT zeigt eine weitere Dimension der Gemeinschaftsforschung am WZL.

Die ersten numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (NC-Maschinen) wurden Anfang der 1950er Jahre am Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, USA, entwickelt. Wie der Vortrag von Milton C. Shaw, Professor am MIT und 1957 Gastprofessor am WZL<sup>351</sup>, auf dem AWK von 1956 zeigte, befasste sich die deut-

---

<sup>349</sup> Vgl. ebd., S. 61 und S. 159-161.

<sup>350</sup> Vgl. ebd., S. 268.

<sup>351</sup> Vgl. VIPortrait Milton C. Shaw 1962, S. 217-218. Shaw war 1957 für eine achtmonatige Gastprofessur am WZL. Wie der Kontakt zwischen Opitz und ihm zustande gekommen ist, ist aus der heutigen Aktenlage nicht mehr nachvollziehbar.

sche Industrie zu diesem Zeitpunkt noch gar nicht mit dem Thema.<sup>352</sup> Opitz, der die Entwicklung der NC-Maschinen in Amerika aufmerksam verfolgte hatte, schickte 1952 seinen Mitarbeiter Helmut Hucks auf eine Studienreise zum MIT, um dort die erste NC-Maschine untersuchen zu können. Sein erstes eigenes Modell einer NC-Maschine zeigte Opitz bei der Feinbearbeitungstagung im Aachener Audimax 1955. Im Unterschied zu früheren Jahren war Opitz dazu übergegangen, neue Ideen erst in Eigenarbeit auf ihre Umsetzung und Wirksamkeit hin zu untersuchen, bevor er sich nach Geldgebern aus der Industrie umsah.<sup>353</sup> Einige Jahre später, 1960 auf der Hannover-Messe, präsentierten deutsche Hersteller numerisch gesteuerte Maschinen. Der Trend setzte sich in Deutschland durch, da sich die NC-Technik in der Kleinserienfertigung als besonders anpassungsfähig und wirtschaftlich erwies.<sup>354</sup>

Die Automatisierung der Werkzeugmaschinen hatte durch die allmähliche Verbreitung der numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen Anfang der 1960er Jahre in Deutschland viele neue Impulse erhalten. Es fehlte jedoch an Programmierhilfen zur Erstellung der Werkstückprogramme. So stellte die Entwicklung von EXAPT einen wesentlichen Schritt in der Automatisierung von Programmierarbeiten dar. Für das WZL bedeutete dies ein Schritt in eine neue Art des Wissens- und Technologietransfers: Zum einen beschäftigte man sich nun mit einer ganz neuartigen Forschungsrichtung, nämlich der Entwicklung und Erprobung von Software, zum anderen wurde der Grundstein für eine neue intensive Gemeinschaftsforschung mit deutschen Hochschulinstituten gelegt. Obwohl die Institute in Aachen, Stuttgart und Berlin über die Hochschulgruppe Fertigungstechnik (HGF) in einem gemeinschaftlichen Verband verbunden waren, standen sie doch weit gehend als Konkurrenten gegenüber, wenn es um Forschungsförderung ging.<sup>355</sup>

Und doch war es Opitz, der dieses erste Gemeinschaftsprojekt der HGF-Institute initiierte. Anfang der 1960er Jahre entwickelte er mit den jüngeren Kollegen Gottfried

---

<sup>352</sup> Vgl. Opitz 1956, S. 36-40.

<sup>353</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik, S. 62. Vgl. auch 80 Jahre WZL 1986, S. 90 f.

<sup>354</sup> Vgl. Kaiser 1993/94, S. 184 f.

<sup>355</sup> Vgl. dazu auch das Zeitzeugeninterview mit Günter Spur vom 10. Mai 2004. Vgl. zu EXAPT und dem Standort Aachen auch Fromhold-Eisebith 1992, S. 153-154. Vgl. zur Geschichte der HGF auch Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987.

Stute (Stuttgart), Wilhelm Simon (Berlin) und Günter Spur (Berlin) aufbauend auf dem amerikanischen Programmiersystem APT (Automatically Programmed Tools) die deutsche Programmiersprache und das Programmiersystem EXAPT (Extended Subset of APT). Während mit APT die geometrischen Formen beschrieben wurden, bezog EXAPT auch technologische Angaben zur Bearbeitung von Werkstücken mit ein. Mit EXAPT entstand eine Software, die den Programmierer für NC-Maschinen vollständig unterstützen konnte. Die Entwicklung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der deutschen und europäischen Werkzeugmaschinenindustrie.<sup>356</sup>

Opitz war es gelungen, in sein Prinzip der Gemeinschaftsforschung auch die Hochschulinstitute der HGF mit einzubeziehen. Rückblickend betrachtet bezeichnet Günter Spur Opitz' Entscheidung, die jüngeren Kollegen von Anfang an in das Projekt EXAPT mit einzubeziehen, als sehr fair. Er hätte das Projekt auch alleine durchführen können, so Spur.<sup>357</sup> Doch Opitz muss erkannt haben, dass er für dieses großangelegte Forschungsprojekt Unterstützung benötigte. Hierfür gab es sicherlich mehrere Gründe: Zum einen ging es sicherlich darum, mit Hilfe anderer Hochschulprofessoren weitere Fördergelder zu erhalten. Zum anderen mussten auch mehr Personen in das Projekt einbezogen werden, um eine breite Masse an Ingenieuren in diesem Fachgebiet auszubilden. Außerdem gab es am WZL noch andere Forschungsschwerpunkte, die Opitz nicht vernachlässigen wollte. Sich lediglich auf ein Forschungsgebiet, ein bestimmtes Produkt oder eine technische Disziplin zu beschränken, ließ sich nicht mit Opitz' Prinzipien der Industrienähe, Wirtschaftlichkeit und Ganzheitlichkeit vereinbaren. Denn die Konzentration auf ein Standbein hätte möglicherweise bedeutet, nicht mehr auf dem neusten Stand aller technologischen Entwicklungen zu sein und hätte dem Konzept ‚Alles unter einem Dach‘ widersprochen.

Trotz dieser einschränkenden Aspekte spielte das Forschungsgebiet am WZL eine große Rolle: Das Softwareprogramm EXAPT wurde 1967 auf der 10. Europäischen Werkzeugmaschinen-Ausstellung in Hannover präsentiert. Im selben Jahr wurde der EXAPT-Verein in Frankfurt gegründet. Der Verein, der als erstes Spin-off-Unternehmen des WZL zu betrachten ist und seinen Sitz heute immer noch in Aa-

---

<sup>356</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik, S. 63 und S. 353 ff.

<sup>357</sup> Vgl. dazu das Zeitzeugeninterview mit Günter Spur vom 10. Mai 2004, der sehr bewundernd über das Opitzsche Prinzip der Gemeinschaftsforschung sprach.

chen hat, erhielt die Aufgabe, die Verbreitung, den Vertrieb und die Weiterentwicklung des EXAPT-Systems sowie die Beratung von Werkzeugmaschinenherstellern, Anwenderfirmen und Computerherstellern zu übernehmen. Im April 1970 fand die erste internationale EXAPT-Tagung statt.<sup>358</sup>

Aus den von der DFG und dem Landesamt für Forschung, NRW, geförderten Projekten entstanden einige Dissertationen. Dieter Reckziegel beschrieb 1967 den Aufbau einer Werkzeugsystematik für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen unter besonderer Berücksichtigung der maschinellen Programmierung von Bohrwerken. Wilhelm Hans Engelskirchen entwickelte 1968 eine Methode zur Anpassung rechnergestützter Programmierverfahren der Fertigungstechnik an numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen. In weiteren Dissertationen Anfang der 1970er Jahre wurden die EXAPT-Systeme unabhängig von den jeweiligen Rechenanlagen (Control Data, IBM, Siemens, etc.) gestaltet und in die Fertigungsplanung überbetrieblich sowie an die Fertigungsbedingungen diverser Anwender anpassbar gemacht. Die Assistenten Bernd Hirsch, Heinz Berger und Wolfgang Budde lieferten mit ihren Dissertationen wertvolle Beiträge zum Aufbau des Technologieprozessors. Während sich Hirsch 1969 mit Zerspantvorgabewerten für NC-Drehmaschinen beschäftigte, untersuchte Berger 1970 die Entscheidungs- und Auswahlprozesse für Technologiedaten bei Fräs- und Bohrbearbeitungen. Budde bereitete 1970 die Entscheidungsregeln dahingehend auf, dass auf der Basis solcher Algorithmen eine rechnerunterstützte, automatische Werkzeugermittlung bzw. -auswahl erfolgen konnte.<sup>359</sup>

Aus diesen Arbeiten zum Technologieprozessor entwickelte sich allmählich ein neuer Forschungsschwerpunkt. Opitz führte die Arbeitsgruppe EXAPT mit den Forschern der Zerspantechnologie zusammen und trieb damit die Arbeiten für den Aufbau eines ‚Informationssystems für Schnittwerte‘ (INFOS) voran. Auch hierzu entstanden zahlreiche Dissertationen, die die vorbereitende Softwareplattform für diese Ergänzung des EXAPT-Systems bildeten. Gespeist wurde das Informationssystem INFOS durch ein weltweit organisiertes Untersuchungsprogramm, in dem einschlägige Forschungsinstitute in Belgien, Großbritannien, Italien, Deutschland und in den USA optimale Schnittbedingungen für gängige Werkstoffe untersuchten. Diese INFOS-

---

<sup>358</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik, S. 63 und S. 353 ff. Vgl. auch Spur 1991, S. 559.

<sup>359</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik, S. 356.

Datenbank wurde 1973 veröffentlicht und zusammen als Informationszentrum mit dem EXAPT-Technologieprozessor gekoppelt.<sup>360</sup>

Opitz hatte erkannt, dass die Entwicklung der NC-Maschinen eine bedeutende Neuerung für die Automatisierung von Werkzeugmaschinen darstellte. Um das Thema ganzheitlich zu betrachten, war die Entwicklung der dazugehörigen Software für ihn der nächste logische Schritt gewesen. Die Entwicklung der Programmiersprache erforderte eine umfassende Kenntnis der möglichen Fertigungsaufgaben. Dieses Problem konnte sowohl dem Umfang als auch der Komplexität nach nur von einem Team bearbeitet werden, das unter Berücksichtigung aller Gesichtspunkte und der technischen Möglichkeiten mit den Anwendern eine wirtschaftliche Lösung erarbeiten würde. Dies sah Opitz nur in einer Zusammenarbeit mit den Hochschulinstituten gewährleistet. Damit begründete er eine neue Art von Forschung: Die deutschen Hochschulinstitute der gleichen Fachrichtung sahen sich nicht mehr allein als Konkurrenten, sondern als Teil einer Forschungsgruppe. Die ursprüngliche Idee der HFG erhielt eine neue Dimension: Nun galt es nicht mehr, sich thematisch voneinander abzugrenzen, sondern – jeder als Experte auf seinem Forschungsgebiet – sich gegenseitig zu ergänzen. Diese Zusammenarbeit der universitären Gemeinschaftsforschung wurde über das EXAPT-Projekt hinaus fortgeführt.

#### **4.2.2 Effektive Netzwerke: Eine Voraussetzung für interdisziplinäre Forschung**

Der Gedanke von ganzheitlicher Zusammenarbeit in Netzwerken – innerhalb des WZL sowie gemeinsam mit Partnern aus der Hochschule und der Industrie – ist eine Arbeitsform, die am WZL schon lange etabliert war. Opitz muss sich bewusst gewesen sein, dass das WZL nur in einem stabilen Kooperationsnetzwerk den neuzeitlichen Anforderungen der Industrie gewachsen sein würde. Was zunächst aus wissenschaftlichem Forschungsdrang erfolgte, wurde nun zur Notwendigkeit, um einen internationalen Wissens- und Technologietransfer am WZL aufbauen zu können. Es fiel Opitz und seinen Mitarbeitern scheinbar nicht schwer, die Kontakte zu pflegen, die Netzwerke international auszuweiten und innerhalb des WZL und der Technischen Hochschule Aachen zu etablieren.

---

<sup>360</sup> Vgl. ebd., S. 357-359.



#### **4.2.2.1 Die Wissenschaftssociety**

Die Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen wurde für Opitz zunehmend wichtiger, weil sich die Anforderungen der Industrie vielschichtiger und internationaler wurden. Mit der zunehmenden Automatisierung, der Leistungs- und Qualitätssteigerung wurden immer mehr Problemlösungen mit neuesten Technologien gefordert. Die Forschungsaufgaben wurden komplexer und kostspieliger, so dass ihre Durchführung nur in enger Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungsinstituten möglich waren.

Für das WZL waren besonders Industrie- und Hochschulverbände, technisch-wissenschaftliche Vereine und Forschungsinstitutionen für eine Zusammenarbeit wichtig. Opitz gelang es schon in den frühen 1950er Jahren durch sein persönliches Engagement in vielen nationalen und internationalen Gremien eine Ebene für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zu schaffen. Auf dieser Basis konnte ein Wissens- und Technologietransfer erfolgen, der sich im Laufe der Jahre stabilisierte.

Im Bereich der Fertigungstechnik und des Werkzeugmaschinenbaus waren es z. B. der VDI mit seinen einzelnen Fachgruppen, der Verein Deutscher Elektroingenieure (VDE), der Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) mit seinen zahlreichen Ausschüssen einschließlich des Max-Planck-Institutes für Eisenforschung und das Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft, die eng mit dem WZL zusammenarbeiteten. Vor allem zwischen dem VDW als Forschungsträger und der HGF, der späteren WGP, fand eine enge und freundschaftliche Zusammenarbeit statt. Bei regelmäßig stattfindenden Treffen saßen Führungskräfte der Werkzeugmaschinenindustrie und ihre Spezialisten mit den Leitern der Hochschulinstitute, ihren Oberingenieuren und Assistenten an einem Tisch, um aktuelle Themen der Forschung und Lehre zu besprechen und zukünftige Forschungsvorhaben zu diskutieren.

Zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung wurde auf Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft im Jahre 1954 als Dachorganisation die AiF gegründet. Ziel war es, eine staatlich geförderte Forschungstätigkeit der kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie der gewerblichen Wirtschaft in der Bundesrepublik zu ermöglichen. Die Bereitschaft, gemeinschaftlich zu forschen, war aufgrund der immer schneller werdenden technologischen Entwicklungen und der Konkurrenz des internationalen Marktes gestiegen. Da sie keine eigene Forschung betreiben konnten, war für kleine und mittelständische Unternehmen die Gemeinschaftsfor-

schung die einzige Lösung und von existentieller Notwendigkeit, um am Markt bestehen zu können. Die Aufgabe des Wissenschaftlichen Rates der AiF, deren Vorsitz Opitz 1975 innehatte, bestand darin, den Informationsfluss zwischen Wissenschaft und Industrie zu fördern. Anregungen zu praxisorientierten Forschungsvorhaben kamen von den Industrieunternehmen, von den Hochschulinstituten, von Arbeitsgruppen oder vom technischen Ausschuss des VDW. Diese intensive Zusammenarbeit wurde auch nach Vergabe eines Forschungsauftrages an eines der Institute fortgesetzt, und zwar in Form von Arbeitsgruppen, bestehend aus Fachleuten der Industrie und Mitarbeitern der Forschungsinstitute. Informationen über laufende und abgeschlossene Projekte wurden über Verbandsmitteilungen, Fachpublikationen und auch Kolloquien veröffentlicht.<sup>361</sup>

Auch zu internationalen Institutionen pflegte Opitz gute Kontakte, wie beispielsweise zur 1951 gegründeten Internationalen Forschungsgemeinschaft für Produktionstechnik (Collège International pour l'Étude Scientifique des Techniques de Production Mécanique, CIRP) mit Sitz in Paris. Hier hatten sich auf internationaler Ebene Wissenschaftler aus Europa und Übersee mit dem Ziel der Förderung der internationalen wissenschaftlichen Forschung und des Gedankenaustausches zusammengeschlossen. Der persönliche Kontakt der Forscher bewies, so formulierte es Opitz 1964, dass Wissenschaft auch über nationale und politische Grenzen hinweg möglich sei. Opitz übernahm in den Jahren 1964 bis 1965 die Präsidentschaft von CIRP und in den Jahren 1966 bis 1968 die Präsidentschaft der Gruppe C (Zerspanungsforschung).<sup>362</sup>

#### 4.2.2.2 Der ‚Laborgeist‘

„Die Schüler von Adolf Wallichs sind stolz darauf, aus seiner Schule zu kommen. Die menschliche Atmosphäre, die er in diesem Kreis schuf, ist das besondere Kriterium eines Freundeskreises geworden, und ich bin sicher, daß dieser Kreis, der heute hier so zahlreich dem

---

<sup>361</sup> Vgl. Weck 1974, S. 40-46. Zur AiF vgl. auch Böttger 1993.

<sup>362</sup> Vgl. Opitz 1964, S. 235. Vgl. zur Geschichte der CIRP auch Remmerswaal 1991.

Verstorbenen die letzte Ehre erweist, das Vermächtnis stets hochhalten wird.“<sup>363</sup>

Mit diesen Worten würdigte Opitz seinen akademischen Lehrer Wallichs und dessen Lebenswerk, die Schaffung des WZL, in der Trauerrede bei dessen Tod im Mai 1959. Opitz war es in den Jahren gelungen, die beschriebene Arbeitsatmosphäre im Sinne seines Vorgängers Wallichs am WZL weiterzuführen. Diese Atmosphäre, also der gemeinsame, alles umfassende Handlungsrahmen, wird heute als Unternehmenskultur bezeichnet. Sie äußert sich bei starker Ausprägung in einer gemeinsamen Geisteshaltung und Denkweise aller Beteiligten und beeinflusst Handlungsweisen auf allen Hierarchieebenen und in allen Unternehmensbereichen. Eine spezifische Unternehmenskultur kann – so zeigen betriebswirtschaftliche Untersuchungen – den Erfolg steigern und zur Wettbewerbsfähigkeit erheblich beitragen.<sup>364</sup>

Am WZL herrschte eine Unternehmenskultur, die sich auf Wallichs' Grundprinzipien stützte: Die Idee des Miteinanders bzw. der ganzheitlichen interdisziplinären Bearbeitungsform hat sich im Laufe der Jahre zu einem gewissen ‚Netzwerk-Verständnis‘ weiterentwickelt. Dies zeigte sich zum einen deutlich in der neuen Organisationsstruktur des WZL ‚Alles unter einem Dach‘, die schon beschrieben wurde. Zum anderen zeigt sich die Unternehmenskultur in der Art und Weise des Umgangs miteinander – sei es auf fachlicher oder persönlicher Ebene.

Die fachliche Ebene war geprägt von der Art der Zusammenarbeit von Lehrern und Schülern, des Zusammenwirkens der verschiedenen Arbeitsgruppen und von der Gemeinschaftsarbeit mit anderen Instituten. Hier herrschten Gleichberechtigung und ein respektvoller Umgang untereinander. Opitz praktizierte zudem eine bemerkens-

---

<sup>363</sup> HAAc Akte 12139, Trauerrede von Herwart Opitz bei der Beisetzung von Wallichs am 21. Mai 1959. Vgl. zahlreiche Nachrufe z. B. HAAc Akte 13292 und Nachruf auf Adolf Wallichs 1959, S. 301. Die außergewöhnlichen Verdienste von Wallichs um Wissenschaft, Forschung und die akademische Lehre finden noch zu Lebzeiten die entsprechenden offiziellen Anerkennungen: So erhielt er am 10. April 1953 das Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland, vgl. dazu HAAc Akte 2732, Antrag mit Begründung vom Dekan der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik der Technischen Hochschule Aachen vom 25. Februar 1953. Vgl. auch HStA Düsseldorf NW O 824.

<sup>364</sup> Vgl. die theoretisch-betriebswissenschaftliche Untersuchung von Heinen 1997. Vgl. zum Aufbau einer Unternehmenskultur auch Schreyögg 2004, S. 23-35.

werte Personalpolitik: Jeder Assistent sollte möglichst in vier Jahren zur Promotion gebracht werden, d. h. zwei Jahre musste jeder einem älteren Assistenten zuarbeiten, um dann in den nächsten zwei Jahren selbstständig ein eigenes Projekt zu bearbeiten und darin zu promovieren. Diese Politik hatte zwei wichtige Effekte: Zum einen hatte das Institut bei den an einer Promotion interessierten Studenten einen sehr guten Ruf, was zu einem großen Angebot an neuen Mitarbeitern führte. Zum anderen lernten die Assistenten aufgrund der engen Zusammenarbeit zwischen Institut und Industrie viele Firmen kennen, die dann nach ihrer Promotion häufig die zukünftigen Arbeitgeber wurden. Denn die aus dem Hochschulinstitut hervorgegangenen Ingenieure wurden von der Industrie sehr geschätzt, da sie den Status des Anfängers in praxisnaher Forschung bereits hinter sich gelassen hatten.<sup>365</sup> Dies hatte nun wiederum den positiven Nebeneffekt einer engen Kooperation des Unternehmens, in dem der ehemalige Assistent nun tätig war, mit dem Institut. Durch diese ‚Platzierung seiner Schüler‘ sicherte Opitz die Zukunft des Institutes. Der ehemalige Oberingenieur Hans-Günther Rohs erinnert sich:

„Ich habe in meiner Industrietätigkeit des Öfteren von einer Bewunderung für diese ‚Opitz-Familie‘ gehört.“<sup>366</sup>

Das Miteinander auf persönlicher Ebene wird durch den am WZL verwendeten Begriff des ‚Laborgeists‘ widergespiegelt. Gemeint sind eine starke Identifizierung mit dem WZL und eine emotionale Verbundenheit zu Opitz. Die Assistenten beschrieben dies sehr passend zum 65. Geburtstag von Opitz:

„Unser Wunsch ist, daß Professor Opitz noch möglichst lange die mit der Forschung und Lehre verbundenen Aufgaben in der bewährten Weise und bei bester Gesundheit leiten möge. Danken möchten wir ihm dafür, daß er es sich und uns nicht leicht macht, daß er fördert und fordert, aber auch anerkennt, daß er schimpft, aber auch lacht, kurz – daß er unser Chef ist.“<sup>367</sup>

---

<sup>365</sup> Vgl. Jansen 1970, S. 33.

<sup>366</sup> Zeitzeugeninterview mit Hans-Günther Rohs am 13. Juni 2005.

<sup>367</sup> Stand und zukünftige Entwicklungen in der Produktionstechnik 1970, S. 8. Vgl. zum Laborgeist mit vielen Beispielen 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 69-75.

Diese Mischung aus Bewunderung und Respekt, Ehrgeiz für Lehre und Forschung, fröhlichem Feiern, das Verbundenheitsgefühl zu Opitz, dies alles bezeichneten die WZLER als ihren ‚Laborgeist‘. Dieser wurde gepflegt, getreu nach der Opitzens Lebensphilosophie, die schon Goethe formulierte: „Tages Arbeit, abends Gäste, saure Wochen, frohe Feste.“<sup>368</sup> Es kam häufig vor, dass sich alle nach der Arbeit im Postwagen oder bei Opitz zu Hause trafen und dort weiter fachsimpelten und kritisch diskutierten. Mitarbeiter, Studenten und Freunde waren immer willkommen. Opitz’ herzhaft, humorvolle Art und seine optimistische Persönlichkeit ermöglichten, dass die angenehmen Dinge des Lebens einen angemessenen Platz im Alltag der Mitarbeiter fanden. Gemeinsame Weihnachts- und Doktorfeiern oder auch die bunten Abende beim AWK hatten schon einen legendären Ruf und werden bis heute rege besucht, insbesondere von den Ehemaligen. Dieses Gemeinschaftsgefühl ging weit über die Grenzen des Institutes hinaus. Die Ingenieure aus der ‚Wallichs Schule‘, die später auch ‚Aachener Schule‘ genannt wurde, fühlten sich noch Jahre später dem Institut verbunden.<sup>369</sup>

### **4.3 Zwischenfazit: Der interdisziplinär orientierte Wissens- und Technologietransfer**

Nach Kriegsende und seiner Entnazifizierung übernahm Opitz ab 1948 bis 1973 die Leitung des WZL. Er orientierte sich zunächst wieder an den Strukturen der Weimarer Zeit und kontaktierte die Industrieunternehmen der Aachener Region und die rheinisch-westfälische Schwerindustrie als Auftraggeber und Transfernehmer für den Transferprozess. Damit griff er auf schon bestehende Netzwerkstrukturen zurück, die sein Vorgänger Wallichs eingerichtet hatte.

Die Jahre 1950 bis 1970 waren am WZL von den bedeutendsten Entwicklungen in der Produktionstechnik geprägt: Gemeint sind die Mechanisierung und die Automatisierung zur Produktivitätssteigerung. Dies war durchaus typisch für die Zeit des Wirtschaftswunders, denn der allgemeine Zuwachs ist auf die erheblichen Ausgaben für

---

<sup>368</sup> Zit. nach Stand und zukünftige Entwicklungen in der Produktion 1970, S. 12.

<sup>369</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik, S. 69-75; besonders auch die Zeitzeugeninterviews mit Karl Schwiigelshohn am 4. Oktober 2005, mit Tilo Pfeifer am 1. Dezember 2003 und mit Walter Eversheim am 22. Oktober 2003.

Forschung und Entwicklung des Wirtschaftssektors zurückzuführen. Die technologischen Neuentwicklungen und die neuzeitlichen Anforderungen aus der Industrie erforderten eine für das WZL bekannte ganzheitliche, sprich interdisziplinäre Betrachtungsweise, die sich auf eine zunehmend internationaler werdende Ebene ausrichten musste.

Ein Wissens- und Technologietransfer konnte in den Nachkriegsjahren allerdings erst langsam wieder aufgebaut werden. Nach Kriegsende waren es die Reparationsforderungen und strengen Kontrollen der Alliierten, die die technologische Weiterentwicklung der Werkzeugmaschinenindustrie einschränkten. Dies war durchaus nachvollziehbar: Denn insbesondere die Werkzeugmaschinenindustrie und die entsprechenden Forschungseinrichtungen hatten sich an den Kriegsvorbereitungen der Nationalsozialisten orientiert.

Die Wissenschaftler und Ingenieure beriefen sich auf ihre eigene Neutralität und auf die unpolitische Funktionsbestimmung der Wissenschaft. Ihrem Selbstverständnis nach hatten sie als ‚wertfreie‘ Fachleute allein nach fachlichen Maßstäben gehandelt und im besten Sinne dem deutschen Staat gedient – ungeachtet der Regierungsform. Sie wurden zum Teil in diesem Selbstverständnis bestärkt, da die Alliierten ebenfalls zwischen Forschung und den Folgen ihrer Anwendung unterschieden. Die Reparationsleistungen wurden zum einen durch die Beschlagnahmung von deutschen Technologien geleistet, zum anderen durch die Anwerbung deutscher Fachleute. Auch Herwart Opitz wurde umworben. Sein Entnazifizierungsprozess nahm jedoch eine entscheidende Wende, die dazu führte, dass Opitz ab März 1948 wieder als Hochschullehrer tätig sein durfte.

Opitz entwickelte im Laufe der Jahre ein Talent, die Marktbedürfnisse der jeweiligen Zeitumstände zu erkennen sowie neue Tendenzen und bedeutsame Entwicklungen in der Produktionstechnik gezielt zu erfassen. Seine Prinzipien der Industrienähe, der Wirtschaftlichkeit und der ganzheitlichen Betrachtungsweise ermöglichten seinen Mitarbeitern eine breit gefächerte, sich an aktuellen Themen orientierende Ausbildung. Damit wurde der aktuelle technologische Wissenstand am WZL direkt für den Bereich der Lehre genutzt und den Studenten vermittelt. Das WZL entwickelte sich somit zu einer der besten Ausbildungsstätten. Die Absolventen durchliefen eine praxis- und wissenschaftsverbindende Ingenieurausbildung und waren anschließend

direkt in der Industrie einsetzbar. Dies erinnert an die Wallichs-Schule, die mit dieser Zielsetzung gegründet wurde.

Ob es nun die wenigen Forschungseinrichtungen im Nachkriegsdeutschland waren, an die sich Unternehmen wenden konnten, oder ob es Opitz' Forschungsdrang gewesen war, neue Entwicklungen aufzugreifen oder seine Begeisterungsfähigkeit für aktuelle Forschungsbereiche – der Grund für sein Handeln ist heute nicht mehr nachvollziehbar. Festzuhalten bleibt jedoch, dass immer neue Forschungsthemen im Sinne der Wissenskultur hinzukamen, die von der immer größer werdenden Mitarbeiterschaft bearbeitet wurde.

Die vielfältigen, neuen Fragestellungen, die in einem technologischen Fertigungsprozess auftraten, veränderten nicht nur die Produktionstechnik, sondern auch die Forschungsbedürfnisse der Industrie. Wie das beschriebene Beispiel der spanabhebenden Bearbeitung gezeigt hatte, wurde eine interdisziplinäre Zusammenarbeit immer notwendiger, um eine zufriedenstellende Lösung für die Industrie zu erarbeiten. Um eine enge Abstimmung und einen aktuellen Informationsaustausch zu gewährleisten, beschloss Opitz Mitte der 1950er Jahre, die Organisationsstruktur am WZL neu zu durchdenken. Er setzte vier Oberingenieure ein, die sich jeweils auf ein Fachgebiet spezialisierten. Mit den Experten in den vier Abteilungen Betriebsorganisation, Untersuchung der Bearbeitungsverfahren (Fertigungstechnik), Konstruktive Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Automatisierung von Werkzeugmaschinen konnten alle Probleme, die in einem Werkzeugmaschinenunternehmen auftreten konnten, im WZL bearbeitet werden. Das Motto ‚Alles unter einem Dach‘ erlaubte eine interdisziplinäre Bearbeitung aller technologischen Fragestellungen und war an einer technischen Hochschule einzigartig. Mit dieser ganzheitlichen interdisziplinären Organisationsstruktur prägte Opitz die besondere Netzwerkkultur innerhalb des WZL über die Abteilungsgrenzen hinaus und legte die Grundlage für die spätere Einrichtung der drei bzw. vier Lehrstühle am WZL.

Um in den Nachkriegsjahren die ersten Kontakte zur Werkzeugmaschinenindustrie zu knüpfen und trotzdem in den von den Alliierten auferlegten Rahmenbedingungen forschen zu können, hatte Opitz am WZL eine neue Form von Informationstransfer entwickelt: Das AWK wurde im Juni 1948 als Plattform für regelmäßigen Informationsaustausch eingerichtet. Zunächst war das Kolloquium ein Versuch gewesen, wieder eine Art wissenschaftlichen Austausch für den Werkzeugmaschinenbau nach

dem Zweiten Weltkrieg aufzubauen. Doch es entwickelte sich schnell zu einem international anerkannten Kongress, bei dem aktuelle Fragestellungen im Maschinenbau diskutiert wurden.

Die von Wallichs initiierte Zusammenarbeit zwischen Industrieunternehmen der Aachener Region und dem Hochschulinstitut wurde mit dem AWK nicht nur wieder aufgegriffen und weitergeführt, sondern erhielt einen institutionellen, sprich wissenschaftlichen Rahmen. Es entstand ein institutionalisiertes Gesprächsforum zum Austausch von Erfahrungen zwischen Herstellern, Anwendern und Forschungsinstitut. Das WZL übernahm hierbei bewusst eine Art Beratungsfunktion: Beim AWK konnten die richtigen Forschungsfragen für den Bedarf der kleinen und mittelständischen Industrieunternehmen der Region gestellt werden, die selber keine Forschung betreiben konnten. Aber auch nationale und internationale Hersteller von Werkzeugmaschinen diskutierten mit Wissenschaftlern über die internationalen Marktbedürfnisse und technologischen Entwicklungen.

Das AWK entwickelte sich im Laufe der Jahre zu einer regelrechten Leistungsschau des WZL: Hier konnten sich interessierte Partner über die Forschungs- und Dienstleistungsangebote am WZL informieren. Das WZL war das einzige Hochschulinstitut, dass eine Bearbeitung aller in einem Produktionsunternehmen auftretenden Aufgaben leisten konnte und damit auf fast alle sich ergebenden Forschungsfragen aus der Industrie adäquat reagieren konnte. Das unverwechselbare Konzept ‚Alles unter einem Dach‘ funktionierte. Dabei ging es jedoch nicht darum, alle Forschungsbereiche vollständig zu bearbeiten und den anderen Hochschulinstituten Konkurrenz zu machen. Im Gegenteil: Gemeinschaftsforschung und Kooperation mit anderen Hochschulinstituten und Forschungseinrichtungen waren für Opitz im Sinne der Netzwerk- und Wissenskultur ein notwendiges Muss.

An den Forschungsthemen Zahnrad- und Getriebeuntersuchungen sowie NC-Maschinen mit der Entwicklung der Software EXAPT konnte exemplarisch aufgezeigt werden, wie Gemeinschaftsforschung am WZL funktionierte und welchen Stellenwert diese für den Wissens- und Technologietransfer hatte. Eine Form der Gemeinschaftsforschung war die intensive Zusammenarbeit in den Arbeitskreisen. Hier schlossen sich Firmen zusammen, die gemeinsam mit dem WZL aktuelle Fragestellungen und Forschungsaufgaben definierten, die dann ganzheitlich mit und vom WZL bearbeitet wurden. Dies nutzten vor allem kleine und mittelständische Industriepart-



ner der Region, aber auch große international tätige Firmen, die den Vorteil der vorwettbewerblichen Forschung am WZL für sich nutzten. Denn diese Art von Gemeinschaftsforschung setzte Aufgabenstellungen voraus, die über den Interessenkreis eines einzelnen Mitglieds hinaus von Interesse waren. Dies konnten Aufgaben bestimmter Gruppen sein, sogenannte Querschnittsaufgaben für ein ganzes Fachgebiet oder Aufgaben von allgemeinem Interesse. So wurden – wie bei dem WZL-Getriebekreis ausführlich beschrieben – Industrieunternehmen aus verschiedenen Branchen, mit unterschiedlichen Größen und Anwendungsgebieten zusammengebracht. Jedes Mitglied des Arbeitskreises brachte ein spezielles Wissenspotenzial mit. Diese Gemeinschaftsforschung mit branchenübergreifenden Unternehmen ermöglichte neben dem ganzheitlichen Forschungsansatz zudem neue Blickwinkel der Bearbeitungsmöglichkeiten, verhinderte Parallelentwicklungen und konnte durchaus neue und überraschende Ergebnisse erzielen. Die Beratungen der Forschungsvorhaben brachten Führungskräfte der Werkzeugmaschinenindustrie und ihre Experten mit Professoren und deren Mitarbeiter an einen Tisch. Dies brachte den Mitarbeitern am WZL einen nicht zu unterschätzenden Vorteil: Die Konfrontation mit Problemen der technischen Praxis stellte für die jungen Ingenieure einen unschätzbaren Nutzen und eine einzigartige Weiterbildungsmöglichkeit dar. Zudem lernten sie unterschiedliche Unternehmen und mögliche zukünftige Arbeitgeber kennen.<sup>370</sup>

Die gemeinsame Entwicklung der deutschen Programmiersprache EXAPT Anfang der 1960er Jahre war ein vorbildliches Beispiel für eines der vielen Gemeinschaftsprojekte mit HGF-Instituten und internationalen Forschungseinrichtungen. Für das WZL bedeutet dieses Projekt die Begründung einer neuen Form des Wissens- und Technologietransfers: Zum einen beschäftigte man sich nun mit einer ganz neuartigen Forschungsrichtung, nämlich der Entwicklung und Erprobung von Software, zum anderen wurde der Grundstein für eine neue interdisziplinäre Gemeinschaftsforschung mit deutschen Hochschulinstituten gelegt. Hierbei war es Opitz gelungen, dass die deutschen Hochschulinstitute der gleichen Fachrichtung sich nicht mehr einzig als Konkurrenten betrachteten, sondern als Teil einer Forschungsgruppe. Die

---

<sup>370</sup> An dieser Stelle sei an die Theorie von Abelshauer zum deutschen Korporatismus erinnert. Abelshauer begründet den Erfolg des deutschen Wirtschaftswunders mit dem korporativen, durch Netzwerke und Informationsaustausch geprägten sozialen System der Produktion, vgl. Abelshauer 2004, S. 59.

ursprüngliche Idee von Wallichs, der 1937 die HFG gründete, erhielt eine neue Dimension: Nun galt es nicht mehr, sich thematisch voneinander abzugrenzen, sondern sich wissenschaftlich zu ergänzen, um gemeinsam ganzheitliche Lösungen zu generieren.

Der Gedanke einer ganzheitlichen Zusammenarbeit in Netzwerken war bei Opitz stark ausgeprägt. Diese von Wallichs begonnene Arbeitsform führte Opitz am WZL weiter – sei es innerhalb des WZL oder gemeinsam mit Hochschul- oder Industriepartnern. Im sozialwissenschaftlichen Verständnis beruht der Netzwerkgedanke darauf, dass sich alle Partner auf ein gemeinsames Ziel verpflichten, zu deren Realisierung jeder Partner einen Beitrag leistet. Dabei gilt es die technologischen und personellen Ressourcen und Kompetenzen zu bündeln und gemeinschaftlich zu nutzen. Wenn sich zwischen den Beteiligten eine vertrauensvolle Beziehung entwickelt hat, können Netzwerke eine hohe Produktivität und Dynamik entfalten.<sup>371</sup>

Es ist anzunehmen, dass Opitz den Netzwerkgedanken als eine Möglichkeit gesehen hatte, die Forschung effektiv voranzutreiben. Die breite Erkenntnis, die durch Gemeinschaftsforschung, durch den Austausch von Ideen in Arbeitskreisen und Netzwerken, gewonnen werden konnte, scheint wichtiger gewesen zu sein, als das Bedürfnis, für seine Leistung individuell anerkannt zu werden. Das stabile Kooperationsnetzwerk und die damit einhergehende Generierung von Wissen sollten dazu beitragen, dass das WZL und der stattfindende Wissens- und Technologietransfer auf die neuzeitlichen Anforderungen der immer internationaler werdenden Werkzeugmaschinenindustrie vorbereitet war.

Die Netzwerkkultur, die im fachlichen Bereich eine Grundvoraussetzung für erfolgreiche Forschung war, wurde ebenso als fester Bestandteil der Unternehmenskultur am WZL gepflegt. Die Unternehmenskultur stützte sich auf die Grundprinzipien von Wallichs. Es war die Idee des Miteinanders bzw. der ganzheitlichen interdisziplinären Betrachtungsweise, die sich im Laufe der Jahre zu einem gewissen ‚Netzwerk-Verständnis‘ weiterentwickelt hatte und die sich in der Organisationsstruktur ‚Alles unter einem Dach‘ widerspiegelt. Auf persönlicher Ebene war die Unternehmenskultur – der sogenannte ‚Laborgeist‘ – von einer starken Identifizierung mit dem WZL und einer emotionalen Verbundenheit mit Opitz geprägt. Sie führte dazu, dass eine

---

<sup>371</sup> Vgl. Weyer 2000, S. 2.



## **5 Der institutionell orientierte Wissens- und Technologietransfer für den internationalen Markt (1973-2006)**

In den 1970er Jahren standen die meisten Staaten der Welt vor schweren wirtschaftlichen Herausforderungen – so auch die Bundesrepublik Deutschland. Die Ölpreiskrisen von 1973 und 1979, die knapper werdenden Energien und die erkennbar werdenden Umweltprobleme dämpften den Fortschrittsglauben. Ein wirtschaftliches Wachstum – das Leitmotiv der westdeutschen Nachkriegsgeschichte – war nun nicht mehr selbstverständlich: In den westlichen Industriestaaten wuchsen die Arbeitslosigkeit und die Verschuldung der öffentlichen Haushalte. Im komplexer werdenden Weltwirtschaftssystem reagierten die Börsen empfindlich auf jede politische und ökonomische Krise. Die zunehmende Globalisierung verstärkte die Abhängigkeit vom Weltmarkt, womit die nationale Geld- und Währungspolitik immer stärker eingeschränkt wurde.<sup>372</sup>

Parallel zur wirtschaftlichen Lage erlebte das Verhältnis von Wissenschaft und Staat in Deutschland Ende des 20. Jahrhunderts eine grundlegende Erneuerung: Wissenschafts- und Technologiepolitik wurden zentrale Elemente der bundesdeutschen Politik und der Unternehmensführung von großen Konzernen.<sup>373</sup> Der Wandel des bundesdeutschen Innovationssystems in den sogenannten langen 1970er Jahren begann schon mit einer aktiven staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik zur Mitte der 1960er Jahre und reichte bis zum Ende der Sozialliberalen Koalition 1982.<sup>374</sup>

Die ungünstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der 1970er Jahre schürften nun die skeptische Grundstimmung der Bevölkerung gegenüber den hohen Investitionen in Technik, Forschung und Entwicklung. Der Vorwurf, die technischen Hochschulen müssten aus ihrem Elfenbeinturm herauskommen und sich ihrer gesellschaftlichen Bedeutung bewusst werden, verstärkte sich: Die Hochschulen mussten darauf reagieren. Während noch in den 1960er Jahren die Kooperation zwischen Hochschulen und Industrie mehr als eine Gefahr für die Freiheit der Lehre und Forschung gesehen und stattdessen die Bildungsaufgabe betont wurde, wurden ab den

---

<sup>372</sup> Vgl. Abelshauser 2004, S. 275 ff., S. 436 ff.

<sup>373</sup> Vgl. Felt 1995, S. 208.

<sup>374</sup> Vgl. Trischler 2001, S. 49.

1970er Jahren systematische Anstrengungen unternommen, um diese Zusammenarbeit auszuweiten und die Effizienz der Hochschulforschung zu beweisen (Kapitel 5.1).

Auch die Wissenschaftler am WZL mussten sich den neuen Bedingungen stellen. Zum einen mussten sie der Forderung nach Effizienz gerecht werden und zum anderen sollte der Wissens- und Technologietransfer am WZL nun auf die immer internationaler agierenden Unternehmen ausgerichtet werden (Kapitel 5.2). Dabei stellen sich folgende Fragen: Wie hat man am WZL auf diese gesellschaftspolitischen Veränderungen reagiert? Welche Auswirkungen hatte die Nachfolgeregelung auf die Strukturen des WZL? Welche Vorteile für den international ausgerichteten Wissens- und Technologietransfer brachte die Aufgliederung in drei bzw. vier Lehrstühle am WZL? Welche Bedeutung spielte in dieser Phase die Gemeinschaftsforschung? Mit welchen Mitteln wurde versucht, eine effizientere Zusammenarbeit zu gestalten? Welche institutionellen Veränderungen waren notwendig, um den Herausforderungen des beginnenden Strukturwandels in der Aachener Region zu begegnen?

War der Wissens- und Technologietransfer seit 1945 verstärkt interdisziplinär ausgerichtet gewesen, um eine breite Anzahl von Transfernehmern zu erreichen, so veränderte sich die Struktur des WZL im Betrachtungszeitraum 1973 bis 2006 umfassend. Um den immer internationaler werdenden Herausforderungen angemessen begegnen zu können, begannen strategische Veränderungen und Ausweitungen der Strukturen: Das WZL als Transfergeber vergrößerte sich institutionell.

### **5.1 Historische Einführung: Zielgerichtete Wissenschaftsförderung für den globalen Wettbewerb**

Die 1970er Jahre stellten eine wichtige Zäsur in der Kooperation von universitärer Forschung und Industrie dar: In Deutschland wurden Forderungen nach einem gezielten Wissens- und Technologietransfer laut und es begann eine aktive staatliche Forschungs- und Technologiepolitik, die sich auf die Universitäten, die technischen Hochschulen und die außeruniversitären Forschungseinrichtungen auswirkte.<sup>375</sup>

Dieser Wandel des bundesdeutschen Innovationssystems in den sogenannten langen 1970er Jahren muss im Kontext der ‚technologischen Lücke‘ zwischen den USA

---

<sup>375</sup> Vgl. ebd. Vgl. auch Schmoch 2003a, S. 339.

und Europa verstanden werden. Der offensichtliche wirtschaftliche und technologische Rückstand gegenüber den Vereinigten Staaten bestimmte in den folgenden Jahren die Forschungslandschaft. Die Diskussion beruhte auf einer Überbewertung des amerikanischen Vorsprungs in einigen wenigen Hochtechnologiebereichen wie Flugzeugbau, Raumfahrt und Mikroelektronik. Die Forderung nach einer aktiven, vom Bund getragenen Forschungs- und Technologiepolitik des Staates wurde intensiver und die Bundesregierung stellte sich der „amerikanischen Herausforderung.“<sup>376</sup>

Neben der ‚technologischen Lücke‘ waren es jedoch auch die Debatten um den ‚Ingenieurmangel‘ und die ‚deutsche Bildungskatastrophe‘ der 1960er Jahre, die dazu geführt hatten, dass Reformkonzepte angeregt wurden. Reformbefürworter stilisierten die Zahl der Ingenieure zu einer ‚Lebensfrage der Zukunft‘ und verwiesen gleichzeitig auf die geringen Ausbildungskapazitäten in Europa. Als quantitatives Vorbild diente zu jener Zeit die Sowjetunion, in der viermal so viele Universitätsingenieure ausgebildet wurden wie in Westeuropa.<sup>377</sup>

Mit dem Vorsatz, dass Universitäten und technische Hochschulen vorrangig Ausbildungsinstitutionen seien und vielen Studenten möglichst rasch qualifizierte Abschlüsse ermöglichen sollten, wurden kurz- und langfristige Maßnahmen entwickelt: Die Forschungsförderung wurde durch gesetzliche Strukturen dauerhaft gesichert und durch Neugründungen von technischen Hochschulen gefestigt.<sup>378</sup>

Die Studentenproteste von 1968 sind im Rahmen dieser längst überfällig gewordenen Reformen zu sehen. Der Modernisierungsschub hatte seinen Höhepunkt in den frühen 1970er Jahren erreicht. Die technischen Hochschulen erfuhren einen beachtlichen Ausbau: Das wissenschaftliche Personal wurde verdreifacht und die Ausgaben für den Hochschulbereich waren extrem gestiegen.

---

<sup>376</sup> Ebd. Vgl. auch Trischler 1999b, S. 11-13 und Heßler 2005, S. 77.

<sup>377</sup> Vgl. Handel 2001, S. 280-281. Vgl. zur deutschen Bildungskatastrophe besonders Picht 1964.

<sup>378</sup> Vgl. Handel 2001, S. 280-282, z. B. die Neugründung der Ruhr-Universität Bochum. Vgl. Turner 2001, hier S. 21 mit konkreten gesetzlichen Maßnahmen: 1957 Errichtung eines Wissenschaftsrates für den Hochschulbereich; 1968 Einführung des neuen Hochschultyps Fachhochschule; 1969 Änderung des Grundgesetzes, der Bund erhielt nun bildungspolitische Kompetenzen im Hochschulbereich; 1971 Bundesausbildungsförderungsgesetz; 1976 Hochschulrahmengesetz.

Doch die Reformpolitik fand ihre Grenze in der Stabilitätspolitik. Ereignisse, wie beispielsweise die Ölkrise von 1973, führten zu einer allgemeinen Verknappung der Geldmittel, die sich u. a. auch an den Universitäten und technischen Hochschulen bemerkbar machte. Zugleich wurden die Abhängigkeiten und Anfälligkeiten der modernen Industriegesellschaften deutlich. Die zunehmende Knappheit der öffentlichen Mittel und eine veränderte Prioritätensetzung zum Nachteil des Bildungssektors ließen die Veränderungen schnell erkennbar werden. Ein schrittweise einsetzender Stimmungswandel wurde spürbar. Diese veränderte politische und wirtschaftliche Lage erschütterte den Fortschrittsglauben und die Wissenschaftsorientierung der 1960er Jahre.<sup>379</sup>

Martina Heßler stellt fest, dass hier eine Ära zu Ende ging, die durch Vertrauen in die Wissenschaft und ihre Problemlösungskapazitäten, durch eine starke Orientierung an Grundlagenforschung und durch eine starke Rolle des Staates gekennzeichnet war. Dieser in den 1970er Jahren begonnene Wandel entwickelte sich in den 1980er und 1990er Jahren schließlich zur Forderung nach konkreten Lösungen für gesellschaftliche, medizinische, ökologische und technische Probleme.<sup>380</sup>

Dem Symbol für diese Zeit – „Wissenschaft im Zustand der Stagnation“<sup>381</sup> – wurde mit aktiver Förderung des Wissens- und Technologietransfers begegnet. Für die Politiker wurde der Begriff des Wissens- und Technologietransfers zum Hoffnungsträger stilisiert, mit dem jegliche politische und ökonomische Strukturkrise bewältigt und die globale Wettbewerbsfähigkeit gesteigert werden würde.<sup>382</sup> Das damalige Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie fungierte als wichtigste öffentliche Finanzquelle. So wurden Großforschungseinrichtungen, nationale Schwerpunktprogramme sowie internationale F&E-Beitragsverpflichtungen gefördert. Vor diesem Hintergrund ist auch die Etablierung der Fraunhofer-Gesellschaft 1973 als anwendungs- und transferorientierte Forschungseinrichtung zu sehen. Von ihr wurde ein rascher Transfer von praxisorientierten Forschungsergebnissen in die In-

---

<sup>379</sup> Vgl. ebd., S. 23-25.

<sup>380</sup> Vgl. Heßler 2005, S. 66, S. 77.

<sup>381</sup> Felt 1995, S. 216 f.

<sup>382</sup> Vgl. Kreibich 1986, S. 418.

dustrie und somit ein kurzfristiger Nutzen erwartet.<sup>383</sup> Während die MPG ihren Schwerpunkt in der Förderung von Forschungsinstitutionen hatte, die von ihr selbst errichtet und geführt wurden, konzentrierte sich die DFG auf die Unterstützung der Grundlagenforschung im universitären Rahmen.<sup>384</sup>

Auch die Universitäten und technischen Hochschulen versuchten, ihre ‚Nützlichkeit‘ unter Beweis zu stellen und gründeten eigenständige Einrichtungen mit der Aufgabe, den Wissens- und Technologietransfer mit der Industrie zu verbessern. Diese Maßnahmen sollten insbesondere die kleinen und mittelständischen Unternehmen erreichen, bei denen eine besondere Ferne zur Universitätswissenschaft festzustellen war. So wurden beispielsweise 1980 als eine der ersten die Technologietransferstelle an der Technischen Universität Berlin und das Büro Technologie-Transfer an der RWTH Aachen gegründet. Diese Technologietransferstellen griffen zum Teil auf schon bekannte Instrumente des Technologietransfers zurück: Informationsvermittlung und Beratung, Personaltransfer, Angebote zur Weiterbildung durch Seminare und Workshops sowie Einladungen zu Messe-Ausstellungen. Neu dagegen waren die Bemühungen, technologieorientierte Unternehmensgründungen und Spin-off-Gründungen zu unterstützen. Junge Unternehmer konnten sich an Gründerzentren, wie dem Berliner Innovations- und Gründerzentrum, oder an die AGIT wenden. Hier erhielten sie Informationen und Beratung, konkrete Ansprechpartner in für ihren Fachbereich interessanten Firmen und Universitätsinstituten sowie die Möglichkeit, bestimmte Infrastruktureinrichtungen gemeinsam zu nutzen.<sup>385</sup>

Parallel zu den von den technischen Hochschulen durchgeführten Maßnahmen wurden im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft in den Jahren 1983 bis 1986 breite Untersuchungen durchgeführt, um die Funktionalität des Trans-

---

<sup>383</sup> Vgl. Schmoch 2003a, S. 339. Vgl. auch Szöllösi-Janze 1999, S. 46-47 und Felt 1995, S. 209, S. 215. Zur Fraunhofer-Gesellschaft vgl. Trischler 1999a.

<sup>384</sup> Vgl. Felt 1995, S. 220 f. Zur Arbeitsteiligkeit der bundesdeutschen Forschungslandschaft zwischen Bund und Ländern vgl. Trischler 2001, S. 54. Zur weiteren Entwicklung der außeruniversitären Forschungslandschaft vgl. Mutert 2000, hier besonders S. 54-58 mit weiteren Literaturhinweisen. Zu Großforschungseinrichtungen vgl. Ritter 1992.

<sup>385</sup> Vgl. König 1990, S. 39-40. Vgl. auch Fromhold-Eisebith 1992, S. 4: Die Ruhr-Universität Bochum hatte schon 1975 ein Transferbüro namens Unikontakt eingerichtet.



ferprozesses zu überprüfen.<sup>386</sup> Diese wissenschaftlichen Analysen führten zu weiteren Fördermaßnahmen, die u. a. die Einführung von Technologietransferstellen an jeder deutschen Hochschule zur Folge hatten. Weiterhin gab es seit Mitte der 1980er Jahre erste Initiativen, Forschungsinstitute außerhalb des rechtlichen Rahmens der Hochschule als angelagerte Institute zu gründen, die über vertragliche Beziehungen und personelle Verflechtungen in enger Beziehung zur jeweiligen Hochschule standen. Diese sogenannten An-Institute haben sich mittlerweile zu einem wichtigen Element der deutschen Forschungslandschaft entwickelt.<sup>387</sup>

Trotz dieser vielfältigen forschungspolitischen Maßnahmen blieb der Wissens- und Technologietransfer auch in den 1990er Jahren in der Diskussion und es wurden nach wie vor Defizite beklagt. Die Kritiker bemängelten hauptsächlich die fehlende Effizienz der Technologietransferstellen und machten neue Vorschläge z. B. zur Stärkung des Patentwesens an technischen Hochschulen oder zur Erleichterung von Unternehmensausgründungen.<sup>388</sup> Gleichzeitig fand ein grundsätzlicher Wandel im Aufgabenfeld der Universitäten und technischen Hochschulen statt. Die Bundesregierung hatte 1997 in ihrem Entwurf zur Novellierung des Hochschulrahmengesetzes den Wissens- und Technologietransfer für den Aufgabenkatalog vorgesehen: Im endgültigen Gesetzestext von 1998 wurde ausdrücklich verankert, dass technische Hochschulen den Wissens- und Technologietransfer zu fördern haben.<sup>389</sup>

Anfang des 21. Jahrhunderts startete die Bundesregierung eine langfristig angelegte Innovationsinitiative, die die Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Industrie stärken soll. Im Juni 2005 beschlossen Bund und Länder die Exzellenzinitiative für die technischen Hochschulen sowie den Pakt für Forschung und Innovation. Die beiden von der Bundesregierung initiierten Programme sollten zuverlässige Bedingungen für Wissenschaft und Forschung schaffen und die Spitzenforschung – gemeint

---

<sup>386</sup> Zu den Untersuchungen vgl. Allesch 1984, Allesch 1986, S. 66-81, Kayser 1987, S. V-VII und Allesch 1988. Vgl. auch Selmayr 1989 und Elle 1998. Zum Technologietransfer im vereinten Deutschland vgl. Allesch 1991.

<sup>387</sup> Vgl. Schmoch 2003a, S. 340.

<sup>388</sup> Vgl. ebd., S. 341.

<sup>389</sup> Vgl. Schmoch 2000, S. 76, besonders Fußnote 31.

ist universitäre und außeruniversitäre Forschung – in Deutschland langfristig sichern.<sup>390</sup>

Die Vermittlung von Forschungsergebnissen zum Nutzen der Gesellschaft ist im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts immer wichtiger geworden. Der Wissens- und Technologietransfer wurde nicht nur zur expliziten Aufgabe jeder deutschen Universität und Hochschule deklariert, sondern auch durch neue staatliche Initiativen immer wieder gezielt unterstützt: Sei es mit der Einrichtung von Technologietransferstellen in den 1980er Jahren oder durch die Exzellenzinitiative für die technischen Hochschulen und den Pakt für Forschung und Innovation von 2005.

## **5.2 Die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers am WZL von 1973 bis 2006: Die Internationalisierungsphase**

Anfang der 1970er Jahre stand der Wissens- und Technologietransfer am WZL vor neuen Herausforderungen. So mussten sich die Wissenschaftler am WZL auf die neuen Bedingungen der Forschungs- und Technologiepolitik einstellen und technisch realisierbare Lösungen für die anstehenden Probleme finden, die die Innovationen in der Fertigungstechnik mit sich brachten. Als Assistenten und später als Oberingenieure am WZL hatten die vier Nachfolger von Opitz die entsprechenden Transferwege kennen und schätzen gelernt. Ein Ziel des Vierer-Direktoriums war es nun, diese Tradition fortzusetzen und für das eigene Forschungsgebiet zu erweitern.

Es galt aber auch, in einer Zeit der wirtschaftlichen Stagnation und öffentlichen Kritik an Forschung und Wissenschaft neue Möglichkeiten zu suchen, Hochschulforschung zu betreiben und sie zur Anwendung der Industrie zur Verfügung zu stellen. Denn auch die Industrieunternehmen veränderten sich: Sie begannen nun, verstärkt international tätig zu werden. Durch den technischen Fortschritt, die Liberalisierung des Kapitalverkehrs und die Deregulierung der Handelsströme erfuhr der Prozess der Globalisierung eine starke Beschleunigung, der durch politische Maßnahmen in den einzelnen Ländern aktiv gefördert wurde.<sup>391</sup>

---

<sup>390</sup> Vgl. Pressemitteilung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vom 23. Juni 2005, Nr. 147/2005.

<sup>391</sup> Vgl. Harre 2006, S. 30 ff: Globalisierung bezeichnet den Prozess der Zunahme nationenübergreifender wirtschaftlicher, kultureller und sozialer Beziehungen, der mit einer Konvergenz von

Darauf musste das Institut reagieren: Es begann ein umfassender Veränderungsprozess am WZL. Mit institutionellen Erweiterungen intensivierten die Professoren nicht nur die Forschungsleistungen in ihren Bereichen, sondern trugen dazu bei, dass sich das WZL als Transferegeber entscheidend wandelte, sprich vergrößerte.<sup>392</sup> Diese Maßnahmen dienten einerseits dazu, der Forderung der Gesellschaft nach Effizienz nachzukommen und andererseits, den bisherigen Wissens- und Technologietransfer in einen Prozess umzuwandeln, der den internationaler werdenden Anforderungen standzuhalten vermochte.

Die Umstrukturierung des WZL von 1973 in ein Institut mit drei Lehrstühlen und einem Lehr- und Forschungsgebiet kann als Beginn des Veränderungsprozesses am WZL verstanden werden (Kapitel 5.2.1).

Nur durch die Intensivierung der internationalen Gemeinschaftsforschung mit anderen Instituten, mit Forschungseinrichtungen und in Arbeitskreisen mit nationalen und internationalen Industriepartnern sahen die Forscher am WZL eine Möglichkeit, den künftigen Anforderungen des globalen Wettbewerbs standhalten zu können. Während in der Politik eine intensivere Zusammenarbeit zwischen technischen Hochschulen und Industrie gefordert und überlegt wurde, wie diese am besten auszusehen hatte, setzte man sich am WZL kurzerhand mit den Industrievertretern zusammen und besprach die bestehenden Probleme (Kapitel 5.2.2).

Seit den 1980er Jahren konzentrierten sich die Professoren darauf, das WZL mit Hilfe von neuen Institutionen kontinuierlich auszubauen; dies geschah im Rahmen des beginnenden Strukturwandels des Aachener Raums von einer klassischen Bergbau- zur modernen Technologieregion. Dazu zählen die Gründungen des Fraunhofer IPT (1980), das Engagement bei der Gründung der AGIT (1983) und für Spin-off-Gründungen, die Einrichtung des ersten Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement in Deutschland (1988) sowie des Aachener Demonstrationslabors für integrierte Produktionstechnik ADITEC (1992). Auf diese Weise konnte das

---

Handlungen, Werten und Kulturen und damit mit einer Einebnung nationaler Differenzen einhergeht. Zum Thema Globalisierung vgl. auch Walter 2006, besonders Kapitel XIV.

<sup>392</sup> In den weiteren Ausführungen werden nur die Transferwege dargestellt, die auf die Weiterentwicklung des WZL hinweisen. Alle bisherigen Transferwege wie z. B. das AWK, die internen Netzwerkstrukturen oder die Nachfolgestrukturen wurden vom neuen Direktorium weitergeführt, vgl. dazu besonders 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 90 ff.

Wissen am WZL effizient gebündelt und eine breiter angelegte Forschung betrieben werden. Neue internationale Netzwerke wurden geknüpft, die wiederum zu einer Intensivierung der Transferwege mit neuen Transfernehmern führten (Kapitel 5.2.3).

### **5.2.1 Der Transferegeber WZL verändert sich: Neue Strukturen – Gleicher Geist**

Mit dem in den 1950er Jahren eingeführten Konzept ‚Alles unter einem Dach‘ war das WZL bereits in der Lage, alle Aufgaben zu bearbeiten, die in einem Produktionsunternehmen auftreten konnten. Damit hatte Opitz eine Organisationsstruktur geschaffen, die an einer technischen Hochschule einzigartig war und die die Möglichkeit zur Vergrößerung innehatte: Sie war die Grundlage für die Einrichtung der drei bzw. vier Lehrstühle innerhalb des WZL Anfang der 1970er Jahre, als es um die Nachfolgeregelung am WZL ging.

Der Organisationsplan Ende der 1960er Jahre zeigte, dass die Lehraufgaben und die laufenden Forschungsvorhaben bereits in enger Zusammenarbeit der bestehenden vier WZL-Abteilungen gemeinschaftlich bearbeitet wurden: Abteilung Betriebsorganisation, Abteilung Untersuchung der Bearbeitungsverfahren, Abteilung Konstruktive Gestaltung von Werkzeugmaschinen und die Abteilung Automatisierung der Werkzeugmaschinen. Jeder der vier Abteilungen stand ein Oberingenieur vor. Opitz hatte dabei die Gesamtleitung über die circa 120 wissenschaftlichen Mitarbeiter.<sup>393</sup>

1968 traten im Institut die ersten personellen Veränderungen ein. Opitz richtete die neue Abteilung Zerspantechnik und abtragende Bearbeitungsverfahren ein und machte seinen ehemaligen Oberingenieur Wilfried König<sup>394</sup> zum Abteilungsleiter.

---

<sup>393</sup> Vgl. Zeitzeugeninterview mit Walter Eversheim am 22. Oktober 2003: Die Abteilung Werkzeugmaschinen war die größte Abteilung mit etwa 50 Assistenten, die Abteilung Technologie hatte etwa 40 Assistenten, die Abteilung Betriebsorganisation etwa 10 Assistenten und die Abteilung Automatisierung etwa 20 Assistenten.

<sup>394</sup> Zu Wilfried König (1928-2001): König arbeitete seit 1956 als Hilfsassistent am WZL. 1958 begann er als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Opitz und promovierte 1962 über die „Ermittlung der Ursachen für ein unterschiedliches Kolkstandzeitverhalten bei der Zerspannung von Werkstoffen gleicher Normbezeichnung mit Hartmetalldrehwerkzeugen“. 1965 habilitierte er sich mit dem Thema „Über den Einfluss nichtmetallischer Einschlüsse auf die Zerspanbarkeit von unlegierten Baustählen“ und wurde bereits ein Jahr später als Dozent für das Lehrgebiet Spanabhebende Formgebung an der RWTH Aachen eingesetzt. 1965 wurde er Oberingenieur am WZL.

1972 wurde die Abteilung erweitert und König zum Ordentlichen Professor für den Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren berufen. Ebenfalls 1972 wurde Tilo Pfeifer<sup>395</sup> zum Wissenschaftlichen Rat und Professor ernannt und übernahm die Abteilung Messtechnik für die automatisierte Fertigung.<sup>396</sup>

Opitz, dessen Emeritierung aus Altersgründen im Oktober 1973 anstand, machte sich bereits frühzeitig Gedanken um seine Nachfolge und um die Weiterführung des WZL. Wer würde fähig sein, die gesamte, breite Fachpalette am WZL abzudecken? Wer würde in der Lage sein, 120 Assistenten zu betreuen, die alle in ihrem Spezialgebiet eingearbeitet waren? Zunächst dachte er an Günter Spur als Nachfolger, der seit 1965 an der Technischen Universität Berlin das Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb leitete. Im Juli 1971 erhielt Spur einen Ruf an die Technische Hochschule Aachen, blieb dann aber nach langen Verhandlungen doch in Berlin.<sup>397</sup>

Nachdem die erste Berufungsrunde gescheitert war, entwickelte Opitz ein neues Konzept für die Zukunft des WZL: Ihm schwebte eine systematische und thematische Aufgliederung der Forschungsschwerpunkte unter Wahrung der Einheit des gesamten WZLs vor, also ein Institut mit drei Lehrstühlen.<sup>398</sup>

In der zweiten Berufungsrunde entschied die Hochschule, die gewünschte Institutstruktur einzurichten: Die organisatorische Einheit des WZL blieb erhalten und das

---

<sup>395</sup> Zu Tilo Pfeifer (geb. 1939): Pfeifer begann bereits 1961 als studentische Hilfskraft am WZL. 1965 wurde er wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Opitz und promovierte 1968 mit dem Thema „Berührungsloser elektromagnetischer Schwingungserreger für dynamische Untersuchungen an Werkzeugmaschinen“. Nach einer zweijährigen Tätigkeit als Assistent der Geschäftsführung bei Bosch-Blaupunkt in Hildesheim kehrte Pfeifer 1970 als Oberingenieur der Automatisierungsgruppe an das WZL zurück. 1972 habilitierte er sich mit dem Thema „Messverfahren zur Beurteilung der Arbeitsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen“ und übernahm die Leitung des Lehr- und Forschungsgebietes Messtechnik für die automatisierte Fertigung.

<sup>396</sup> Vgl. Opitz 1970, S. 80-87: Der Bereich Automatisierung wurde schon 1968 aus dem WZL ausgegliedert und der ehemalige Oberingenieur Wolfgang Backé übernahm als Professor die Leitung des neu gegründeten Lehrstuhls und Institutes für hydraulische und pneumatische Antriebe und Steuerungen, dem heutigen Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen, vgl. dazu 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 64 f.

<sup>397</sup> Vgl. Spur 2004, S. 408.

<sup>398</sup> Vgl. 80 Jahre WZL 1986, S. 112.

WZL entsprechend der wissenschaftlichen Disziplinen in drei Lehrstühle und eine Abteilung untergliedert. Die neue Institutsleitung setzte sich nun wie folgt zusammen: Wilfried König für den Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren, Walter Eversheim<sup>399</sup> für den Lehrstuhl für Produktionssystematik, Manfred Weck<sup>400</sup> für den Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Tilo Pfeifer für das Lehr- und Forschungsgebiet Messtechnik für die automatisierte Fertigung. Die vier Professoren deckten nun die immer umfangreicher werdenden Themenfelder ab, ohne dass der Zusammenhalt des WZL gefährdet gewesen wäre, da alle vier Nachfolger ehemalige Schüler von Opitz gewesen waren. Wie diese Strukturentscheidung in der Hochschule begründet und durchgesetzt werden konnte, ist nach heutiger Aktenlage nicht erkenn-

---

<sup>399</sup> Zu Walter Eversheim (geb. 1937): Eversheim begann 1960 als studentische Hilfskraft am WZL. 1962 wurde er als einer der drei Assistenten für die Abteilung Betriebsorganisation eingestellt und promovierte 1965 bei Opitz über das Thema „Fertigungsplanung und -steuerung in der Kleinserien- und Einzelfertigung unter besonderer Berücksichtigung der Teilefamilienfertigung“. Opitz ernannte ihn 1966 zum Oberingenieur sowie zu seinem offiziellen Stellvertreter. 1969 habilitierte Eversheim sich mit einer Arbeit über „Konstruktionssystematik: Aufgaben und Möglichkeiten“ an der RWTH Aachen. Er blieb auch nach dem Eintritt in ein Industrieunternehmen dem WZL und Aachen als Privatdozent verbunden. Zum 1. April 1973 wurde Walter Eversheim zum Professor für den Lehrstuhl für Produktionssystematik ernannt.

<sup>400</sup> Zu Manfred Weck (geb. 1937): Weck begann 1966 als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Opitz. 1969 promovierte er über die „Analyse linearer Systeme mit Hilfe der Spektraldichtenmessung und ihrer Anwendung bei dynamischen Werkzeugmaschinenuntersuchungen unter Arbeitsbedingungen“ und Opitz stellte ihn als Oberingenieur der Abteilung Konstruktive Gestaltung von Werkzeugmaschinen ein. 1971 habilitierte Weck sich mit der Arbeit über „Dynamisches Verhalten spanender Werkzeugmaschinen“ und ging anschließend als Technischer Leiter zur Firma Wolf-Geräte GmbH nach Betzdorf. Am 1. Mai 1973 erfolgte die Berufung von Manfred Weck auf den Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen.

bar.<sup>401</sup> Opitz wurde nach 37jähriger Leitung des WZL am 1. Oktober 1973 emeritiert.<sup>402</sup>

Der von Opitz geprägte Gedanke, dass moderne Forschung uneingeschränkte Bereitschaft zur Teamarbeit erfordere, wurde seit Wallichs am WZL gelebt und nun in einer neuen institutionellen Form von vier Professoren unter dem gemeinschaftlichen Dachverband WZL konsequent umgesetzt. Für den Wissens- und Technologietransfer hatte dies bemerkenswerte Vorteile: Jeder der vier Professoren konnte sich nun ausschließlich seinem Fachgebiet widmen. Das WZL als Transfergeber vergrößerte sich somit und konnte demzufolge einen intensiveren Kontakt zu den entsprechenden Transfernehmern in der Industrie aufbauen. Dies wirkte sich wiederum positiv auf die Forschungsprojekte, die Arbeitskreise sowie die Anzahl der am WZL tätigen Assistenten aus.

Bemerkenswert bleibt bei dieser Personalentscheidung für die Nachfolge sicherlich die Tatsache, dass alle vier Professoren sogenannte WZLer waren, d. h. dass alle vier schon vor ihre Professur lange Zeit am WZL tätig gewesen waren. Zum Teil lernten sie das WZL schon während ihres Studiums als studentische Hilfskräfte kennen. Alle vier Professoren arbeiteten als wissenschaftliche Mitarbeiter und anschließend als Oberingenieure und verbrachten mindestens 5-7 Jahre am WZL. Jeder von ihnen beendete seine ‚wissenschaftliche Karriere‘ am WZL mit einer Habilitation bei Opitz. Dadurch blieben Eversheim und Weck auch nach dem Wechsel in die Industrie mit dem Lehrbetrieb am WZL verbunden. König und Pfeifer blieben nach ihrer Habilitation als Abteilungsleiter bzw. als Professor am WZL tätig.

Die jungen Professoren waren vom Arbeitsstil und der Führungskultur ihres akademischen Lehrers geprägt und mit den internen und externen Prozessen und Forschungsthemen am WZL vertraut. So wie sich schon Wallichs für seine Nachfolge an

---

<sup>401</sup> Es konnten keine Quellen gefunden werden, die die von Opitz vorgeschlagene Institutsstruktur zum Thema gehabt hatten. Die entsprechenden Berufungsunterlagen von Eversheim, König, Pfeifer und Weck unterliegen laut Archivgesetz gewissen Sperrfristen, so dass der Verfasserin keine Einsicht in die Akten möglich gewesen ist. Ob Opitz' hochschulpolitischer Einfluss – als Rektor hatte er jahrelang die Geschicke der Hochschule mitbestimmt – eine Rolle bei der Berufung seiner ehemaligen Schüler gespielt hatte, ist anzunehmen, lässt sich aber ohne Akteneinsicht nicht zweifelsfrei belegen.

<sup>402</sup> Zur dreitägigen Emeritierungsfeier vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 78-80.

ehemaligen Assistenten orientiert hatte, tat es Opitz auch. Dieser Personaltransfer aus den eigenen Reihen ist ein besonderes, wiederkehrendes Kennzeichen des WZL und führte dazu, dass das Institut im gleichen Geist weitergeführt wurde.

### **5.2.2 Zielgerichtete Kommunikation: Gemeinschaftsforschung am WZL**

Die Bereitschaft der produktionstechnischen Hochschulinstitute, aktiv Gemeinschaftsforschung zu betreiben, wurde Anfang der 1970er Jahre angesichts der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland für den Bereich des Werkzeugmaschinenbaus und der Fertigungstechnik immer notwendiger. Um auf dem internationalen und zunehmend globalisierten Markt konkurrenzfähig zu bleiben, mussten neue technologische Entwicklungen erschlossen werden. Während in den Jahren des Wiederaufbaus die Mechanisierung und Automatisierung zur Produktivitätssteigerung im Vordergrund standen, bestimmten Anfang der 1970er Jahre Themen der elektronischen Datenverarbeitung die Entwicklung der Produktionstechnologie: Informationsverarbeitung, NC-Werkzeugmaschinen, EDV-Systeme und Computer Aided Design (CAD) sollten zur Steigerung der Flexibilität gegenüber Marktschwankungen in den 1970er Jahren dienen. Um diese Aufgaben lösen zu können, war eine verstärkte Forschung notwendig, bei der die einzelnen Forschungsaufgaben immer komplexer und kostspieliger wurden. Diese Aufgaben waren nur in enger Zusammenarbeit zwischen der Industrie und den entsprechenden Forschungsinstituten gemeinschaftlich durchzuführen.<sup>403</sup>

Am WZL nahm man sich dieser aktuellen Forschungsgebiete an. Um die neuen Aufgaben bearbeiten zu können, legten die vier Professoren ein gemeinsames Ziel fest: Als Entwickler und Wegbereiter für neue Produktionstechniken wollten sie durch anwendungsorientierte Gemeinschaftsforschung praxisgerechte Lösungen zur Rationalisierung von Produktionsabläufen erarbeiten.<sup>404</sup>

Für jeden Lehrstuhl bedeutete dies Forschungsarbeiten an den neusten technologischen Entwicklungen: Der Lehrstuhl für Produktionssystematik orientierte sich an

---

<sup>403</sup> Vgl. Weck 1974, S. 40-46. Vgl. auch Eversheim 1985, S. 137 f.

<sup>404</sup> Vgl. König 1984, S. 691. Als Gemeinschaftsforschung wird eine Zusammenarbeit mit anderen Instituten, mit Forschungseinrichtungen oder auch die vorwettbewerbliche Forschung in den Arbeitskreisen mit Industrievertretern bezeichnet, vgl. dazu auch Kapitel 4.2.1.



den Forschungsgebieten Produkt- und Konstruktionsplanung, Produktionsplanung, Entwicklung von Programmiersprachen für die Fertigungstechnik und technische Informationssysteme. Der Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren setzte die Untersuchungen auf dem Gebiet der spanenden und abtragenden Bearbeitungsverfahren gemäß den aktuellen Anforderungen an Werkstoffen fort. Am Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen erforschte man die Mechanik und Kinematik der Werkzeugmaschinenstrukturen, die Steuerungstechnik sowie Automation und setzte die Weiterentwicklung der Zahnrad- und Getriebeforschung fort. Die Abteilung Messtechnik für automatisierte Fertigung begleitete die steigenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Werkzeugmaschinen und widmete sich der notwendig gewordenen Weiterentwicklung der Messverfahren.<sup>405</sup>

Neben den fachlichen Herausforderungen betrachtete man am WZL nach wie vor den Transferprozess der Forschungsergebnisse in die Praxis. Wie schon bei Opitz begonnen, galt die Gemeinschaftsforschung immer noch als ‚best practise‘ und als bedeutendes Instrument zur Wissensgenerierung. Häufig scheiterten die Forschungen jedoch schon an der mangelnden Kommunikation miteinander. In der Zeit, in der die Universitäten und technischen Hochschulen versuchten, den Forderungen nach Effizienz nachzukommen und ihre Nützlichkeit unter Beweis zu stellen, in der die Politiker den Wissens- und Technologietransfer als Hoffnungsträger aus der Strukturkrise anpriesen und in groß angelegten Studien nach Lösungen für einen verbesserten Prozess gesucht wurde, in dieser Zeit setzte man am WZL auf die nächstliegende Lösung: auf Kommunikation. Manfred Weck als Vertreter der vier Professoren am WZL sprach direkt mit Industrievertretern und diskutierte über die Risiken und Chancen der Gemeinschaftsforschung.

Als exemplarisches Beispiel hierfür dient ein ‚Round-Table-Gespräch‘, das anlässlich der 5. Informationstagung der Forschungsvereinigung für Antriebstechnik am 13. Oktober 1976 in Aachen stattgefunden hatte. An dieser Stelle wird lediglich ein Aus-

---

<sup>405</sup> Vgl. für einen Gesamtüberblick zur Entwicklung der Forschungsgebiete am WZL seit 1972/73 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 99-115. Zur Vertiefung der einzelnen Forschungsgebiete wird auf den zweiten Teil der Jubiläumsschrift verwiesen. Dort werden die wichtigsten Forschungsschwerpunkte anhand einschlägiger Habilitationen und Dissertationen, die am WZL entstanden sind, beschrieben. Vgl. zur Abteilung Messtechnik für automatisierte Fertigung auch Kapitel 5.2.3.3.

schnitt der Diskussion zwischen Weck mit Dr. Knapp von der Firma INA aus Herzogenrath wiedergegeben, der die tagtäglichen Probleme und Lösungsvorschläge widerspiegelt, die die Gemeinschaftsforschung auch noch Jahre später prägen sollte.<sup>406</sup>

Dr. Knapp, als Stellvertreter der Industrie, warf dem WZL beispielsweise konkret vor, dass die wissenschaftliche Vertiefung gegenüber praktischen Lösungen am WZL zu sehr im Vordergrund stehen würde. Dabei bevorzugten die Industrieunternehmen bekanntermaßen praxisnahe Forschungsthemen. Weck entgegnete darauf, dass ohne die wissenschaftliche Erfassung der grundlegenden Zusammenhänge im Allgemeinen keine abgesicherte Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse gegeben sei. Er betonte, dass die grundsätzliche Bedeutung von Grundlagenforschung von den Industrievertretern vielfach nicht erkannt werde. Abhilfe sollte durch intensiven Kontakt zwischen den Wissenschaftlern und den Arbeitskreismitgliedern geschaffen werden.

Ein weiteres Problem bei der Gemeinschaftsforschung sah Dr. Knapp in der Darstellung der Forschungsergebnisse. Sie sollten so verfasst sein, dass sie von technisch gebildeten Ingenieuren ohne erheblichen zusätzlichen Arbeitsaufwand gelesen und verstanden werden konnten. Langatmige komplizierte Ausführungen verfehlten ihren Zweck und belasteten das Verhältnis zwischen Industrie und Institut. Ein weiterer Aspekt sei der Informationsvorsprung. Eine vorzeitige Veröffentlichung, so Dr. Knapp, könne einem Unternehmen schweren wirtschaftlichen Schaden zufügen. Er stellte die Frage in den Raum, warum ein Unternehmen seine knappen Finanzmittel für die Gemeinschaftsforschung bereitstellen solle, wenn die erarbeiteten Ergebnisse in allgemein zugänglichen Veröffentlichungen in der Fachpresse erhältlich seien. Daraufhin erwiderte Weck, dass eine fristgerechte Veröffentlichung der Forschungsergebnisse, die durch öffentliche Mittel gefördert wurden, vorgeschrieben sei. Die Möglichkeit, Forschungsergebnisse zusätzlich in Form einer Dissertation zu veröf-

---

<sup>406</sup> Vgl. WZL-Information Nr. 5, 1976, S. 2-11: Der Bericht in der Mitarbeiterzeitschrift gibt leider nur eine knappe Zusammenfassung wieder und enthält keine ausführliche Darstellung der gesamten Diskussion. Die zwei folgenden Diskussionspunkte wurden als exemplarische Beispiele ausgewählt. Die Firma INA ist heute eine der Marken, unter der die Schaeffler Gruppe u. a. Wälz- und Gleitlager für Werkzeugmaschinen und Motoren entwickelt und produziert. Eine Tochter der Gruppe, die FAG Industrial Services GmbH, hat ihren Sitz immer noch in Herzogenrath bei Aachen.

fentlichen, sei eine wichtige und notwendige Motivation für die wissenschaftlichen Mitarbeiter. Als Lösung wurde eine terminliche Abstimmung der Veröffentlichung von Dissertationen zwischen den Partner vereinbart. Weck verwies auf seine langjährige Erfahrung in der Gemeinschaftsforschung, die gezeigt habe, dass Firmen, die Forschungsergebnisse lediglich aufgrund wissenschaftlicher Veröffentlichungen in die Praxis umsetzen wollten, gegenüber beteiligten Firmen bis zu 4 Jahren in der Entwicklung zurückliegen würden. Insofern könne den Veröffentlichungen nicht diese Problematik beigemessen werden wie dies oft geschehe.

Weck nutzte dieses Forum und appellierte nochmals an die Firmenleitungen, die Transferwege, die an den technischen Hochschulen für sie bereitstehen würden, mehr als bisher zu nutzen und die Zusammenarbeit zu fördern. Der Informationsvorsprung, der sich durch eine echte Kooperation mit den Instituten ergebe, sei durch keine wissenschaftliche Veröffentlichung gefährdet. Die angesprochenen Probleme aus dem Tagesgeschäft seien aus seiner Sicht lösbar und schränkten nicht die Notwendigkeit der Gemeinschaftsforschung ein, deren Vorteile für alle Beteiligten überwiegen würden. Die Tatsache, dass sich Vertreter der Industrie und der Hochschulen zu einem offenen Gespräch zusammengefunden hatten, zeige aus seiner Sicht, dass man auf beiden Seiten gewillt sei, die jeweiligen Probleme des anderen zu verstehen und gemeinsam, als gleichberechtigte Partner, Lösungen zu finden.<sup>407</sup>

Dieser kurze Auszug aus der Diskussion zwischen Industrie und Forschungseinrichtung zeigt deutlich die Probleme, vor die das WZL gestellt war und noch heute gestellt ist: Um auf dem aktuellen Stand der Forschung zu bleiben, war ein regelmäßiger Austausch mit Industrievertretern notwendig, um praxismgerechte Lösungen anbieten zu können. Zudem waren und sind die Vorteile der beteiligten Firmen im Bezug auf das Kosten- und Leistungsverhältnis offensichtlich: Die Firmen nutzten das gut funktionierende und hervorragend ausgerüstete Forschungsinstitut mit erfahrener Personal. Durch den zusätzlichen Einsatz öffentlicher Mittel trugen die Firmen dabei nur einen geringen Teil der Kosten, so dass auch kleine und mittelständische Betriebe ohne eigene Forschungskapazitäten an zukunftsorientierten Forschungen teilha-

---

<sup>407</sup> Vgl. ebd.: Es wurden weitere Aspekte von Dr. Knapp kritisiert, wie z. B. die Möglichkeiten der Ausschreibung von Forschungsvorhaben, die termingerechte Abwicklung der Projekte oder die Personalkosten. Auf diese Kritikpunkte reagierte Weck, stellte die Sichtweise der Hochschule dar und bot Lösungsvorschläge zur Diskussion an.

ben konnten. Das Personal im Unternehmen konnte sich uneingeschränkt auf die Arbeiten der direkten Produktfindung und Produktentwicklung konzentrieren, ohne dass auf technische Entwicklungsaufgaben verzichtet werden musste. Durch die Diskussion der Zwischenergebnisse mit den jeweiligen Arbeitskreismitgliedern war eine ständige Aktualisierung von Zielsetzung und Vorgehensweise möglich. Diese Vorgehensweise trug zur Effektivität der Gemeinschaftsforschung bei. Durch die persönlichen Kontakte zwischen Firmen und WZL war eine schnelle Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis gegeben.

Der Kooperationseffekt bewirkte, dass führende Fachleute aus den verschiedenen Unternehmen Produkte, Technologien und Wissen mitnahmen und Querverbindungen knüpften, die sich als vorteilhaft für sie herausstellten. Mit der Produktverbesserung im eigenen Fachbereich, die durch gezielte Gemeinschaftsforschung erreicht wurde, konnte die Branche konkurrenzfähiger und die Wettbewerbsfähigkeit im In- und Ausland direkt gestärkt werden.

Die wissenschaftlichen Mitarbeiter am WZL mussten nutzbare und sofort einsetzbare Lösungsvorschläge erarbeiten, denn ihre Ergebnisse waren ständig der Kritik erfahrener Praktiker ausgesetzt: Ein allzu theoretisch erarbeiteter Lösungsansatz war wenig praktikabel und hielt der Prüfung durch die beteiligten Industrieingenieure nicht stand. Nach Abschluss ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit standen den Firmen zahlreiche qualifizierte Mitarbeiter zur Verfügung, die während des Studiums das erforderliche Grundwissen erlernt hatten und durch ihre Assistentenzeit mit den neusten Technologien, Fragestellungen und Arbeitsweisen in Industrieunternehmen vertraut waren. Die Forschungsergebnisse flossen zudem in die Lehrinhalte und in die Standardwerke des WZL ein, so dass auch die Studenten stets auf den aktuellen Stand der Technik gebracht wurden.<sup>408</sup>

Diese Art der Gemeinschaftsforschung gewährleistete somit einerseits den aktuellen Wissensstand und andererseits eine auf die Belange der Praxis bezogene Forschungspolitik. Ein facettenreicher Wissens- und Technologietransfer über alle Transferwege wurde somit ermöglicht. Dennoch blieben Vorbehalte seitens der Industrievertreter bestehen – doch dies war für die Professoren am WZL nichts Neues.

---

<sup>408</sup> Vgl. zur Ausbildungsaufgabe und zur Situation der Forschung in Deutschland auch WZL-Information Nr. 14, 1982, S. 7-24.

Schon Opitz hatte sich mit den Vorbehalten der Industrie auseinandersetzen müssen, als es ihm 1948 um die Einrichtung des AWKs gegangen war. Damals war es auch möglich gewesen, einzelne Vorbehalte auszuräumen und das AWK als erste, wichtige Brücke zwischen Forschung und Praxis zu etablieren. Auch der Blick in das Jahr 2007 zeigt, dass man sich heute mit den gleichen Problemen und Vorbehalten aus der Industrie am WZL auseinander setzen muss, wie ein Interview mit den WZL-Professoren Christian Brecher und Fritz Klocke in der Fachzeitschrift *Industrieanzeiger* zeigt.<sup>409</sup>

Nichtsdestotrotz muss der gute Wille hervorgehoben werden, dass sich die Industrie- und Hochschulvertreter schon 1976 einem derart offenen Gespräch gestellt haben, um die jeweiligen Probleme der anderen Seite zu verstehen und soweit wie möglich abzubauen. Die Politik forderte erst Mitte der 1980er Jahre solche Expertengespräche. Dies geschah sicherlich auch aufgrund des gegenseitigen Vertrauens, dass im Laufe der Jahre bei der konstruktiven Zusammenarbeit aufgebaut werden konnte.<sup>410</sup>

Auch muss dabei der gesamtgesellschaftliche Kontext betrachtet werden: Die Finanzressourcen wurden knapper und der allgemeinen Kritik an Wissenschaft und Forschung konnten sich weder die produktionstechnischen Hochschulinstitute noch die Industrieunternehmer entziehen.

Aber nicht nur die einzelnen Hochschulinstitute wie das WZL versuchten, eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Industrie zu fördern. An der RWTH Aachen entstand bereits 1980 eine der ersten Technologietransferstellen in Deutschland, das Büro Technologie-Transfer der RWTH Aachen. Die Aufgabe des Büros Technologietransfer ist es noch heute, Anfragen von der Industrie an die Hochschule zu kanalisieren sowie für kleinere Institute der Hochschule passende Kooperationspartner in der Wirtschaft zu finden. Das Büro pflegt den Kontakt zu industriellen und institutionellen Kooperationspartnern der RWTH Aachen und dient als

---

<sup>409</sup> Vgl. Keine Scheu vor Instituten 2007, S. 32-33: Hier schildern die WZL-Professoren Christian Brecher (seit 2004) und Fritz Klocke (seit 1995) die Vorbehalte von Industrieunternehmen, sich zwecks Wissens- und Technologietransfer an Hochschulinstitute zu wenden. Erstaunlicherweise unterscheiden sich die beschriebenen Vorbehalte nicht sehr von den Problemen, die man schon in den 1970er und 1980er Jahren diskutiert hatte.

<sup>410</sup> Vgl. WZL-Information Nr. 5, 1976, S. 2-11. Vgl. zur Situation in den 1980er Jahren beispielsweise Puck 1987.

Kontakt-Anlaufstelle für Unternehmen, deren Ansiedelung im Aachener Raum gerade wegen der Nähe zur Hochschule erfolgte.<sup>411</sup>

Im November 1981 wurde zwischen der RWTH Aachen und der Industrie- und Handelskammer (IHK) Aachen ein Zusammenarbeitsvertrag abgeschlossen, der dem Ausbau und der Stärkung der technisch-wissenschaftlichen Forschungskapazität in der Region und der Vermittlung von Forschungs- und Entwicklungsaufträgen dienen sollte. Damit wurde die Forschungsk Kooperation zwischen Hochschulinstitutionen und kleinen und mittelständischen Industrieunternehmen erleichtert. Zudem hatte sich der gemeinsame Arbeitskreis ‚Technologietransfer‘ zwischen IHK und der Hochschule konsolidiert. Unter dem Vorsitz von Walter Eversheim, der zu dieser Zeit das Amt des Prorektors innehatte, wurde ein Beirat für das Büro ‚Technologietransfer‘ ins Leben gerufen, dem aus jeder Fakultät ein Vertreter angehören sollte. Dieser Beirat sollte die fachliche Verbindung des Büros ‚Technologietransfer‘ zu den Fakultäten stärken und Vorschläge für Aktivitäten der Hochschule im Bereich des Technologietransfers entwickeln.<sup>412</sup>

1983 übernahm Eversheim die Stellung des Senatsbeauftragten für Technologietransfer, die er bis 2002 innehatte, und war zugleich Aufsichtsratsmitglied der AGIT. In dieser Funktion war es seine Aufgabe, den ständigen Kontakt zu den Wirtschaftsverbänden der IHK und zur Handwerkskammer zu halten.<sup>413</sup>

### **5.2.3 Wissenschaftspotenzial im Umfeld des WZL: Neue Partner für die Forschung**

In der Region Aachen entstand seit den 1980er Jahren ein engmaschiges Netzwerk von Technologie- und Gewerbezentren, die sich in ihrer gegenseitigen Konzeption ergänzten. Sie galten als wesentliche Schritte zur Bewältigung des vorherrschenden Strukturwandels. Das im Raum Aachen konzentrierte Technologiepotenzial fand in

---

<sup>411</sup> Vgl. Steffenhagen 1995, S. 148. Zum Aachener Büro für Technologie-Transfer vgl. auch Knacke 1979/80, S. 13 und Urban 1980/81, S. 18.

<sup>412</sup> Vgl. Urban 1981/82, S. 15.

<sup>413</sup> Vgl. Steffenhagen 1995, S. 148. Zu Walter Eversheim als Senatsbeauftragten vgl. auch Zeitzeugeninterview mit Walter Eversheim am 22. Oktober 2003, Allesch 1986, S. 77 sowie Urban 1983/84, S. 17.

diesen Zentren eine konsequente wirtschaftliche Umsetzung und trug zur Weiterentwicklung von einer klassischen Bergbau- zur modernen Technologieregion bei.<sup>414</sup>

Die RWTH Aachen, die Fachhochschule Aachen und das Forschungszentrum Jülich bilden einen wichtigen Teil der Forschungskapazität der Region. Gemeinsam mit einer Reihe von An-Instituten, Fraunhofer-Instituten sowie weiteren privaten und öffentlichen Forschungseinrichtungen stellen sie ein großes quantitatives und qualitatives Potenzial der Region zur Verfügung. Auch das WZL leistete dazu einen wesentlichen Beitrag: Mit der Einrichtung des Fraunhofer IPT legte man seit 1980 einen besonderen Fokus auf die anwendungsorientierte Forschung. Das Engagement bei der Mitbegründung der AGIT von 1983 zeigte u. a. einen Fokus auf Spin-off-Gründungen. Die Gründung des ersten deutschen Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement 1988 und der ADITEC 1992 verstärkte die hohe Transferrate der Forschungsergebnisse in die Industrie. Damit konnte der Kontakt zu neuen internationalen Netzwerken mit den global ausgerichteten Transfernehmern vertieft werden.

### **5.2.3.1 Institutionalisierte Vertragsforschung: Das Fraunhofer Institut Produktionstechnologie (1980)**

Im September 1980 gelang es dem Vierer-Direktorium, die fertigungstechnische Vertragsforschung durch das Fraunhofer IPT zu erweitern. Schon Mitte der 1970er Jahre begann seitens der WZL-Professoren eine interne Diskussion zur Gründung eines Fraunhofer Institutes in Aachen. Die forschungspolitischen Perspektiven machten Initiativen notwendig, die die Forschung auch in Zukunft sichern sollten. Die Fraunhofer Gesellschaft, die ausschließlich anwendungsorientierte Forschung betrieb, schien für die WZL-Professoren ein idealer Partner und eine perfekte Ergänzung zu den schon vorhandenen Forschungsstrukturen (universitäre Grundlagenforschung sowie universitäre und industrielle Gemeinschaftsforschung) zu sein.

Zusammen mit Vertretern der Fraunhofer Gesellschaft aus München erarbeiteten die WZL-Professoren die Zielrichtung des neuen Institutes: Hier sollte man sich der Weiter- und Neuentwicklung von Produktionstechnologien und Verfahren sowie allen damit zusammenhängenden Fragen der Produktionstechnik widmen. Von der Gründung des Fraunhofer IPT versprach sich die Fraunhofer Gesellschaft ihrerseits eine

---

<sup>414</sup> Vgl. Eversheim 1992. Vgl. zum Wandel der Wirtschaftsregion Aachen auch Meyer 2000.

im Bereich der Produktionstechnologie wertvolle Ergänzung ihres Leistungsangebotes. Gemeinsam mit dem Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart und dem Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik in Berlin gab es somit Anfang der 1980er Jahre drei fertigungstechnische Fraunhofer Institute in Deutschland.

Das Fraunhofer IPT war, obwohl rechtlich von der RWTH Aachen getrennt, eng mit dem WZL verknüpft. Dafür sorgte einerseits eine Kooperationsvereinbarung mit der Hochschule, in der Zusammenarbeit und gegenseitige Nutzung von Einrichtungen geregelt waren. Andererseits war das Fraunhofer IPT in einem dem WZL ähnlichen Führungsmodell aufgegliedert: Die vier Arbeitsgebiete des Fraunhofer IPT (Prozesstechnologie, Produktionsmaschinen, Mess- und Qualitätstechnik sowie Planung und Organisation) wurden – und werden auch heute noch – von dem vierköpfigen Direktorium des WZL operativ geführt. Die Gesamtverantwortung und Institutsleitung übernahm Wilfried König in Vertretung für seine drei Kollegen.<sup>415</sup>

Der Personalstamm des Fraunhofer IPT bestand zunächst aus einem Oberingenieur und vier wissenschaftlichen Mitarbeitern sowie einem Techniker und einer Sekretärin. Bis 1985 arbeiteten über 30 festangestellte Mitarbeiter und circa 100 studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IPT.

1981 plante die Fraunhofer Gesellschaft die Errichtung eines Neubaus in der unmittelbaren Nachbarschaft des WZL. In Abstimmung mit der RWTH und dem Land Nordrhein-Westfalen wurde das Gelände zwischen der Sommerfeldstraße und der Maschinenhalle ausgewählt. Seit September 1984 bestimmten Baumaschinen das Bild auf dem Gelände und bereits 1986 konnte das 4400 m<sup>2</sup> umfassende Gebäude in der Steinbachstraße bezogen werden.<sup>416</sup>

Die Ausstattung des Gebäudes mit modernster Rechnertechnik, Werkzeugmaschinen und analytischen Instrumenten – als Basis für die anwendungsorientierte Forschung – wurde in den Jahren 1986 und 1987 mit den Erstausstattungs Mitteln des

---

<sup>415</sup> Vgl. 90 Jahre WZL 1996, S. 11-14.

<sup>416</sup> Vgl. ebd. Vgl. auch WZL-Information Nr. 11, 1980, S. 11-13 und WZL-Information Nr. 17, 1985, S. 10-12. Vgl. auch WZL-Information Nr. 19, 1987, S. 11-14: Das Land Nordrhein-Westfalen bewilligte einen Ausbau des Fraunhofer IPT um 1500 m<sup>2</sup> Laborfläche, der 1995 begann und 1997 fertig gestellt wurde.



Landes und projektgebundenen Investitionen vorangetrieben. Besonders hervorzuheben waren hierbei die erheblichen Aufwendungen für den Aufbau der Arbeitsgebiete ‚Lasermaterialbearbeitung‘, ‚Glasbearbeitung‘ und ‚Faserverbundwerkstofftechnik‘.

Auf dem 20. AWK im Jahre 1990 konnte das Fraunhofer IPT mit 100 festangestellten Mitarbeitern seine volle Kompetenz auf den Gebieten der Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik, der Lasertechnik, der Anwendung neuer Ingenieurwerkstoffe und des Qualitätsmanagements präsentieren. Den IPT-Kunden standen mittlerweile leistungsfähige Anlagen für den Werkzeug- und Formenbau, die Hochgeschwindigkeitsschleifbearbeitung, die Erzeugung und Bearbeitung komplexer Werkstücke aus Faserverbundwerkstoffen und eine voll ausgebaute geometrische Messtechnik zur Verfügung.<sup>417</sup>

Neben den Aktivitäten in Aachen hatte sich die Fraunhofer Gesellschaft gemeinsam mit der Leitung des Fraunhofer IPT seit 1992/93 aktiv um den Aufbau eines zweiten Standortes in den USA bemüht. Bei der in Michigan angesiedelten Fraunhofer USA Inc. betrieb das Fraunhofer IPT seit 1994 als erstes deutsches Institut ein Ressource Center: das Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation (CMI) in Boston, Massachusetts. Das Fraunhofer CMI ist eine Abteilung des Aachener Fraunhofer IPT. Die Arbeiten begannen im Bereich Werkzeug- und Formenbau für die Automobilindustrie. Im Laufe der Jahre hatten sich die Arbeitsfelder in den USA verändert. Heute ist das Institut auf dem Campus der Boston University angesiedelt, mit der eine enge Kooperation besteht. Die Arbeitsfelder liegen im Bereich der Optoelektronik und Lichtwellenleiter, der Biotechnologie, der Mechanischen Mikrobearbeitung, im Bereich Halbleiter und Mikro-Elektromechanische Systeme, in der Produktentwicklung und im Prototyping sowie in der Entwicklung und im Aufbau von Automatisierungsequipment. Seit 1998 leitet Andre Sharon das Fraunhofer CMI. Er ist außerdem Professor an der Boston University.<sup>418</sup>

---

<sup>417</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 119-122.

<sup>418</sup> Vgl. Zeitzeugeninterview mit Fritz Klocke am 10. Dezember 2003 und Imagebroschüre Systemlösungen für die Produktion – WZL der RWTH Aachen und Fraunhofer IPT im Profil, 2005. Vgl. zur Fraunhofer-Gesellschaft in den USA auch Trischler 1999a, S. 287 ff.

Mit der Einrichtung des Fraunhofer IPT konnte in unmittelbarer Nähe zum WZL eine institutionalisierte Möglichkeit geschaffen werden, zielorientierte Vertragsforschung zu betreiben. Es ist bis heute eine win-win-Situation für beide Seiten: Die Fraunhofer Gesellschaft profitiert von der Netzwerk-Anbindung an das WZL und die RWTH Aachen. Das WZL profitiert vom Renommee, von den bestehenden Strukturen und Netzwerken der Fraunhofer Gesellschaft. Der Wissens- und Technologietransfer am WZL erhielt eine neue Qualität und Quantität: Die Strukturen der Fraunhofer Gesellschaft boten aufgrund der anderen Rechtssituation neue Möglichkeiten bezüglich Personalpolitik und Auftragslage, so dass quantitativ mehr Forschung am WZL und Fraunhofer IPT betrieben werden konnte. Zudem verfügte die Fraunhofer Gesellschaft über neue Technologievertriebswege und andere Netzwerke, die nun gemeinschaftlich vom WZL und Fraunhofer IPT bedient und genutzt werden konnten.

### **5.2.3.2 Perspektivwechsel: Aachener Spin-off-Gründungen**

Spin-off-Gründungen aus dem WZL oder dem Fraunhofer IPT heraus sind keine Seltenheit. Schon seit Ende der 1960er Jahre entschlossen sich immer wieder WZL- und IPT-Absolventen nach ihrer Promotion zur Selbstständigkeit in der Region Aachen. Unterstützt von den Professoren, aber mit ihren eigenen Ideen gründeten sie Unternehmen. Rund 150 ehemalige wissenschaftliche Mitarbeiter sind Existenzgründer.<sup>419</sup>

Ausschlaggebend für die hohe Anzahl von Spin-off-Gründungen – nicht nur aus dem WZL und dem Fraunhofer IPT heraus – war sicherlich auch die geeignete Infrastruktur in der Region Aachen. Dazu zählte beispielsweise die AGIT. Sie wurde 1983 als eine gemeinschaftliche Initiative der RWTH Aachen, der IHK Aachen, der Handwerkskammer Aachen, von Finanz- und Forschungsinstituten sowie von Vertretern der Privatwirtschaft gegründet. Walter Eversheim war einer der Mitbegründer der

---

<sup>419</sup> Für Beispiele bezüglich erfolgreicher Spin-offs aus dem WZL und Fraunhofer IPT vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 125-127. Vgl. zur Definition von Spin-off z. B. Fromhold-Eisebith 1992, S. 12: Ein Spin-off ist eine technologieorientierte Unternehmensgründung, die durch oder unter unternehmerischer Beteiligung von ehemaligen wissenschaftlich-technischen Mitarbeitern aus Forschungseinrichtungen realisiert wurden und bei denen gleichzeitig ein Wissens- und Technologietransfer aus der gleichen Forschungseinrichtung erfolgt.

AGIT. Zunächst als stellvertretender Aufsichtsratsvorsitzender der AGIT tätig, übernahm er von 1997 bis 2002 das Amt des Aufsichtsratsvorsitzenden.<sup>420</sup>

Die AGIT sollte eine Art Vermittlungsagentur zwischen Wissenschaft und Wirtschaft für die Region Aachen werden. Ihre Arbeit umfasst drei Bereiche: die Förderung von Unternehmensgründungen im Technologiezentrum Aachen, die Organisation des angebotsorientierten Technologietransfers aus der RWTH Aachen (Bindeglied zwischen Technologiegeber und Technologienehmer) und technologieorientierte Ansiedlungswerbung von ausländischen Investoren.

Seit 1984 betrieb die AGIT das Technologie-Zentrum Aachen (TZA), eines der ersten Zentren dieser Art in der Bundesrepublik. Es bot technologieorientierten Existenzgründern aus dem Hochschulbereich die Möglichkeiten, in den Forschungseinrichtungen entwickeltes Wissen unmittelbar über neu gegründete Unternehmen auf den Markt zu bringen. Im TZA standen für Produktionsbetriebe maßgeschneiderte Räume und ein umfassendes Angebot an Dienstleistungen und Beratung zur Verfügung.<sup>421</sup> Dies war ein völlig neuer Aspekt des Wissens- und Technologietransfers, der sich für Aachener Gründer zu einem wichtigen Bestandteil entwickeln sollte.

Spin-off-Unternehmen sind wichtige Elemente des Wissens- und Technologietransfers am WZL. Hier findet nämlich ein entscheidender Perspektivwechsel statt: Aus dem bisherigen Transferegeber (wissenschaftlicher Mitarbeiter des WZL) wird ein Technologienehmer mit eigenem Industrieunternehmen. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter lernt der Assistent das ergebnisbezogene und nachfrageorientierte Arbeiten an einem Industrieprojekt. Möglicherweise entdeckt er dabei eine technologische Marktlücke und knüpft die ersten Kontakte zu einem Kunden. Mit der Gründung eines eigenen Industrieunternehmens vermarktet er dann die technologische Innovation, die er in seiner Zeit am WZL entdeckt hatte. Mit der erfolgreichen Markteinführung leistet der Jung-Unternehmer den entscheidenden Schritt von der Invention (anwendungsorientierte Erfindung) zur Innovation. Bedenkt man zudem, dass ein Institut mit dem Weggang eines wissenschaftlichen Mitarbeiters einen Wissensverlust erleidet,

---

<sup>420</sup> Vgl. Steffenhagen 1995, S. 148. Zu Walter Eversheim als Senatsbeauftragten vgl. auch Zeitzeugeninterview mit Walter Eversheim am 22. Oktober 2003 und Urban 1983/84, S. 17.

<sup>421</sup> Vgl. Eversheim 1992. Vgl. auch Fromhold-Eisebith 1992, S. 205-213. Vgl. zu Technologiezentren in NRW auch Elle 1997.

wird ein weiterer Vorteil des Spin-offs erkennbar: Der Kontakt zwischen Institut und ehemaligem Mitarbeiter – jetzt als Transfernehmer – bleibt weiterhin bestehen.<sup>422</sup>

### **5.2.3.3 Made in Germany: Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement (1988)**

Anfang der 1970er Jahre wurde der Begriff Qualität noch stark mit dem Auffinden von Fehlern am Ende der Produktionskette verbunden. In deutschen Unternehmen hatte sich eine Kultur entwickelt, dieses Entdecken durch immer geschicktere Methoden des Messens, Prüfens und Nacharbeitens zu perfektionieren und Produkte mit dem hohen Qualitätsimage ‚Made in Germany‘ auf diese Weise auf den Markt zu bringen.

Doch die steigenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Werkzeugmaschinen hatten einen maßgeblichen Einfluss auf die Weiterentwicklung der Messverfahren. Der wechselseitige Einfluss von Maschine und Messtechnik wurde demzufolge in enger Zusammenarbeit zwischen dem Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und der Abteilung Messtechnik für die automatisierte Fertigung behandelt.

Im Laufe der nächsten Jahre zeigte sich jedoch immer deutlicher, dass nur ein ganzheitlicher Ansatz von Messtechnik und Qualitätssicherungsstrategien effektive Ergebnisse hervorbringen würde. Es gelang, die Abteilung Messtechnik für die automatisierte Fertigung zum ersten deutschen Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement umzuwandeln, auf den Pfeifer am 10. August 1988 berufen wurde.<sup>423</sup>

Ende der 1980er Jahre wurde unter maßgeblicher Beteiligung von Tilo Pfeifer im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie eine Studie zur Beschreibung der Situation des Qualitätsmanagements in der Bundesrepublik Deutschland erstellt. Diese Studie zeigte deutliche Defizite, machte aber gleichzeitig Lösungsvorschläge für die Zukunft. Als Konsequenz aus den Ergebnissen der Aacheener Studie initiierte das Bundesministerium das Programm ‚Qualitätssicherung‘, in dessen Rahmen innerhalb des Lehrstuhls von Pfeifer verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt wurden, die überwiegend die Untersuchung, Weiterentwicklung

---

<sup>422</sup> Vgl. Kuttruff 1994, S. 44. Vgl. auch Fromhold-Eisebith 1992, S. 141-152.

<sup>423</sup> Vgl. 90 Jahre WZL 1996, S. 17. Vgl. zur Fertigungsmesstechnik auch Pfeifer 1997, S. 942-943.

und Implementierung fehlervermeidender Methoden des Qualitätsmanagements zum Ziel hatten. Es wurden Prototypen von Software-Lösungen für das Fehlermanagement, das Quality Function Deployment und ein vollständiges Programm für die wissensbasierte Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse entwickelt. Auch die Themen Total Quality Management und Qualitätsmanagement-Systeme wurden am Lehrstuhl aufgegriffen. In einem Projekt wurde ein Leitfaden zur Einführung von Qualitätsmanagement-Systemen nach DIN EN ISO 9000 ff in Forschungseinrichtungen erarbeitet. Im Rahmen dieses Projektes auditierte im April 1996 eine unabhängige Zertifizierungsgesellschaft das in der Gruppe Qualitätsmanagement von Pfeifer implementierte Qualitätsmanagement-System. Der Auditor hatte die Konformität des Systems zur DIN EN ISO 9001, der höchsten Nachweisstufe, bestätigt. Die Gruppe Qualitätsmanagement des Lehrstuhls ist somit weltweit einer der ersten zertifizierten Bereiche einer Hochschuleinrichtung.<sup>424</sup>

1994 gründete Pfeifer mit sieben weiteren Professoren die Gesellschaft für Qualitätswissenschaft e.V., deren Vorsitz er übernahm. Ziel der Gesellschaft sollte es sein, die Qualitätswissenschaft in Lehre und Forschung zu fördern und den Wissens- und Technologietransfer in die industrielle Anwendung zu unterstützen. Dieses themenspezifische Netzwerk war eins der ersten seiner Art. Die jährlich stattfindende Tagung dient zur Pflege des wissenschaftlichen Erfahrungsaustausches und zur Kommunikation von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen.<sup>425</sup>

Der Forschungsbedarf auf dem Gebiet der Fertigungsmesstechnik kombiniert mit Qualitätsmanagement erhielt in den 1980er Jahren eine höhere Bedeutung in der Produktionstechnik. Mit der Idee zur Einrichtung des ersten Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement in Deutschland reagierte das WZL auf diese latenten Marktbedürfnisse. Es ging nicht mehr nur noch darum, das Forschungsthema für sich zu beanspruchen und dort die Entwicklung voranzutreiben, sondern es zu institutionalisieren, um es unzertrennbar mit dem WZL zu verbinden. Mit dem Lehrstuhl am WZL und der Abteilung für Mess- und Qualitätstechnik des

---

<sup>424</sup> Vgl. 90 Jahre WZL 1996, S. 18.

<sup>425</sup> Vgl. Informationen von der Internetseite der Gesellschaft für Qualitätswissenschaft e.V. unter [www.gqw.de](http://www.gqw.de) (30. Dezember 2007).

Fraunhofer IPT gelang es Pfeifer, Aachen zur ersten Anlaufstelle für Messtechnik und Qualitätsmanagement für die Industrie zu machen.

#### **5.2.3.4 Praxisnahe Weiterbildung: Aachener Demonstrationslabor für integrierte Produktionstechnik ADITEC (1992)**

Auf Initiative des WZL und im Rahmen einer Fördermaßnahme der Landesregierung wurde 1992 die ADITEC gegründet. Mit dem Demonstrationslabor wurde eine zentrale Stelle für praxisnahe Weiterbildung auf dem Gebiet der Produktionstechnik geschaffen, die den Anforderungen der im Berufsleben stehenden Ingenieure und Techniker auf besondere Weise gerecht wurde.

Eversheim, der 1987 einen Ruf an die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich erhalten hatte, gelang es, im Rahmen seiner Bleibeverhandlungen mit der RWTH Aachen die Gelder für eine ‚CIM-Musterfabrik‘ zu sichern.<sup>426</sup> Ursprünglich als neutrale Institution zur Erprobung, Weiterentwicklung und Darstellung der CIM-Technologie konzipiert, wurde mit der Planung des ‚Demonstrations- und Erprobungszentrums für CIM-Systeme‘ – so die offizielle Bezeichnung des Projektes – Anfang der 1990er Jahre begonnen. In direkter Nachbarschaft zum WZL entstand 1992 der Bau des über 2000 m<sup>2</sup> großen Demonstrationslabors. Schon im Juni 1993 konnte das neue Gebäude von der ADITEC gGmbH als tragender Gesellschaft, von der WZL-Projektgruppe CIM, von der CIM GmbH Nordrhein-Westfalen und einem Gastronomiebetrieb bezogen werden.<sup>427</sup>

Die ADITEC als gemeinnützige GmbH war für die zentrale Koordination der Weiterbildungsaktivitäten der produktionstechnischen Institute der RWTH Aachen verantwortlich. Gesellschafter der ADITEC gGmbH war die AGIT<sup>428</sup>, die mit ihrer Kompetenz auf dem Gebiet des Technologietransfers die Entwicklung der ADITEC entscheidend gefördert hatte. Die enge Koordination der Aktivitäten von ADITEC und WZL wurde gewährleistet durch die Berufung von Tilo Pfeifer als Mitglied des WZL-

---

<sup>426</sup> CIM bedeutet Computer Integrated Manufacturing: Gemeint ist ein integrierter und gekoppelter Informationsfluss für den Rechnereinsatz in Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage, vgl. dazu 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 100.

<sup>427</sup> Vgl. WZL/IPT-Information, 1/1990, S. 83-85. Vgl. zum CIM-Center Nordrhein-Westfalen GmbH auch Fromhold-Eisebith 1992, S. 214.

<sup>428</sup> Vgl. zur AGIT auch das Kapitel 5.2.3.2.

Direktoriums in den ADITEC-Aufsichtsrat und die Einbindung von Mitarbeitern aller Abteilungen des WZL in die Arbeiten der ADITEC.

Den Kern der ADITEC bildete eine produktionsfähige Getriebefabrik mit allen Einheiten, die für die Planung, Konstruktion, Fertigung und Montage qualitätsgerechter Produkte notwendig waren. Die Planungsbereiche der Getriebefabrik zeichneten sich durch einen hohen Grad an Rechnerintegration aus, die mit der Implementierung innovativer Ansätze zur Organisation von Abläufen zur Auftragsbearbeitung verbunden waren. Durch das Layout der Schulungsräume wurde dabei die Vermittlung prozessorientierter Organisationsstrukturen entscheidend unterstützt. In der ADITEC waren marktgängige heterogene Hardware-Komponenten unter Einbindung modernster Vernetzungs- und Datenbanktechnologien implementiert. Die enge Kooperation mit den Anbietern von Soft- und Hardwareprodukten erlaubte die Nutzung der jeweils neuesten Geräte, Maschinen und Software-Entwicklungen für die Aufgaben der ADITEC. Den Kooperationspartnern wurde andererseits die Möglichkeit eröffnet, ihre Produkte in neutraler Umgebung einem breiten Publikum zu präsentieren.

Die Musterfabrik der ADITEC war mit allen Komponenten ausgestattet, die ein wettbewerbsfähiges, produzierendes und nach modernsten Gesichtspunkten organisiertes Unternehmen auszeichneten. Neben datenverarbeitungstechnischen Planungsbereichen waren in der ADITEC auch Produktionsanlagen und Montageeinrichtungen installiert. Unter Einbeziehung der Demonstrationsanlagen konnten in Zusammenarbeit mit einem industriellen Anbieter Schneckengetriebe hergestellt werden. Ziel dieser Aktivitäten war der Test der Anlagen und Systeme, insbesondere an den Schnittstellen von heterogener Hard- und Software. Mit den Einrichtungen und Systemen der ADITEC stand ein Testfeld zur Verfügung, in dem eine rechnerintegrierte Produktion real demonstriert und getestet werden konnte.

Die ADITEC stellte damit ein weiteres wichtiges Standbein des Wissens- und Technologietransfers am WZL dar. Die praktische Problemlösung am konkreten Beispiel unter realistischen, praxisnahen Bedingungen stand unter dem Motto ‚learning by doing‘ im Vordergrund. Die dort umgesetzte Kombination aus produktionstechnischer Forschung und praxisorientierter Weiterbildung bot für produzierende Unternehmen sowohl die Möglichkeit, neue Projektergebnisse zu erzielen als auch das Know-how

ihrer Mitarbeiter in der Musterfabrik zu schulen und zu erweitern.<sup>429</sup> Damit wurde die Musterfabrik zu einem festen Bestandteil des Wissens- und Technologietransfers, der alle Transferwege gleichermaßen umfasste.

Anfang 2003 wurde die ADITEC im Rahmen eines Kooperationsvertrages an die RWTH Aachen angeschlossen und in WZLforum gGmbH umbenannt. Nun werden hier u. a. Weiterbildungsveranstaltungen für Fach- und Führungskräfte organisiert.<sup>430</sup>

### **5.2.3.5 Vertrauensvolle Kontakte: Innovationsnetzwerke**

Eine vermittelnde Rolle zwischen den verschiedenen an Innovationen beteiligten Unternehmen und den Hochschulinstituten kommt den Verbänden und verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen Communities zu. Zu nennen sind hier vor allem der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), der VDW, der VDI und die 1954 gegründete AiF. Sie sahen ihre vorrangige Aufgabe darin, über die Vertretungen der wirtschaftlichen Interessen der Branche hinaus, die zwischenbetriebliche Zusammenarbeit zwischen den zumeist kleinen Maschinenbaufabriken und den Forschungseinrichtungen zu stärken.<sup>431</sup>

Die persönlichen Kontakte mit Verbänden, Institutionen und Innovationsnetzwerken des Werkzeugmaschinenbaus sind daher für die Forschungseinrichtungen ein wichtiger Bestandteil des Wissens- und Technologietransfers. Die von Opitz gelegten und geförderten Strukturen einer intensiven Kooperation des WZL mit der Werkzeugmaschinenindustrie wurden von seinen Nachfolgern aufgegriffen und mit den Jahren vertieft. Wichtige Netzwerke und Verbindungen konnten über die Mitgliedschaften von Eversheim, König, Pfeifer und Weck in Verbänden und über wichtige nationale und internationale Forschungseinrichtungen für ihre Spezialgebiete geknüpft werden.

---

<sup>429</sup> Vgl. 90 Jahre WZL 1996, S. 22-24 mit der Struktur der Musterfabrik.

<sup>430</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 166: Das WZLforum an der RWTH Aachen ist heute die Weiterbildungseinrichtung des WZL und des Fraunhofer IPT für Teilnehmer aus der produzierenden Industrie sowie für Teilnehmer aus dem wissenschaftlichen Umfeld der RWTH Aachen. So wird ein Transfer neuester praxisrelevanter Erkenntnisse aus der Forschung in die Industrie gesichert.

<sup>431</sup> Vgl. Hirsch-Kreisen 2000, S. 52.



Jeder auf seinem Spezialgebiet, aber gemeinsam als WZL und Fraunhofer IPT stellten sie kompetente Partner für diese Institutionen dar.<sup>432</sup>

Alle vier Professoren waren als Gutachter in der AiF und in der DFG tätig. Auch im VDW, im VDMA und VDI waren alle Professoren Mitglied und standen einzelnen VDI-Gesellschaften als Vorsitzende zur Verfügung.

Die HGF war für das WZL immer noch ein wertvoller Partner. In bewährter Tradition übernahmen König (1978-1979), Weck (1986-1987) und Eversheim (1988-1989) den Posten des Vorsitzenden der Gesellschaft. Der Begriff Fertigungstechnik – so diskutierte man in der Hochschulgruppe – deckte die bearbeiteten Forschungsgebiete bei weitem nicht mehr ab. Anlässlich ihres 50-jährigen Bestehens wurde die ‚Hochschulgruppe Fertigungstechnik‘ unter dem Vorsitz von Walter Eversheim in die ‚Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik‘ (WGP) umbenannt. Mit der WGP war nun ein Organ geschaffen, das die Belange der Produktionstechnik zeitgemäß im gesellschaftlichen und politischen Raum der Bundesrepublik Deutschland vertrat.<sup>433</sup>

Im renommierten CIRP waren ebenfalls alle Professoren vertreten. Von 1990 bis 1991 leitete König als Präsident der CIRP die Organisation, in der er seit 1988 als Vizepräsident fungiert hatte.

In der Internationalen Messtechnischen Konföderation war Pfeifer als Mitglied vertreten. Von 1974 bis 1982 war er Präsident dieser Gemeinschaft und prägte die Ausrichtung der Organisation mit der Durchführung des 9. Weltkongresses der Messtechnik 1982 in Berlin.

Weck gründete 1988 gemeinsam mit einem britischen Kollegen die ‚European Society for Precision Engineering and Nanotechnology‘ (euspen), die europäische Fachvereinigung auf dem Gebiet der Ultrapräzisionsbearbeitung im Mikro- und Nanobereich. Weck war seit 1991 Präsident dieser Fachvereinigung.

Diese Mitgliedschaften und Initiativen der Professoren zeigten ihr Engagement, die Produktionstechnik auf umfassende Art mitzugestalten und weiterzuentwickeln. Die Weitsicht und die Fähigkeit über ihre eigenen Grenzen zu schauen, beeinflusste den

---

<sup>432</sup> Vgl. 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 116 ff.

<sup>433</sup> Vgl. Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 73.

Wissens- und Technologietransfer auf positive Weise und machte das WZL zu einem interessanten Kooperationspartner für internationale Industrieunternehmen.

Dies spiegelte sich in den externen Anerkennungen wider, die das WZL von Industrieerfahrung hatte. So wurde das WZL beispielsweise 1982 für seine vorbildliche Ausbildung von Ingenieuren von der Society of Manufacturing Engineers der USA mit dem ‚SME Education Award‘ ausgezeichnet. In der Laudatio hieß es:

„In Anerkennung der vorbildlichen Ausbildung von Ingenieuren für angewandte Fertigungstechnologie, Forschung und Entwicklung. In den letzten 30 Jahren haben die hervorragende Lehrtätigkeit des Labors und seine enge Zusammenarbeit mit der Industrie dazu beigetragen, erstklassige Absolventen in den fertigungstechnischen Ingenieurwissenschaften hervorzubringen. Das Labor nimmt eine einzigartige Stellung als Ingenieurausbildungsstätte von hohem Rang in der Welt ein und verdient es, als Vorbild auf der ganzen Welt zu gelten.“<sup>434</sup>

1986 verlieh der VDMA den Preis des Deutschen Maschinenbaus an das WZL. Eine Auszeichnung, die der Industrieverband erstmalig verlieh – und zwar an ein Institut einer technischen Hochschule. In seiner Laudatio betonte der Präsident des VDMA, Otto H. Schiele, dass die Maschinenbauindustrie vom WZL eine außerordentliche Hilfestellung erfahren habe. Die enge Zusammenarbeit zwischen Hochschulforschung und Industrie habe es ermöglicht, dass wissenschaftliche Erkenntnisse schnell und wirkungsvoll in der betrieblichen Praxis umgesetzt würden und der deutsche Maschinenbau zuversichtlich in die Zukunft blicken könne.<sup>435</sup>

Diese positiven Beurteilungen über das WZL und das Fraunhofer IPT und der dort getätigten Forschungs- und Ausbildungsleistungen werden in diesem Zusammenhang als bedeutungsvoller Aspekt des Wissens- und Technologietransfers angeführt. Diese nationalen und internationalen Auszeichnungen trugen zum guten Ruf des WZL als hervorragende Ausbildungsstätte und als praxisorientierte Forschungsstelle bei. Damit stieg die Attraktivität des Hochschulinstitutes nicht für die Studenten als

---

<sup>434</sup> WZL-Information Nr. 14, 1982, S. 2-5 sowie in verkürzter Form in Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik 1987, S. 94.

<sup>435</sup> Vgl. WZL-Information Nr. 19, 1987, S. 93-95.

zukünftige wissenschaftliche Arbeitsstelle, sondern auch für die Industriekunden und Forschungsinstitutionen, die vertrauensvoll auf eine gute Zusammenarbeit bauen konnten.

### **5.3 Zwischenfazit: Der international ausgerichtete Wissens- und Technologietransfer**

Als die vier Professoren 1973 die Leitung des WZL übernahmen, herrschte in Deutschland eine kontroverse Diskussion um den Wissens- und Technologietransfer. Ausgelöst von der Wirtschaftskrise herrschte eine skeptische Grundstimmung in der Bevölkerung, die die hohen Investitionen in Forschung und Entwicklung im Rahmen der staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik nicht mit den allgemeinen Kürzungen von öffentlichen Mitteln und hohen Arbeitslosenzahlen in Einklang bringen konnte. Es wurden praxisorientierte Forschungsergebnisse gefordert, die Deutschland aus der Krise führen sollten.

Um ihre Nützlichkeit unter Beweis zu stellen, engagierten sich Universitäten und technische Hochschulen in der Förderung des Wissens- und Technologietransfers. Auch der umfassende Veränderungsprozess des WZL muss im Rahmen dieser zwiespältigen gesellschaftlichen Grundstimmung betrachtet werden. Das WZL reagierte auf die Forderungen mit verschiedenen Maßnahmen, die der öffentlichen Forderung nach Effizienz nachkamen und einen Wissens- und Technologietransfer mit international ausgerichteten Unternehmen förderten.

Zum einen wurde die interdisziplinäre Netzwerkkultur in der neuen institutionellen Form von drei Lehrstühlen und einem Lehr- und Forschungsgebiet (bzw. später vier Lehrstühlen) unter einem Dach konsequent umgesetzt. Dies hatte für den Wissens- und Technologietransfer am WZL bemerkenswerte Vorteile: Jeder der vier Professoren konnte sich nun unter dem gemeinschaftlichen Dachverband WZL verstärkt seinem eigenen Forschungsgebiet widmen. Somit vergrößerte sich das WZL als Transfergeber und konnte demzufolge einen intensiveren Kontakt zu den entsprechenden Transfernehmern in der Industrie aufbauen. Dies wirkte sich wiederum positiv auf die nationalen und internationalen Forschungsprojekte aus sowie auf die Arbeitskreise mit global ausgerichteten Industrievertretern.

Auch der Teamgedanke spielte weiterhin eine große Rolle im Transferprozess: Die industrielle und universitäre Gemeinschaftsforschung wurde nach wie vor als ‚best

practice' angesehen, um die komplexer werdenden technischen Aufgaben bearbeiten zu können. Neben den fachlichen Herausforderungen, die die Forschungsthemen der elektronischen Datenverarbeitung mit sich brachten, engagierte sich Manfred Weck intensiv für die Gemeinschaftsforschung mit anderen Instituten, mit Forschungseinrichtungen und Industriearbeitskreisen. Während die Politiker noch nach theoretischen Lösungen suchten, wie der Transferprozess verbessert werden konnte, setzte er sich am WZL mit den Industrievertretern zusammen und suchte auf kleinem Dienstweg nach praktikablen und schnellen Lösungen für die anstehenden Probleme im Transferprozess. Wie schon zuvor Opitz, der 1948 bei der Einrichtung des AWKs vor ähnlichen Vorbehalten aus der Industrie gestanden hatte, gelang es Weck, durch direkte Kommunikation die Differenzen abzubauen.

Eine Maßnahme der öffentlichen Diskussion um den Transferprozess war die Einrichtung von Technologietransferstellen an fast allen Universitäten und technischen Hochschulen. An der RWTH Aachen wurde 1980 ein erstes Büro eingerichtet, um den Kontakt von Industrieunternehmen zu Hochschulinstituten zu erleichtern. Walter Eversheim engagierte sich als Senatsbeauftragter für Technologietransfer auf hochschulpolitischer Ebene für den Wissens- und Technologietransfer zwischen RWTH Aachen und Industrieunternehmen. Mit dem persönlichen Engagement der Professoren Eversheim und Weck konnte das WZL zur Stabilisierung des Transferprozesses aktiv beitragen. Dazu nutzen sie ihre am WZL gesammelten Erfahrungen, dass nur in gegenseitigem Vertrauen ein zielorientierter Wissens- und Technologietransfer gelingen kann.

Ein weiterer Schritt im Veränderungsprozess des WZL zeigte sich in der gezielten Suche nach neuen Forschungspartnern. Im Rahmen des Strukturwandels der Aachener Region von einer klassischen Bergbau- zur modernen Technologieregion gelang es dem Vierer-Direktorium, das WZL mit Hilfe von neuen Institutionen zu vergrößern. Mit der Gründung des Fraunhofer IPT 1980, das vom WZL-Direktorium geleitet wurde, konnte nun verstärkt anwendungsorientierte Vertragsforschung betrieben werden. Die Fraunhofer Gesellschaft profitierte von der Anbindung des WZL an die RWTH Aachen und das WZL profitierte von den bestehenden Strukturen und Netzwerken der Fraunhofer Gesellschaft. Der Wissens- und Technologietransfer am WZL erhielt dadurch eine neue Dimension: Es konnte quantitativ mehr Forschung am WZL und Fraunhofer IPT betrieben und über neue Technologievertriebswege auch

andere Netzwerke bedient werden. Mit praxisorientierten Forschungsergebnissen kam man in Aachen zudem der gesellschaftlichen Forderung nach Effizienz nach.

Mit der Einrichtung des ersten Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement (1988) wurde eine für die damalige Zeit einzigartige Institution in Deutschland geschaffen. Das Vierer-Direktorium reagierte auf latente Marktbedürfnisse und verfolgte das Ziel, das Forschungsthema unzertrennbar mit dem WZL zu verbinden: Aachen wurde zur ersten Anlaufstelle für Messtechnik und Qualitätsmanagement für die Industrie.

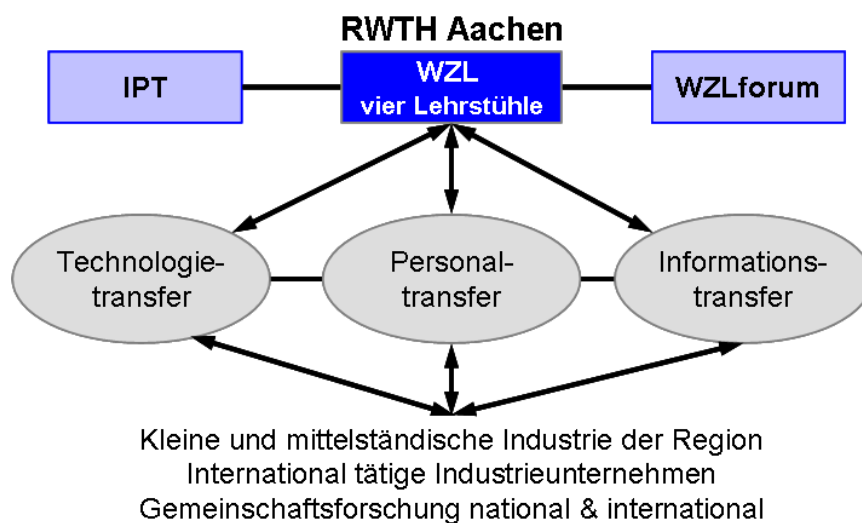
Mit der ADITEC wurde 1992 eine produktionsfähige Musterfabrik geschaffen, die eine praktische Problemlösung am konkreten Beispiel unter realistischen Bedingungen zeigen konnte. Die dort eingesetzte Kombination aus produktionstechnischer Forschung und praxisorientierter Weiterbildung bot den Industrieunternehmen eine zu der Zeit einzigartige Möglichkeit, ihre Mitarbeiter schulen zu lassen. Diese Art des Wissens- und Technologietransfers war neu und Aachen wurde zur zentralen Anlaufstelle für praxisnahe Weiterbildung in der Produktionstechnik.

Mit den zahlreichen Spin-off-Gründungen aus dem WZL und dem Fraunhofer IPT heraus, ergaben sich zudem neue Transfernehmer für das WZL. Ein Perspektivwechsel fand statt: War der wissenschaftliche Mitarbeiter zunächst am Transfergeber WZL angesiedelt, wechselt er mit seinem Spin-off auf die Seite der Transfernehmer und konnte alle Transferwege nutzen. Bedenkt man zudem, dass ein Weggang eines wissenschaftlichen Mitarbeiters zunächst ein Know-how-Verlust bedeutete, wird hier ein Vorteil des Spin-offs erkennbar: Der vertrauensvolle Kontakt zwischen Institut und ehemaligem Mitarbeiter – jetzt als Transfernehmer – bleibt bestehen.

Das Vierer-Direktorium schuf auf institutioneller Ebene neue Transfergeber neben dem WZL und intensivierte damit die schon bestehenden Transferwege. Daneben unterstützten und förderten sie ihre Partner in der Industrie. Hierbei spielten die persönlichen Kontakte mit Verbänden, Institutionen und Innovationsnetzwerken des Werkzeugmaschinenbaus eine besondere Bedeutung, da nur so eine vertrauensvolle Basis für einen Wissens- und Technologietransfer entstehen konnte.

Festzuhalten bleibt, dass sich das WZL auf institutioneller Ebene als Transfergeber strategisch vergrößerte. So konnte das bei allen Partnern gesammelte Wissen effizient gebündelt werden und einem breiten Netzwerk von Transfernehmern zur Verfügung gestellt werden: der kleinen und mittelständischen Werkzeugmaschinenin-

dustrie der Region, den international ausgerichteten Industrieunternehmen sowie den Mitgliedern der universitären und industriellen Gemeinschaftsforschung. Mit neuen Institutionen gelang es dem Vierer-Direktorium, regelmäßig neue Quellen zur ganzheitlichen Wissensgenerierung zu schaffen, die dafür sorgten, dass das WZL innovativ bleiben konnte. Der dadurch entstandene Wissens- und Technologietransfer wurde zum einen den gesellschaftlichen Forderungen nach Effizienz gerecht und kam zum anderen den technologischen Ansprüchen der zunehmend international agierenden Industrieunternehmen nach.



**Modell für den Wissens- und Technologietransfer am WZL von 1973 bis 2006**

Quelle: eigene Darstellung

## 6 Fazit

Der Wissens- und Technologietransfer am WZL steht im Mittelpunkt dieser Arbeit: Wie hat sich der Transferprozess am WZL im Betrachtungszeitraum 1906 bis 2006 entwickelt? Wie hat die Leitungsfunktion des WZL auf den jeweiligen historisch-gesellschaftlichen Wandel reagiert? Wie zeigen sich die Mechanismen des Wandels innerhalb der Strukturen des WZL? Welche Transferwege wurden eingesetzt? Welchen Einfluss auf den Transfer am WZL hat die Interaktion von Staat und Industrie? Welche spezifische Kultur entwickelte das WZL, um dem Wandel standzuhalten? Wie gelang es dem WZL, in jeder Entwicklungsphase innovativ zu bleiben?

Zur Beantwortung der Fragen wurden folgende Thesen aufgestellt.

Der Transfer beruht auf Interaktion zwischen Forschungseinrichtung, Industrie und Staat.

Das WZL hat eine spezifische Kultur entwickelt; bestehend aus einer Netzwerkkultur als gemeinsames Wertesystem sowie einer Wissenskultur als ganzheitliche Wissensgenerierung über die Organisationsgrenzen hinaus.

Zur Überprüfung dieser Thesen wurde die Entwicklung des Transferprozesses am WZL in den historischen Kontext gesetzt und mit Hilfe eines Beschreibungsmodells analysiert, welche spezifischen Veränderungen im Transferprozess in der jeweiligen Entwicklungsphase aufzufinden sind. Das relativ einfache Modell eignet sich für die Langzeitbetrachtung am WZL, da so der nachweislich praktizierte Wissens- und Technologietransfer in den vier Entwicklungsphasen beschreibbar wird. Es kann jedoch nicht die gesamte Dimension des Transferprozesses am WZL erfassen.

Die intensive Interaktion zwischen Forschungseinrichtung, Industrieunternehmen und Staat ändert sich im Laufe der Zeit. Die wirtschaftlichen und politischen Veränderungen im Betrachtungszeitraum 1906 bis 2006 haben grundlegende Auswirkungen auf die am Transferprozess beteiligten Akteure. Sie mussten sich den Bedingungen anpassen bzw. selber aktiv werden, um den geforderten Transfer gewährleisten und in jeder Phase innovativ bleiben zu können. Dies gelang durch die spezifische Netzwerk- und Wissenskultur, die am WZL entwickelt wurde, wobei die Ausprägung bzw. die Bedeutung des jeweiligen Aspekts in den Entwicklungsphasen unterschiedlich stark gewesen ist. Dieses gemeinsame Wertegefüge am WZL orientierte sich am

Prinzip der ganzheitlichen Betrachtungsweise und entwickelte sich zu einem interdisziplinären Teamgedanken über Organisationsgrenzen hinaus.

Es wurde zudem davon ausgegangen, dass sich aufgrund dessen auch die Transferwege, über die der Vermittlungsprozess stattfindet, verändern und sie für die Veränderung des gesamten Transferprozesses verantwortlich sein müssten. Dies war jedoch nicht der Fall: Es konnte gezeigt werden, dass die Transferwege, die einmal installiert wurden, sich im Kern nicht veränderten. Sie wurden in jeder Phase der Entwicklung genutzt und zum Teil durch neue Transferwege ergänzt.

Anfang des 20. Jahrhunderts forderte die Industrie gut ausgebildete und schnell einsetzbare Ingenieure sowie Lösungen für die anstehenden aktuellen technologischen Fragestellungen. Diesen Forderungen nachkommend wurde das WZL eingerichtet, um die scheinbare Trennung zwischen Forschungseinrichtungen und Hochschulen zu überwinden. Der Ingenieur Adolf Wallichs schien der richtige Mann zu sein, um die Zusammenarbeit der Aachener Wissenschaft mit der regionalen und rheinisch-westfälischen Industrie aufzubauen. Er kannte beide Seiten gut: Wallichs hatte lange in der universitären Forschung in Berlin gearbeitet, die geprägt war von Alois Riedlers Überzeugung, dass nur eine Verbindung von Lehre und Praxis zu einer qualifizierten Ingenieurausbildung führen könne. Zudem war er jahrelang als Ingenieur der Friedrich-Wilhelm-Hütte in der rheinisch-westfälischen Industrie tätig, der er Zeit seines Lebens verbunden geblieben ist.

Für einen Wissens- und Technologietransfer am WZL benötigte Wallichs zunächst Forschungsthemen, die für die Industrie wirtschaftlich interessant waren. Er übersetzte die betriebswirtschaftlichen Lehren des Amerikaners Frederic Winslow Taylor und eignete sich damit Wissen an, das aufgrund der Sprachbarriere in der deutschen Industrie noch nicht vorhanden war. So machte Wallichs sich und seine Mitarbeiter am WZL zum alleinigen Wissenspool in der Region. Wallichs initiierte erste Transferwege über Publikationen und Vorträge (Informationstransfer). Als der Rationalisierungsgedanke nach dem Ersten Weltkrieg in Deutschland seine Hochphase erreicht hatte, waren die Mitarbeiter am WZL bereits Experten auf dem Forschungsgebiet, auf die die Industrieunternehmen bereitwillig zurückgriffen (Personaltransfer).

Mit der Errichtung des Werkzeugmaschinenlaboratoriums legte Wallichs den Grundstein für angewandte Auftragsforschung am WZL (Technologietransfer). Es gelang



ihm, eine Kooperation auf Projektbasis mit Unternehmen der Aachener Region sowie der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie zu schließen. Diese Kooperation sollte den Wissens- und Technologietransfer am WZL nachhaltig prägen. Zum einen war dies technologisch begründet: Seine wissenschaftlich gut ausgebildeten Mitarbeiter analysierten die Organisationsstrukturen und Arbeitsweisen vor Ort und sorgten damit durch Verbesserungsvorschläge für Veränderungen direkt in den Betrieben (Technologie- und Personaltransfer). Zum anderen hatte Wallichs seine Kontakte zur Aachener und rheinisch-westfälischen Industrie genutzt, um Spenden für den Bau des Laboratoriums zu sammeln. Insofern durften die Industrievertreter das WZL durchaus als ‚ihre‘ Forschungseinrichtung in der Region betrachten, die dann auch für ihre Forschungen genutzt werden sollte. Mit diesem Netzwerk war gewährleistet, dass aktuelle Fragestellungen und neue technologische Probleme von der Industrie in das WZL gelangten. Wallichs betrachtete die Forschungen zur Wissenschaftlichen Betriebsführung und Zerspanforschung unter ganzheitlichen Fragestellungen, die nur mit interdisziplinärem Wissen gelöst werden konnten. Die Idee der Interdisziplinarität findet sich später am WZL unter dem Begriff ‚Alles unter einem Dach‘ wieder. Davon profitierten die Industrieunternehmen, da die ganzheitlichen Lösungsansätze zur Wirtschaftlichkeit der Betriebe beitrugen. Diese Verbindung, die auf technologischer Expertise und wirtschaftlichen Interessen basierte, sollte sich als wegweisend für die Netzwerk- und Wissenskultur am WZL erweisen.

Das Prinzip der ganzheitlichen Betrachtungsweise, das sich aus den Lehren von Taylor ergab, übertrug Wallichs auch auf die zwischenmenschliche Ebene am WZL. Seine Wallichs-Schule begründete sich auf einem speziellen Zusammengehörigkeitsgefühl, das von der Idee des Miteinanders und der Interdisziplinarität geprägt war. Dies führte dazu, dass seine Mitarbeiter den Grundgedanken dieser Netzwerkkultur später als sogenannten ‚Laborgeist‘ am WZL weiterführten.

Wallichs gelang es, das WZL als Bindeglied zwischen Hochschule und Industrie zu etablieren. Er kam den Forderungen der Industrie nach und bildete schnell einsetzbare Ingenieure aus, die auf aktuelle Fragestellungen praxis- und anwendungsorientierte Lösungen lieferten. Er begründete eine Netzwerk- und Wissenskultur am WZL, mit der es gelang, sich neues technologisches Wissen über ein Netzwerk aus Industriepartnern anzueignen. Damit schuf er die Grundlagen für einen Wissens- und Technologietransfer am WZL, der es ermöglichte, dass das WZL in jeder Phase in-

novativ bleiben konnte. Diese grundlegenden Strukturen finden sich in jeder Entwicklungsphase wieder.

In der Zeit der Nationalsozialisten veränderte sich der Wissens- und Technologietransfer am WZL. Die Forschungsarbeiten waren größtenteils an den Zweck der Aufrüstung gebunden und damit nicht mehr nur allein anwendungsorientiert. Auch als Auftraggeber fungierten hauptsächlich staatliche Stellen und nicht mehr nur Industrieunternehmen. Der seit April 1936 als Leiter des WZL tätige Herwart Opitz legte die Forschungsschwerpunkte auf Zerspanforschung und Entwicklung von Werkzeugmaschinen. Sie waren für die rüstungsindustrielle Entwicklung notwendig, da nur so die Herstellung großer Mengen verschiedener Rüstungsgüter umgesetzt werden konnte. In den Jahren 1936 bis 1945 erhielt das WZL u. a. Forschungsförderungen vom Reichsforschungsrat und verschiedenen Ministerien. Alle Forschungen galten der Verbesserung des Rohstoffeinsatzes sowie der Entwicklung von Ersatzwerkzeugbaustoffen. Die Kooperation mit den verantwortlichen staatlichen Stellen zeigt, dass am WZL ein Wissens- und Technologietransfer im Dienst der Rüstungsforschung erfolgte. Der nationalsozialistische Staat stellte die Rahmenbedingungen für die Auftragsforschung am WZL und wurde zum ersten Abnehmer der Forschungsergebnisse.

Zu den Forschungsbereichen Betriebsorganisation und Psychotechnik wurde am WZL in dieser Phase nicht aktiv geforscht. Joseph Mathieu hatte diese Fachbereiche übernommen und wurde auf den Leitungsposten des 1942 neu gegründeten Institutes für Arbeitswissenschaften berufen. Es konnte nachgewiesen werden, dass Opitz in diesem vermeintlich ideologisch besetzten Forschungsthema nicht aktiv tätig gewesen ist.

Die Generierung von neuem Wissen spielt in dieser Entwicklungsphase eher eine untergeordnete Rolle, dagegen erhielt der Aspekt der Netzwerkkultur eine bedeutendere und zugleich neue Rolle. 1937 wurde von Seiten der produktionstechnischen Institute die Hochschulgruppe Betriebswissenschaft unter dem Vorsitz von Wallich's gegründet. Dies geschah in enger Abstimmung mit der Werkzeugmaschinenindustrie. Das Ziel der Hochschulgruppe war es, die gemeinschaftliche Koordination und Spezialisierung der Forschungsfelder vorzunehmen, die Selbstständigkeit der Hochschulinstitute zu bewahren und einen Wissens- und Technologietransfer zwischen

Hochschule und Industrie sicherzustellen (Technologietransfer). Ob die Gründung der Hochschulgruppe Betriebswissenschaft als gezielte Strategie der Hochschulprofessoren anzusehen ist, mit der die zentrale Lenkung der Forschung durch den Staat verhindert werden sollte, ist denkbar, lässt sich jedoch nicht belegen. Sicher ist allerdings, dass in dieser Zeit eine zukunftsweisende Netzwerkstruktur zur universitären Gemeinschaftsforschung zwischen den produktionstechnischen Instituten aller technischen Hochschulen in Deutschland entstand. Dieser neue Transferweg überdauerte die Kriegsjahre und wurde nach 1945 erfolgreich reaktiviert. Bis heute ist das überregionale Hochschul-Netzwerk WGP eine wichtige Stütze für das WZL in allen Bereichen des Wissens- und Technologietransfers.

Herwart Opitz übernahm die Leitung des Institutes in der Zeit der Gleichschaltung und Nazifizierung der technischen Hochschulen. Er konnte eine Mindestanbindung in bestimmten NS-Netzwerken seines beruflichen Umfeldes nachweisen und hat damit höchstwahrscheinlich zum Fortbestehen des Institutsalltags beigetragen. Er erwies sich als verlässlicher wissenschaftlicher Partner für die NS-Stellen und gewährleistete somit scheinbar einen kontinuierlichen Wissens- und Technologietransfer. Eine eindeutige politische bzw. ideologische Einstellung lässt sich – wie in der Arbeit gezeigt werden konnte – nach vorliegender Aktenlage nicht erkennen. Auch wenn eine Interpretation schwierig ist, scheint die Kontinuität des Wissens- und Technologietransfers am WZL vermutlich im Mittelpunkt seines Denkens und Handelns gestanden zu haben.

Eine Möglichkeit, um dieses aus heutiger Sicht scheinbar ambivalente Verhalten von Opitz zu erklären, wurde mit Hilfe der Doppelstaat-Theorie von Ernst Fraenkel von 1941 gezeigt. Als Ingenieur und Wissenschaftler, der alle Forschungen am WZL zum Zweck der Aufrüstung betrieb, ist Opitz in der Logik von Fraenkel dem alle Gesetze missachtenden Maßnahmenstaat (Willkürherrschaft) zuzuordnen. Auch seine Ernennung zum Leiter des Arbeitskreises M im Hauptausschuss Panzerwagen und Zugmaschinen sowie seine Mitgliedschaften in nationalsozialistischen Organisationen und Netzwerken sprechen dafür. Als Hochschulprofessor jedoch, der in erster Linie für ein Fortbestehen des Institutsalltags mit Lehre und Forschung sowie des Wissens- und Technologietransfers verantwortlich war und dem keine eindeutige ideologische Einstellung nach heutiger Aktenlage nachzuweisen ist, kann Opitz in der Logik von Fraenkel durchaus auch dem Normenstaat (kapitalistische Wirtschaftsordnung) zugeordnet werden.

Es herrschte offenbar ein aus heutiger Sicht ambivalentes Nebeneinander von einem normalen unpolitischen Institutsalltag und der politisch geprägten Welt außerhalb des Institutes, für die ein Wissens- und Technologietransfer zum Zweck der Aufrüstung durchgeführt wurde.

Nach Kriegsende und der Entnazifizierungsphase von Opitz orientierte sich der Wissens- und Technologietransfer am WZL zunächst wieder an den Strukturen der Weimarer Zeit. In dieser Entwicklungsphase spielen die Netzwerk- und die Wissenskultur eine ähnlich bedeutende Rolle.

Zunächst galt es in den Nachkriegsjahren, das von Wallichs aufgebaute Netzwerk zur Werkzeugmaschinenindustrie der Aachener Region und der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie wieder zu reaktivieren. Hierfür initiierte Opitz eine neue Form des Informationstransfers: Das Kolloquium AWK war zunächst als erster Versuch zur Kontaktaufnahme und zum wissenschaftlichen Informationsaustausch zwischen Hochschule und Industrieunternehmen gedacht. Es entwickelte sich jedoch im Laufe der Zeit schnell zu einem internationalen Gesprächsforum zwischen Herstellern, Anwendern und Hochschulinstitut über internationale Marktbedürfnisse und technische Entwicklungen (Informationstransfer).

Gerade die Jahre des Wirtschaftswunders waren von neuen produktionstechnologischen Entwicklungen geprägt, gemeint sind die Mechanisierung und die Automatisierung zur Produktivitätssteigerung, die neue Vertiefungsrichtungen hervorbrachten und die Forschungen am WZL zunehmend bestimmten. Opitz entwickelte das Talent, Marktbedürfnisse der Zeit zu erkennen und neue technologische Entwicklungen gezielt zu erfassen. Seine Prinzipien der Industrienähe, der Wirtschaftlichkeit und der Ganzheitlichkeit ermöglichten seinen Mitarbeitern eine breit gefächerte, sich an neuen Themen orientierende Ausbildung. Damit wurde der aktuelle technologische Wissenstand am WZL direkt für den Bereich der Lehre genutzt und den Studenten weitervermittelt. Das WZL entwickelte sich zu einer der besten Ausbildungsstätten mit hohem und vor allem aktuellem Wissensniveau. Die Absolventen durchliefen eine praxis- und wissenschaftsverbindende Ingenieurausbildung und waren anschließend direkt in der Industrie einsetzbar. Opitz führte das Prinzip der Wallichs-Schule fort, die mit dieser Aufgabe gegründet wurde (Personaltransfer).

Die Entwicklungen in der Produktionstechnik erweiterten nicht nur das Portfolio der Forschungsthemen am WZL, sondern auch die Forschungsbedürfnisse der Industrieunternehmen. Um auf die neuartigen Bedürfnisse der nationalen und später immer internationaler werdenden Industrieunternehmen gezielt eingehen zu können, musste sich die Haltung zur Wissensgenerierung und zur interdisziplinären Forschung am WZL verändern: Um eine enge Abstimmung und einen gezielten Informationsaustausch zu gewährleisten, wurde die Organisationsstruktur des WZL so verändert, dass es möglich wurde, alle in einem Werkzeugmaschinenunternehmen auftretenden Aufgaben im WZL zu bearbeiten. Das Motto ‚Alles unter einem Dach‘ erlaubte eine interdisziplinäre Bearbeitung der technologischen Fragestellungen und war an einer technischen Hochschule einzigartig. Mit dieser ganzheitlichen Organisationsstruktur prägte Opitz die besondere Netzwerkkultur innerhalb des WZL über die Abteilungsgrenzen hinaus und legte die Grundlage für die spätere Einrichtung der drei bzw. vier Lehrstühle am WZL.

Die neue Organisationsstruktur ermöglichte es den Mitarbeitern am WZL, sich verstärkt um die jeweiligen Forschungsbedürfnisse der Industrieunternehmen zu bemühen. Zur Generierung von neuem Wissen wurde ein Schwerpunkt auf die Gemeinschaftsforschung gelegt. Die gemeinsame Entwicklung der deutschen Programmiersprache EXAPT Anfang der 1960er Jahre kann als ein vorbildliches Beispiel für die universitäre Gemeinschaftsforschung bezeichnet werden. Für das WZL bedeutete dieses Gemeinschaftsprojekt mit den HGF-Instituten und internationalen Forschungseinrichtungen die Begründung einer neuen Form des Wissens- und Technologietransfers. Am WZL beschäftigte man sich nun mit einer ganz neuartigen Forschungsrichtung, nämlich der Entwicklung und Erprobung von Software. Zudem wurde der Grundstein für eine neue interdisziplinäre Gemeinschaftsforschung mit deutschen Hochschulinstituten gelegt (Technologietransfer). Hierbei war es Opitz wichtig, dass sich die deutschen Hochschulinstitute der gleichen Fachrichtung nicht mehr als Konkurrenten betrachteten, sondern als Teil einer Forschungsgruppe. Die ursprüngliche Idee von Wallichs, der 1937 die HFG mit dem Ziel gründete, ein stabiles Netzwerk zu schaffen, erhielt eine neue Dimension: Nun galt es nicht mehr, sich thematisch voneinander abzugrenzen, sondern sich wissenschaftlich zu ergänzen.

Eine Form der industriellen Gemeinschaftsforschung war die intensive Zusammenarbeit in Arbeitskreisen, wie das Beispiel des WZL-Getriebekreises zeigte (Technologietransfer). Hier schlossen sich Firmen zusammen, die gemeinsam mit dem WZL

innovative Fragestellungen und Forschungsaufgaben definierten, die dann ganzheitlich mit und vom WZL bearbeitet wurden. So konnte sich das WZL neues technologisches Wissen über ein Netzwerk aus Industriepartnern aneignen. Diesen Wissensaustausch nutzten vor allem kleine und mittelständische Industriepartner der Region, aber auch große international agierende Firmen, die den Vorteil der vorwettbewerblichen Forschung für sich nutzen wollten.

Die spezifische Netzwerkkultur, die im fachlichen Bereich eine Grundvoraussetzung für innovative Forschung war, wurde ebenso als fester Bestandteil der Unternehmenskultur am WZL gepflegt. Sie stützte sich auf die Grundprinzipien von Wallichs: Es war die Idee des Miteinanders und der Interdisziplinarität, die von Opitz als sogenannter ‚Laborgeist‘ weitergeführt wurde und von einer starken Identifizierung mit dem WZL und einer emotionalen Verbundenheit mit Opitz geprägt war. Sie führte dazu, dass eine enge vertraute Gemeinschaft entstand, die auch über die Institutszeit hinaus bestehen blieb; so wie es zu Wallichs' Zeiten auch gewesen ist.

Es ist anzunehmen, dass Opitz insbesondere die Gemeinschaftsforschung als Transferweg am WZL initiierte, um einerseits die Produktionstechnik effektiv voranzutreiben und andererseits die Innovationsfähigkeit am WZL zu bewahren und somit die Zukunft des Institutes zu sichern. Die Erkenntnis und das neue Wissen um technologische Fragestellungen, die durch Netzwerke mit Partnern der Gemeinschaftsforschung oder der Arbeitskreise gewonnen wurden, scheinen für ihn bedeutender gewesen zu sein, als das Bedürfnis, für seine Leistung individuell anerkannt zu werden. Er machte das WZL damit zu einem Wissenspool mit Experten zu fast jedem Thema der Werkzeugmaschinen, Zerspanforschung und Wissenschaftlichen Betriebswissenschaft. Die Netzwerk- und damit verbundene Wissenskultur sorgten dafür, dass das WZL innovativ bleiben und den notwendigen Wissens- und Technologietransfer für die Anforderungen der immer internationaler werdenden Werkzeugmaschinenindustrie leisten konnte.

Anfang der sogenannten langen 1970er Jahre herrschte in Deutschland eine kontroverse Diskussion um den Wissens- und Technologietransfer. Die staatliche Forschungs- und Technologiepolitik war angesichts der wirtschaftlichen Krise in die Kritik geraten und die Gesellschaft forderte eine praxis- und anwendungsorientierte Forschung, die Deutschland aus dieser Krise führen sollte.

Am WZL reagierte man mit einem umfassenden Veränderungsprozess auf die aktuellen Forderungen. So wurde die interdisziplinäre Netzwerkkultur am WZL in der neuen institutionellen Form von drei Lehrstühlen und einem Lehr- und Forschungsgebiet unter einem Dach konsequent umgesetzt. Diese Organisationsform hatte für den Wissens- und Technologietransfer am WZL bemerkenswerte Vorteile: Jeder der vier Professoren konnte sich nun seinem Forschungsgebiet verstärkt widmen und war doch unter dem gemeinschaftlichen Dachverband WZL mit seinen Kollegen verbunden.

Ein weiterer Schritt im Veränderungsprozess des WZL zeigte sich in der gezielten Suche nach neuen Forschungspartnern. Hier spielen die Netzwerk- und die Wissenskultur eine ähnlich bedeutende Rolle. Im Rahmen des Strukturwandels der Aachener Region von einer klassischen Bergbau- zur modernen Technologieregion gelang es dem Vierer-Direktorium, das WZL mit Hilfe von neuen Institutionen zu vergrößern. Mit der Gründung des Fraunhofer IPT 1980, das vom WZL-Direktorium geleitet wurde, konnte nun anwendungsorientierte Vertragsforschung betrieben werden. Die Fraunhofer Gesellschaft profitierte von der Anbindung des WZL an die RWTH Aachen und das WZL profitierte von den bestehenden Strukturen und Netzwerken der Fraunhofer Gesellschaft. Der Wissens- und Technologietransfer am WZL erhielt dadurch eine neue Dimension: Es konnte quantitativ mehr Forschung am WZL und Fraunhofer IPT betrieben werden und über neue Technologievertriebswege auch andere Netzwerke bedient werden. Mit praxisorientierten Forschungsergebnissen kam man in Aachen zudem der gesellschaftlichen Forderung nach Effizienz nach.

Mit der Einrichtung des ersten Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement (1988) wurde eine für die damalige Zeit einzigartige Institution in Deutschland geschaffen. Das Vierer-Direktorium reagierte auf latente Marktbedürfnisse und verfolgte das Ziel, das Forschungsthema unzertrennbar mit dem WZL zu verbinden: Aachen wurde zur ersten Anlaufstelle für Messtechnik und Qualitätsmanagement für die Industrie.

Mit der ADITEC wurde 1992 eine produktionsfähige Musterfabrik geschaffen, die eine praktische Problemlösung am konkreten Beispiel unter realistischen Bedingungen zeigen konnte. Die dort eingesetzte Kombination aus produktionstechnischer Forschung und praxisorientierter Weiterbildung bot den Industrieunternehmen eine zu der Zeit einzigartige Möglichkeit, ihre Mitarbeiter schulen zu lassen. Diese Art des

Wissens- und Technologietransfers war neu und das WZL wurde zur ersten Adresse für praxisnahe Weiterbildung in der Produktionstechnik (Informationstransfer).

Mit den zahlreichen Spin-off-Gründungen aus dem WZL und dem Fraunhofer IPT heraus, ergaben sich zudem neue Transfernehmer für das WZL. Ein Perspektivwechsel fand statt: War der wissenschaftliche Mitarbeiter zunächst am Transfergeber WZL angesiedelt, wechselt er mit seinem Spin-off auf die Seite der Transfernehmer und kann somit in den Nutzen aller Transferwege des WZL kommen. So bleibt zudem ein vertrauensvoller Kontakt zwischen Institut und ehemaligem Mitarbeiter – jetzt als Transfernehmer – bestehen.

Dem Vierer-Direktorium war es durch einen umfassenden Veränderungsprozess gelungen, das WZL auf institutioneller Ebene als Transfergeber strategisch zu vergrößern. Das bei allen Partnern gesammelte Wissen wurde effizient gebündelt und einem breitem Netzwerk von Transfernehmern zur Verfügung gestellt: der kleinen und mittelständischen Werkzeugmaschinenindustrie der Region, den international ausgerichteten Industrieunternehmen sowie den internationalen Mitgliedern der universitären und industriellen Gemeinschaftsforschung. So gelang es, neue Quellen zur ganzheitlichen Wissensgenerierung zu schaffen, die dafür sorgten, dass das WZL innovativ blieb.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

Die Analysen der Entwicklungsphasen des Wissens- und Technologietransfers am WZL haben gezeigt, dass es dem WZL im Betrachtungszeitraum von 100 Jahren gelungen ist, ein dauerhaft interessanter und damit innovativer Transferpartner für die Industrieunternehmen zu sein.

Das WZL passte sich – wie gezeigt werden konnte – den äußeren Erfordernissen sowie den betrieblichen und produktionstechnischen Bedarfen an. Eine Erklärung für die Anpassungsfähigkeit des WZL könnte darin liegen, dass die jeweilige neue politisch-gesellschaftliche und wirtschaftliche Situation mit den Emeritierungsdaten zusammenfiel und somit von einem neu eingesetzten Professor zu lösen war. Eine Ausnahme bildet Opitz, der nach seinem Entnazifizierungsprozess das WZL ab März 1948 weiterführte und auf bestehende Netzwerke zurückgreifen konnte.



Der Wissens- und Technologietransfer im Dritten Reich ist als Bruch in der Entwicklung der Transfernehmer zu deuten: Der Transferprozess war größtenteils an den Zweck der Aufrüstung gebunden und damit nicht mehr nur allein anwendungsorientiert. Auch als Auftraggeber fungierten hauptsächlich staatliche Stellen und nicht mehr nur Industrieunternehmen, wie dies noch bei Wallichs gewesen ist. Nach dem Zweiten Weltkrieg orientierte man sich am WZL wieder an den Strukturen der Weimarer Zeit und nahm den Transfer mit den Werkzeugmaschinenunternehmen der Aachener Region und der rheinisch-westfälischen Schwerindustrie wieder auf.

Ein zweiter Bruch ist in den sogenannten langen 1970er Jahren in der Entwicklung des Transferegebers WZL zu sehen. Denn hier begann das WZL bewusst mit einer strategischen Ausweitung: Um den immer globaler werdenden Anforderungen der Industrie standhalten zu können, wurde aktiv Expansion betrieben, neue Lehrstühle eingerichtet und Kooperationen mit international anerkannten Forschungspartnern gesucht.

Ein weiterer Grund für die Innovationsfähigkeit des WZL ist sicherlich in der spezifischen Netzwerk- und Wissenskultur zu sehen. Die Netzwerkstrukturen, die sich am WZL frühzeitig fanden, gelten heute als optimale Organisationsstruktur für die Lösung komplexer technologischer Fragestellungen. Wallichs generierte mit den Übersetzungen von Taylors Lehren ein einzigartiges Wissen, das er seinem Netzwerk zur Verfügung stellte. Damit begann auch der Gedanke der ganzheitlichen interdisziplinären Bearbeitungsform, der sich in allen Entwicklungsphasen wiederfindet. Die 1937 gegründete Hochschulgruppe Betriebswissenschaft, die heutige WGP, diente als Grundlage für spätere intensiv betriebene universitäre und industrielle Gemeinschaftsforschung. Besonders in der Nachkriegsphase spielte Wissensgenerierung eine entscheidende Rolle: Opitz gründete 1948 das AWK als gemeinschaftliche Informationsplattform und entwickelte das WZL mit dem Konzept ‚Alles unter einem Dach‘ zu einem Wissensnetzwerk innerhalb des Institutes, das durch zahlreiche externe Netzwerke und neue Kooperationspartner ergänzt wurde. So entstanden im unmittelbaren Kontext des WZL neue Quellen zur Wissensgenerierung, die gezielt miteinander verknüpft wurden. Doch nicht nur die Hochschule war der Ort, an dem Wissen kumuliert wurde, sondern auch die Industrie verfügte über Wissen, das für das WZL überlebensnotwendig war und auch heute noch ist: Denn sie liefert dem WZL neue Forschungsaufgaben, ohne die das WZL nicht innovativ sein kann.

## 6 Fazit

In der Gründungsphase legte Wallich eine Kooperationsform zwischen Forschung und Industrie an, mit der es dem WZL in jeder Entwicklungsphase gelang, sich neues technologisches Wissen über ein Netzwerk aus Industriepartnern anzueignen und dieses an die spezifischen Marktbedürfnisse angepasst wieder zurückzuspielen. Die nachfolgenden Leiter erreichten es, sich auf Basis dieses Kooperationskonzepts eigene Netzwerke und neue Wissensquellen anzueignen, um die Innovationskraft des WZL zu sichern. Mit Hilfe der am WZL spezifischen Netzwerk- und Wissenskultur wird es auch zukünftig gelingen, einen innovativen Wissens- und Technologietransfer aufrecht zu erhalten.



APT	Automatically Programmed Tools (Programmiersystem)
AWK	Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIRP	Collège International pour l'Étude Scientifique des Techniques de Production Mécanique
CMI	Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation, Bosten, USA
DAF	Deutsche Arbeitsfront
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V.
DINTA	Deutsches Institut für Nationalsozialistische Technische Arbeitsforschung und -schulung
EXAPT	Extended Subset of APT (Programmiersystem)
FIAT	Field Information Agency, Technical
Fraunhofer IPT	Fraunhofer Institut für Produktionstechnik, Aachen
GStA PK	Geheimen Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin
HAAC	Hochschularchiv der RWTH Aachen
HABPW	Historisches Archiv der BPW Bergische Achsen Kommanditgesellschaft
HGF	Hochschulgruppe Fertigungstechnik (seit 1947; 1937 gegründet als Hochschulgruppe Betriebswissenschaft, 1987 umbenannt in WGP)
HStA	Hauptstaatsarchiv Düsseldorf
IHK	Industrie- und Handelskammer
INFOS	Informationssysteme für Schnittwerte
IWF	Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der Technischen Universität Berlin
KWG	Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (seit 1911, seit 1946/48 umbenannt in Max-Planck-Gesellschaft)
MIT	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA
MPG	Max-Planck-Gesellschaft (s. a. KWG)

NC	numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen (NC-Maschinen)
NSDAP	Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei
PTR	Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
REFA	Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung
REM	Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, kurz Reichserziehungsministerium
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SA	Sturmabteilung
SS	Schutzstaffel
TZA	Technologie-Zentrum Aachen
VDE	Verein Deutscher Elektroingenieure
VDEh	Verein Deutscher Eisenhüttenleute
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
VDW	Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V.
VV	Vorlesungsverzeichnis
WGP	Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik (s. a. HGF)
WZL	Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre

### **7.3 Quellenverzeichnis**

#### **Archivquellen**

##### **Aachener Stadtarchiv**

ZAS, Abt. 6, Nr. 636

ZAS, Abt. 6, Nr. 1722

ZAS, Abt. 6, Nr. 2439

ZAS, Abt. 6, Nr. 2858

7 Anhang

ZAS, Abt. 6, Nr. 2895

### **Archiv der ThyssenKrupp AG, Duisburg**

FWH / Akte 439

FWH / Akte 440

FWH / Akte 441

FWH / Akte 442

### **Bundesarchiv Koblenz**

R 26 III

R 30

R21, 336

### **Bundesarchiv Berlin (ehem. Document Center)**

MF Opitz, Herwart, 4. Juni 1905, Mitgliedsnr. 2083404

Wi Wallichs, Adolf, 5. November 1869

### **GStA PK – Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin**

GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. X, Nr. 3, Band 1

GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. XV, Nr. 1, Band 9

GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. XV, Nr. 11, Band 1

GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sekt. 6, Tit. XV, Nr. 11, Band 2

GStA PK, I. HA Rep. 76, Kultusministerium, Vb Sekt. 7, Tit. III, Nr. 5A, Band 1

GStA PK, I. HA Rep. 76 Kultusministerium, Vb Sek. 7, Tit. III, Nr. 5C, Band 1

GStA PK, I. HA Rep. 89, geheimes Zivilkabinett, jüngere Periode, Nr. 21704, Band 3

### **HAAc – Hochschularchiv der RWTH Aachen**

460	2732
480	2838
497	2866a
864	2899
948	2927
1026	4202
1041	6216
1168	12139
1216	13292
2283	NO151

**HABPW – Historisches Archiv der BPW Bergische Achsen  
Kommanditgesellschaft**

1.03

2.02

2.04

3.01

3.02

3.03

**HStA Düsseldorf – Hauptstaatsarchiv Düsseldorf**

NW 316, Akte 53

NW 350, Akte 70, Akte 99, Akte 109, Akte 141

NW 369, Akte 10

NW 386, Akte 1971-1977, Akte 45

NW 464-011

NW 417-102

7 Anhang

NW 514-053

NW 1037 Akte B II 525

NW 1079, Akte 4684

NW O Akte 824

NW O Akte 10854

NW O Akte 5838

## **Universitätsarchiv der Technischen Universität Dresden**

Altbestand Gs 1945, Nr. A/504

### **Gedruckte Quellen**

„Keine Scheu vor Instituten“, Interview mit Christian Brecher und Fritz Klocke, in: Industrieanzeiger, Nr. 27/28, vom 2.7.2007, 129. Jahrgang, S. 32-33.

„Späte Ehrung für Professor Opitz“, in: Aachener Volkszeitung vom 7. Juni 1979.

„Technologieführerschaft zählt. Interview mit Fritz Klocke“, in: JournalMittelstand vom 7. Juni 2004.

100 Jahre Produktionstechnik, Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen von 1906 bis 2006, hrsg. von Walter Eversheim/ Tilo Pfeifer/ Manfred Weck, Aachen 2006.

75 Jahre WZL (1906-1981). Festreden anlässlich der 75-Jahrfeier am 10. Juni 1981 im Krönungssaal des Rathauses zu Aachen, hrsg. v. Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen, Aachen 1981.

80 Jahre WZL (1906-1986). Innovation aus Tradition. Impulse der Produktionstechnik, hrsg. v. Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen, Köln 1986.

90 Jahre WZL (1986 bis 1996). Innovation aus Tradition. Impulse für die Produktionstechnik, hrsg. v. Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen, Duisburg 1996.



Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 1. Jg. 1941 als Jahrbuch der RWTH Aachen bis 2006.

Ausstellungen der Hochschulbibliothek anlässlich des 125-jährigen Bestehens der Technischen Hochschule Aachen. Die Anfänge der RWTH Aachen in Bildern und Dokumenten, hrsg. v. der Bibliothek der RWTH Aachen, Aachen 1996.

Diverse Berichtsbände zum Aachener Werkzeugmaschinenlabor von 1948 bis 2006.

Eversheim, Walter: Organisation in der Produktionstechnik (Band 1-4), erste Auflage 1980; es erscheinen regelmäßige Überarbeitungen und Neuauflagen.

Eversheim, Walter: Veränderte Strukturen durch neue Fertigungstechnologien, in: Christian Peter Henle (Hrsg.): Auf dem Weg in ein neues Zeitalter. Die deutsche Wirtschaft vor ihrer größten Herausforderung. Festschrift für Bodo Liebe, Düsseldorf/Wien 1985, S. 136-162.

Eversheim, Walter: Der erfolgreiche Spin-off gehört dazu, in: Deutsche Universitätszeitschrift – Sepcial, 4.12.1992, S. 10-12.

Eversheim, Walter/ Fritz Klocke: Werkzeugbau mit Zukunft, Berlin/ Heidelberg 1998.

Eversheim, Walter/ Günther Schuh: Taschenbuch für Betriebsingenieure Betriebshütte (Produktion und Management, Teil 1 und 2), Berlin/ Heidelberg 1998.

Eversheim, Walter/ Schuh, Günther (Hrsg.): Betriebshütte – Produktion und Management, Berlin 1998.

Gast, Paul (Hrsg.): Die Geschichte der RWTH Aachen. Festschrift 1870-1920, Aachen 1920.

Geh.Rat Prof. Dr.-Ing. e.h. Adolf Wallichs zu seinem 40jährigen Dienstjubiläum an der Technischen Hochschule Aachen, in: Werkstatt und Betrieb 79 (1946), S. 119.

Habetha, Klaus (Hrsg.): Die Geschichte der RWTH Aachen. Festschrift 1970-1995, Aachen 1995.

Imagebroschüre „Systemlösungen für die Produktion – WZL der RWTH Aachen und Fraunhofer IPT im Profil“, Aachen 2005.

In memoriam Wilfried König, hrsg. v. WZL der RWTH Aachen, Aachen 2001.

Internationale Zerspanungstagung 1959 in Aachen, 13. Forschungsbericht des Laboratoriums für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH Aachen, Essen 1960.

Stand und zukünftige Entwicklungen in der Produktion. Festschrift für Prof. Dr.-Ing. Dres. h. c. Herwart Opitz zur Vollendung des 65. Lebensjahres gewidmet von seinen früheren und jetzigen Mitarbeitern, Essen 1970.

Klinkenberg, Hans Martin (Hrsg.): Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen 1870-1970, Stuttgart 1970.

König, Wilfried/ Fritz Klocke: Fertigungsverfahren (Band 1-5), erste Auflage von Wilfried König seit 1980; seit 1995 regelmäßige Neuauflagen von Fritz Klocke.

König, Wilfried: Fertigungstechnologie in den neunziger Jahren, Opladen 1983.

König, Wilfried/ Eversheim, Walter/ Weck, Manfred/ Pfeifer, Tilo: Das Selbstporträt. Moderne Produktionstechnik durch praxisnahe Forschung, in: Werkstattstechnik. Zeitschrift für industrielle Fertigung 74, 11 (1984), S. 691.

Milberg, Joachim/ Schuh, Günther (Hrsg.): Erfolg in Netzwerken, Berlin 2002.

Moll, Hans Heinrich: Die Geschichte des Werkzeugmaschinenlabors, in: 75 Jahre WZL (1906-1981). Festreden anlässlich der 75-Jahrfeier am 10. Juni 1981 im Krönungssaal des Rathauses zu Aachen, hrsg. v. Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen, Aachen 1981, S. 25-34.

Nachruf auf Adolf Wallichs, in: Werkstattstechnik, Zeitschrift für Produktion und Betrieb 49, 6 (1959), S. 301.

Opitz, Herwart: Das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaft an der Technischen Hochschule Aachen, in: Aluminium. Fachorgan zur Förderung der gesamten Industrie des Aluminiums und seiner Legierungen, 19. Jahrgang (1937), S. 125-128.

Opitz, Herwart: Aus der Entwicklungsgeschichte des Laboratoriums für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre an der Rhein. Westf. Technischen Hochschule Aachen, in: Herwart Opitz (Hrsg.): Wirtschaftliche Fertigung und Forschung. Adolf Wallichs zum 80. Geburtstag am 5. November 1949, München 1949, S. 34-44.

Opitz, Herwart: Die Entwicklung des Werkzeugmaschinenbaues im Ausland, in: Alma Mater Aquensis 1950, S. 242-244.

Opitz, Herwart: Die Entwicklung des Werkzeugmaschinenbaues im Inland, in: Alma Mater Aquensis 1951, S. 169-171.

Opitz, Herwart (Hrsg.): Aufwand, Leistung und Wirtschaftlichkeit neuzeitlicher Werkzeugmaschinen. Vorträge und Diskussionen zum 6. Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium, Essen 1953.

Opitz, Herwart: Entwicklung im Werkzeugmaschinenbau, Berichtband zum 8. Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium, Essen 1956.

Opitz, Herwart: Die Fertigungstechnik als Wirtschaftsfaktor, Rektoratsrede, gehalten an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen am 11. November 1958, Essen 1958.

Opitz, Herwart: Die Entwicklung der RWTH Aachen von 1949-1959. Ein Bericht Seiner Magnifizenz Professor Dr.-Ing. H. Opitz anlässlich der Feier der Rektoratsübergabe am 11. November 1959, Aachen 1959.

Opitz, Herwart: Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre, in: Aachen, Die RWTH, Aachen 1961, S. 148-149.

Opitz, Herwart: Werkstücksystematik und Teilefertigung, in: Menschliche und organisatorische Probleme der rationellen Fertigung. Vortragsreihe Betriebstechnik im Rahmen des Deutschen Ingenieurtages 1964 in München, Sonderdruck aus VDI-Nachrichten 106, 1964, Nr. 26, S. 6-16.

Opitz, Herwart: Das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der Technischen Hochschule Aachen, in: Jahrbuch 1963, hrsg. v. Ministerpräsidenten des Landes Nordrhein-Westfalen – Landesamt für Forschung, Köln/ Opladen 1964, S. 227-283.

Opitz, Herwart: Aus gemeinsamer Arbeit unter Geheimrat Prof. Dr.-Ing. E.h. Adolf Wallichs, in: Günter Spur (Hrsg.): Fertigungstechnik in Lehre, Forschung und Praxis, Freiburg 1967, S. 24-26.

Opitz, Herwart: Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der Technischen Hochschule Aachen, in: wt-Zeitschrift für industrielle Fertigung 60 (1970), Heft 2, S. 80-87.

Opitz, Herwart: Mechanisierung der Fertigung, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Jg. 50, S. 230 f.

Opitz, Herwart: Grundlagen der Temperatur- und Verschleißwirkung bei der Zerspaltung und die Bearbeitung warm- und korrosionsfester Stähle, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Jg. 52/53, S. 176-183.

Opitz, Herwart: Fertigungstechnik – Synthese der Ingenieurwissenschaften, Rektoratsrede, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Jg. 68, S. 23-32.

Opitz, Herwart: Vorwort des Rektors, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Jg. 69, S. 7-8.

Pfeifer, Tilo: Praxisbuch Qualitätsmanagement. Aufgaben, Lösungswege, Ergebnisse, Berlin/ Heidelberg 1996.

Pfeifer, Tilo: Ohne Fertigungsmesstechnik geht nichts, in: QZ 42 (1997) 9, S. 942-943.

Pfeifer, Tilo: Fertigungsmesstechnik, München/ Wien 1998.

Qualität und Messtechnik im Wandel. Chancen für Innovation und Wachstum. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Prof. h.c. Tilo Pfeifer, 1999.

Ricking, Klaus: Der Geist bewegt die Materie. Mens agit mollem. 125 Jahre Geschichte der RWTH Aachen, Aachen 1995.

SEW-EURODRIVE-Stiftung: Ernst-Blickle-Preis 1997. Festreden anlässlich der Verleihung an Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Weck, o.O. 1997.

Stand und zukünftige Entwicklungen in der Produktion. Festschrift für Prof. Dr.-Ing. Dres. h. c. Herwart Opitz zur Vollendung des 65. Lebensjahres gewidmet von seinen früheren und jetzigen Mitarbeitern, Essen 1970.

Starck, Hans/ Weck, Manfred: Herwart Opitz (1905-1978), in: Klaus Habetha (Hrsg.): Die Geschichte der RWTH Aachen. Festschrift 1970-1995, Aachen 1995, S. 295-303.

Tools. Informationen der Aachener Produktionstechniker, hrsg. v. Walter Eversheim, Fritz Klocke, Manfred Weck, Tilo Pfeifer 1994 bis heute.

Vorlesungsverzeichnisse der TH / RWTH Aachen von 1906/07 bis 2006.

Wallichs, Adolf: Über Dreharbeit und Werkzeugstähle. Autorisierte deutsche Ausgabe der Schrift „On the art of cutting metals“ (1897) von F. W. Taylor, Berlin 1908 (verwendete Schrift: 4. Auflage, Berlin 1920).

Wallichs, Adolf: Die Betriebsleitung insbesondere der Werkstätten. Autorisierte deutsche Bearbeitung der Schrift „Shop Management“ (1903) von F. W. Taylor, Berlin 1909 (verwendete Schrift: 3. vermehrte Auflage, Berlin 1914)

Wallichs, Adolf: Die Psychologie des Arbeiters und seine Stellung im industriellen Arbeitsprozeß, Berlin 1917 (Vortrag).

Wallichs, Adolf: Die Fünfzigjahrfeier der Technischen Hochschule zu Aachen am 23. Oktober 1920, Aachen 1920.

Wallichs, Adolf (Hrsg.): Arbeitsforschung in der Schwerindustrie. Bericht über die Tätigkeit der Forschungsstelle für industrielle Schwerarbeit der Vereinigten Stahlwerke AG vom Mai 1925-1929, Düsseldorf 1930.

Wallichs, Adolf: Das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften an der Technischen Hochschule Aachen, Sonderdruck aus dem „TZ für prakt. Metallbearbeitung“, 44. Jahrg. 1934, Nr. 1/2, S. 1-4.

Wallichs, Adolf: Zusammenarbeit der Hochschul-Forschungsanstalten für Fertigungstechnik, in: Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 81, 1937 (33), S. 962.

Wallichs, Adolf: Aus der Geschichte der Betriebswissenschaft, in: Herwart Opitz (Hrsg.): Wirtschaftliche Fertigung und Forschung. Adolf Wallichs zum 80. Geburtstag am 5. November 1949, München 1949, S. 11-33.

Wallichs, Adolf: Überblick über die Geschichte der Betriebswissenschaft, in: Industrie-Anzeiger. Sonderteil: Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik 76 (1954), S. 13.

Weck, Manfred: Die Gemeinschaftsforschung im Bereich des Werkzeugmaschinenbaues und der Fertigungstechnik und Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis, in: AiF (Hrsg.): Von der Forschung zur Anwendung, Köln 1974, S. 40-46.

Weck, Manfred: Werkzeugmaschinen, Fertigungssysteme (Band 1-5), erste Auflage 1980; es erscheinen regelmäßige Überarbeitungen und Neuauflagen.

Weck, Manfred: Abschlusswort, in: 75 Jahre WZL (1906-1981). Festreden anlässlich der 75-Jahrfeier am 10. Juni 1981 im Krönungssaal des Rathauses zu Aachen, hrsg. v. Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen, Aachen 1981, S. 40.

Werkzeugmaschine und Fertigungstechnik. Festschrift für Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Herwart Opitz zur Vollendung des 60. Lebensjahres gewidmet von seinen ehemaligen und heutigen Mitarbeitern, Essen 1965.

WZL-Information, Nachrichten aus dem Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH Aachen, hrsg. von Walter Eversheim, Wilfried König, Tilo Pfeifer, Manfred Weck von 1973 bis 1988.

WZL/IPT-Information, Nachrichten aus dem Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH Aachen und dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie, hrsg. v. Walter Eversheim, Wilfried König, Manfred Weck, Tilo Pfeifer von 1989 bis 1993.

#### 7.4 Verwendete Dissertationen

Auszug aus der Gesamtliste aller Dissertationen in: 100 Jahre Produktionstechnik 2006, S. 713-804.

- 1911 Erich Moldenhauer: Wirtschaftliche Schachtförderung aus großen Teufen.
- 1913 Carl Bender: Ein Beitrag zur Frage größter wirtschaftlicher Ausnutzung vorhandener Werkstatteinrichtungen nach amerikanischem Muster.
- 1914 Heinrich Hempelmann: Anlage und Berechnung von Gasfernleitungen in technischer und wirtschaftlicher Beziehung.
- 1917 Arthur Winkel: Über den Einfluß der Fördermittel, Förderweise und Maschinenbauart auf die Herstellungskosten elektrischer Schachtfördermaschinen.
- 1926 Helmut Hemscheidt: Untersuchungen über die Zahnform an Kaltkreissägeblättern.
- 1928 Hanns Baurmann: Ein Beitrag zur Frage der individuellen Verschiedenheiten im Bedienen von Werkzeugmaschinen.
- 1928 Karl Krekeler: Die Prüfung der Bearbeitbarkeit der legierten Stähle für den Krafftfahrzeugbau durch spanabhebende Werkzeuge.
- 1929 Jens Juhl Strube: Beitrag zur menschlichen Schwerarbeit im Hochofenbetrieb.
- 1930 Heinrich Schallbroch: Untersuchungen über das Senken und Reiben von Eisen-, Kupfer- und Aluminium-Legierungen.
- 1930 Herwart Opitz: Versuche über die Zerspanbarkeit von Automatenstahl.
- 1930 Helmut Dabringhaus: Die Zerspanbarkeit des Gusseisens im Drehvorgang.
- 1932 Wolfgang Mendelson: Die Bohrbarkeit von Gusseisen.

- 1934 Willem Arie Herweijer: Die Zerspanung von Automatenkupferlegierungen beim Dreh- und Bohrvorgang.
- 1936 Fritz Hunger: Untersuchungen der Drehbarkeit von Leitmetallen.
- 1938 Wilhelm Zimmermann: Untersuchungen über die Zerspanbarkeit einiger Austauschlegierungen auf Zink- und Aluminiumbasis.
- 1939 Werner Homberger: Zerspanbarkeitsuntersuchungen an Automaten-Leichtmetall-Legierungen.
- 1939 Günther Zipps: Zerspanbarkeitsuntersuchungen an Chrom-Molybdän-Baustählen aus Siemens-Martin- und Elektroöfen.
- 1939 Ernst Printz: Die Zerspanbarkeit von SM-Stählen und legierten Baustählen im Schlicht- und Schrapp-Drehvorgang ohne Kühlung mit Hartmetallwerkzeugen.
- 1939 Werner Vits: Ein Beitrag zur Klärung des Schleifvorgangs unter besonderer Berücksichtigung der Einwirkung verschiedener Kühlmittel auf Schleifscheibe und Werkstück.
- 1940 Helmut Reese: Untersuchungen über das Verschleißverhalten von Kunststoffzahnradern und deren Berechnung unter Berücksichtigung des Verschleißes und der Lebensdauer.
- 1940 Karl Krümmel: Untersuchungen über das Verschleiß- und Reibungsverhalten von Press- und Gleitführungen gegen Gusseisen.
- 1943 Josef Ley: Feinziehschleifen. Einfluss auf Arbeitsbedingungen.
- 1956 Hans-Günther Rohs: Wege zur zweckmäßigen Gestaltung von Stufengetrieben für Werkzeugmaschinen.
- 1956 Hermann Stute: Kennwerte und Leistungsbedarf für Werkzeugmaschinengetriebe.



- 1962 Werner Kalkert: Untersuchungen über den Einfluss der Fertigungsgenauigkeit auf den Zahnkraftverlauf und die Flankenfähigkeit ungehärteter Stirnräder.
- 1962 Friedhelm Hensen: Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit von Stirnradgetrieben durch Einlaufläppen.
- 1963 Karl Schwiegelshohn: Entwicklung seismischer Drehfehlermessgeräte mit niedrigen Eigenfrequenzen für die Verzahntechnik.
- 1967 Dieter Reckziegel: Aufbau einer Werkzeugsystematik für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen unter besonderer Berücksichtigung der maschinellen Programmierung von Bohrwerken.
- 1968 Wilhelm Hans Engelskirchen: Anpassung rechnergestützter Programmierverfahren der Fertigungstechnik an numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen.
- 1969 Bernd Hirsch: Ein System zur Ermittlung von Zerspanvorgabewerten, insbesondere bei rechnergestützter Programmierung numerisch gesteuerter Drehmaschinen.
- 1970 Heinz Berger: Automatische Schnittwertermittlung für die Fräs- und Bohrbearbeitungen im Hinblick auf ein Informationssystem für Zerspandaten.
- 1970 Wolfgang Budde: Arbeitsablauf und Werkzeugermittlung für Drehbearbeitung – ein Beitrag zur Automatisierung der Fertigungsplanung.

## 7.5 Literaturverzeichnis

„Campus der Superlative soll RWTH stärken“, in: Aachener Zeitung vom 18. August 2007.

„Das Elite-Konzept muss noch mal in die Werkstatt“, in Aachener Zeitung vom 14. Oktober 2006.

„Gesucht: Persönlichkeiten, die den Universitäten Beine machen“, in: Aachener Nachrichten vom 12. Februar 2007.

„Neue Hochschulstadt wächst auf alten Gleisen“, in: Aachener Nachrichten vom 23. November 2007.

„Karriere cum laude, Uni-Ranking 2009“, in: WirtschaftsWoche vom 27. April 2009.

„Wie Deutschland schneller, besser und günstiger produzieren könnte“, in: Aachener Nachrichten vom 6. November 2006.

175 Jahre TU Dresden, hrsg. im Auftrag der Gesellschaft von Freunden und Förderern der TU Dresden e.V. von Reiner Pommerin. Bd. 1: Geschichte der TU Dresden 1828-2003 hrsg. von Reiner Pommerin; Bd. 2: Wissenschaft und Technik. Studien zur Geschichte der TU Dresden, hrsg. von Thomas Hänseroth; Bd. 3: Die Professoren der TU Dresden 1828-2003, bearbeitet von Dorit Petschel, Köln/ Weimar/ Wien 2003.

Abele, Johannes/ Barkleit, Gerhard/ Hänseroth, Thomas (Hrsg.): Innovationskulturen und Forschttererwartungen im geteilten Deutschland, Köln/ Weimar/ Wien 2001.

Abelshauer, Werner/ Petzina, Dietmar (Hrsg.): Konjunktur, Krise, Wachstum, Düsseldorf 1981.

Abelshauer, Werner/ Petzina, Dietmar: Krise und Rekonstruktion. Zur Interpretation der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung im 20. Jahrhundert, in: Werner Abelshauer/ Dietmar Petzina (Hrsg.): Konjunktur, Krise, Wachstum, Düsseldorf 1981, S. 47-93.

Abelshausen, Werner/ Hesse, Jan-Otmar/ Plumpe, Werner (Hrsg.): Wirtschaftsordnung, Staat und Unternehmen. Neue Forschungen zur Wirtschaftsgeschichte des Nationalsozialismus, Festschrift für Dietmar Petzina zum 65. Geburtstag, Essen 2003.

Abelshausen, Werner: Deutsche Wirtschaftsgeschichte seit 1945, München 2004.

Adam, Uwe Dietrich: Hochschule und Nationalsozialismus. Die Universität Tübingen im Dritten Reich, Tübingen 1977.

Albrecht, Ulrich/ Heinemann-Gründer, Andreas/ Wellmann, Arend (Hrsg.): Die Spezialisten. Deutsche Naturwissenschaftler und Techniker in der Sowjetunion nach 1945, Berlin 1992.

Allesch, Jürgen/ Amann, Rolf/ Preiß-Allesch, Dagmar: Wissens- und Technologietransfer an den Hochschulen. Dokumentation eines Expertengesprächs des vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft geförderten Projekts Wissenstransfer (PROWIS) am 18. und 19. Mai 1984, Berlin 1984.

Allesch, Jürgen: Stand und Perspektiven des Technologietransfers an deutschen Hochschulen, in: Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (Hrsg.): Wissens- und Technologietransfer aus deutschen und britischen Hochschulen. Dokumentation eines deutsch-britischen Seminars, Bonn 1986, S. 66-81.

Allesch, Jürgen/ Preiß-Allesch, Dagmar/ Spengler, Ulrich: Hochschule und Wirtschaft. Bestandaufnahme und Modelle der Zusammenarbeit, Köln 1988.

Allesch, Jürgen/ Schröder, Dirk (Hrsg.): Gesamtdeutsche Zusammenarbeit im Technologie-Transfer. Strukturen und Erfahrungsberichte, Köln 1991.

Allwang, Karl: Werkzeugmaschinen, München 1989.

Ambrosium, Gerold/ Petzina, Dietmar/ Plumpe, Werner (Hrsg.): Moderne Wirtschaftsgeschichte. Eine Einführung für Historiker und Ökonomen, München 2006.

Amrhein, Denise: Die Universität als Dienstleistungsunternehmen. Innovative Organisationsstrukturen und Motivationskonzepte, Wiesbaden 1998.

Ämter, Abkürzungen, Aktionen des NS-Staates. Handbuch für die Benutzung von Quellen der nationalsozialistischen Zeit. Amtsbezeichnungen, Ränge und Verwaltungsgliederungen, Abkürzungen und nichtmilitärische Tarnbezeichnungen. Im Auftrage des Instituts für Zeitgeschichte bearbeitet von Heinz Boberach, Rolf Thommes und Hermann Weiß (= Texte und Materialien zur Zeitgeschichte; 5), München 1997.

Ash, Mitchell G.: Verordnete Umbrüche – Konstruierte Kontinuitäten: Zur Entnazifizierung von Wissenschaftlern und Wissenschaften nach 1945, in: Zeitschrift für Geschichtswissenschaft 43 (1995), S. 903-923.

Ash, Mitchell G. (Hrsg.): Mythos Humboldt. Vergangenheit und Zukunft der deutschen Universitäten, Wien 1999.

Ash, Mitchell G.: Wissenschaft und Politik als Ressourcen für einander, in: Rüdiger vom Bruch/ Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 32-51.

Benz, Wolfgang/ Graml, Hermann (Hrsg.): Biographisches Lexikon zur Weimarer Republik, München 1988.

Benz, Wolfgang/ Distel, Barbara (Hrsg.): Erinnern und Vergessen. Das schwierige Thema Nationalsozialismus, München 1994.

Benz, Wolfgang/ Graml, Hermann/ Weiß, Hermann (Hrsg.): Enzyklopädie des Nationalsozialismus, München 1998.

Berghoff, Hartmut: Moderne Unternehmensgeschichte. Eine themen- und theorieorientierte Einführung, Paderborn 2004.

Beyerchen, Alan D.: Wissenschaftler unter Hitler. Physiker im Dritten Reich, Köln 1980.

Biedenkapp, Georg/ Feldhaus, Franz (Hrsg.): Der Ingenieur. Seine kulturelle, gesellschaftliche und soziale Bedeutung mit einem historischen Überblick über das Ingenieurwesen, Stuttgart 1910.

Böttger, Joachim: Forschung für den Mittelstand. Die Geschichte der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) im wirtschaftspolitischen Kontext, Köln 1993.

Bower, Tom: Verschwörung Paperclip. NS-Wissenschaftler im Dienst der Siegermächte, München 1988.

Brämer, Rainer: Heimliche Komplizen? Zur Rolle des Naturwissenschaften im Dritten Reich. Eine Betrachtung zum politischen Verhalten von Gelehrten, in: Aus Politik und Zeitgeschichte 36 (1986), Bd. 12, S. 15-30.

Braun, Hans-Joachim: Technologietransfer im Maschinenbau von Deutschland in die USA 1870 bis 1939, in: Technikgeschichte 50 (1983), S. 238-252.

Braun, Hans-Joachim: Technologietransfer – Theoretische Ansätze und historischer Beispiele, in: Erich Pauer (Hrsg.): Technologietransfer Deutschland – Japan von 1850 bis zur Gegenwart (= Monographien aus dem Deutschen Institut für Japanstudien der Philipp-Franz-von-Siebold-Stiftung, Bd. 2), München 1992, S. 16-47.

Braun, Hans-Joachim/ Walter Kaiser (Hrsg.): Prophyläen Technikgeschichte. Energiewirtschaft, Automatisierung, Information, seit 1914, Bd. 5, Berlin 1997.

Brochhagen, Ulrich: Vergangene Vergangenheitsbewältigung. Zum Umgang mit der NS-Vergangenheit während der fünfziger und frühen sechziger Jahre, in: Mittelweg 36,5 (1992), S. 145-154.

Broszat, Martin/ Frei, Norbert: Das Dritte Reich im Überblick. Chronik, Ereignisse, Zusammenhänge, München 1989.

Bruch, Rüdiger vom / Kaderas, Brigitte (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002.

Buchheim, Gisela/ Sonnemann, Rolf (Hrsg.): Geschichte der Technikwissenschaft, Basel/ Boston/ Berlin 1990.

Ciesla, Burghard: Das „Project Paperclip“ – deutsche Naturwissenschaftler und Techniker in den USA (1946 bis 1952), in: Jürgen Kocka (Hrsg.): Historische DDR-Forschung. Aufsätze und Studien (= Zeithistorische Studien, Bd. 1), Berlin 1993, S. 287-301.

Corsten, Hans: Der nationale Technologietransfer. Formen – Elemente – Gestaltungsmöglichkeiten – Probleme, Berlin 1982.

Daniel, Ute: Kompendium Kulturgeschichte, Theorien, Praxis, Schlüsselwörter, Frankfurt am Main 2001.

Dietz, Burkhard/ Fessner, Michael/ Maier, Helmut (Hrsg.): Technische Intelligenz und „Kulturfaktor Technik“. Kulturvorstellungen von Technikern und Ingenieuren zwischen Kaiserreich und früher Bundesrepublik Deutschland (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 2), Münster/ New York/ München/ Berlin 1996.

Diner, Dan (Hrsg.): Ist der Nationalsozialismus Geschichte? Zu Historisierung und Historikerstreit, Frankfurt am Main 1987.

Düwell, Kurt/ Köllmann, Wolfgang (Hrsg.): Zur Geschichte von Wissenschaft, Kunst und Bildung an Rhein und Ruhr, Wuppertal 1982.

Edwards, Arthur W. J.: Zwei kritischen Jahre in der Geschichte der RWTH Aachen, in: Manfred Heinemann (Hrsg.): Hochschuloffiziere und Wiederaufbau des Hochschulwesens in Westdeutschland 1945-1952, Teil 1: Die britische Zone, Hildesheim 1990, S. 133-143.

Elle, Hans-Dieter: Studie zur Evaluation der Technologiezentren in Nordrhein-Westfalen. Entwicklung, Leistungen, Perspektiven, Köln 1997.

Ellwein, Thomas: Die deutsche Universität. Vom Mittelalter bis zur Gegenwart, Frankfurt am Main 1992.

Emmerich, Wolfgang/ Wege, Carl (Hrsg.): Der Technikdiskurs in der Hitler-Stalin-Ära, Stuttgart/ Weimar 1995.

Erker, Paul: Industrie-Eliten in der NS-Zeit. Anpassungsbereitschaft und Eigeninteresse von Unternehmern in der Rüstungs- und Kriegswirtschaft 1936-1945, Passau 1993.

Erker, Paul/ Pierenkemper, Toni (Hrsg.): Deutsche Unternehmer zwischen Kriegswirtschaft und Wiederaufbau. Studien zur Erfahrungsbildung von Industrie-Eliten, München 1999.

Etzkowitz, Henry/ Leydesdorff, Loet (Hrsg.): Universities and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University-Industry-Government Relations, London/ New York 1997.

Etzkowitz, Henry/ Webster, Andrew/ Healey, Peter (Hrsg.): Capitalizing Knowledge. New Intersections of Industry and Academia, New York 1998.

Federspiel, Ruth: Mobilisierung der Rüstungsforschung? Werner Osenberg und das Planungsamt im Reichsforschungsrat 1943-1945, in: Helmut Maier (Hrsg.): Rüstungsforschung im Nationalsozialismus. Organisation, Mobilisierung und Entgrenzung der Technikwissenschaften (= Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus, Bd. 3), Göttingen 2002, S. 72-105.

Felt, Ulrike/ Nowotny, Helga/ Taschwer, Klaus: Wissenschaftsforschung. Eine Einführung, Frankfurt am Main/ New York 1995.

Fraenkel, Ernst: Der Doppelstaat (orig. 1941), Frankfurt am Main/ Köln 1974.

Frei, Norbert: Vergangenheitsbewältigung. Die Anfänge der Bundesrepublik und die NS-Vergangenheit, München 1996.

Frevert, Ute/ Haupt, Heinz-Gerhard (Hrsg.): Der Mensch des 19. Jahrhunderts, Frankfurt am Main/ New York 1999.

Freyberg, Thomas von: Industrielle Rationalisierung in der Weimarer Republik, Frankfurt am Main 1989.

Friedewald, Michael: Computer als Werkzeug und Medium. Die geistigen und technischen Wurzeln des Personal Computers, Berlin 1999.

Fritzsche, Peter: Wie aus Deutschen Nazis wurden, München 2002.

Fromhold-Eisebith, Martina: Wissenschaft und Forschung als regionalwirtschaftliches Potential. Das Beispiel von Rheinisch-Westfälischer Technischer Hochschule und Region Aachen (= Information und Materialien zur Geographie der Euregio Maas-Rhein, Beiheft Nr. 4), Dissertation, Aachen 1992.

Führ, Christoph: Deutsches Bildungswesen seit 1945. Grundzüge und Probleme, Berlin 1997.

Fülgraff, Georges/ Falter, Annegret (Hrsg.): Wissenschaft in der Verantwortung. Möglichkeiten der institutionellen Steuerung, Frankfurt am Main/ New York 1990.

Funke, Manfred: Universität und Zeitgeist im Dritten Reich. Eine Betrachtung zum politischen Verhalten von Gelehrten, in: Aus Politik und Zeitgeschichte 36 (1986), Bd. 12, S. 3-14.

Gasten, Elmar: Aachen in der Zeit der nationalsozialistischen Herrschaft 1933-1944 (= Europäische Hochschulschriften, Bd. 541), Frankfurt am Main 1993.

Gehring, Astrid: Nationalsozialistische Rüstungspolitik und unternehmerischer Entscheidungsspielraum. Vergleichende Fallstudien zur württembergischen Maschinenbauindustrie (= Nationalsozialismus und Nachkriegszeit in Südwestdeutschland, Bd. 5), München 1996.

Gerybadze, Alexander: Technologie- und Innovationsmanagement. Strategie, Organisation und Implementierung, München 2004.

Geyer, Michael: Deutsche Rüstungspolitik 1860-1980, Frankfurt am Main 1984.

Gibbons, Michael/ Limoges, Camille/ Nowotny, Helga et. al. (Hrsg.): The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, London 1994.



Grupp, Hariolf/ Dominguez-Lacasa, Icar/ Friedrich-Nishio, Monika: Das deutsche Innovationssystem seit der Reichsgründung, Heidelberg 2002.

Grüttner, Michael: Wissenschaft, in: Wolfgang Benz/ Hermann Graml/ Hermann Weiß (Hrsg.): Enzyklopädie des Nationalsozialismus, München 1998, S. 135-153.

Grüttner, Michael: Machtergreifung als Generationskonflikt. Die Krise der Hochschulen und der Aufstieg des Nationalsozialismus, in: Rüdiger vom Bruch/ Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 339-353.

Grüttner, Michael: Biografisches Lexikon zur nationalsozialistischen Wissenschaftspolitik, Heidelberg 2004.

Gussmann, Bernd: Innovationsfördernde Unternehmenskultur. Die Steigerung der Innovationsbereitschaft als Aufgabe der Organisationsentwicklung, Berlin 1988.

Haas, Markus: Spannende Metallbearbeitung in Deutschland während der Zwischenkriegszeit (1918-1939), Hamburg 1997.

Hallmann, Willi: Ingenieure – Wegbereiter der Zukunft. 150 Jahre VDI Aachener Bezirksverein, Düren 2006.

Hammerstein, Notker: Die Deutsche Forschungsgemeinschaft in der Weimarer Republik und im Dritten Reich. Wirtschaftspolitik in Republik und Diktatur 1920-1945, München 1999.

Hammerstein, Notker: Wissenschaftssystem und Wissenschaftspolitik im Nationalsozialismus, in: Rüdiger vom Bruch/ Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 219-224.

Handel, Kai: Innovationen in Bildung und Ausbildung an den bundesdeutschen Hochschulen? Hochschulgründungen und Studienreformen, in: Johannes Abele/ Gerhard Barkleit/ Thomas Hänseroth (Hrsg.): Innovationskulturen und Fortschrittserwartungen im geteilten Deutschland, Köln/ Weimar/ Wien 2001, S. 279-299.

Harre, Jan: Strategische Standortstrukturplanung für multinational produzierende Unternehmen, veröffentlichte Dissertation, Aachen November 2006.

Haude, Rüdiger: Dynamiken des Beharrens. Die Geschichte der Selbstverwaltung der RWTH Aachen seit 1945. Ein Beitrag zur Theorie der Reformprozesse, Aachen 1993.

Hausen, Jürgen: Technische Forschungen am Werkzeugmaschinenlaboratorium der RWTH und ihre Bedeutung für die mittelständische Industrie Nordrhein-Westfalens, in: Kurt Düwell/ Wolfgang Köllmann (Hrsg.): Zur Geschichte von Wissenschaft, Kunst und Bildung an Rhein und Ruhr, Wuppertal 1982, S. 24-38.

Hebeisen, Walter: F. W. Taylor und der Taylorismus, Zürich 1999.

Heinemann, Manfred (Hrsg.): Umerziehung und Wiederaufbau. Die Bildungspolitik der Besatzungsmächte in Deutschland und Österreich, Stuttgart 1981.

Heinemann, Manfred (Hrsg.): Hochschuloffiziere und Wiederaufbau des Hochschulwesens in Westdeutschland 1945-1952, Teil 1: Die britische Zone, Hildesheim 1990.

Heinen, Edmund/ Faulk, Matthias: Unternehmenskultur. Perspektiven für Wissenschaft und Praxis, München 1997.

Heinlein, Martin: Innovationen kleiner Unternehmen in regionalen Netzwerken: die Förderung von Forschung und Entwicklung durch aktive Vermittlung im Wissens- und Technologietransfer, Frankfurt am Main 2004.

Henle, Christian Peter (Hrsg.): Auf dem Weg in ein neues Zeitalter. Die deutsche Wirtschaft vor ihrer größten Herausforderung. Festschrift für Bodo Liebe, Düsseldorf/ Wien 1985.

Henning, Friedrich-Wilhelm: Deutsche Wirtschafts- und Sozialgeschichte im 19. Jahrhundert, Paderborn/ München/ Wien/ Zürich 1996.

Herbert, Ulrich: Wer waren die Nationalsozialisten? Typologien des politischen Verhaltens im NS-Staat, in: Gerhard Hirschfeld/ Tobias Jersak (Hrsg.): Karrieren im Nationalsozialismus. Funktionseliten zwischen Mitwirkung und Distanz, Frankfurt am Main/ New York 2004, S. 17-42.

Herf, Jeffrey: Der nationalsozialistische Technikdiskurs: Die deutschen Eigenheiten des reaktionären Modernismus, in: Wolfgang Emmerich/ Carl Wege (Hrsg.): Der Technikdiskurs in der Hitler-Stalin-Ära, Stuttgart/ Weimar 1995, S. 72-93.

Hermand, Jost/ Trommler, Frank: Die Kultur der Weimarer Republik, Frankfurt am Main 1989.

Herrmann, Manfred: Project Paperclip. Deutsche Wissenschaftler in Diensten der U.S. Streitkräfte nach 1945, veröffentlichte Dissertation, Erlangen/ Nürnberg 1999.

Heßler, Martina: Das Städtische als Metapher. Zum Verhältnis von Stadt und Wissenschaft im 20. Jahrhundert, ungedruckte Habilitationsschrift, RWTH Aachen, Juli 2005.

Heßler, Martina: Die kreative Stadt. Zur Neuerfindung eines Topos, Bielefeld 2007.

Hirschfeld, Gerhard/ Jersak, Tobias (Hrsg.): Karrieren im Nationalsozialismus. Funktionseliten zwischen Mitwirkung und Distanz, Frankfurt am Main/ New York 2004.

Hirsch-Kreisen, Hartmut: NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozess. Amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik, Frankfurt am Main/ New York 1993.

Hirsch-Kreisen, Hartmut/ Seitz, Beate: Der Maschinenbau als Entwickler von Produktions- und Fertigungstechniken, in: Ulrich Widmaier (Hrsg.): Der deutsche Maschinenbau in den neunziger Jahren. Kontinuität und Wandel einer Branche, Frankfurt am Main 2000, S. 43-65.

Höffkes, Karl: Hitlers politische Generale. Die Gauleiter des Dritten Reiches. Ein biographisches Nachschlagewerk, Tübingen 1986.

Homburg, Heidrun: Anfänge des Taylorsystems in Deutschland vor dem Ersten Weltkrieg, in: Reinhard Rürup (Hrsg.): Technik und Gesellschaft im 19. und 20. Jahrhunderts (= Geschichte und Gesellschaft, Heft 2), Göttingen 1978, S. 170-194.

Hortleder, Gerd: Das Gesellschaftsbild des Ingenieurs, Frankfurt am Main 1970.

Hortleder, Gert: Ingenieure in der Industriegesellschaft, Frankfurt am Main 1973.

Huber, Martin/ Gerhard Lauer (Hrsg.): Wissenschaft und Universität. Selbstporträt einer Generation. Wolfgang Frühwald zum 70. Geburtstag, Köln 2005.

Hughes, Thomas P.: Ideologie für Ingenieure, in: Technikgeschichte 48 (1981), S. 308-323.

Hughes, Thomas P.: Die Erfindung Amerikas. Der technologische Aufstieg der USA seit 1870, München 1991.

Hunecke, Volker: Der „Kampf ums Dasein“ und die Reform der technischen Erziehung im Denken Alois Riedlers, in: Reinhard Rürup (Hrsg.): Wissenschaft und Gesellschaft. Beiträge zur Geschichte der Technischen Universität Berlin 1879-1979, Bd. 1, Berlin/ Heidelberg/ New York 1979, S. 301-313.

Hüttenberger, Peter: Nationalsozialistische Polykratie, in: Geschichte und Gesellschaft 2 (1976), S. 417-442.

Jaide, Walter: Generationen eines Jahrhunderts. Wechsel der Jugendgenerationen im Jahrhunderttrend. Zur Geschichte der Jugend in Deutschland 1871-1985, Opladen 1988.

Jarausch, Konrad H.: Deutsche Studenten 1800-1970, Frankfurt am Main 1984.

Jarausch, Konrad A.: Das Humboldt-Syndrom. Die westdeutschen Universitäten 1945-1989, in: Mitchell G. Ash (Hrsg.): Mythos Humboldt. Vergangenheit und Zukunft der deutschen Universitäten, Wien 1999, S. 58-79.

Jensen, Uffa: Braunhemd, in: Wolfgang Benz/ Hermann Graml/ Hermann Weiß (Hrsg.): Enzyklopädie des Nationalsozialismus, München 1998, S. 403.

Jonas, Michael: Brücken zum Elfenbeinturm. Mechanismen des Wissens- und Technologietransfers aus Hochschulen, Berlin 2000.

Kaiser, Walter: Von Taylor und Ford zur „lean production“ - Innertechnische und politische Aspekte des Wandels der Produktion, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Bd. 30, 1993/94, S. 173-191.

Kaiser, Walter: Wissenschaft und Technik nach 1945, in: Helmut König/ Wolfgang Kuhlmann/ Klaus Schwabe (Hrsg.): Vertuschte Vergangenheit. Der Fall Schwerte und die NS-Vergangenheit der deutschen Hochschulen, München 1997, S. 241-256.

Kaiser, Walter/ König, Wolfgang (Hrsg.): Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden, München/ Wien 2006.

Kaiser, Walter: Ingenieure in der Bundesrepublik Deutschland, in: Walter Kaiser/ Wolfgang König (Hrsg.): Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden, München/ Wien 2006, S. 233-267.

Kalkmann, Ulrich: Die Technische Hochschule Aachen im Dritten Reich (1933-1945), Aachen 2003.

Kappel, Fritz: 75 Jahre VDW 1891-1966, hrsg. v. Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken, Frankfurt am Main 1966.

Kayser, Peter (Hrsg.): Technologietransfer Forschung – Industrie – Dokumentation eines Expertengesprächs, Berlin 1987.

Kershaw, Ian: Der NS-Staat. Geschichtsinterpretationen und Kontroversen im Überblick, Hamburg 1988.

Kertz, Walter (Hrsg.): Hochschule und Wirtschaft (= Projektbericht zur Geschichte der Carolo-Wilhelmina, Heft 7), Braunschweig 1992.

Klee, Ernst: Deutsche Medizin im Dritten Reich. Karrieren vor und nach 1945, Frankfurt am Main 2001.

Kline, Stephen/ Rosenberg, Nathan: An Overview of Innovation, in: R. Landau/ Nathan Rosenberg (Hrsg.): The Positive Sum Strategy, Washington D.C. 1986, S. 275-305.

Knacke, Ottmar: Bericht des Rektors, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Bd. XVII 1979/80, S. 9-15.

Knittel, Hartmut H.: Panzerfertigung im Zweiten Weltkrieg. Industrieproduktion für die deutsche Wehrmacht (= Wehrtechnik und wissenschaftliche Waffenkunde, Bd. 2), Herford/ Bonn 1988.

Kocka, Jürgen (Hrsg.): Historische DDR-Forschung. Aufsätze und Studien (= Zeithistorische Studien, Bd. 1), Berlin 1993.

König, Helmut/ Kuhlmann, Wolfgang/ Schwabe, Klaus (Hrsg.): Vertuschte Vergangenheit. Der Fall Schwerte und die NS-Vergangenheit der deutschen Hochschulen, München 1997.

König, Wolfgang: Die Ingenieure und der VDI als Großverein in der wilhelminischen Gesellschaft 1900 bis 1918, in: Karl-Heinz Ludwig (Hrsg.): Technik, Ingenieure und Gesellschaft. Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure 1856-1981, Düsseldorf 1981, S. 235-287.

König, Wolfgang: Technische Hochschule und Industrie – Ein Überblick zur Geschichte des Technologietransfers, in: Hermann J. Schuster (Hrsg.): Handbuch des Wissenschaftstransfers, Berlin/ Heidelberg/ New York 1990, S. 29-41

König, Wolfgang: Der Verein Deutscher Ingenieure und sein Berufspolitik, 1856-1930, in: Peter Lundgreen/ André Grelon (Hrsg.): Ingenieure in Deutschland 1770-1990, Frankfurt am Main/ New York 1994, S. 304-315.

König, Wolfgang/ Weber, Wolfhard (Hrsg.): Prophyläen Technikgeschichte. Netzwerke, Stahl und Strom 1840-1914, Bd. 4, Berlin 1997.

König, Wolfgang: Künstler und Strichezieher. Konstruktions- und Technikkulturen im deutschen, britischen, amerikanischen und französischen Maschinenbau zwischen 1850 und 1930, Frankfurt am Main 1999.

König, Wolfgang: Technokratie, Demokratie und Diktatur. Die Ingenieure in den Weltkriegen und in der Zwischenkriegszeit 1914-1945, in: Walter Kaiser/ Wolfgang König (Hrsg.): Geschichte des Ingenieurs. Ein Beruf in sechs Jahrtausenden, München/ Wien 2006, S. 217-231.

Kothe, Erich: Die Entwicklung des ADB bis 1938, in: VDI-Z 92 (1950), S. 251-253.

Kothe, Erich: Die Entwicklung der Betriebstechnik – 40 Jahre ADB-Arbeit, in: VDI-Z, 102 (1960), S. 1271-1277.

Krause, Frank-Lothar (Hrsg.): Innovative Produktionstechnik. Festschrift für Günter Spur zum 70sten Geburtstag, München 1998.

Krebs, Stefan/ Tschacher, Werner: „Sippenforschung und Rassenpolitik“ – Albert Huyskens und der Aachener Mythos vom katholischen Widerstand, [20.10.2005], URL: <http://www.histech.rwth-aachen.de/content/1564/Sippenkunde.pdf> (3. März 2008).

Krebs, Stefan: Genese und Struktur eines technikwissenschaftlichen Feldes. Über den Kampf der Aachener Eisenhüttenkunde um Macht und Autonomie 1870-1914, Dissertation Aachen 2008 (Onlineversion).

Kreibich, Rolf: Die Wissenschaftsgesellschaft. Von Galilei zur High-Tech-Revolution, Frankfurt am Main 1986.

Kretschmar, Gerhard (Hrsg.): Werkzeugmaschinen. Gründung und Entwicklung des Institutes für Werkzeugmaschinen an der Technischen Universität Dresden in den Jahren 1950 bis 1992, Dresden 2003.

Krücken, Georg: Wissenschaft im Wandel, in: Erhard Stölting/ Uwe Schimank (Hrsg.): Die Krise der Universitäten (= LEVIATHAN, Zeitschrift für Sozialwissenschaften, Sonderheft 20/2001), Wiesbaden 2001, S. 326-345.

Kurowski, Franz: Alliierte Jagd auf deutsche Wissenschaftler. Das Unternehmen Paperclip, München 1982.

Kuttruff, Silvia: Wissenstransfer zwischen Universität und Wirtschaft. Modellgestützte Analyse der Kooperation und regionale Strukturierung – dargestellt am Beispiel der Stadt Erlangen, Dissertation Erlangen 1994.

Lambsdorff, Otto Graf: Der wirtschaftliche Strukturwandel und seine Anforderungen an die deutsche Industrie, in: Christian Peter Henle (Hrsg.): Auf dem Weg in ein neues Zeitalter. Die deutsche Wirtschaft vor ihrer größten Herausforderung. Festschrift für Bodo Liebe, Düsseldorf/ Wien 1985, S. 62-74.

Lange, Hellmuth/ Manske, Fred (Hrsg.): Kultur im Veränderungsprozess. Kultur als analytische Kategorie in der Arbeits- und Organisations-, der Innovations- und der Umweltforschung, Baden-Baden 2004.

Lange, Irmgard: Entnazifizierung in Nordrhein-Westfalen. Richtlinien, Anweisungen, Organisation, Siegburg 1976.

Lieske, Jürgen: Forschung als Geschäft. Die Entwicklung von Auftragsforschung in den USA und Deutschland, Frankfurt am Main/ New York 2000.

Longerich, Peter: Die braune Bataillone. Geschichte der SA, München 1989.

Lorenz, Werner/ Meyer, Thorsten (Hrsg.): Technik und Verantwortung im Nationalsozialismus (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 25), Münster/ New York/ München/ Berlin 2004.

Ludwig, Karl-Heinz: Technik und Ingenieure im Dritten Reich, Düsseldorf 1974.

Ludwig, Karl-Heinz (Hrsg.): Technik, Ingenieure und Gesellschaft. Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure 1856-1981, Düsseldorf 1981.



Ludwig, Karl-Heinz: Technik, in: Wolfgang Benz/ Hermann Graml/ Hermann Weiß (Hrsg.): Enzyklopädie des Nationalsozialismus, München 1998, S. 257-274.

Lundgreen, Peter (Hrsg.): Zum Verhältnis von Wissenschaft und Technik. Erkenntnisziele und Erzeugungsregeln akademischen und technischen Wissens (= Report Wissenschaftsforschung, Bd. 7), Bielefeld 1981.

Lundgreen, Peter (Hrsg.): Wissenschaft im Dritten Reich, Frankfurt am Main 1985, S. 9-30.

Lundgreen, Peter/ Horn, Bernd/ Krohn, Wolfgang (Hrsg.): Staatliche Forschung in Deutschland 1870-1980, Frankfurt am Main/ New York 1986.

Lundgreen, Peter/ Grelon, André (Hrsg.): Ingenieure in Deutschland 1770-1990, Frankfurt am Main/ New York 1994.

Lundgreen, Peter: Die Ausbildung von Ingenieuren an Fachschulen und Hochschulen in Deutschland, 1770-1990, in: Peter Lundgreen/ André Grelon (Hrsg.): Ingenieure in Deutschland 1770-1990, Frankfurt am Main/ New York 1994, S. 13-58.

Lundgreen, Peter: Mythos Humboldt in der Gegenwart. Lehre – Forschung – Selbstverwaltung, in: Mitchell G. Ash (Hrsg.): Mythos Humboldt. Vergangenheit und Zukunft der deutschen Universitäten, Wien 1999, S. 145-169.

Maier, Helmut: Nationalsozialistische Technikideologie und die Politisierung des „Technikerstandes“. Fritz Todt und die Zeitschrift „Deutsche Technik“, in: Burkhard Dietz/ Michael Fessner/ Helmut Maier (Hrsg.): Technische Intelligenz und „Kulturfaktor Technik“. Kulturvorstellungen von Technikern und Ingenieuren zwischen Kaiserreich und früher Bundesrepublik Deutschland (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 2), Münster/ New York/ München/ Berlin 1996, S. 253-268.

Maier, Helmut (Hrsg.): Rüstungsforschung im Nationalsozialismus. Organisation, Mobilisierung und Entgrenzung der Technikwissenschaften (= Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus, Bd. 3), Göttingen 2002. [Maier 2002a]

Maier, Helmut: „Unideologische Normalwissenschaft“ oder Rüstungsforschung? Wandlungen naturwissenschaftlich-technologischer Forschung und Entwicklung im „Dritten Reich“, in: Rüdiger vom Bruch/ Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 253-262. [Maier 2002b]

Maier, Helmut: Aus der Verantwortung gestohlen? „Grundlagenforschung“ als Persilschein für Rüstungsforschung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung vor und nach 1945, in: Werner Lorenz/ Torsten Meyer (Hrsg.): Technik und Verantwortung im Nationalsozialismus (= Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 25), Münster/ New York/ München/ Berlin 2004, S. 47-77.

Manegold, Karl-Heinz: Die Akademisierung der Technik, in: Peter Lundgreen (Hrsg.): Zum Verhältnis von Wissenschaft und Technik. Erkenntnisziele und Erzeugungsregeln akademischen und technischen Wissens (= Report Wissenschaftsforschung, Bd. 7), Bielefeld 1981, S. 96-127.

Mehrtens, Herbert/ Steffen Richter: Naturwissenschaft, Technik und NS-Ideologie, Frankfurt am Main 1980.

Mehrtens, Herbert: Das „Dritte Reich“ in der Naturwissenschaftsgeschichte. Literaturbericht und Problemskizze, in: Herbert Mehrtens/ Steffen Richter: Naturwissenschaft, Technik und NS-Ideologie, Frankfurt am Main 1980, S. 15-87.

Mehrtens, Herbert: Kollaborationsverhältnisse. Natur- und Technikwissenschaften im NS-Staat und ihre Historie, in: Christoph Meinel/ Peter Voswinckel (Hrsg.): Medizin, Naturwissenschaften, Technik und Nationalsozialismus. Kontinuitäten und Diskontinuitäten, Stuttgart 1994, S. 13-32.

Meinel, Christoph/ Voswinckel, Peter (Hrsg.): Medizin, Naturwissenschaften, Technik und Nationalsozialismus. Kontinuitäten und Diskontinuitäten, Stuttgart 1994.

Meinicke, Klaus-Peter/ Krug, Klaus (Hrsg.): Wissenschafts- und Technologietransfer zwischen Industrieller und Wissenschaftlich-technischer Revolution, Stuttgart 1992.

Mertens, Lothar: Einige Anmerkungen zur NS-Wissenschafts- und Forschungspolitik, in: Rüdiger vom Bruch/ Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 225-240.

Meyer, Ralf Peter/ Sicking, Manfred (Hrsg.): Der Wirtschaftsstandort Aachen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, Aachen 2000.

Mick, Christoph: Forschen für Stalin. Deutsche Fachleute in der sowjetischen Rüstungsindustrie 1945-1958, München/ Wien 2000.

Milward, Alan S.: Die deutsche Kriegswirtschaft 1939-1945, Stuttgart 1966.

Milward, Alan S.: Der Zweite Weltkrieg. Krieg, Wirtschaft und Gesellschaft 1939-1945, München 1977.

Mittelstraß, Jürgen: Wissenschaftsmythen und der Geist der Geisteswissenschaften, in: Martin Huber/ Gerhard Lauer (Hrsg.): Wissenschaft und Universität. Selbstporträt einer Generation. Wolfgang Frühwald zum 70. Geburtstag, Köln 2005, S. 15-27.

Möller, Horst: Nationalsozialistische Wissenschaftsideologie, in: Jörg Tröger (Hrsg.): Hochschule und Wissenschaft im Dritten Reich, Frankfurt am Main/ New York 1984, S. 65-76.

Mommertz, Karl Heinz: Vom Bohren, Drehen und Fräsen. Zur Kulturgeschichte der Werkzeugmaschinen, München 1979.

Mommsen, Hans: Der Mythos von der Modernität. Zur Entwicklung der Rüstungsindustrie im Dritten Reich (= Stuttgarter Vorträge zur Zeitgeschichte, Bd. 3), Essen 1999.

Müller, Guido: Ruhrgebiet und industrielle Psychotechnik. Eine biographische Skizze des Aachener Maschinenbauprofessors Adolf Wallichs (1869-1959), in: Walter Kertz (Hrsg.): Hochschule und Wirtschaft (= Projektbericht zur Geschichte der Carolowilhelmina, Heft 7), Braunschweig 1992, S. 43-64.

Münch, Richard: „Die akademische Elite“. Zur sozialen Konstruktion wissenschaftlicher Exzellenz, Frankfurt am Main 2007.

Mutert, Susanne: Großforschung zwischen staatlicher Politik und Anwendungsinteresse der Industrie (1969-1984), Frankfurt am Main 2000.

Neufeld, Michael J.: Die Rakete und das Reich, Berlin 1995.

Neumann, Franz: Behemoth – Struktur und Praxis des Nationalsozialismus 1933-1944 (orig. 1942), Frankfurt am Main 1977.

Nipperdey, Thomas/ Schmugge Ludwig (Hrsg.): 50 Jahre Forschungsförderung in Deutschland. Ein Abriss der Geschichte der Deutschen Forschungsgemeinschaft 1920-1970, Berlin 1970.

Nolte, Ernst: Die Deutschen und ihre Vergangenheit. Erinnern und Vergessen von der Reichsgründung Bismarcks bis heute, Frankfurt am Main 1995.

Oehler, Christoph: Hochschulentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland seit 1945, Frankfurt am Main/ New York 1989.

Pahlitzsch, Gotthold: Gedanken zur Wissenschaftlichen Betriebsführung, in: Industrie-Anzeiger. Sonderteil: Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik 76 (1954), S. 13-17.

Pahlitzsch, Gotthold: 40 Jahre Hochschulgruppe Fertigungstechnik, in: wt-Zeitschrift für industrielle Fertigung 68 (1978), S. 761-765.

Pauer, Erich (Hrsg.): Technologietransfer Deutschland – Japan von 1850 bis zur Gegenwart (= Monographien aus dem Deutschen Institut für Japanstudien der Philipp-Franz-von-Siebold-Stiftung, Bd. 2), München 1992.

Pehle, Walter H./ Sillem, Peter (Hrsg.): Wissenschaft im geteilten Deutschland. Restauration oder Neubeginn nach 1945?, Frankfurt am Main 1992.

Peukert, Detlev J. K.: Alltag und Barbarei. Zur Normalität des Dritten Reiches, in: Dan Diner (Hrsg.): Ist der Nationalsozialismus Geschichte? Zu Historisierung und Historikerstreit, Frankfurt am Main 1987, S. 51-61.

Picht, Georg: Die deutsche Bildungskatastrophe, o.O. 1964.

Pierenkemper, Toni: Unternehmensgeschichte. Eine Einführung in ihre Methoden und Ergebnisse (= Grundzüge der modernen Wirtschaftsgeschichte, Bd. 1), Stuttgart 2000.

Pistor, Hans-Henning (Hrsg.): Von der Hypothese zum Produkt: Verbesserung der Innovationsfähigkeit durch Neuorganisation der öffentlich finanzierten Forschung? Dokumentation eines wissenschaftspolitischen Gesprächs des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft in Essen, Villa Hügel, 30. November 1994, Essen 1994.

Plumpe, Werner: Unternehmen im Nationalsozialismus. Eine Zwischenbilanz, in: Werner Abelshauser/ Jan-Otmar Hesse/ Werner Plumpe (Hrsg.): Wirtschaftsordnung, Staat und Unternehmen. Neue Forschungen zur Wirtschaftsgeschichte des Nationalsozialismus, Festschrift für Dietmar Petzina zum 65. Geburtstag, Essen 2003, S. 243-266.

Poll, Bernhard: Geschichte Aachens in Daten, Aachen 1965.

Poser, Hans: Wissen und Können. Zur Geschichte und Problematik des Wissenschaftstransfers, in: Hermann J. Schuster (Hrsg.): Handbuch des Wissenschaftstransfers, Berlin/ Heidelberg/ New York 1990, S. 13-27.

Pressemitteilung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vom 23. Juni 2005.

Pressemitteilung des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie NRW vom 19. Oktober 2007.

Pritschow, Günter: Hochschulforschung und zeitgemäßer Technologietransfer, in: Frank-Lothar Krause (Hrsg.): Innovative Produktionstechnik. Festschrift für Günter Spur zum 70sten Geburtstag, München 1998, S. 53-69.

Prollius, Michael von: Das Wirtschaftssystem der Nationalsozialisten 1933-1939. Steuerung durch emergente Organisation und politische Prozesse, Paderborn/ München 2003.

Puck, Alfred: Kriterien der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie, in: Peter Kayser (Hrsg.): Technologietransfer Forschung – Industrie – Dokumentation eines Expertengesprächs, Berlin 1987, S. 41-45.

Rabinbach, Anson: Nationalsozialismus und Moderne. Zur Technik-Interpretation im Dritten Reich, in: Wolfgang Emmerich/ Carl Wege (Hrsg.): Der Technikdiskurs in der Hitler-Stalin-Ära, Stuttgart/ Weimar 1995, S. 94-113.

Radkau, Joachim: Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Frankfurt am Main 1989.

Raehlmann, Irene: Arbeitswissenschaft im Nationalsozialismus. Eine wissenschaftssoziologische Analyse, Wiesbaden 2005.

Rede von Andreas Pinkwart, Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, NRW, zum Thema Innovation und Unternehmertum beim Siegerländer Wirtschaftsrat am 23. März 2006.

Rede von Andreas Pinkwart, Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, NRW, zum Tag der Wirtschaft an der Universität Siegen am 17. Oktober 2007.

Remmerswaal, Joost (Hrsg.): Forty years of CIRP. The History of the International Institution for Production Engineering Research 1951-1991, o.O. 1991.

Renneberg, Monika/ Walker, Mark (Hrsg.): Science, Technology and National Socialism, Cambridge 1994.

Richter, Siegfried H.: Methoden und Probleme des Wissenschafts- und Technologietransfers um 1900 am Beispiel des Taylor-White-Schnelldrehstahls, in: Klaus-Peter Meinicke/ Klaus Krug (Hrsg.): Wissenschafts- und Technologietransfer zwischen Industrieller und wissenschaftlich-technischer Revolution, Stuttgart 1992, S. 99-103.

Ritter, Gerhard A.: Großforschung und Staat in Deutschland. Ein historischer Überblick, München 1992.

Ritter, Gerhard A./ Szöllösi-Janze, Margit/ Trischler, Helmuth (Hrsg.): Antworten auf die amerikanische Herausforderung. Forschung in der Bundesrepublik und der DDR in den „langen“ siebziger Jahren, Frankfurt am Main/ New York 1999.

Rockstroh, Wolfgang: Betriebswissenschaften, Produktionstechnik an der Technischen Universität Dresden, Dresden 1996.

Roesler, Rudolf: Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung. Autorisierte deutsche Bearbeitung der Schrift „Principles of scientific management“ (1911) von F. W. Taylor, o.O. 1913.

Rong, Peter: Medaillen und Plaketten der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen 1997.

Rürup, Reinhard (Hrsg.): Technik und Gesellschaft im 19. und 20. Jahrhunderts (= Geschichte und Gesellschaft, Heft 2), Göttingen 1978.

„RWTH Aachen Campus – Der größte Wissenschaftscampus Europas entsteht“, in: aHEAD 2009/2010, hrsg. von der AGIT, S. 28-31.

Schabedoth, Hans-Joachim: Hochschulreform – eine verpasste Chance. Die politische Auseinandersetzung um die Hochschulreform seit 1969 – Voraussetzungen, Verlauf und Ergebnisse, Hagen 1982.

Schabel, Ralf: Die Illusion der Wunderwaffen. Die Rolle der Düsenflugzeuge und Flugabwehrraketen in der Rüstungspolitik des Dritten Reiches, München 1994.

Schallbroch, Heinrich: Von der Technologie zur Fertigungstechnik, in: Günter Spur (Hrsg.): Fertigungstechnik in Lehre, Forschung und Praxis, Freiburg 1967, S. 27-46.

Schildt, Axel: Im Kern gesund? Die deutschen Hochschulen 1945, in: Helmut König/ Wolfgang Kuhlmann/ Klaus Schwabe (Hrsg.): Vertuschte Vergangenheit. Der Fall Schwerte und die NS-Vergangenheit der deutschen Hochschulen, München 1997, S. 223-240.

Schimank, Uwe: Hochschulforschung im Schatten der Lehre, Frankfurt am Main/ New York 1995.

Schmelzer, Horst: Das soziale Ansehen von Naturwissenschaften, Technik und Ingenieurberuf in der Gegenwartsgesellschaft, Düsseldorf 1968.

Schmoch, Ulrich/ Licht, Georg/ Reinhard, Michael (Hrsg.): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart 2000.

Schmoch, Ulrich: Hochschulforschung und Industrieforschung. Perspektiven der Interaktion, Frankfurt am Main 2003. [Schmoch 2003a]

Schmoch, Ulrich: Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaft und Forschung im Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 5-2003, Karlsruhe 2003. [Schmoch 2003b]

Schneider, Birgit: Technisch-wissenschaftliche Forschung unter sozialhistorischer Perspektive. Eine Untersuchung zur Geschichte des Laboratoriums für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH Aachen, schriftliche Hausarbeit vorgelegt im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe II, Aachen 28. Oktober 1985.

Schöning, Karl-Viktor von: Innovationspotential in der Fertigungstechnik, München/ Wien 1980.

Schreyögg, Georg: Unternehmenskultur zwischen Stabilität und Wandel, in: Hellmuth Lange/ Fred Manske (Hrsg.): Kultur im Veränderungsprozess. Kultur als analytische Kategorie in der Arbeits- und Organisations-, der Innovations- und der Umweltforschung, Baden-Baden 2004, S. 23-35.

Schulze, Winfried: Deutsche Geschichtswissenschaft nach 1945, München 1989.



Schulze, Winfried: Der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 1920-1995, Berlin 1995.

Schulz, Winfried/ Oexle, Otto Gerhard (Hrsg.): Deutsche Historiker im Nationalsozialismus, Frankfurt am Main 1999.

Schüring, Michael: Ein Dilemma der Kontinuität. Das Selbstverständnis der MPG und der Umgang mit den Emigranten in den 1950er Jahren, in: Rüdiger vom Bruch/ Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 453-463.

Schuster, Hermann J. (Hrsg.): Handbuch des Wissenschaftstransfers, Berlin/ Heidelberg/ New York 1990.

Schuster, Hermann J.: Hochschule und Wirtschaft, in: Hermann J. Schuster (Hrsg.): Handbuch des Wissenschaftstransfers, Berlin/ Heidelberg/ New York 1990, S. 307-336.

Schwarz, Karl (Hrsg.): 1799-1999. Von der Bauakademie zur Technischen Universität Berlin, Berlin 2000.

Schweitzer, Sylvie: Der Ingenieur, in: Ute Frevert/ Heinz-Gerhard Haupt (Hrsg.): Der Mensch des 19. Jahrhunderts, Frankfurt am Main/ New York 1999, S. 67-85.

Seeliger, Rolf: Braune Universität. Deutsche Hochschullehrer gestern und heute. Eine Dokumentation, München 1964-1968.

Seidler, Franz W.: Phantom Alpenfestung. Die geheimen Baupläne der Organisation Todt, Selent 2000.

Seier, Hellmut: Die nationalsozialistische Hochschulpolitik und die Rolle von Technik und Technischen Hochschulen im Führerstaat, in: Helmut König/ Wolfgang Kuhlmann/ Klaus Schwabe (Hrsg.): Vertuschte Vergangenheit. Der Fall Schwerte und die NS-Vergangenheit der deutschen Hochschulen, München 1997, S. 62-78.

Selmayr, Gerhard (Hrsg.): Aus der Praxis des Technologietransfers Wissenschaft – Wirtschaft. Bericht der Arbeitsgruppe Technologietransfer der Kanzler und Leitenden Verwaltungsbeamten der Wissenschaftlichen Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland, Karlsruhe 1989.

Seubert, Rudolf: Aus der Praxis des Taylorsystems mit eingehender Beschreibung seiner Anwendung bei der Tabor Manufacturing Company in Philadelphia, Berlin 1914.

Siemons, Hans: Aachens junge Wilde aus dem Hörsaal. Die 68er Studenten-Revolution an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule, Aachen 1997.

Spiewak, Martin: Doktorspiele. Das Promotionsrecht der Universitäten ist bedroht, in: DIE ZEIT, Nr. 31 (2007), S. 27.

Spur, Günter (Hrsg.): Fertigungstechnik in Lehre, Forschung und Praxis, Freiburg 1967.

Spur, Günter: Produktionstechnik im Wandel, herausgegeben aus Anlass des 75jährigen Bestehens des Instituts für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der Technischen Universität Berlin, München/ Wien 1979.

Spur, Günter: Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen. Eine kulturgeschichtliche Betrachtung der Fertigungstechnik. Herausgegeben vom Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (VDW) e.V. zu seinem 100jährigen Bestehen, München/ Wien 1991.

Spur, Günter: Technologie und Management. Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft, München 1998.

Spur, Günter/ Fischer, Wolfram (Hrsg.): Georg Schlesinger und die Wissenschaft vom Fabrikbetrieb, München/ Wien 2000.

Spur, Günter: Der Fabrikbetrieb als Objekt wissenschaftlicher Forschung, in: Karl Schwarz (Hrsg.): 1799-1999. Von der Bauakademie zur Technischen Universität Berlin, Berlin 2000, S. 305-322.

Spur, Günter (Hrsg.): Produktionstechnische Forschung in Deutschland 1933-1945, München/ Wien 2003.

Spur, Günter: Vom Faustkeil zum digitalen Produkt. Ein kulturgeschichtlicher Beitrag zur Entwicklung der Berliner Produktionswissenschaft, hrsg. v. Institut für Werkzeugmaschinen und Fabriktechnik der Technischen Universität Berlin zu seinem 100jährigen Bestehen, München/ Wien 2004.

Steffenhagen, Hartwig: Hochschule und Wirtschaft: Die RWTH Aachen als Standortfaktor, in: Klaus Habetha (Hrsg.): Die Geschichte der RWTH Aachen. Festschrift 1970-1995, Aachen 1995, S. 142-151.

Stichweh, Rudolf: Die moderne Universität in einer globalen Gesellschaft, in: Erhard Stölting/ Uwe Schimank (Hrsg.): Die Krise der Universitäten (= LEVIATHAN, Zeitschrift für Sozialwissenschaften, Sonderheft 20/2001), Wiesbaden 2001, S. 346-356.

Stiftung Topographie des Terrors (Hrsg.): Der Nürnberger Hauptkriegsverbrecherprozess, Berlin 2006.

Stöhr, Volker: Zwischen Anpassung und Selbstmobilisierung. Die mechanische Abteilung in der Zeit des Nationalsozialismus, in: 175 Jahre TU Dresden, hrsg. im Auftrag der Gesellschaft von Freunden und Förderern der TU Dresden e.V. von Reiner Pommerin, Bd. 2: Wissenschaft und Technik. Studien zur Geschichte der TU Dresden, Köln/ Weimar/ Wien 2003, S. 155-169.

Stölting, Erhard/ Schimank, Uwe (Hrsg.): Die Krise der Universitäten (= LEVIATHAN, Zeitschrift für Sozialwissenschaften, Sonderheft 20/2001), Wiesbaden 2001.

Strandh, Sigvard: Die Maschine. Geschichte, Elemente, Funktion. Ein enzyklopädisches Sachbuch, Freiburg im Breisgau 1980.

Strübel, Gustav: 1945 – Neuanfang oder versäumte Gelegenheit, in: Jörg Tröger (Hrsg.): Hochschule und Wissenschaft im Dritten Reich, Frankfurt/ New York 1984, S. 168-179.

Szöllösi-Janze, Margit: Fritz Haber 1868-1934. Eine Biographie, München 1998.

Szöllösi-Janze, Margit: Forschung im Spannungsfeld von Wissenschaft und Markt, in: Gerhard A. Ritter/ Margit Szöllösi-Janze/ Helmuth Trischler (Hrsg.): Antworten auf die amerikanische Herausforderung. Forschung in der Bundesrepublik Deutschland und der DDR in den „langen“ 1970er Jahren, Frankfurt am Main 1999, S. 43-49.

Thomas, Kurt: Die Gesellschaft der Freunde der Aachener Hochschule (FAHO), in: Aachen, Die RWTH, Aachen 1961, S. 304-305.

Töpfer, Armin: Forschungskoooperation zwischen kleinen und mittleren Unternehmen, in: Hermann J. Schuster (Hrsg.): Handbuch des Wissenschaftstransfers, Berlin 1990, S. 251-261.

Tooze, Adam: Ökonomie der Zerstörung. Die Geschichte der Wirtschaft im Nationalsozialismus, München 2007.

Trischler, Helmuth: Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900-1970. Politische Geschichte einer Wissenschaft, Frankfurt am Main/ New York 1992.

Trischler, Helmuth/ Bruch, Rüdiger vom: Forschung für den Markt. Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft, München 1999. [Trischler 1999a]

Trischler, Helmuth: Die „amerikanische Herausforderung“ in den „langen“ siebziger Jahren – Konzeptionelle Überlegungen, in: Gerhard A. Ritter/ Margit Szöllösi-Janze/ Helmuth Trischler (Hrsg.): Antworten auf die amerikanische Herausforderung. Forschung in der Bundesrepublik Deutschland und der DDR in den „langen“ 1970er Jahren, Frankfurt am Main 1999, S. 11-18. [Trischler 1999b]

Trischler, Helmuth: Das bundesdeutsche Innovationssystem in den „langen 70er Jahren“ – Antworten auf die „amerikanische Herausforderung“, in: Johannes Abele/ Gerhard Barkleit/ Thomas Hänseroth (Hrsg.): Innovationskulturen und Fortschrittserwartungen im geteilten Deutschland, Köln/ Weimar/ Wien 2001, S. 47-70.

Trischler, Helmuth: Wachstum – Systemnähe – Ausdifferenzierung. Großforschung im Nationalsozialismus, in: Rüdiger vom Bruch/ Brigitte Kaderas (Hrsg.): Wissenschaften und Wissenschaftspolitik. Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 2002, S. 241-252.

Tröger, Jörg (Hrsg.): Hochschule und Wissenschaft im Dritten Reich, Frankfurt am Main/ New York 1984.

Troitzsch, Ulrich: Einleitung zum Sonderheft „Technologietransfer im 19. und 20. Jahrhundert“, in: Technikgeschichte 50 (1983), S. 177-180.

Tschacher, Werner: „Ich war also in keiner Form aktiv tätig“. Alfred Buntru und die akademische Vergangenheitspolitik an der RWTH Aachen 1948-1960, in: Geschichte im Westen, Jg. 19 (2004), S. 197-229.

Turner, George: Hochschule zwischen Vorstellung und Wirklichkeit. Zur Geschichte der Hochschulreform im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts (= Abhandlungen zu Bildungsforschung und Bildungsrecht, Bd. 7), Berlin 2001.

Urban, Günter: Bericht des Rektors, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Bd. XVIII 1980/81, S. 13-21.

Urban, Günter: Bericht des Rektors, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Bd. XIX 1981/82, S. 13-22.

Urban, Günter: Bericht des Rektors, in: Alma Mater Aquensis. Berichte aus dem Leben der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Bd. XXI 1983/84, S. 12-19.

Vierhaus, Erwin: Ingenieure in der Weimarer Republik – Bildungs-, Berufs- und Gesellschaftspolitik 1918 bis 1933, in: Karl-Heinz Ludwig (Hrsg.): Technik, Ingenieure und Gesellschaft. Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure 1856-1981, Düsseldorf 1981, S. 289-346.

Vierhaus, Rudolf/ Brocke, Bernhard vom (Hrsg.): Forschung im Spannungsfeld von Politik und Gesellschaft. Geschichte und Struktur der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft. Aus Anlass ihres 75jährigen Bestehens, Stuttgart 1990.

VI Portrait Milton C. Shaw: A man gets around, in: American Machinist/ Metalworking Manufacturing, 30. April (1962), S. 217-218.

Voigt, Johannes H.: Universität Stuttgart. Phasen ihrer Geschichte, Stuttgart 1981.

Vollhals, Clemens (Hrsg.): Entnazifizierung. Politische Säuberung und Rehabilitation in den vier Besatzungszonen 1945-1949, München 1991.

Vorländer, Herwart (Hrsg.): Oral history – mündlich erfragte Geschichte, Göttingen 1990.

Walter, Roland/ Rauhut, Burkhard (Hrsg.): Horizonte. Die RWTH Aachen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, Berlin/ Heidelberg 1999.

Walter, Rolf: Geschichte der Weltwirtschaft. Ein Einführung, Köln/ Weimar/ Wien 2006.

Wehler, Hans-Ulrich: Nationalsozialismus und Historiker, in: Winfried Schulz/ Otto Gerhard Oexle (Hrsg.): Deutsche Historiker im Nationalsozialismus, Frankfurt am Main 1999, S. 306-340.

Weingart, Peter (Hrsg.): Grenzüberschreitungen in der Wissenschaft, Banden-Banden 1995.

Weingart, Peter: Neue Formen der Wissensproduktion – Fakt, Fiktion und Mode, in: TA-Datenbank-Nachrichten, Nr. 3 / 4, 8. Jahrgang, Dezember 1999, S. 48-57.

Weingart, Peter: Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaften zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft, Weilerswist 2001.

Weisbrod, Bernd (Hrsg.): Akademische Vergangenheitspolitik. Beiträge zur Wissenschaftskultur der Nachkriegszeit, Göttingen 2002.

Welzer, Harald/ Moeller, Sabine/ Tschuggnall, Karoline: Opa war kein Nazi. Nationalsozialismus und Holocaust im Familiengedächtnis, Frankfurt am Main 2002.

Welzer, Harald: Täter. Wie aus ganz normalen Menschen Massenmörder werden, Frankfurt am Main 2005.

Wengenroth, Ulrich: Vom Innovationssystem zur Innovationskultur. Perspektivenwechsel in der Innovationsforschung, in: Johannes Abele/ Gerhard Barkleit/ Thomas Hänseroth (Hrsg.): Innovationskulturen und Fortschrittserwartungen im geteilten Deutschland, Köln/ Weimar/ Wien 2001, S. 23-32.

Weyer, Johannes (Hrsg.): Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung, München/ Wien 2000.

Widmaier, Ulrich (Hrsg.): Der deutsche Maschinenbau in den neunziger Jahren. Kontinuität und Wandel einer Branche, Frankfurt am Main 2000.

Wippermann, Wolfgang: Zur Analyse des Faschismus. Die sozialistischen und kommunistischen Faschismustheorien 1921-1945, Frankfurt am Main/ Berlin/ München 1981.

Wippermann, Wolfgang: Faschismustheorien. Die Entwicklung der Diskussion von den Anfängen bis heute, Darmstadt 1997.

Wischermann, Clemens (Hrsg.): Unternehmenskommunikation deutscher Mittel- und Großunternehmen. Theorie und Praxis in historischer Perspektive, Münster 2003.

Wissenschaftliche Gesellschaft Produktionstechnik (Hrsg.): Produktionswissenschaft. Ein Beitrag zur Geschichte der Hochschulgruppe Fertigungstechnik, Aachen/ Köln 1987.

## **Wissenschaftlicher Bildungsweg**

Ich, Cornelia Kompe, geboren am 2. Juni 1975 in Siegburg, Tochter der Eheleute Brigitte und Ulrich Kompe, beendete 1995 meine schulische Ausbildung mit dem Abitur am Clara-Schumann-Gymnasium in Bonn. Von 1996 bis 2002 studierte ich im Hauptfach Geschichte, in den Nebenfächern Neuere Deutsche Literaturgeschichte und Politische Wissenschaften an der RWTH Aachen. Ich schloss mein Studium mit dem Magister ab. 2003 begann ich als Wissenschaftliche Mitarbeiterin am WZL sowie mit meinem Promotionsstudium. Der Tag meiner mündlichen Doktorprüfung war der 17.7.2009.