

Die volkswirtschaftliche Relevanz der Institutionen des ETH- Bereichs: Stand der Literatur, Fragestellungen, Vorgehen. Vorstudie im Auftrag des ETH- Rates

Report

Author(s):

Wörter, Martin  Arvanitis, Spyros

Publication date:

2004-09

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000125324>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

KOF Studies



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Konjunkturforschungsstelle
Swiss Institute for
Business Cycle Research

K O F

ETH Zentrum WEH
CH-8092 Zürich
Tel. +41 1 632 42 39
Fax +41 1 632 12 18
kof@kof.gess.ethz.ch
www.kof.ethz.ch

Vorstudie im Auftrag des ETH-Rates

**Die volkswirtschaftliche Relevanz der Institutionen des ETH-Bereichs:
Stand der Literatur, Fragestellungen, Vorgehen**

Autoren:

Spyros Arvanitis und Martin Wörter

Zürich, September 2004

Inhaltsverzeichnis

Schlussfolgerungen aus der Vorstudie.....	i
1. Motivation und Ziel.....	1
2. Inhalte der Vorstudie.....	3
2.1. Wissensaustausch zwischen Hochschulen und Wirtschaft (WAHW)	3
2.1.1. Definitionen und Begriffe	3
2.1.2. Empirischer Befund: Das Wissensaustausch-Modell	4
2.1.3. Empirischer Befund: Strukturierung der Wissens-Medien.....	6
2.1.4. Empirischer Befund: Unterschiedliche Zielsysteme, Transformation der „Wissensproduktion“	10
2.1.5. Empirischer Befund: statistische Ergebnisse zum WAHW-Umfeld in der Schweiz	12
2.1.6. Empirischer Befund: Netzwerkbeziehungen anstatt Marktbeziehungen	19
2.2. Determinanten von WAHW auf Seiten der Unternehmen.....	20
2.3. Auswirkungen (Impact) des WAHW auf die Unternehmen	24
2.3.1. Konzeptioneller Hintergrund	24
2.3.2. Empirische Untersuchungen	25
2.4. Determinanten von WAHW auf Seiten der wissenschaftlichen Institutionen (Universitäten, Hochschulen).....	27
2.5. Auswirkungen (Impact) des WAHW auf Wissenschaft und Lehre	31
2.5.1. Konzeptioneller Hintergrund	31
2.5.2. Empirische Studien	33
2.6. Internationaler Vergleich.....	33
3. Einzelne Arbeitsschritte und Zeitplan der Hauptstudie.....	39
4. Literaturverzeichnis.....	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wissensaustausch-Modell.....	5
Abbildung 2: Formale Wissensaustausch-Mechanismen	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wissens-Medien zwischen Universitäten/Hochschulen und Industrie	9
Tabelle 2: Finanzquellen Universitäten/Hochschulen – Entwicklung (in % des Total)	13
Tabelle 3: Tätigkeitsanteile nach Finanzquelle (2002, in % der Vollzeitäquivalente finanziert aus der jeweiligen Finanzquelle).....	14
Tabelle 4: Forschungsinstitutionen und ausgewählte Wissensaustauschleistungen (2002)	14
Tabelle 5: Patentanmeldungen, Lizenzverträge und Spin-offs im Zeitverlauf (1999-2002) ...	15
Tabelle 6: Nutzung firmenexternen Wissens (Anteile F&E-treibender Unternehmen mit intensiver Nutzung in % 1999)	16
Tabelle 7: F&E-Kooperationen mit wissenschaftsorientierten Institutionen nach Branchen und Grössenklassen (%-Anteil kooperierender Unternehmen)	17
Tabelle 8: Kooperationsmotive nach Art der Kooperationspartner und Anteil Kooperationen insgesamt (%-Anteile, 1999).....	18
Tabelle 9: Formen der Kooperation, Art der Kooperationspartner und Ergebnisse der Kooperation (%-Anteil der Firmen mit der jeweiligen Kooperationsform bzw. Art des Kooperationspartners, 1999).....	19
Tabelle 10: Kooperationsmotive der Unternehmen	22
Tabelle 11: Kooperationshemmnisse auf Seiten der Unternehmen	23
Tabelle 12: Kooperationsmotive der Universitäten/Hochschulen	29
Tabelle 13: Kooperationshemmnisse der Universitäten/Hochschulen	30
Tabelle 14: Anteil Firmen mit innovationsorientierten Kooperationen (in %)*	34
Tabelle 15: Zusammenfassung der Ergebnisse der OECD-Erhebung über Patent- und Lizenzaktivitäten öffentlicher Forschungseinrichtungen.....	36
Tabelle 16: Aktivitäten der Technologietransferstellen in OECD Ländern (in % der Antworten)	37

Schlussfolgerungen aus der Vorstudie

- Um die volkswirtschaftliche Bedeutung der Hochschulen bzw. Universitäten zu analysieren, wird vorgeschlagen, in erster Linie auf den Wissensaustausch zwischen Hochschulen und Wirtschaft (WAHW) abzielen. Der zu untersuchende Wissensaustausch erstreckt sich über weite Bereiche von Lehre und Forschung in den Hochschulen.
- Die Hauptstudie sollte folgende Module und Fragestellungen umfassen:
 - Modul 1: Charakterisierung des WAHW aus Sicht der Unternehmen
 - Wodurch charakterisieren sich WAHW-treibende Unternehmen (z.B. Grösse des Unternehmens, F&E-Aktivitäten, F&E-Budget, Forschungsrichtung)?
 - Was sind aus Sicht der Schweizer Unternehmen die wesentlichen Motivationsfaktoren für Wissensaustauschbeziehungen mit wissenschaftlichen Instituten des ETH-Bereichs?
 - Was sind aus Sicht der Schweizer Unternehmen die wesentlichen Hemmnisse für Wissensaustauschbeziehungen mit wissenschaftlichen Instituten des ETH-Bereichs?
 - Welche Wissens-Medien werden von den Unternehmen bevorzugt verwendet, warum und wie intensiv werden diese eingesetzt?
 - Modul 2: Charakterisierung des WAHW aus Sicht der Institutionen des ETH-Bereichs
 - Wodurch charakterisieren sich WAHW-treibende Institute (z.B. Grösse, wissenschaftlicher Output, Forschungsbereiche)?
 - Was sind aus Sicht der Institutionen des ETH-Bereichs die wesentlichen Motivationsfaktoren für Wissensaustauschbeziehungen mit privatwirtschaftlichen Unternehmen?
 - Was sind aus Sicht der Institutionen des ETH-Bereichs die wesentlichen Hemmnisse für Wissensaustauschbeziehungen mit privatwirtschaftlichen Unternehmen?
 - Welche Wissens-Medien werden von den Institutionen des ETH-Bereichs bevorzugt verwendet, warum und wie intensiv werden diese genutzt?
 - Modul 3: Wirkung (Impact) des WAHW auf Seiten der beteiligten Unternehmen
 - Welche Bedeutung haben verschiedene Formen des WAHW für die Innovationsfähigkeit und –leistung der Unternehmen?
 - Wie beeinflusst WAHW das beteiligte Unternehmen in organisatorischer Sicht, in wettbewerblicher Sicht?

- Modul 4: Wirkung (Impact) des WAHW auf Seiten der Institutionen des ETH-Bereichs
 - Wie beeinflusst WAHW das beteiligte wissenschaftliche Institut in technologischer, wissenschaftlicher Sicht (auch Know-how), in organisatorischer Sicht und bezüglich ihrer Stellung innerhalb der Universität/Hochschule?
- Modul 5: internationaler Vergleich
 - Wie charakterisiert sich der WAHW in der Schweiz im Vergleich mit dem Ausland?
- Der zur Analyse der Module notwendige Datenbedarf wird zum Grossteil in Form von einer Unternehmensbefragung und einer Befragung bei wissenschaftlichen Instituten abgedeckt. Die Auswertung der Befragungen und sonstigen Datenmaterials erfolgt sowohl in deskriptiver als auch explikativer Form.
- Die genauere Betrachtung der empirischen Literatur hat gezeigt, dass eine Kosten-Nutzen-Schätzung der Lehre den vereinbarten Rahmen sprengen würde. Wir empfehlen deshalb, diese Fragestellung in der Hauptstudie nicht weiter zu verfolgen.

1. Motivation und Ziel

Die Höhe der öffentlichen Ausgaben für Hochschulbildung und Forschung sind in den meisten europäischen Ländern ein immer wiederkehrender Diskussionspunkt in den jeweiligen Parlamenten, so auch in der Schweiz. Während der volkswirtschaftliche Nutzen einer universitären Ausbildung und die öffentlichen Beiträge dazu meist unumstritten sind, gibt es konträre Auffassungen darüber, ob die öffentliche Forschungsfinanzierung der Hochschulen und Universitäten auch den daraus resultierenden volkswirtschaftlichen Nutzen widerspiegelt. Zweifel darüber und über die „Effizienz“ der Forschung hinsichtlich ihres volkswirtschaftlichen Beitrags lassen den Ruf nach vermehrter „Markt“-Relevanz oder marktwirtschaftlicher Ausschöpfung der universitären Forschung laut werden. Von ökonomischem Standpunkt aus ist dieser „Ruf“ nichts Neues.

Der Marktmechanismus als effiziente Koordinationsform von knappen Mitteln und als Selektionsmechanismus für volkswirtschaftlich bedeutende Organisationen bestimmt das ökonomische Denken schon seit Jahrhunderten (siehe *Smith 1993*) und immer wieder werden „neue“ gesellschaftliche Bereiche daraufhin untersucht, ob zusätzliche Effizienzgewinne erzielt werden können, indem man diese der Marktselektion aussetzt bzw. über Regulierung marktähnliche Umstände konstruiert. *Arrow (1985)* wies bereits darauf hin, dass sich zur Allokation von Informationen als wesentliche Ressource für Innovationen¹ herkömmliche Marktvorstellungen nicht eignen. Diese würden zu einer „Unterinvestition“ in Innovationsaktivitäten und Forschung – vor allem der Grundlagenforschung – führen. Die Produktion von Grundlagenwissen ist bekanntlich – bedingt durch dessen ausgeprägten Charakter eines öffentlichen Gutes – Externalitäten ausgesetzt, welche die Anreize einer privaten Aneignung der Wissenserträge stark reduziert. Neuere Untersuchungen sprechen darüber hinaus von einer qualitativ veränderten „Wissensproduktion“, in der sich die Rolle der Universitäten als Produzenten von Grundlagenwissen bzw. deren institutionelle Gestalt verändern muss, da sich die Grenzen zwischen Grundlagenwissen und angewandtem Wissen vermehrt verwischen bzw. deren ökonomische Eigenschaften (privates oder öffentliches Gut) verändern (siehe *Gibbons et al. 1994*). Diese Frage ist sowohl empirisch als auch theoretisch ungeklärt, obwohl sie für die volkswirtschaftliche Bedeutung der Hochschulen und Universitäten wichtig ist. Der Grund liegt in der komplexen Beschaffenheit des Untersuchungsgegenstandes und der damit verbundenen mangelnden Operationalisierbarkeit.

In der ökonomischen Praxis wird die volkswirtschaftliche Bedeutung von Forschung und/oder Hochschulausbildung anhand einer Produktionsfunktion untersucht. Dabei misst man den Einfluss eines – wie auch spezifizierten – Masses für den „Forschungsinput“ (z.B. Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen) und/oder den „Humankapitalinput“ (z.B. Anteil Akademiker an der Gesamtbeschäftigung) auf eine Performancegrösse (z.B. durchschnittliche

¹ *Arrow (1985)* spricht von „invention“. Zum Unterschied zwischen Innovation und Invention siehe *Beije (1998)*.

Arbeitsproduktivität). Dieser Ansatz ist aus verschiedenen Gründen für unsere Fragestellung nicht geeignet. Zum einen ist das Aggregationsniveau der Analyse zu hoch. Zumeist werden nämlich gesamtwirtschaftliche Indikatoren verwendet. Zum anderen erlaubt diese zwangsläufige „Hochstilisierung“ der modellierten Zusammenhänge kaum eine Differenzierung nach direkten und indirekten Effekten. Ebenso ist eine korrekte Zuordnung von Effekten zum Unternehmens- bzw. Hochschulsektor nicht möglich.² In unserem Fall kommt die zusätzliche Schwierigkeit hinzu, dass die Datenlage für die Schweiz keine solche Untersuchung erlaubt.

Eine differenzierte Betrachtung der volkswirtschaftlichen Bedeutung von Forschung und Hochschulbildung – zumindest im Ansatz – ist unseres Erachtens am adäquatesten zu erreichen, wenn man sich auf die Untersuchung der *Schnittstelle* zwischen Hochschulen und Wirtschaft fokussiert und den Wissensaustausch als Gegenstand der Analyse in den Vordergrund stellt. Es zeigt sich nämlich, dass die Wissensübertragung zwischen Hochschulen bzw. sonstigen Forschungsanstalten und Unternehmungen über die vielfältigen Kanäle des Informationsaustausches stattfindet. Das reicht von der Anstellung frisch promovierter ETH-Absolventen bis zum Forschungsvertrag. Die damit verbundenen direkten ökonomischen Auswirkungen gehen in beide Richtungen.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: In einem ersten Schritt werden konzeptionelle Überlegungen angestellt, der Untersuchungsgegenstand (Wissensaustausch zwischen Hochschule und Wirtschaft (WAHW)) definiert und wesentliche empirische Befunde zum WAHW dargestellt. In einem zweiten Schritt werden die Determinanten des WAHW auf Unternehmensseite und auf Seite der Wissenschaft auf Basis der empirischen Literatur zusammengestellt und Hypothesen über die vermutete Wirkung (Impact) von WAHW auf die Wissenschaft und Lehre der Hochschulen bzw. auf die Unternehmen formuliert. Ebenso wird auf Basis sekundärstatistischen Materials die Stellung der Schweiz im internationalen Umfeld präsentiert. In einem dritten Schritt werden die einzelnen Arbeitsschritte und der Zeitplan für die Hauptstudie konkretisiert.³

² Ziel der meisten Studien in dieser Richtung ist die Untersuchung der Zusammenhänge auf hohem Aggregationsniveau für mehrere Länder oder Ländergruppen und nicht für einzelne Länder (siehe z.B. *Guellec/Van Pottelsberghe de la Potterie 2003*).

³ Die entsprechende Literatur für die Schweiz beschränkt sich auf sehr wenige Studien: In *Vock et al. (2003)* wird anhand einer Erhebung bei den Schweizer Hochschulen und sonstigen öffentlichen Forschungseinrichtungen Daten zu den „expliziten“ Formen des Wissensaustausches (Patente, Lizenzen) ermittelt; aus dieser Erhebung stammen auch die OECD-Angaben zur Schweiz. Diese Angaben werden periodisch aufdatiert, bilden also eine wichtige Informationsquelle für Analysen des WAHW in der Schweiz. Die Studie von *Thierstein et al. (2002)* untersucht die Unternehmensgründungen von Absolventen der Ostschweizer Hochschulen. Die Studie von *Berwert et al. (2002)* untersucht die Gründungs- und Entwicklungsphase von Start-ups und Spinn-offs von Absolventen technischer Hochschulen. *Balthasar (1998)* analysiert das berufliche Kontakt- und Informationsnetz der Entwickler in den Bereichen Werkzeugmaschinenbau und Kunststoffverarbeitung in der Schweiz. *Wilhelm (2001)* vergleicht für die selben Bereiche Schweiz, Österreich und Baden-Württemberg. Das *Bulletin ETH Zürich* Nr. 285 (November 2001) befasst sich mit der Thematik unter dem Titel „Hochschul-Industrie-Partnerschaften“. In *Zinkl/Huber (2003)* wird auf die Problematik der Wissens- und Transferstellen an den Schweizer Hochschulen in der Schweiz eingegangen.

2. Inhalte der Vorstudie

2.1. Wissensaustausch zwischen Hochschulen und Wirtschaft (WAHW)

2.1.1. Definitionen und Begriffe

Im vorliegenden Fall wollen wir in Anlehnung an *Dosi (1982)* den Untersuchungsgegenstand - Wissensaustausch zwischen Hochschulen und Wirtschaft (WAHW) - folgendermassen definieren: „a set of pieces of knowledge, both directly ‚practical‘ (related to concrete problems and devices) and ‚theoretical‘ (but practically applicable although not necessary already applied), know-how, methods, procedures, experience of successes and failures and also, of course, physical devices⁴ and equipment“ (siehe *Dosi 1982*, pp. 151).

Diese relativ breite Definition des Begriffes ist zielführend, zumal der ETH-Bereich eine Vielzahl von wissenschaftlichen Disziplinen umfasst und bereits *Bozeman (2000)* in einer breit angelegten Studie feststellte, dass der Wissensaustausch in Abhängigkeit von der wissenschaftlichen Disziplin unterschiedlich definiert wird. Des Weiteren sehen *Schmoch et al. (2000)*, dass im Lichte moderner Technologien, Wissensaustausch sowohl den Transfer von Artefakten als auch von anwendungsorientiertem Wissen umfassen sollten. Gemäss diesen Ausführungen würde eine enge Definition den Wissensaustausch nur unvollständig wiedergeben.

Die Beschaffenheit des zu transferierenden Wissens spielt ebenfalls eine bedeutende Rolle im WAHW. Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen „tacit“ oder implizitem und „kodifiziertem“ oder explizitem Wissen. Während man mit „tacit“ jenes Wissen bezeichnet, das sehr stark an eine Person gebunden ist, mit ihren Erfahrungen und Erlebnissen zusammenhängt und deswegen schwer übermittelt werden kann (siehe *Polanyi 1967*), versteht man unter der kodifizierten oder expliziten Form klar vermittelbares Wissen, welches als Information weiterverarbeitet werden kann (siehe *Cowan/Foray 1997*). Die Form, in der Wissen vorliegt, ist wesentlich für die Art des WAHW. „Tacit“ oder implizites Wissen erfordert beispielsweise einen persönlichen Kontakt, um transferiert werden zu können. In den meisten Fällen von WAHW zwischen wissenschaftlichen Instituten und Firmen sind beide Wissensformen vorzufinden, d.h. Teile des Wissens sind explizit, andere wiederum sind implizit. Dadurch ist im Allgemeinen der persönliche Kontakt zwischen den Wissenspartnern ein wesentliches Merkmal erfolgreicher Wissensaustauschaktivitäten. Empirische Studien bestätigen dies (siehe *Thursby/Thursby 2000*).

⁴ „Existing physical devices embody – so to speak – the achievements in the development of a technology in a defined problem solving activity. At the same time, a ‘disembodied‘ part of the technology consists of particular expertise, experience of past attempts and past technological solutions, together with the knowledge and the achievements of the ‚state of the art‘“ (siehe *Dosi 1982* p. 152).

2.1.2. Empirischer Befund: Das Wissensaustausch-Modell

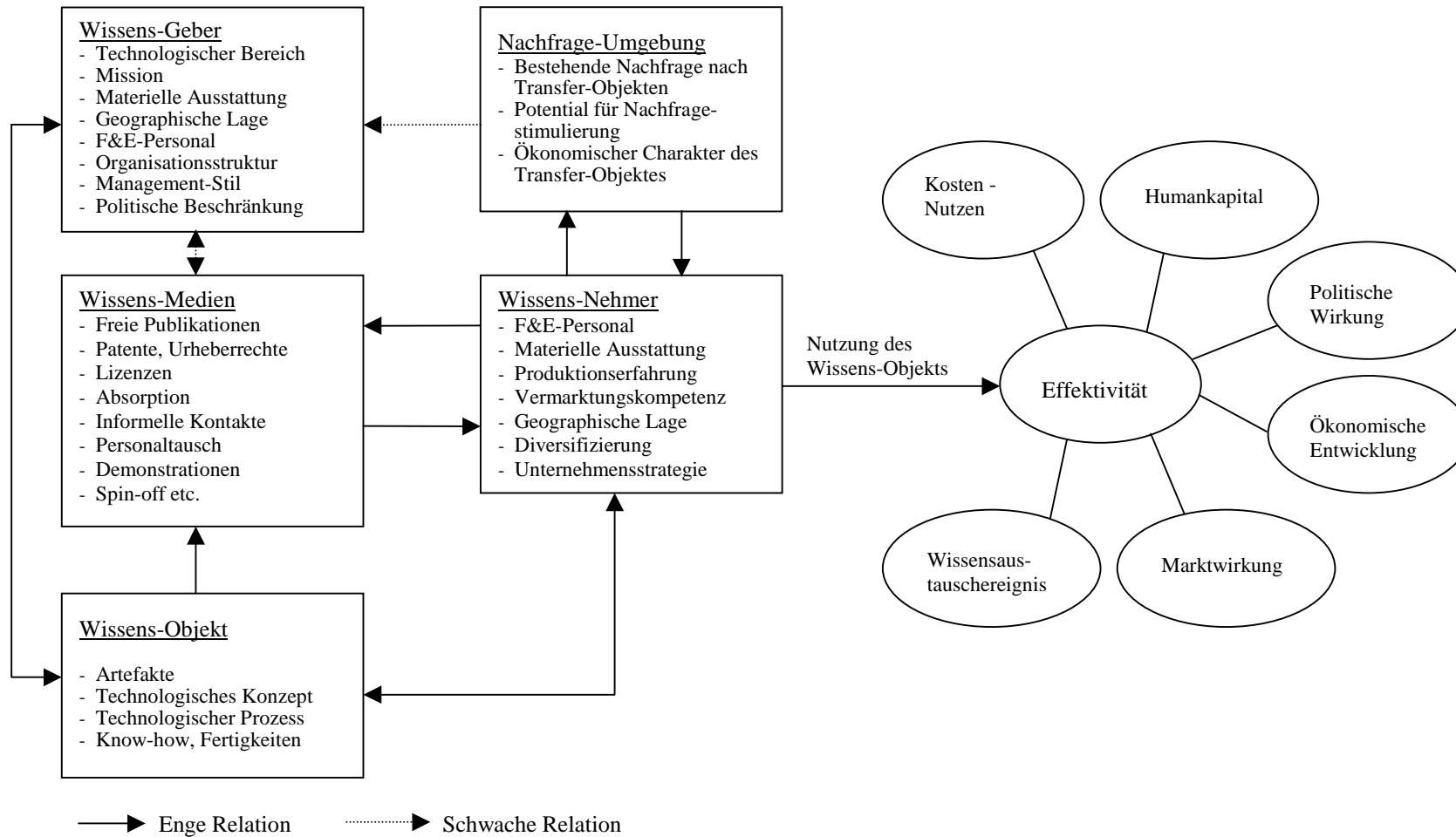
Der Versuch einer konzeptionellen Erfassung des Wissensaustausches offenbart sehr schnell die komplexe Beschaffenheit des Untersuchungsgegenstandes. Daher ist es sinnvoll, wesentliche Bestimmungsgrößen herauszugreifen und systematisch darzustellen. *Bozeman (2000)* entwickelte auf Basis von empirischen Untersuchungen ein Wissensaustausch-Modell, welches fünf wichtige Dimensionen enthält: Wissens-Geber, Wissens-Nehmer, Wissens-Medien, Wissens-Objekt und Wissens-Umgebung (siehe Abbildung 1).

Die inhaltlichen Ausdifferenzierungen von Wissens-Nehmer, Wissens-Geber etc. können der Abbildung 1 entnommen werden. Diese Aufzählungen bezeichnen wesentliche Ausprägungen der jeweiligen Dimensionen, sie können jedoch nicht als erschöpfend angesehen werden. Die eingezeichneten Pfeile verweisen auf die Relationen der Dimensionen zueinander, wobei durchgehende Pfeile einen stärkeren Einfluss ausdrücken sollen als gestrichelte Pfeile. *Schmoch et al. (2000)* ergänzten das Modell um direkte Rückkoppelungseffekte zwischen Wissens-Nehmer und Wissens-Geber. So wird deutlich, dass der Wissens-Geber – abhängig von seiner Beschaffenheit und Zielsetzung – einen relativ starken Einfluss auf die Beschaffenheit des Wissens-Objekts ausübt, welches wiederum stark auf den Wissens-Nehmer bzw. die Nutzung des Wissens-Objektes (Effektivität) wirkt. Des Weiteren wird in Form der Rückkoppelung auch ein Einfluss des Wissens-Nehmers auf das Wissens-Objekt und den Wissens-Geber angezeigt.

Die Nutzung des Wissens-Objekts (Artefakt, Know-how etc.) kann verschiedenen Zwecken dienen bzw. es kann versucht werden, die Wirkung des WAHW hinsichtlich verschiedener Dimensionen zu messen:

- Transferereignis: WAHW zielt in diesem Falle nur auf die Transferleistung ab. Die Frage lautet: "Wurde Wissen transferiert?" Die Forschungsinstitution versucht dadurch statistische Vorgaben zu erfüllen oder genügt formalen Ansprüchen, die von höherer/politischer Stelle vorgegeben werden. Diese „out-the-door“ Mentalität spiegelt auch die Auffassung einer strikten Arbeitsteilung zwischen Forschungsinstitut und privater Firma wider. Es ist die Aufgabe der Forschung, Technologien und neues Wissen zu kreieren und es ist die Aufgabe der Industrie daraus marktfähige Produkte herzustellen.
- Marktwirkung: Die Leistung wird in diesem Falle in Hinblick auf ihren kommerziellen Erfolg beurteilt. Wesentlich ist dabei, ob transferiertes Wissen zu einer Steigerung des Umsatzes bzw. der Profitabilität einer Firma beigetragen hat. Die Marktwirkung ist jedoch nicht nur auf die besonderen Eigenschaften einer Technologie zurückzuführen. Eine Reihe von betriebswirtschaftlichen, strategischen Überlegungen können dafür ebenso verantwortlich sein.

Abbildung 1: Wissensaustausch-Modell



Quelle: Bozemann (2000), Übersetzung und Ergänzungen Schmoch et al. (2000), eigene Modifikationen

- **Ökonomische Entwicklung:** Hier wird versucht, die Wirkung des WAHW über den Erfolg der einzelnen Firma hinaus zu beurteilen, z.B. für eine Region oder ein Land. Diese Grösse ist ein wesentliches Effizienzkriterium der öffentlich finanzierten, anwendungsorientierteren F&E. Die Messung dieser ökonomischen Wirkung ist zumeist nur unter sehr restriktiven Annahmen möglich.
- **Politische Wirkung:** WAHW Aktivitäten können auch zu positiven Reaktionen auf politischer Ebene führen, die z.B. über erhöhte öffentliche Mittel positiv auf die Forschungsinstitution zurückwirkt.
- **Humankapital:** WAHW erhöht die fachlichen Fähigkeiten der Teilnehmer, spezifisches Know-how, Techniken oder auch implizites Wissen und Fähigkeiten werden ausgetauscht bzw. übermittelt.
- **„Kosten-Nutzen“-Überlegungen:** Sie spielen vor allem im Hinblick auf Opportunitätskostenaspekte eine Rolle. Aus Sicht der Industrie lautet die Überlegung, ob es effizientere Formen der Wissensbeschaffung gibt, die alternativ zur Kooperation mit Universitäten eingesetzt werden können.

2.1.3. Empirischer Befund: Strukturierung der Wissens-Medien

Wissens-Geber und Wissens-Nehmer treten über das Wissens-Medium in Verbindung. Die Ausgestaltung bzw. Beschaffenheit dieser Schnittstelle ist sehr stark am Wissens-Objekt orientiert. Des Weiteren spiegeln sich auch die verschiedenen Ansprüche der Wissens-Nehmer wider, die in der Regel sehr vielfältig sind, wie empirische Untersuchungen zeigen.

In Tabelle 1 sind Wissens-Medien angeführt, die in verschiedenen empirischen Untersuchungen betrachtet worden sind. Wie sowohl aus der Anzahl der wissenschaftlichen Untersuchungen als auch aus der Häufigkeit hervorgeht, mit welcher verschiedene Wissens-Medien betrachtet worden sind, ist dieser Bereich im Rahmen des WAHW relativ gut untersucht. Während *Bozeman (2000)* neun Wissens-Medien angibt, zeigen *Schmoch et al. (2000)* bereits 27 verschiedene, teilweise jedoch sehr ähnliche Mechanismen. *Santoro/Chakrabarti (2002)* stützen ihre Untersuchung der Austauschaktivität zwischen Universitäten und Industrie auf 19 Kontaktformen. Diese Vielzahl der Wissens-Medien kann hinsichtlich der Intensität des Kontaktes und der Häufigkeit mit der sie von den Wissensaustausch-Partnern in Anspruch genommen werden, systematisiert werden.

Santoro und Chakrabarti (2000) analysieren vier wesentliche Typen, denen die verschiedenen Wissens-Medien zugeordnet werden können. Sie unterscheiden sich vor allem hinsichtlich der Intensität des persönlichen Kontaktes der Wissens-Partner.

- **„Forschungsunterstützung“** erfordert den geringsten persönlichen Kontakt und ist am schwächsten mit unmittelbaren Forschungsinteressen der Firma verbunden. Sie stützt sich vorwiegend auf finanzielle und materielle Unterstützung um die Forschungsinfrastruktur des betreffenden Institutes zu verbessern oder um Doktoranden zu unterstützen. Darunter

fallen vor allem auch externe Forschungsmittel, die nicht an bestimmte, industrielle Projekte oder Interessen gebunden sind.

- „*Kooperationsforschung*“ ist bereits interaktiver angelegt als die Forschungsunterstützung. Sie umfasst Vertrags- oder Auftragsforschungsprojekte mit einzelnen Forschern einer Forschergruppe oder einer Fakultät und ist auf ein unmittelbares Problem der Industrie ausgerichtet. Hier besteht auch z.T. die Möglichkeit der formalen Einflussnahme auf die Forschungsagenda der Fakultät, z.B. durch Industrievertreter in den Forschungsgremien.
- „*Wissenstransfer*“ umfasst eine Reihe von sehr interaktiven Erfahrungsaustauschprozessen, die sich unter anderem auf andauernde formale und informelle persönliche Kontakte, kooperative Ausbildungsprogramme von Wissenschaftlern und Personaltausch beziehen.
- „*Technologietransfer*“ charakterisiert sich ebenfalls durch eine sehr intensive Form der persönlichen Interaktion. Im Gegensatz zum „Wissensaustausch“ bezieht man sich hier auf spezielle Industriebereiche, wobei das wissenschaftliche/technologische Know-how (auch Patente, Lizenzen) der Universität und das diesbezüglich komplementäre Know-how der Firma (anwendungsorientiert, Marktnachfrage) eingesetzt werden, um Wissen erfolgreich zu vermarkten.

Insgesamt zeigt sich, dass der Wissensaustausch sehr vielfältige Formen annehmen kann. Darin spiegelt sich auch die vielfältige Wirkung der Hochschulen auf die Wirtschaft wieder. Eine Verkürzung der Sichtweise auf Technologietransfer im engeren Sinne, würde deshalb die Bedeutung des Hochschulwissens bzw. der Hochschulforschung unvollständig darstellen. So sehen wir anhand der Wissens-Medien, dass auch Humankapitalkomponenten von grosser Bedeutung für den WAHW sind, z.B. Personalmobilität (Einstellung von Absolventen im F&E-Bereich, Mitarbeiteraustausch, Firmenneugründungen), Teilnahme der Studenten an F&E-Projekten der Industrie, Vergabe von Diplomarbeiten, Doktorate gemeinsam mit der Industrie (siehe Tabelle 1).

Wissens-Typen bzw. Wissens-Medien können ferner hinsichtlich ihrer Verwendungshäufigkeit systematisiert werden (siehe Abbildung 2). Auffallend ist dabei, dass öffentlich sehr stark diskutierte Wissens-Medien (z.B. Spin-offs, Lizenzen) nur die Spitze des Eisberges darstellen und eher Ausnahmecharakter haben. Das macht sie jedoch nicht unbedeutend. Weit häufiger sind informelle, persönliche Kontakte von Partnern in Form von gemeinsamen Publikationen, speziellen Konferenzen und informellen Kontakten im Rahmen professioneller Beziehungsnetzwerke. In *OECD (2002)* wird bemängelt, dass gerade die professionellen Netzwerke zu wenig betrachtet und ihr Bedeutung zumeist unterschätzt wird. Die Studie führt das unter anderem darauf zurück, dass im Allgemeinen grosser Wert auf die „Messbarkeit“ der Beziehungen gelegt wird, der sich informelle professionelle Beziehungen z.T. entziehen.

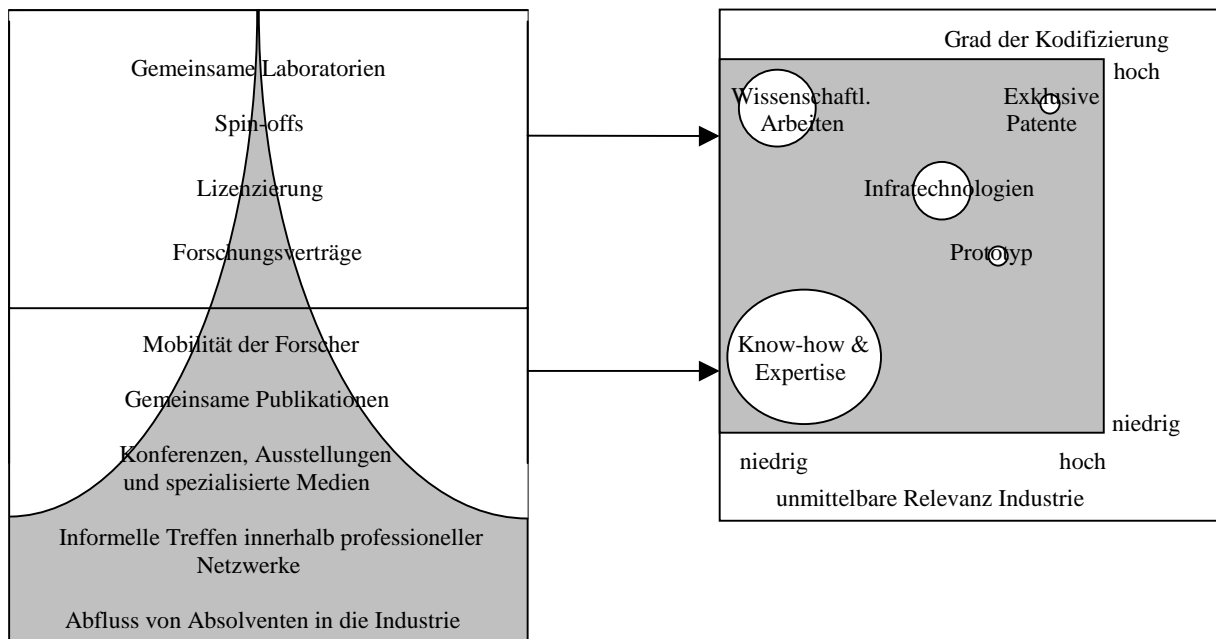
In Anlehnung an den impliziten Charakter des zu transferierenden Wissens können Wissens-Medien mit dem Grad der Kodifizierung und der Relevanz des transferierten Wissens für den Industriebereich in Verbindung gebracht werden (siehe Abbildung 2). Dabei fällt auf, dass die häufig eingesetzten Wissens-Medien vordergründig weniger relevant sind für den Industriebereich und zumeist eine hohe „tacit“-Komponente aufweisen. Zunehmend formalisierte Beziehungen zwischen den Austauschpartnern stehen hingegen in Verbindung mit steigendem Kodifizierungsgrad und zunehmender Relevanz der F&E Arbeiten für den Industriebereich.

Tabelle 1: Wissens-Medien zwischen Universitäten/Hochschulen und Industrie

Arten von Wissens-Medien	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Gemeinsame Labors	X									X		
Beteiligung an Forschungszentren, finanziert von Dritten										X		
Spin-offs	X			X					X		X	X
Lizenzen	X				X			X	X		X	X
Gemeinsame Forschungsplanung und Ausführung (auch J.V.)			X		X		X	X	X	X		
Forschungsk Kooperation (jeder zahlt seine Aufwendungen)			X	X	X						X	
Forschungskonsortien (eine Universität, mehrere Firmen)			X				X	X		X		
Personalmobilität (Einstellung von Absolventen im F&E-Bereich, Mitarbeiteraustausch oder Firmenneugründung etc.)				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Forschungsk Kooperationen (Industrie zahlt)			X									X
Institut/Studenten nehmen an F&E-Projekten der Industrie teil			X							X		
Gemeinsame Seminare										X		
Forschungsverträge (Auftragsforschung)	X		X		X		X	X	X	X		X
Fachpersonal von Universität (industrial fellowship)	X		X									
Kontakt der eingestellten Absolventen mit ihrem Labor	X	X					X	X	X	X		X
Publikationsaustausch							X					X
Kontakte aus früheren Tätigkeiten in der Wirtschaft				X								
Gemeinsame Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften, Patente	X			X					X	X		X
Gemeinsame Publikationen in Fachzeitschriften, Magazine				X								
Konferenzen, Ausstellungen (Messen), spezialisierte Medien (Vorträge, Workshops etc.)	X		X	X			X		X			X
Einfach Anfragen (informelle Kontakte: Telefon, Internet)		X					X		X		X	X
Besichtigung wissenschaftlicher Anlagen, Demonstrationen												X
Nutzung technischer Infrastruktur der Universität		X	X						X			X
Nutzung technischer Infrastruktur der Industrie (Prototypentwicklung, Fabrikation, Testeinrichtungen)			X			X						X
Beratungsdienstleistungen		X	X		X	X	X			X	X	X
Aufnahme von Praktikanten		X			X							
Vergabe von Diplomarbeiten		X			X		X					
Universität: Weiterbildung (Ausbildung) von Mitarbeitern der Firma		X	X		X	X			X			X
Mitarbeiter als Lehrbeauftragte		X	X	X			X		X			X
Geschenke von Firmen an Universitäten			X				X					
Finanzielle Beiträge an Universitäten			X				X			X		X
On-the-job Ausbildung Studenten			X		X					X		
Doktorate gem. mit Industrie			X	X	X	X	X	X	X			X
Industrie: spez. Training für Wissenschaftler, „sabbaticals“			X						X			
Industriennahe Gremientätigkeit							X					X
Industrievertreter in Forschungsausschüssen der Universitäten										X		
Forschungsparks (F&E-Kooperationen, Forschungsfront)			X							X	X	
Forschungsparks (informelle Interaktionen)			X									
Forschungsparks (gemeinsame Nutzung von Infrastruktur)			X									
Forschungsparks (Auftragsforschung für Industrie)			X									
Kauf von Prototypen oder IPR (Intellectual Property Rights), erstellt von den Universitäten									X		X	
Lesen von Patenten, Publikationen etc.									X		X	X
Gutachten												X
Dienstleistungen von Transferstellen					X				X			

A = OECD (2002), B = Blum/Fromm (2000), C = Geisler/Rubinstein (1989), D = Czarnitzki et al. (2000), E = Arthur D. Little (2000), F = Mayer (2000), G = Schmoch (2003), H = Schartinger et al. (2001), I = Schartinger et al. (2002), J = Santoro/Chakrabarti (2002), K = Bozeman (2000), L = Schmoch et al. (2000).

Abbildung 2: Formale Wissensaustausch-Mechanismen



Quelle: OECD (2002), Modifikationen und Übersetzung KOF.

2.1.4. Empirischer Befund: Unterschiedliche Zielsysteme, Transformation der „Wissensproduktion“

Das Arbeitsumfeld des Wissens-Gebers und seine Zielsetzungen unterscheiden sich wesentlich von denjenigen des Wissens-Nehmers, wenn ersterer eine Universität oder ein öffentliches Forschungslabor ist und letzterer eine Unternehmung. Die unterschiedliche Ausrichtung und Zielsetzungen der beiden Typen von Institutionen und die damit verbundenen unterschiedlichen Anreiz- und Sanktionsmechanismen sind gesellschaftlich gewollt. Der grundsätzliche Zielunterschied der beiden Typen von Institutionen kann im Gewinnstreben der Unternehmen und im Streben nach Erkenntnis der Wissenschaftler bzw. nach der Verbreitung der neu gewonnen Erkenntnisse (siehe Hall 2001) festgemacht werden. In einer differenzierteren Betrachtung können Unterschiede anhand von vier Zieldimensionen festgestellt werden (siehe Beise et al. 1995):

- *Wirtschaftliches Interesse:* Das wirtschaftliche Interesse des Wissenschaftsbereichs zielt vor allem auf umfangreichere Finanzmittel und die Personalausstattung ab, während Unternehmen am Innovationserfolg orientiert sind, der sich auf Basis des Gewinns, verminderten Risikos oder/und Zeitersparnis bemisst.
- *Know-how:* Wissenschaftler suchen eine Praxisanbindung zur Umsetzung der eigenen Forschung oder um Anstöße für die Lehre zu erhalten. Unternehmer stellen dahingegen

die Technologiekompetenz (Expertenwissen, Apparaturnutzung) in den Mittelpunkt der „Know-how“-Bildung.

- *Humankapital*: Beide Gruppen von Institutionen sehen in den persönlichen Kontakten den wesentlichen Faktor für Humankapitalbildung. Wissenschaftler zielen hierbei jedoch auf erweiterte Arbeitsmöglichkeiten oder zusätzliche Praxiserfahrung ab. Für die Unternehmer bedeutet dies eine Wissenserweiterung ihres Personals und auch eine Möglichkeit auf externe Personalressourcen zuzugreifen, um die grundsätzlich knappe betriebsinterne Humankapitalbasis zu erweitern.
- *Kommunikation*: Das Informationsbedürfnis der Wissenschaftler bezieht sich vorwiegend auf den Gedankenaustausch mit dem Ziel, neue Anregungen zu erhalten. Unternehmen suchen auch vermehrt konkretere Beratung.

Treten nun Wissenschaftler und Unternehmer dauerhaft in Beziehung zueinander, stellt sich die Frage, ob sich die Zielsysteme angleichen bzw. ob der Wissenschaftsbereich zunehmend ein Denkmuster nach unternehmerischen Massstäben entwickelt.

Beise et al. (1995) sehen, dass sich die Anfangs unterschiedlichen Zielsetzungen zwischen Unternehmern und Wissenschaftlern im Laufe zahlreicher Kooperationen annähern. Das heisst auch, dass Wissenschaftler nicht nur Nutzen aus dem Zufluss von Drittmitteln ziehen, sondern ebenfalls inhaltlich profitieren, zumal sich die Ziele zunehmend angleichen. Beide Kooperationspartner wollen neuartige Produkte entwickeln, individuelle Partikularinteressen bleiben unberücksichtigt, aus vormalis individuellen Verhaltensweisen resultiert ein kollektives Verhalten, das einem gemeinsamen Interesse folgt.

Izushi (2002) zeigt, dass sich die Wissens-Objekte ändern, falls die Kooperation bzw. der WAHW zwischen KMUs und Forschungsinstituten andauern. Zu Beginn einer Zusammenarbeit werden eher „kodifizierte“ Formen des Wissens bzw. einer Technologie nachgefragt, wie z.B. Entwicklung von Produkttestverfahren auf Basis der Institutsausstattung durch Institutspersonal oder durch das Personal der KMU. Im Laufe der Zeit erweitern Firmen Ihre „Wissensabsorptionsfähigkeit“ und es werden auch anspruchsvollere Dienste/Inhalte transferiert, wie z.B. technische Beratungen, Ausbildungsangebote, Workshops, Forschungsgruppen geleitet vom wissenschaftlichen Institut oder gemeinsame Forschungsprojekte. Zum einen könnte das dahingehend interpretiert werden, dass die KMUs das Institutspotenzial mit zunehmender eigener Wissensbasis besser ausschöpfen können, zum andern könnte auch angenommen werden, dass sich die Institute zunehmend an die Bedürfnisse der KMUs anpassen, was auch bedeutet, dass sich deren Zielsetzungen mittelfristig anpassen.

In der traditionellen Sichtweise der Trennung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung sollten Wissenschaftler der Grundlagenforschung ihre Themen unabhängig von den Zielen der Industrie festsetzen (*Cohendet/Joly 2002*). In einer neueren Sichtweise

verwischen die Grenzen zusehends. Innovationsprozesse werden als Interaktionsprozesse (z.B. zwischen Firmen und Kunden) dargestellt, in welchen auch Universitäten miteinbezogen werden. Der Interaktionsprozess umfasst alle Akteure entlang eines vorgestellten Wissens- bzw. Innovationsproduktionsprozesses, beginnend mit dem Wissenschaftler an der Universität bis zum potentiellen Kunden der letztlich angestrebten Innovationsleistung. Der soziale Kontext und „Transdisziplinarität“ sind wesentliche Eigenschaften dieser „Prozessvorstellung“ die in der Literatur „Mode 2“ in Abgrenzung von „Mode 1“ genannt wird (siehe *Gibbons et al. 1994*).

Sobald die Austauschaktivitäten – vor dem Hintergrund zunehmend unschärferer Grenzen zwischen Grundlagenforschung und industrieorientierter Forschung („Mode 2“) – ein Ausmass annehmen, sodass sie zu den Kernbereichen einer Universität gehören, sind organisatorische und strategische Massnahmen notwendig, um die Erfüllung der primären Aufgaben der Universitäten, die Grundlagenforschung und Ausbildung der Studenten und angehenden Wissenschaftlern „objektiv“ (d.h. nicht auf die industrielle Forschung ausgerichtet oder von ihr bestimmt) zu gewährleisten. Dazu werden einige institutionelle Experimente der Transformation notwendig sein. Letztlich wird daraus eine andere Art von Universitäten resultieren. Wenn sich die Universitäten diesem Wandlungsprozess entziehen, werden sie von anderen Organisationen der Wissensproduktion überholt werden (siehe *Gibbons et al. 1994*, p. 89).

2.1.5. Empirischer Befund: statistische Ergebnisse zum WAHW-Umfeld in der Schweiz

Im Folgenden werden statistische Ergebnisse zur Beschreibung des WAHW und wesentliche Umfeldfaktoren für die Schweiz präsentiert. Dem Datenmaterial kommt dabei eine indikative Funktion zu. Wesentliche, messbare WAHW-Umfeldfaktoren und deren Veränderungen im Zeitablauf erlauben einen Eindruck, wie intensiv WAHW in der Schweiz bereits betrieben wird bzw. welche Stellung WAHW aus Sicht der Unternehmen im Rahmen alternativer Wissens- und Technologiekanäle hat.

Im konkreten interessiert uns, wie sich die Drittmittelfinanzierung an den Schweizer Hochschulen/Universitäten entwickelt hat, wofür die Drittmittel eingesetzt werden, welche Austauschleistungen mit welcher Intensität erbracht werden (auch im Zeitverlauf), über welche Kanäle Unternehmen auf externes Wissen zugreifen, in welchem Ausmass – nach Branchen und Grössenklassen gegliedert – mit wissenschaftlichen Einrichtungen in Forschung und Entwicklung kooperiert wird, was die wesentlichen Kooperationsmotive in der Schweiz sind und zu welchen Ergebnissen Kooperationen führen. Die jeweiligen Statistiken basieren auf bereits durchgeführten Erhebungen und Studien.

Drittmittelfinanzierung der Schweizer Hochschulen/Universitäten

In Tabelle 2 sehen wir die Entwicklung der Drittmittelanteile zur Finanzierung der Aktivitäten an Schweizer Hochschulen und Universitäten. Während der Finanzierungsanteil des SNF

(Schweizerischen Nationalfonds) über den betrachteten Zeitraum relativ konstant bleibt, schwanken die übrigen Drittmittel deutlicher. Ihr Anteil bewegt sich zwischen 12.6% (1995) und 14.9% (1999). Der Anteil der übrigen Drittmittel entwickelt sich – bei steigender Tendenz – insgesamt uneinheitlich.

Tabelle 2: Finanzquellen Universitäten/Hochschulen – Entwicklung (in % des Total)

Finanzquellen	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Ordentliche Mittel	80.9	80.7	79.8	79.2	78.6	80.4	79.8	79.1	78.5
Schweizerischer Nationalfonds	6.5	6.5	6.8	6.9	6.5	6.1	6.1	6.6	6.9
Übrige Drittmittel	12.6	12.7	13.4	14.0	14.9	13.5	14.1	14.3	14.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Quelle: *BFS 2003a*, *BFS 2004*, Berechnungen KOF. Das BFS weist darauf hin, dass die Entwicklung des Aufwandes vorsichtig zu interpretieren ist, weil die Veränderungen einerseits auf effektive Veränderungen des Aufwandes, andererseits aber auch auf Verbesserungen bei der Erhebung zurückzuführen sind. Ordentliche Mittel fliessen den Universitäten und Hochschulen regelmässig zu und setzen sich aus Grund- und Sachbeiträgen von Bund, Kantonen, Gemeinden sowie aus eigenen Einnahmen zusammen. Übrige Drittmittel setzen sich zusammen aus Geldern von EU- und anderen internationalen Forschungsprogrammen, Kommission für Technologie und Innovation, Forschungsaufträge der öffentlichen Hand und des privaten Sektors, Erträge aus Dienstleistungen und aus der Weiterbildung.

Betrachtet man die EPFL und die ETHZ getrennt von den Universitäten, zeigt die ETHZ einen eher unterdurchschnittlichen und die EPFL einen überdurchschnittlichen Anteil an „übrigen Drittmitteln“ für das Jahr 2002. Die ETHZ deckt ihren Finanzbedarf zu 84.9% aus ordentlichen Mitteln, zu 3.3% aus Geldern des SNF und zu 11.8% aus „übrigen Drittmitteln“. Die EPFL finanziert sich zu 74.9% aus ordentlichen Mitteln, zu 6.9% aus Geldern des SNF und zu 18.2% aus den „übrigen Drittmitteln“ (siehe *BFS 2003a*). Im Jahr 2003 finanzierte sich die ETHZ zu 83.3% aus ordentlichen Mitteln, 3.4% SNF und 13.3% aus übrigen Drittmitteln. Damit ist ihr Drittmittelanteil relativ deutlich gestiegen. Ähnlich verschiebt sich auch bei der EPFL die Finanzierung zunehmend in den Drittmittelbereich. Im Jahre 2003 stammten 73.1% des Finanzbedarfes der EPFL aus ordentliche Mitteln, 7.1% vom SNF und 19.8% betrug der Anteil der übrigen Drittmittel (siehe *BFS 2004*).

Wozu werden die übrigen Drittmittel im Wesentlichen eingesetzt? Zu 23.2% wird davon die Forschung und Entwicklung (F&E) an den Schweizer Universitäten und Hochschulen finanziert und zu 23.5% deren Weiterbildungsaktivitäten. Den relativ geringsten Finanzierungsbeitrag erhält die Lehre im Rahmen der Grundausbildung der Studenten (9.3%). Auffallend und der Intuition entsprechend ist ebenso, dass F&E nur zu 62.7% aus ordentlichen Mitteln finanziert wird. Sie leistet damit für diese Kategorie den im Vergleich zu anderen Kategorien (z.B. Lehre, Weiterbildung) geringsten Finanzierungsbeitrag (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Tätigkeitsanteile nach Finanzquelle (2002, in % der Vollzeitäquivalente finanziert aus der jeweiligen Finanzquelle)

Finanzquellen	Lehre: Grundausbildung	Lehre: vertiefende Ausbildung für immatrikulierte Studierende	F&E	Weiterbildung	Dienstleistung	Total
Ordentliche Mittel	87.2	81.6	62.7	72.5	81.8	73.7
Schweizerischer Nationalfonds	3.6	5.5	14.1	4.0	2.8	8.8
Übrige Drittmittel	9.3	12.9	23.2	23.5	15.4	17.4
Total	100	100	100	100	100	100

Quelle: *BFS 2003b*, Berechnungen KOF. Ordentliche Mittel fliessen den Universitäten und Hochschulen regelmässig zu und setzen sich aus Grund- und Sachbeiträgen von Bund, Kantonen, Gemeinden sowie aus eigenen Einnahmen zusammen. Übrige Drittmittel setzen sich zusammen aus Geldern von EU- und anderen internationalen Forschungsprogrammen, Kommission für Technologie und Innovation, Forschungsaufträge der öffentlichen Hand und des privaten Sektors, Erträge aus Dienstleistungen und aus der Weiterbildung.

Formen des WAHW (Hochschulen)

Tabelle 4 zeigt verschiedene Formen des WAHW, wobei diese gereiht sind. Von links nach rechts nimmt deren „expliziter Charakter“ zu bzw. deren Grad von „tacitness“ ab. Kein Unterschied besteht diesbezüglich zwischen Patentanmeldungen und PCT-Anmeldungen. Den Erwartungen entsprechend nimmt die Anzahl der Meldungen grundsätzlich ab (siehe auch Abbildung 2).

Tabelle 4: Forschungsinstitutionen und ausgewählte Wissensaustauschleistungen (2002)

Institution	Forschungsabkommen		Erfindungsmeldung	Patentanmeldung	PCT-Anmeldung	Lizenzen	Firmengründung mit Lizenz
	Mit Firmen*	Gesamt					
EPFL	132	206	70	40	22	58	4
ETHZ	143	143	32	60	9	15	10
ETH-Annex	135	261	17	21	7	7	1
Universitäten	313	378	105	59	39	66	5
Fachhochschulen	707	877	26	9	11	5	4

Quelle: *Vock et al. (2004)*, Zusammenstellung KOF, EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne), ETHZ (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich), ETH-Annex: dazu gehören Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Paul Scherrer Institut. PCT: Patent Co-operation Treaty. *) Unterzeichnete Forschungsabkommen an denen mindestens eine Firma beteiligt ist.

Auffallend stark ist die ETHZ bei den Patentanmeldungen (60) und bei den Firmengründungen mit einer Lizenz (10). Die EPFL besticht durch die hohe Anzahl an Forschungsabkommen (206) und den Erfindungsmeldungen (70). Wie zu erwarten ist, profilieren sich Fachhochschulen vor allem durch die Vielzahl an Forschungsabkommen mit Firmen.

Betrachtet man wesentliche Austauschaktivitäten im Zeitverlauf (siehe Tabelle 5), so zeigt sich im Jahre 2000 sowohl bei den Patentanmeldungen als auch bei den Spin-offs ein gewisser Höhepunkt. Bei den Lizenzverträgen beobachtet man hingegen eine steigende

Tendenz. Auffallend ist die hohe Anzahl an Lizenzverträgen der EPFL im Jahre 2002 (58) und die zahlreichen Spin-offs (17) und Patentanmeldungen (103) der ETHZ im Jahre 2000. Insgesamt lässt sich aus der zeitlichen Entwicklung dieser Austausch Kategorien kein klares Bild gewinnen. Bei der Interpretation der Daten muss beachtet werden, dass die Zahlen von 2002 aus einer anderen Quelle stammen und somit nur bedingt vergleichbar sind.

Tabelle 5: Patentanmeldungen, Lizenzverträge und Spin-offs im Zeitverlauf (1999-2002)

Institution	Patentanmeldungen				Lizenzverträge				Spin-offs			
	1999	2000	2001	2002 ¹	1999	2000	2001	2002	1999	2000	2001	2002 ²
EPFL	50	70	75	62	19	34	31	58	12	12	12	4
ETHZ	78	103	86	69	29	28	29	15	16	17	10	10
ETH-Annex	10	30	26	28	4	12	13	7	1	7	7	1
Total	138	203	187	159	52	74	73	80	19	36	29	15

Quellen: *ETH-Board* (2002), Daten für 2002 sind aus *Vock et al.* (2004), Zusammenstellung KOF. EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne), ETHZ (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich), ETH-Annex: dazu gehören Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Paul Scherrer Institut. 1) Patentanmeldungen inkl. PCT-Anmeldungen; PCT: Patent Cooperation Treaty. 2) Firmengründungen mit Lizenz, wodurch die Vergleichbarkeit mit den Jahren 1999-2001 zusätzlich eingeschränkt wird.

WAHW aus der Sicht der Unternehmen

In den folgenden Tabellen werden empirische Ergebnisse zum WAHW aus Sicht der Unternehmen dargestellt. Tabelle 6 gibt Auskunft über die Anteile F&E-treibender Unternehmen, die zur Beschaffung externen Wissens auf die jeweilige externe Wissensquelle zugreifen. Die Angaben sind für die Jahre 1999 und 2002 und nach Sektoren differenziert.

Kunden und Lieferanten von Material sind für die Unternehmen die häufigsten externen Quellen für neues Wissen. Fachtagungen und –literatur (38.4%) sind bereits an dritter Stelle und somit auch das am häufigsten verwendete Wissens-Medium, welches in Zusammenhang mit WAHW gebracht werden kann. Universitäten, Fachhochschulen (22.8%) waren 1999 für die Unternehmen von durchschnittlicher Wichtigkeit. Sonstige Forschungsanstalten wurden von 13.5% der Firmen genutzt. Weniger häufig wurden Patentschriften (8.8%) und Technologietransferstellen (7.6%) als Wissensquellen bezeichnet.

Betrachtet man die Nutzungshäufigkeiten verschiedener externer Wissensquellen nach Sektoren, so ändern sich die Prioritäten der Unternehmen zum Teil. Für die befragten Unternehmen des Industriesektors sind ebenfalls Kunden und Lieferanten von Material als externe Wissensquelle von grösster Bedeutung. Ähnlich wichtig wie im Total sind auch Fachtagungen und –literatur (36.4%), sowie Messen und Ausstellungen (37.1%). Universitäten und Fachhochschulen (22.4%) sind ebenfalls wie im Total von mittelgrosser Bedeutung. Am

unwichtigsten sind Patentschriften (8.2%) und Technologietransferstellen (7.5%). Für Unternehmen des Dienstleistungssektors sind vor allem Fachtagungen und –literatur (40.7%), Kunden (38.5%), Lieferanten von Software (33.4%) und computergestützte Informationsnetze (30.4%) wichtige externe Wissensquellen. Universitäten und Fachhochschulen (23.1%) sind einmal mehr von mittlerer Wichtigkeit.

Insgesamt sind Universitäten und Fachhochschulen von mittlerer Bedeutung, wenn sich Unternehmen um externes Wissen bemühen. Wesentlich ist ebenfalls, dass Technologietransferstellen von sehr geringer Bedeutung sind. Das verstärkt den Eindruck, dass Unternehmen lieber direkt mit den Wissenschaftler reden und nicht vermittelt werden wollen. Ebenfalls fällt auf, dass informelle WAHW Medien, wie z.B. Fachtagungen oder auch Fachliteratur von grösserer Bedeutung sind als konkreter formalisierter WAHW (Technologietransferstellen, Patentschriften).

Tabelle 6: Nutzung firmenexternen Wissens (Anteile F&E-treibender Unternehmen mit intensiver Nutzung in % 1999)

Externe Wissensquellen	Ind.	DL	Total
Kunden	52.9	38.5	48.0
Lieferanten von Material/Komponenten	45.4	28.0	39.8
Lieferanten von Software	21.7	33.4	25.5
Lieferanten von Ausrüstungsgütern	26.1	10.7	21.0
Konkurrenten	27.3	28.9	27.6
Firmen des gleichen Konzerns	19.2	13.9	17.4
Universitäten, Fachhochschule	22.4	23.1	22.8
Sonstige Forschungsanstalten	13.8	12.9	13.5
Beratungsfirmen	10.4	12.3	11.4
Technologietransferstellen	7.5	7.4	7.6
Patentschriften	8.2	9.8	8.8
Messen, Ausstellungen	37.1	23.2	33.6
Fachtagungen, -literatur	36.4	40.7	38.4
Computergestützte Informationsnetze	17.6	30.4	21.8

Quellen: *Arvanitis et al. (2001)*, Mehrfachantworten möglich, Ind. (Industrie-Sektor), DL (Dienstleistungssektor)

Tabelle 7 zeigt F&E-Kooperationen mit wissenschaftsorientierten Institutionen nach Branchen und Grössenklassen für die Jahre 1999 und 2002. Unternehmen der Elektrotechnik (85.7%) kooperieren am häufigsten mit wissenschaftlichen Instituten, sofern sie überhaupt Kooperationen eingehen. Kooperierende Unternehmen der Maschinenbranche (79.2%) und der Chemiebranche (78.3%) suchen ebenfalls relativ häufig die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft. Im Dienstleistungssektor sind es vor allem kooperierende Unternehmen im Bereich Dienstleistungen für Unternehmen, die mit wissenschaftlichen Institutionen kooperieren.

Grössere Unternehmen kooperieren im F&E-Bereich relativ häufiger mit wissenschaftlichen Institutionen als kleinere Firmen. Dies gilt mit Ausnahme der grössten Unternehmen (>999)

und den Unternehmen der Grössenklasse 20-49. Besonders die Kooperationshäufigkeit der Unternehmen der Grössenklasse 500-999 hebt sich klar von den übrigen Grössenklassen ab.

Tabelle 7: F&E-Kooperationen mit wissenschaftsorientierten Institutionen nach Branchen und Grössenklassen (%-Anteil kooperierender Unternehmen)

Branche	1999
Chemie	78.3
Kunststoffe	66.7
Maschinen	79.2
Elektrotechnik	85.7
Elektronik/Instrumente	71.1
Banken/Versicherungen	30.0
Informatik/F&E	37.5
Dienstleistungen f. Unternehmen	52.4
Grössenklassen	
6-19	42.2
20-49	51.1
50-99	50.0
100-199	60.0
200-499	68.8
500-999	79.3
>999	76.0
Total	61.1

Quellen: *Arvanitis et al. (2001)*, Mehrfachantworten möglich, ausgewählte Branchen.

Was motiviert Schweizer Firmen mit Hochschulen im F&E-Bereich zu kooperieren? Tabelle 8, Zeilen 8, 9 und 10 liefern die Antwort.⁵ In erster Linie sind es der Zugriff auf „spezialisierte Technologien“, sowie potenzielle Komplementaritätseffekte. An dritter Stelle steht die „Verkürzung der Entwicklungszeit“. Am unwichtigsten sind Risikoaspekte und staatliche Förderungen. Diese Reihenfolge gilt allerdings nicht nur für Kooperationen mit wissenschaftlichen Instituten, sondern auch für alle anderen Kooperationspartner, sowie auch für vertikale als auch horizontale Kooperationen. Unterschiede bestehen allerdings in der absoluten Bedeutung des Kooperationsmotivs bezüglich des jeweiligen Partners. Hier ist der Zugriff auf „spezialisierte Technologien“ für die Universitäten (70.6%) bzw. wissenschaftlichen Institutionen (68.7%) von absolut höchster Wichtigkeit. Diese Ergebnisse zeigen weiterhin, dass Firmen in Kooperationen ihre bestimmten Ziele verfolgen relativ unabhängig davon, mit wem sie kooperieren. Sie kooperieren also nach Massgabe der Effizienz.

⁵ Darüber hinaus liefert Tabelle 8 auch Informationen zu den Motiven für F&E-Kooperationen zwischen Unternehmen. Dadurch können die Motive nach Kooperationspartner (Universitäten, Unternehmen etc.) unterschieden werden.

Tabelle 8: Kooperationsmotive nach Art der Kooperationspartner und Anteil Kooperationen insgesamt (%-Anteile, 1999)

Partner	Risiken	Kosten	Entwicklungszeit	Spezialisierte Technologie	Komplementarität	Komplexität	Staatliche Förderung	Anteil Kooperationen*
Kunden	20.2	26.9	54.9	65.8	64.8	42.0	12.4	59.5
Zulieferer Material/-Komponenten	19.4	24.3	53.9	60.2	60.2	38.4	11.2	62.5
Zulieferer Ausrüstungsgüter	17.3	20.9	50.0	62.7	60.0	43.6	12.7	33.6
Firmen des gleichen Konzerns	19.5	25.8	54.7	64.8	60.9	45.3	11.7	40.5
Firmen aus anderen Branchen	20.4	30.7	57.7	61.3	61.3	42.3	9.5	38.7
Vertikale Kooperation	19.7	26.9	51.7	61.2	60.9	41.2	11.6	90.1
Horizontale Kooperation	17.6	28.2	39.7	55.7	60.3	36.6	10.7	42.0
Hochschulen/Technika	23.5	28.2	57.7	70.6	67.7	52.9	21.8	52.2
Sonstige Forschungseinrichtungen	20.3	29.3	54.6	69.7	67.7	49.5	17.2	30.0
Kooperationen mit wissenschaftsorientierten Institutionen	21.4	27.9	54.7	68.7	66.2	52.2	18.9	61.6
Total	18.4	26.8	48.3	59.7	60.3	41.3	12.9	-

Quelle: *Arvanitis et al. (2001)*, Mehrfachantworten möglich, die %-Angaben – mit Ausnahme der letzten Spalte – beziehen sich auf Meldungen für das jeweilige Motiv auf den beiden höchsten Stufen einer fünfstufigen Likert-Skala (1: keine Bedeutung; 5: sehr grosse Bedeutung). * %-Anteil kooperierender Firmen insgesamt (Mehrfachnennungen möglich).

Zu welchen Ergebnissen führt die Kooperation im F&E-Bereich zwischen Firmen und Hochschulen? In Tabelle 9 sind die Anteile der Unternehmen dargestellt, die auf Basis der bestimmten Kooperationsformen bzw. Kooperationsart (vertikal oder horizontal) eines der angegebenen Ergebnisse meldeten. In unserem Zusammenhang interessierende Kooperationsergebnisse mit wissenschaftsorientierten Institutionen zeigen, dass diese in erster Linie mit der Entwicklung neuer Produkte zusammenhängen (Spalte 4).

Insgesamt zeigt sich, dass Kooperationen mit wissenschaftsorientierten Institutionen von allen Kooperationsarten in den meisten Ergebniskategorien – mit Ausnahme neuer Prozesse – am relative häufigsten sind.

Tabelle 9: Formen der Kooperation, Art der Kooperationspartner und Ergebnisse der Kooperation (%-Anteil der Firmen mit der jeweiligen Kooperationsform bzw. Art des Kooperationspartners, 1999)

Kooperationsformen	Wissenschaftl. Publikationen	Patente	Prototypen / Testversionen	Neue Produkte	Neue Prozesse
Joint Venture	39.5	58.1	69.8	97.7	48.8
Minderheitsbeteiligung	43.5	52.2	65.2	78.3	34.8
F&E-Vereinbarung	36.8	55.4	70.0	88.6	54.4
Technologietausch	34.3	48.5	64.2	90.3	57.5
Kooperationspartner					
Vertikale Kooperation	31.4	47.6	67.9	89.3	54.8
Horizontale Kooperation	33.9	36.9	57.7	83.9	59.2
Kooperation mit wissenschafts-orientierten Institutionen	44.8	56.7	77.6	90.1	57.7
Total	31.8	46.0	65.7	88.0	54.0

Quelle: Arvanitis et al. (2001).

2.1.6. Empirischer Befund: Netzwerkbeziehungen anstatt Marktbeziehungen

Wissenschaftler und Unternehmer stehen sich im WAHW weniger als Anbieter und Nachfrager eines bestimmten Produktes oder einer bestimmten Leistung gegenüber, sondern vielmehr als Partner zur Lösung einer „gemeinsamen“ Herausforderung. Es ist deshalb für das Verständnis förderlicher, WAHW im Rahmen von professionellen Netzwerken zu analysieren⁶, anstatt vor dem Hintergrund von Marktbeziehung. Warum?

- Die am WAHW beteiligten Akteure (Unternehmer und Wissenschaftler) verfolgen mit ihrer Arbeit grundsätzlich unterschiedliche Ziele (siehe oben). Der Tausch von Leistungen ist vor diesem Hintergrund eher von zufälliger Natur als zweckgerichtetes Handeln. Die Forschung an den Universitäten und die Technologienachfrage der Unternehmen tendieren deshalb nicht dazu, mittelfristig übereinzustimmen, sondern entwickeln sich nach unterschiedlichen Kriterien und sind in diesem Sinne voneinander unabhängig. Des weiteren bestehen starke Informationsasymmetrien zwischen Wissenschaftlern und Unternehmern, die am Markt zu hohen Transaktionskosten führen würden (siehe *Beise et al. 1995*), weshalb alternative Koordinationsmechanismen wahrscheinlich sind.
- Informationsasymmetrien beim WAHW zeugen auch von geringem Kodifizierungsgrad des ausgetauschten Wissens. Der Anteil an personengebundenen („tacit“) Wissen ist bei den meisten WAHW-Formen (siehe oben) hoch. Die Vermittlung von Technologien oder spezifischem Wissen bedarf umfangreicher Beratung und Betreuung, wodurch den marktbezogenen Produktvorstellungen ungenügend entsprochen wird. Der Markt als

⁶ D.h. wir wollen auch wissen, wie die Beziehungen zwischen den Akteuren der professionellen Netzwerke gestaltet sind; für theoretische Überlegungen zu Netzwerken und WAHW siehe insbesondere *Schmoch (2003)*.

Allokations- und Selektionsinstrument funktioniert am besten bei relativ homogenen Gütern. Im Rahmen von WAHW ist diese Bedingung zumeist nicht erfüllt.

- Ebenso ist der Austauschprozess in den wenigsten Fällen linear gestaltet. Er ist eher interaktiv angelegt und muss Raum für Rückkopplungen bieten. Wie auch die Entwicklungen vor dem Hintergrund von „Mode 2“ (siehe oben) nahe legen, sind weder Markt noch hierarchische Organisationselemente geeignet die Austauschprozesse zu beschreiben. Es sind mehr oder weniger lose bzw. formelle professionelle Netzwerkbeziehungen die eine zweckvollere Heuristik darstellen. Fragen die in diesem Zusammenhang von Interesse sind, unser Verständnis für WAHW erhöhen und im Rahmen der Hauptstudie bearbeitet werden sollen, sind beispielsweise: Was sind die Eigenschaften der Netzwerke (Wissens-Medien)? Was bedeuten sie für die Zielsetzungen der Universität, bzw. wo liegen die Herausforderungen?

Vor dem Hintergrund der veränderten Rahmenbedingungen des WAHW („Mode 2“), der steigenden Bedeutung von professionellen Netzwerkbeziehungen und den grundsätzlich unterschiedlichen Zielsetzungen der beiden Typen von Organisationen, stellt sich die empirische Frage nach deren Interaktionsformen, nach der Bedeutung des WAHW für die Industrie bzw. hinsichtlich der Kernaufgaben der Universitäten. Im Folgenden werden die wesentlichen Determinanten des Wissensaustausches dargestellt und Hypothesen formuliert, die deren Auswirkungen auf beiden Seiten des Austausches abschätzen.

2.2. Determinanten von WAHW auf Seiten der Unternehmen

Insgesamt hat die Bedeutung des WAHW aus Sicht der Unternehmen zugenommen. In der empirisch ausgerichteten Literatur werden eine Reihe von Motiven bzw. treibenden Kräften und Hemmnisse genannt, die dazu beitragen, den WAHW besser zu verstehen und darüber hinaus wesentliche Anhaltspunkte liefern, um gegebenenfalls wissenschaftspolitische Weichenstellungen vorzunehmen. In der folgenden Zusammenstellung der Motive und Hemmnisse werden Unternehmenscharakteristiken, wie z.B. Firmengröße, Branche, Firmenalter, F&E Intensität nicht angegeben. Das sind sehr wichtige Determinanten, die in praktisch allen empirischen Untersuchungen mitberücksichtigt werden und deshalb nicht ausdrücklich angeführt werden müssen.⁷

Tabelle 10 zeigt zusammenfassend eine Vielzahl von Kooperationsmotiven aus Sicht der Unternehmen, die in wesentlichen empirischen Publikationen der vergangenen Jahre behandelt wurden. Am häufigsten sind die Kooperationsmotive Zugang zu neuem Wissen bzw. Technologie, Zugang zu Humankapital (allgemein), erweiterte Problemlösungsmöglich-

⁷ Für weitere empirisch ausgerichtete Untersuchungen der Determinanten von WAHW siehe: *Owen-Smith/Powell (2001)* (Patentierung bei Hochschulen; USA); *Jensen/Thursby (2001)*, *Thursby et al. (2001)* und *Friedman/Silberman (2003)* (Lizenzvergaben von Hochschulen; USA).

keiten und neue Forschungsimpulse behandelt worden. Weniger häufig betrachtete Kooperationsmotive waren z.B. „outsourcing von F&E“ oder indirekter Zugang zum Wissen des Wettbewerbers. Die Motive wurden z.T. sehr differenziert dargestellt. Die Anzahl der betrachteten Kooperationsmotive schwankte je nach Studie zwischen 3 und 10 verschiedene Motive.

In Tabelle 11 sind auf Basis von fünf Untersuchungen die Kooperationshemmnisse auf Seiten der Unternehmen zusammengefasst. Im Gegensatz zu den Kooperationsmotiven der Unternehmen werden hier nur relativ selten dieselben Motive von verschiedenen Studien untersucht. Mangelnde Fähigkeiten im F&E-Bereich auf Seiten der Industrie sind hierbei das am häufigsten betrachtete Hemmnis. Informationsdefizite über Forschungsaktivitäten an Universitäten, fehlende Ausrüstung, fehlende finanzielle Mittel auf Seiten der Industrie und kulturelle Unterschiede wurden jeweils in zwei Studien untersucht. Die restlichen Hemmnisse kommen jeweils nur in einer Untersuchung vor. Die Anzahl der Hemmnisse pro Studie schwankt zwischen 4 und 17, worin sich insgesamt ein relativ hoher Differenzierungsgrad zeigt.

Vergleicht man Kooperationsmotive und Kooperationshemmnisse hinsichtlich des empirischen Untersuchungsgrades, so kann festgestellt werden, dass über die Kooperationsmotive grösserer Konsens besteht als über die Kooperationshemmnisse auf Seiten der Unternehmen. Dies zeigt sich darin, dass die Kooperationsmotive der verschiedenen Studien ähnlicher sind, d.h. relativ wenige Motive, die öfters untersucht wurden, als die Kooperationshemmnisse. Letztere sind in den verschiedenen Studien z.T. sehr differenziert dargestellt, sie scheinen jedoch sehr spezifisch für eine Studie zu gelten. Nur in seltenen Fällen wird ein Hemmnis von mehreren Studien untersucht.

Tabelle 10: Kooperationsmotive der Unternehmen

Motive Unternehmen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Zugang Humankapital (allg.)	X	X	X	X	X	X			X		
Zugang zu spezifischen Fähigkeiten		X						X			
Ausbildung („training“)		X									X
Rekrutierung von Absolventen							X			X	
Zugang zu technolog. Ausrüstung/-spezialisierten Technologien			X		X			X			X
„Networking“	X						X		X		
Problemlösungsmöglichkeiten	X	X					X		X	X	
Zugang zu neuem (komplementärem) Wissen/Technologie	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Technologischen „state of the art“ sicherstellen		X	X			X			X		
Wissenschaftler nehmen an Industriekonferenzen teil		X									
Interner Technologischer Fortschritt beschleunigt („catch up“)		X	X								
Zielgerichtete Kooperation (start-ups, Patente)		X					X				
Zugang zur Universität (Grundlagenforschung)		X			X		X		X		
Forschungsimpulse			X	X	X	X	X				
Teilen von F&E-Kosten (technisches F&E-Risiko)			X			X			X		X
Zeitersparnis bei F&E											X
Verbreiterung/Verbesserung der Wissensbasis (externes Wissen)			X		X				X		
Imageverbesserung durch Kooperation			X	X		X					
Eigene materielle Ressourcen zu gering				X		X					
Kooperation Voraussetzung für Förderung				X							X
Direkte Unterstützung im F&E-Prozess					X		X				
Beratungsleistung					X						
Indirekter Zugang zum Wissen des Wettbewerbers						X					
Aufbau neuer Forschungsbereiche						X	X		X		
„Outsourcing“ von F&E									X		

A = OECD (2002), B = Geisler/Rubinstein (1989), C = Arthur D. Little (2000), D = Mayer (2000), E = Schartinger et al. (2001), F = Onida/Malerba (1989), G = Lee (2000), H = Santoro/Chakrabarti (2002), I = Schibany/(2001), J = Schmoch (2003), K = Arvanitis et al. (2001).

Tabelle 11: Kooperationshemmnisse auf Seiten der Unternehmen

Hemmnisse Unternehmen	A	B	C	D	E
Informationsdefizite über Forschungsaktivitäten an Universitäten	X		X		
Technologische Abhängigkeit von Forschungsinstitutionen	X				
Mangelnde F&E Fähigkeiten auf Seiten der Industrie (zu wenig oder schlechtes F&E Personal)	X		X	X	
Mangelnde F&E Fähigkeiten auf Seiten der Wissenschaft			X		
Fehlende Ausrüstung (technische Kapazitäten)			X	X	
Mangelnde Fähigkeit das technische Problem im Vorfeld der Kooperation zu definieren	X				
Folgearbeiten notwendig (marktorientierte Implementation der Ergebnisse)	X				
Schnittstelle zur Universität ist schlecht ausgestattet (z.B. geringe Kapazitäten der Technologietransferstelle)	X				
Ungenügende Berücksichtigung möglicher Applikationen in Forschungsprojekten	X				
Kein Beratungsangebot oder Implementierungshilfe von Seiten der Universität	X				
Widerstand der Wissenschaftler bei Auflagen für die Veröffentlichung der Ergebnisse	X				
Keine Notwendigkeit		X			
Abstimmung ist zu schwierig		X			
Andere Forschungseinrichtungen sind eher Konkurrenten als Partner		X			
In diesem Forschungsgebiet unüblich		X			
Fehlende finanzielle Mittel auf Seiten der Industrie			X	X	
Fehlende finanzielle Mittel auf Seiten der Wissenschaft			X		
Unterschiedliche Zielsetzungen			X		
Unterschiedliche Zeitvorstellungen			X		
„Kulturelle“ Unterschiede			X		X
Geheimhaltung			X		
Geographische Distanz			X		
Produktivitätsunterschiede (Kosten)				X	
Mangelndes Vertrauen				X	
Verfügungsrechte („Property Rights“)				X	
Gesetzliche Beschränkungen				X	
Bürokratischer Aufwand				X	
Management (Team-Koordinierung)				X	
Kommunikationsschwierigkeiten				X	
Konzentration auf eine einzige Disziplin in der wissenschaftlichen Forschung				X	
Rentiert sich nicht					X
Eignet sich nur für grosse Firmen					X
Eignet sich nur für bestimmte Kooperationsformen					X
Es fehlen geeignete Partner			X		
Keine Anreize/Motivation			X		
Keine administrative Unterstützung			X		
Mangelndes unternehmerisches Denken auf Seiten der Wissenschaftler			X		
Wissenschaftliches Interesse fehlt auf Seiten der Industrie			X		
Unsicherheit über das Kooperationsergebnis			X		

A = Arthur D. Little (2000), B = Mayer (2000), C = Schartinger et al. (2000), D = Onida/Malerba (1989), E = Geisler (1997)

2.3. Auswirkungen (Impact) des WAHW auf die Unternehmen

2.3.1. Konzeptioneller Hintergrund

Der WAHW hat sich in den letzten Jahren verstärkt. Private Firmen versuchen, bestimmte Bereiche der öffentlichen Grundlagenforschung bzw. das Humankapital der Universitäten und Hochschulen für die eigenen Betriebszwecke nutzbar zu machen. Die Motive dafür sind, wie oben dargestellt, sehr zahlreich und zielen letztlich darauf ab, die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens auf nationalen und internationalen Märkten zu stärken.

Die Erfahrungen der Unternehmen mit WAHW sind im Allgemeinen noch gering, dennoch können aus der empirischen Literatur eine Reihe von wahrscheinlichen Wirkungen des WAHW auf die Unternehmen abgeschätzt werden. Sie sind im folgenden in Form von Hypothesen formuliert, die für den konkreten Fall getestet werden müssen. Insgesamt zeigt sich jedoch wie vielfältig die Wirkungen auf die involvierten Unternehmen sein können.

Zielsetzung:

- Wissenschaftler und Unternehmer verfolgen mit Ihrer Arbeit unterschiedliche Ziele. Verstärkter WAHW führt zu einer Anpassung der Zielsetzungen. Längerfristig verfolgen beide Partner das Ziel, neuartige und leistungsfähige Produkte zu entwickeln. Partikularinteressen treten in den Hintergrund (siehe *Beise et al. 1995*).

Veränderung der Forschungsausrichtung bzw. Organisation der F&E:

- Verstärkter WAHW der Unternehmen führt zu einer Verringerung der wissenschaftlichen Aktivitäten im Grundlagenbereich im betreffenden Unternehmen.
- Verstärkter WAHW der Unternehmen führt zu einer Verlagerung ihrer internen F&E-Aktivitäten auf kurzfristige, stärker am Markt orientierte Projekte.
- Unternehmer bemühen sich zunehmend (vor allem auf Grundlagenwissen ausgerichtete) F&E-Aktivitäten ausserhalb des Unternehmens zu organisieren („contracting out“). Das reduziert ihre F&E-Kosten und verkleinert die F&E-Abteilungen in den jeweiligen Unternehmen.
- WAHW Projekte unterscheiden sich deutlich von anderen F&E Projekten der Unternehmen. Erstere beziehen sich häufiger auf den Bereich „new sciences“ und sind somit schwieriger und risikoreicher. Sie weisen auch zumeist Verzögerungen bei ihrer Ausführung auf und werden selten vorzeitig abgebrochen. WAHW erhöht somit die Aufmerksamkeit der Firmen für die Grundlagenforschung (siehe *Hall et al. 2003*).
- Im Vergleich zu anderen F&E-Projekten ist WAHW längerfristig ausgerichtet.
- WAHW Projekte sind im Gegensatz zu anderen F&E Projekten im Unternehmen von geringerer Effizienz. Asymmetrischer Informationsstand zwischen Unternehmer und

Wissenschaftler behindern einen effizienten WAHW. Organisatorische Rahmenbedingungen werden angepasst.

F&E-Kernaktivitäten, Problemlösungsfähigkeit:

- WAHW hat bei *grossen* Firmen nur indirekt bzw. längerfristig Einfluss auf ihren technologischen Kernbereich. Sie konzentrieren sich stärker auf den Wissenstransfer oder nichtfokussierte bzw., wenig fokussierte Forschungsförderung. Kooperative Forschung und Technologietransfer werden dahingegen weniger angestrebt, um Zugriff auf Fähigkeiten, Wissen und universitäre Einrichtungen zu erhalten. Bemerkenswert ist, dass *grosse* Unternehmen derartige Vereinbarungen nur dann abschliessen, wenn sie ausserhalb ihres technologischen Kernbereichs liegen.
- Bei *kleinen* Unternehmen wirkt der WAHW direkt auf ihren technologischen Kernbereich. Sie gestalten ihre Beziehung zu den Universitätsinstituten weitaus intensiver. Sie betreiben – wenn überhaupt – intensive Kooperationen oder fokussieren auf Technologietransfer und sind weniger an „losen“ Wissenstransfer interessiert. Sie zielen auf die Stärkung ihrer Fähigkeiten, ihres Wissens und auf die Nutzung universitärer Einrichtungen ab, die den technologischen Kernbereich des Unternehmens umfassen.
- Kompetenzbildende Aktivitäten im Bereich des WAHW, durch nicht (wenig)-fokussierte Forschungsförderung etc. erhöhen grundsätzlich die Problemlösungsfähigkeit der Unternehmen. Dies gilt auch für den Kerntechnologiebereich.

Intensität des WAHW, Unternehmensorganisation

- Das Vorhandensein einer einflussreichen, treibenden Kraft („Champion“) in der Industrie, führt zu intensiverem WAHW auf allen Ebenen, als wenn es einen „Champion“ auf Seiten der Universität gibt.
- Mehrmalige Kontakte zwischen Firmen und wissenschaftlichen Instituten verändern den Kooperationsmodus im Bereich des WAHW von eher beratenden Kontakten hin zu intensiveren Technologietransferprojekten.
- Unternehmen mit einer „organischen“ Unternehmensorganisation (flache Hierarchien) haben intensivere Beziehungen zur Universität bzw. betreiben WAHW intensiver als wenn die Firma „mechanisch“ organisiert ist.

2.3.2. Empirische Untersuchungen

In diesem Abschnitt gehen wir kurz auf die empirische Literatur ein, die sich mit den Auswirkungen von WAHW auf die Unternehmen befasst. Es werden nur Studien berücksichtigt, die eine ökonometrische Ausrichtung haben und auf grösseren „Unternehmenssamples“ beruhen. Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass beim Übergang zu

einem operationalisierbaren Ansatz nur ein Teil der möglichen Auswirkungen erfasst bzw. berücksichtigt werden kann.

Ein grössere Gruppe solcher Studien versucht, den Einfluss des aus der Interaktion mit den Hochschulen/Universitäten gewonnenen Wissens auf die eigene Innovationsperformance der Unternehmung statistisch zu erfassen. Dies wird durch eine multivariate Analyse der Bestimmungsfaktoren der Innovationsleistung auf Firmenstufe erreicht. Dazu werden einerseits Angaben zu verschiedenen Determinanten gemacht, beispielsweise das Ausmass des WAHW über verschiedene Kanäle. Andererseits werden Indikatoren zur Innovationsleistung erhoben (z.B. Anzahl Patentanmeldungen bzw. Patente, Einführung von Innovationen, Anteil des Umsatzes an innovativen Produkten).

Solche Untersuchungen wurden am meisten für die USA durchgeführt, neuerdings aber auch für einzelne europäische Länder bzw. Ländergruppen. Für die USA von besonderer Bedeutung sind die Studien von *Jaffe (1989)* (Innovationsindikator: Patente), *Feldman (1994)* (Anzahl eingeführter Innovationen), *Mansfield (1998)* (Anzahl eingeführter Innovationen), *Hall et al. (2003)* (Merkmale der Innovationstätigkeit: Entwicklungszeit, -kosten; Zugang zum Grundlagenwissen etc.) und *Adams et al. (2003)* (Patente). Weitere Untersuchungen beziehen sich auf Deutschland (*Beise/Stahl 1995* (Einführung von Produkt- bzw. Prozessinnovationen) und *Becker/Peters 2000* (mehrere Indikatoren), Frankreich (*Monjon/Waelbroeck 2003* (Innovationsneigung; Intensität der Innovationstätigkeit)), Österreich (*Kaufmann/Tödting 2001* (Einführung von Produkten „new to the market“ bzw. „new for the firm only“)) oder behandeln mehrere Länder (*Mohnen/Hoareau 2002* (Frankreich, Deutschland, Italien, Spanien; Innovationsneigung); *Arundel/Geuna 2004* (grosse europäische Unternehmen (> 500 Beschäftigte)). Auch für Schweizer Unternehmen konnte am Anfang der neunziger Jahre nachgewiesen werden, dass die Nutzung von wissenschaftsbezogenen Wissen einen höheren Effekt auf die Produktivität zeigt als Wissen aus anderen Quellen (Kunde, Lieferanten, Messen/Ausstellungen etc.) (siehe *Arvanitis/Hollenstein 2002*).

Ein zweite Kategorie von „Impact“-Studien zielt direkt auf die Auswirkungen von technologischem Wissen aus Universitätsquellen auf die Unternehmensperformance ab (z.B. in Form der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität. Das Vorgehen ist auch in diesem Fall ähnlich wie bei der Modellierung der Innovationsleistung. Es wird eine Bestimmungsgleichung für die Produktivität auf der Unternehmensstufe spezifiziert, die als besonderen Faktor das wissenschaftsbezogene Wissen enthält (siehe z.B. *Adams 1990* und *Mamuneas 1999* für die USA, *Belderos et al. 2004* für die Niederlande, *Sorensen et al. 2003* für Dänemark, aber auf Branchenstufe).⁸

⁸ Es wurde weiter auch der Versuch unternommen den Einfluss des Universitätswissens (gemessen durch die Forschungs- und Entwicklungsausgaben der Universitäten) auf die gesamtwirtschaftliche Ebene ökonometrisch zu bestimmen (siehe dazu z.B. *Guellec/Van Pottelsberghe de la Potterie 2003* für eine Studie, die sich auf den gesamten OECD-Raum bezieht).

2.4. Determinanten von WAHW auf Seiten der wissenschaftlichen Institutionen (Universitäten, Hochschulen)

Regierungen unterstützen in der Regel öffentliche Forschungsaktivitäten über zwei Kanäle. Zum einen fördern sie die Universitäten und Hochschulen und zum andern finanzieren sie öffentliche Forschungsinstitutionen. Während sich die Forschungsaktivitäten der Universitäten bzw. Hochschulen im Allgemeinen auf die nichtfokussierte Grundlagenforschung beziehen, sind öffentliche Forschungsinstitutionen zumeist mit einer bestimmten „Forschungsmission“ versehen. Das hat auch zur Folge, dass letztere zumeist stabilere Beziehungen zu einem Teil der Industrie pflegen und sich der WAHW hauptsächlich darauf bezieht. Die Schweiz wird von der OECD als ein universitätsbasiertes System („university based system“) eingestuft. Das heisst, dass die ohnehin im internationalen Vergleich relativ knappen öffentlichen Mittel für Forschung hauptsächlich an die Universitäten bzw. Hochschulen verteilt werden (siehe *OECD 2002*). Für unseren Untersuchungsgegenstand bedeutet dies, dass die folgenden Ausführungen in erster Linie für die Universitäten bzw. Hochschulen zutreffen.

Der politische Wille in Europa den WAHW zu verstärken, wird im Allgemeinen von drei Faktoren getrieben. Zum einen sind es die jeweiligen Regierungen, die ihren Druck auf die Universitäten verstärken, nichtöffentliche Finanzierungsquellen für ihre Forschungsaktivitäten zu erschliessen. Zum anderen sieht sich die Industrie durch Wettbewerb und kürzeren Zeitbudgets für F&E gezwungen, ihre interne wissenschaftliche Basis durch Zugriff auf externe Quellen zu erweitern und des weiteren fordert die Industrie von den Regierungen eine stärkere Unterstützung ihrer F&E (z.B. durch die Kommerzialisierung und Diffusion von öffentlich geförderter oder finanzierter Forschung) (siehe *OECD 1999*).

In Tabelle 12 sind in der empirischen Literatur behandelte WAHW Motive der Universitäten bzw. Hochschulen genauer dargestellt. Mögliche Motivationen, die sich aus Charakteristiken der wissenschaftlichen Institute einer Universität bzw. Hochschule ableiten, wie z.B. Grösse des Institutes und Fachrichtung oder Erfahrung mit WAHW, sind natürlich wesentliche Bestimmungsgründe für WAHW, die in fast allen empirischen Untersuchungen berücksichtigt werden und deshalb nicht ausdrücklich angeführt werden müssen.

In sieben von acht berücksichtigten Studien, und somit am häufigsten untersucht, wurde der Motivationsfaktor „Geld für Erweiterung der Forschungskapazitäten“. Verbesserung bzw. Aktualisierung des Lebenslaufes (eines Fakultätsmitglieds) oder die Sicherstellung guter Jobaussichten für Studenten sind ebenfalls relativ häufig betrachtete WAHW Motive. Die restlichen Motive wurden nur von einer bzw. zwei Studien untersucht. Das deutet auch darauf hin, dass im Gegensatz zu den Kooperationsmotiven auf Seiten der Unternehmen, hier – mit einer Ausnahme – noch ein geringer Konsens über die wesentlichen Faktoren besteht. Die Anzahl der untersuchten Kooperationsmotive pro Studie schwankt zwischen zwei und zehn Faktoren, der Mittelwert liegt bei fünf Motiven.

In Tabelle 13 sind die Kooperationshemmnisse der Universitäten bzw. Hochschulen zusammengestellt. Die angeführten Hemmnisse sind nur selten von mehreren Studien untersucht worden. Am häufigsten (dreimal) geschah dies bei den Hemmnissen „Mangel an geeignetem wissenschaftlichen Fachpersonal“ und „Mangel an technischer Ausstattung“. Alle anderen, der relativ zahlreichen Hemmnisse wurden nur von ein bis zwei Studien untersucht. Die Anzahl der untersuchten Hemmnisse pro Studie sind relativ hoch, sie schwanken zwischen drei und 16 Hemmnissen, der Mittelwert liegt bei acht Hemmnissen. Das bedeutet auch, dass die Hemmnisse detaillierter abgefragt worden sind als die Motive.

Ähnlich wie bei den WAHW Determinanten der Unternehmen zeigt ein Vergleich der Kooperationshemmnisse mit den Kooperationsmotiven auch in diesem Fall, dass die jeweiligen Motive häufiger als die Hemmnisse untersucht wurden, d.h. es besteht ein grösserer Konsens über die wesentlichen Motive der Universitäten bzw. Hochschulen für den WAHW als dies bei den Kooperationshemmnissen der Fall ist. Die Kooperationshemmnisse sind sehr spezifisch für eine Studie und nur in selten Fällen von anderen Studien übernommen worden.

Tabelle 12: Kooperationsmotive der Universitäten/Hochschulen

Motive Hochschulen/Universitäten	A	B	C	D	E	F	G	H
Sicherstellen guter Jobaussichten für Studenten	X	X			X			
Lebenslauf aktuell halten bzw. verbessern (für manche Disziplinen)	X	X					X	
Geld für Erweiterung der Forschungskapazitäten (auch neue Forschungszentren)	X		X	X	X	X	X	X
Zusätzliche Ausrüstung			X			X		
Technologie als Entscheidungskriterium							X	
Praktische Erfahrung für Fakultät und Studenten		X						
Forschungsförderung und Infrastruktur		X						
Industriemitglieder in beratenden Universitätsausschüssen		X						
Zugang zur Industrie bzw. deren Infrastruktur		X						
Öffentliche F&E-Mittel können für angewandte Forschung mit der Industrie eingesetzt werden		X						
Forschungsk Kooperationen		X						
Start-ups		X						
Kommerzieller Erfolg/Ertrag		X			X			
Flexibilität von Industriegeldern			X					
Erfahrungsaustausch mit Industrieforschern			X					
Referenz für Einwerbung öffentlicher Fördermittel			X					
Kosteneinsparungen				X				
Eigene Forschungseinrichtung und – Fähigkeiten zu gering				X				
Stimuliert Kreativität von internen F&E-Ressourcen				X				
Gelder für die eigene wissenschaftliche Arbeit					X			
Praktisches Testen der eigenen Forschungsergebnisse					X			
Gewinnen von zusätzlichen Forschungseinsichten im eigenen Forschungsbereich					X			
Die „Mission“ der Universität erweitern					X			
Aneignen von Wissen über praktische Probleme für die Lehre					X			
Technologietransfer wirkt in beiden Richtungen							X	
Technologische Diffusion wird gefördert							X	
Wesentliche F&E-Erfolge gelangen an die Öffentlichkeit								X
Regionale Entwicklung wird gefördert							X	

A = OECD (2002), B = Geisler/Rubinstein (1989), C = Schmoch (2003), D = Onida/Malerba (1989), E = Lee (2000), F = Bok (2003), G = Poyago-Theotoky et al. (2002), H = Carlsson/Fridh (2000); nur jene Motive sind berücksichtigt, die nicht unmittelbar auf die Aktivitäten der Technologietransferstellen abzielen.

Tabelle 13: Kooperationshemmnisse der Universitäten/Hochschulen

Hemmnisse Hochschulen/Universitäten	A	B	C	D	E	F	G
Hohe Lehrbelastung/weniger Zeit für Lehre	X						X
Betreuungsqualität (Professor/Student) leidet							X
Schlecht für das Curriculum							X
Beeinflussung bei der Bestimmung der Forschungsfragen							X
Mangel an geeignetem wissenschaftlichen Fachpersonal (Anzahl und Know-how)	X			X	X		
Mangel an qualifizierten Personal auf Seiten der Industrie					X		
Unterschiedliche F&E-Ziele					X		
Unsicherheit über das F&E-Kooperationsergebnis					X		
Angst die wissenschaftliche Unabhängigkeit zu verlieren					X		
Fehlende Information über die „andere Seite“					X		
Fehlendes unternehmerisches Denken auf Seiten der Wissenschaftler					X		
Mangel an technischer Ausstattung	X			X	X		
Verwaltungs- u. Genehmigungsverfahren	X						
Fehlende Unterstützung bei der Administration von Projekten	X				X		
Fehlende Unterstützung bei der Verwertung von Forschungsergebnissen	X						
Fehlende Aufgeschlossenheit auf Unternehmenseite	X						
Probleme bei der Projektleitung		X					
Kostendisziplin		X					
Aufwendige Koordination		X					
Unterschiedliche Leistungsfähigkeit		X					
Zeitvorstellungen, einhalten von Terminen (Disziplin)		X			X		
Konkrete Ansprechpartner fehlen		X					
Finanzielles Budget der Unternehmen ist unzureichend		X			X		
Fehlende finanzielle Mittel der Universität				X	X		
Unterschiede in der Organisationskultur/Sprache					X		
Angst vor Wissensabfluss		X					
Themen sind weniger interessant			X				
Kurzfristigkeit der Industrieforschung			X				
Behinderung von Publikationen			X				
Verwaltungstechnische Probleme			X				
Übervorteilung durch Industriepartner			X				
Geringe Industrielle Basis in der Schweiz			X				
Produktivitätsunterschiede (Kosten)				X			
Fehlende Motivation/Anreize					X		
Fehlendes wissenschaftliches Interesse der Industrie					X		
Mangelndes Vertrauen				X			
Verfügungsrechte („Property Rights“)				X			
Bürokratischer Aufwand				X			
Kommunikationsschwierigkeiten				X			
Inter(multi)disziplinäres Arbeiten der industriellen Forschung				X			
Schaden an der akademischen Gemeinschaft/Kulturverlust						X	X
Grundlagenforschung wird vernachlässigt							X
Risiko des Reputationsverlustes						X	
Verschlechterung des akademischen Standards						X	
Es fehlen passende Partner in der Industrie					X		
Gesetzliche Beschränkungen				X			

A = Czarnitzki et al. (2000), B = Mayer (2000), C = Schmoch 2003, D = Onida/Malerba (1989)

E = Schartinger et al. (2001), F = Bok (2003), G = Poyago-Theotoky et al. (2002)

2.5. Auswirkungen (Impact) des WAHW auf Wissenschaft und Lehre

2.5.1. Konzeptioneller Hintergrund

Die Motive der Universitäten und Hochschulen den WAHW zu intensivieren sind zahlreich (siehe Tabelle 12). Die Hochschulen schaffen institutionelle Rahmenbedingungen (z.B. property rights, Transferstellen), um den WAHW zu unterstützen. Die politischen Verantwortlichen drängen darauf, das akademische Wissen und deren wissenschaftlichen Erfolge möglichst rasch in kommerzielle Markterfolge umzuwandeln. Eigene Förderinstitutionen werden eingerichtet und Gelder zur Verfügung gestellt. Ebenso werden von Seiten der Unternehmen gesonderte Anstrengungen unternommen, um die Hochschulen als F&E Partner zu gewinnen. Unter diesen Rahmenbedingungen ist es wahrscheinlich, dass WAHW in Zukunft an Bedeutung für die Hochschulen der Schweiz gewinnen wird.

Auf der anderen Seite stehen dieser Entwicklung auch einige Hemmnisse entgegen (siehe Tabelle 13). Viele Fragen sind noch offen. Es ist unklar in welchem Umfang Hochschulen den WAHW forcieren sollen. Wie tiefgreifend sollen die Hochschulen ihre Strukturen und Prozesse auf den WAHW ausrichten bzw. wie stark soll WAHW gefördert werden? Wie achtet man am besten darauf, dass WAHW die Hochschulen nicht dazu verleitet, ihre ursprünglichen Aufgaben, wie z.B. Lehre und nichtfokussierte Grundlagenforschung, zu vernachlässigen? Was charakterisiert zukünftig erfolgreiche Hochschulen? Wie bedeutend dafür ist WAHW bzw. die zunehmende Integration der Forschung an den Hochschulen in die betriebliche F&E Prozesse? Was passiert, wenn sich Hochschulen nicht an die Erfordernisse erfolgreicher WAHW anpassen?

Diese Fragen können nicht alle im Rahmen dieser Untersuchung behandelt werden. Die Erfahrungen mit WAHW sind noch zu gering, um erschöpfende Antworten liefern zu können, denen nicht der Vorwurf der Spekulation gemacht werden kann. Die Literatur bietet jedoch eine Reihe von Anhaltspunkte für die wahrscheinliche Wirkung des WAHW auf die Aufgaben einer Hochschule. Diese sind in Form von Hypothesen im folgenden dargestellt.

Zielsetzung:

- Wissenschaftler und Unternehmer verfolgen mit Ihrer Arbeit unterschiedliche Ziele. Verstärkter WAHW führt zu einer Anpassung der Zielsetzungen. Längerfristig verfolgen beide Partner das Ziel, neuartige und leistungsfähige Produkte zu entwickeln. Partikularinteressen treten in den Hintergrund (siehe *Beise et al. 1995*). Insgesamt werden sich die Zielsetzungen der Wissenschaftler denen der Unternehmer stark anpassen. Kommerzieller Erfolg ist massgeblich.
- F&E-Kooperationen zwischen Unternehmen und Universitäten beziehen sich eher auf kleinere Projekte, die oftmals nicht die kritische Grösse erreichen und in Relation zur

Forschungstradition an den Universitäten kurzfristig angelegt sind. Wissenschaftliche Zielsetzungen müssen der kürzeren Projektdauer angepasst werden.

- Forschungsprojekte mit *grossen* Firmen haben eine geringere Auswirkung auf die Zielsetzung einer Universität als Forschungsprojekte mit *kleineren* Firmen. Grosse Firmen fokussieren stärker auf nichtfokussierte oder wenig fokussierte Forschungsförderung als auf kooperative F&E. Bei kleineren Firmen ist dies nicht der Fall.
- Eine einflussreiche, treibende Kraft („Champion“) auf Seiten der Industrie führt zu einer intensiveren Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Wissenschaftler als wenn der „Champion“ auf Seiten der Wissenschaft zu finden ist. Das bedeutet aber auch, dass die Vorstellungen der Unternehmenseite hinsichtlich Ziel und Ausrichtung der Kooperation Vorrang haben.

Anpassung der institutionellen Rahmenbedingungen:

- WAHW-orientierte Unternehmer suchen den direkten, vertraulichen Kontakt zu Wissenschaftlern und bedürfen keiner Vermittlungsstelle.
- Die Technologietransferstellen verstehen sich in erster Linie als Dienstleistung an die Fakultät und werden auch als solche wahrgenommen. Sie versuchen, die wissenschaftlichen Ergebnisse zu vermarkten.
- Technologietransferstellen verstehen sich als Dienstleistung für die Industrie. Sie versuchen, das lokale Wirtschaftswachstum zu fördern.
- Wissenschaftliche Patente und Lizenzierungsmöglichkeit der Unternehmen sind keine hinreichenden Voraussetzungen für WAHW. Unternehmen verzichten auf Lizenzen von wissenschaftlichen Patenten von Universitäten, weil sich die Forschungsergebnisse noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium befinden, weil Universitäten selten in „Geschäftsbereichen“ forschen, die für ein Unternehmen unmittelbar interessant sind, weil sich Universitäten weigern, Eigentumsrechte an Unternehmen zu übertragen, weil Universitätspolitiken hinsichtlich „Publikationsverzögerungen“ zu strikt sind, weil Kooperationen mit Universitäten für eine Fortentwicklung vorliegender Ergebnisse schwer zu gestalten sind (siehe *Thursby/Thursby 2000*).
- Spin-offs sind eine bedeutende Form des Wissenstransfers.

Grundlagenforschung:

- Die Reputation der Universität im Grundlagenbereich, ihr wissenschaftlicher Ruf, begünstigt Start-ups. Start-ups werden auch durch eine dementsprechende Beteiligungspolitik der Universität gefördert, indem sie beispielsweise auf Lizenzgebühren verzichtet und stattdessen einen Firmenanteil an der Start-up-Firma verlangt, oder indem sie es den Wissenschaftlern erlaubt „Anteile (Tantiemen, Lizenzgebühren)“ am Start-up zu halten bzw. zu beziehen (siehe *Di Gregoria/Shane 2003*). Letzteres verändert das Anreizsystem

einer Universität zu Ungunsten der Grundlagenforschung. Darunter leidet der wissenschaftliche Ruf und macht es in Zukunft schwieriger Start-ups zu gründen.

Intensität der Beziehungen – stärkere Auswirkungen auf die Universität:

- Mehrmalige Kontakte zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Institutionen verändern den Kooperationsmodus von eher beratenden Kontakten zu intensiveren Wissenstransferprojekten. Die Ansprüche an die Universitätsorganisation steigen.
- Verstärkte Patent- und Lizenzierungsaktivitäten der Universitäten, bzw. Rahmenbedingungen die sie begünstigen, verstärken den WAHW in die private Wirtschaft. Gleichzeitig können umfangreiche Patentaktivitäten den wissenschaftlichen Fortschritt behindern, indem Nachfolgeinnovationen schwieriger werden, weil die Lizenz der ursprünglichen Idee oder Entwicklung erworben werden muss (siehe *Hall 2004*). Für Universitäten bedeutet dies einen erheblichen Kostenaufwand und kann zukünftige Forschung behindern.

2.5.2. Empirische Studien

In diesem Abschnitt systematisieren wir ganz allgemein die empirische Literatur, die sich mit den Auswirkungen von WAHW auf die Hochschulen befasst. Verglichen mit der entsprechenden Literatur für die Unternehmen, findet man wenige empirische Untersuchungen, die sich dieser Thematik für die Hochschulen widmen und auf einer breiten Basis beruhen. Die uns bekannten Arbeiten sind a) Fallbeispiele (siehe *Harman/Sherwell 2002*; fünf Kooperationen von Unternehmen mit USA-Universitäten), b) Studien, die sich auf bibliometrischen Daten stützen (z.B. *Breschi et al. 2004* auf der Basis von Angaben für italienische führende Wissenschaftler, *Tijssen 2004* beruhend auf internationalen Daten) und c) Untersuchungen, die auf Angaben von Mitgliedern von Universitätsfakultäten basieren (siehe z.B. *Lee 1996* mit einer qualitativen Erfassung und Beurteilung der Vorteile und Nachteile des Wissensaustausches zwischen Universitäten und Unternehmungen vom Standpunkt von 1000 Wissenschaftlern von führenden USA-Universitäten; *Carlsson/Fridh 2000* für eine ebenfalls qualitative Erfassung der Vorteile von WAHW vom Standpunkt der USA-Forschungsuniversitäten).

2.6. Internationaler Vergleich

Im folgenden werden einige statistische Fakten zur Stellung des Wissensaustausches in der Schweiz im Vergleich zu anderen Ländern präsentiert. Im Wesentlichen wird gezeigt, wie hoch der Anteil der Schweizer Firmen ist, die mit Hochschulen bzw. Technika kooperieren, im Vergleich zu Firmen in anderen Ländern. Des weiteren werden die Patent- und Lizenzaktivitäten öffentlicher Forschungsinstitutionen international verglichen. Ebenso betrachten

wir das Aktivitätsprofil und die Beschaffenheit der Technologietransferstellen in der Schweiz im internationalen Vergleich.

Tabelle 14: Anteil Firmen mit innovationsorientierten Kooperationen (in %)*

	CH (2000-02)		DE	FRA	ITA	SWE	FIN	NED	AUS
Basis	F&E-aktive Firmen	Innovatoren	Innovatoren						
<i>Anteil kooperierender Firmen:</i>	27.4	17.9	17.4	28.4	9.3	31.8	50.6	24.0	21.1
Kooperationspartner: <i>Hochschule, Technika</i>									
- National	10.7	7.0	7.8	7.7	2.3	13.5	28.2	5.2	8.6
- EU	4.1	2.7	1.2	2.1	0.8	2.6	5.0	1.9	3.5
- USA	1.7	1.1	0.4	0.7	0.1	1.4	0.8	0.4	0.8

Quelle: Arvanitis et al. (2004). * Kooperationen bei Innovationsaktivitäten, Schweiz: F&E-Projekte; Quelle: Eurostat, NewCronos; <http://europa.eu.int/nwcronos/>. Bezugsperiode: 1998-00.

In Tabelle 14 sind unter anderem die Anteile der F&E-aktiven Firmen bzw. Innovatoren angegeben, die mit Hochschulen bzw. Technika im F&E-Bereich kooperieren. Die Angaben für die Innovatoren konnten auch international verglichen werden. Die Schweiz liegt hinsichtlich der nationalen Kooperationen (7% der innovierenden Firmen) im Europäischen Mittelfeld gleichauf mit Deutschland und Frankreich, aber deutlich hinter Finnland oder Schweden. Grenzüberschreitende Kooperationen mit ausländischen Hochschulen in der EU werden von Schweizer Firmen zu 2.7% unterhalten. In diesem Sinne stärker aussenorientiert sind nur noch Finnland (5%) und Österreich (3.5%). Kooperationen mit Hochschulen bzw. Technika in den USA werden noch von 1.1% der Schweizer innovierenden Firmen unternommen. Dieser Prozentsatz wird nur noch von den Schweden übertroffen (1.4%). Interessant erscheint, dass die Schweiz gegenüber anderen europäischen Ländern globaler orientiert ist. Schweizer Innovatoren kooperieren relativ häufiger, je weiter entfernt die Hochschule vom Heimatland ist.

In Tabelle 15 sind die Ergebnisse der OECD-Erhebung über Patent- und Lizenzaktivitäten öffentlicher Forschungseinrichtungen zusammengefasst dargestellt. Ein unmittelbarer Vergleich der Länder ist schwierig, zumal die Angaben nicht normiert sind. Somit sind wesentliche Parameter wie Grösse des Landes oder bestehende wissenschaftliche Infrastruktur etc. nicht berücksichtigt. Ebenso beziehen sich die Zahlen z.T. auf unterschiedliche Jahre. Eine Vergleichbarkeit ist somit nur bedingt gegeben. Abstrahiert man von diesen Umständen, so zeigt sich, dass die Schweiz besonders bei den Existenzgründungen eine aussergewöhnlich gute Performance verzeichnet. Sie liegt diesbezüglich hinter den USA an zweiter Stelle, ungefähr auf Höhe von Norwegen und klar vor allen anderen angeführten europäischen Ländern.

Ebenso ist die Schweiz hinsichtlich der Gesamtzahl der Patente und auch der vergebenen Lizenzen hinter den USA und Deutschland an dritter Stelle hervorragend positioniert. Andere

europäische Länder aber auch Japan und Korea liegen deutlich hinter der Schweiz. Etwas überraschend ist die relativ niedrige Anzahl an Gebühren abwerfenden Lizenzen. Mit 77 Lizenzen konnten Bruttoeinnahmen von 5.7 Mio. Euro erzielt werden. Im Vergleich dazu sind in Japan 324 Gebühren abwerfende Lizenzen vergeben, die 1.4 Mio. Euro an Bruttoeinnahmen bringen, in Korea ist das Verhältnis 132 zu 3.8 Mio. In den EU-Ländern Spanien, Niederlande und Italien sind ebenfalls mehr Gebühren abwerfende Lizenzen vergeben worden, als dies in der Schweiz der Fall ist. Die daraus erzielten Bruttoeinnahmen schwanken allerdings sehr stark (Niederlande 93 zu 11.4 Mio., Spanien 136 zu 961 Mio.). Norwegen (öffentl. Forschungseinrichtungen) erzielte aus 39 Gebühren abwerfende Lizenzen 7.7 Mio. Euro. Diese Angaben sind allerdings aufgrund regionaler Besonderheiten (z.B. Kaufkraft, Lizenzpolitik) nur bedingt vergleichbar, d.h. sie sagen nur bedingt etwas aus über die Zahlungsbereitschaft für Lizenzen.

Tabelle 15: Zusammenfassung der Ergebnisse der OECD-Erhebung über Patent- und Lizenzaktivitäten öffentlicher Forschungseinrichtungen

		Patente					Lizenzen			Start-ups und Spin-offs
		Gesamtzahl der Patente	Patenterteilungen		Patentanträge		Im Vorjahr vergeben	Gebühren abwerfend	Bruttoeinnahmen	Existenzgründungen im Vorjahr
			Im Vorjahr verteilt	% Gesamtzahl	Im Vorjahr angemeldet	% Gesamtzahl			EUR (000)	
Australien (2000)	Alle	-	498	-	834	-	417	491	99'525	47
	Univ.	-	219	-	586	-	234	-	79'834	32
	ÖFE	-	279	-	248	-	183	-	19'691	15
Belgien (Flandern) (2001)	Alle	506	57	11.3	121	23.9	46	4	240	15
	Univ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÖFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deutschland (2001)	Alle	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Univ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÖFE	5'404	747	13.8	1'058	19.6	555	1188	46'468	37
Italien (2000)	Alle	-	64	-	190*	-	36*	84	-	36
	Univ.	-	34	-	102*	-	27*	12	-	27
	ÖFE	-	30	-	88*	-	9*	72	-	9
Japan (2000)	Alle	682	163	23.9	567	83.1	89	324	1'397	6
	Univ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÖFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Korea (2001)	Alle	9'391	1'018	10.8	1'692	18.0	247	132	3'822	56
	Univ.	404	186	46.0	244	60.4	44	22	1'032	19
	ÖFE	8'987	932	9.3	1'448	16.1	203	110	2'790*	37
Niederlande (2000)	Alle	991	167	16.9	212	21.4	368	93	11'400	37
	Univ.	394	64	16.2	111	28.2	250	-	-	27
	ÖFE	597	103	17.3	101	16.9	118	-	-	10
Norwegen (2001)	Alle	-	-	-	-	-	-	-	-	67
	Univ.	-	-	-	-	-	-	-	2'000*	16
	ÖFE	114	28	24.6	43	37.7	22	39	7'700	51
Spanien (2001)	Alle	781	64	8.2	133	17.0	125	136	961	11
	Univ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÖFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schweiz (2001)	Alle	1'184	112	9.5	175	14.8	475	77	5'650	68
	Univ.	914	59	6.5	132	14.4	200	61	2800	56
	ÖFE	270	53	19.6	43	15.9	275	16	2850	12
USA (2000)	Alle	-	5'103	-	8'294	-	-	-	-	-
	Univ.	-	3'617	-	6'135	-	4'049	8'670	1'297'452	390
	ÖFE	-	1'486	-	2'159	-	3'007	484	69'600	-
Russland (2001)	Alle	-	349	-	171	-	206	8	1'375	15
	Univ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÖFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quelle: *OECD (2003a)*. Australien: Daten des National Survey of Research Commercialisation, Australian Research Council 2000. Bruttoeinnahmen in USD. Italien: Die Zahl der Patentanträge und der erteilten Lizenzen sind Schätzungen. Korea: Eine gemeldete Lizenz ist in der Gesamtzahl der aktiven Lizenzen und in den Gesamtbruttoeinnahmen nicht enthalten. Bruttoeinnahmen in USD. Niederlande: Die Bruttoeinnahmen sind ein Schätzwert. Vereinigte Staaten: Die Gesamtzahl der Gebühren abwerfenden Lizenzen staatlicher Forschungsinstitute ist wahrscheinlich unterschätzt, da die Daten als „laufende Royalties“ erfasst werden, Lizenzen jedoch auch andere Einnahmen nach sich ziehen können. Bruttoeinnahmen in USD. Russland: Die Zahl der erteilten Patente und Patentanträge sind Schätzungen. Univ. (Universitäten), ÖFE (öffentliche Forschungseinrichtungen).

Tabelle 16: Aktivitäten der Technologietransferstellen in OECD Ländern (in % der Antworten)

Länder	Abklären Patentierbarkeit	Patentanmeldung	Lizenzierung (out)	Lizenzierung (in)	Aushandeln von Forschungsvereinbarungen
Belgien	100	100	100	57	100
Dänemark	58	79	74	16	68
Deutschland	80	90	87	33	80
Italien (Univ.)	50	82	61	18	57
Italien (ÖFE)	60	100	80	20	80
Korea	50	88	75	50	63
Japan	94	94	76	71	88
Niederlande (Univ.)	100	100	100	62	100
Niederlande (ÖFE)	78	100	78	33	78
Norwegen	38	53	50	9	62
Russland	25	39	14	11	11
Schweiz (Univ.)	49	57	57	26	80
Schweiz (ÖFE)	67	78	67	22	78

Quelle: *OECD (2003b)*.

In Tabelle 16 sind die Aktivitäten der Technologietransferstellen in OECD Ländern dargestellt. Für die Schweiz gaben 49% der befragten Technologietransferstellen an Universitäten an, dass sie die Patentierbarkeit von Erfindungen abklären, 57% gaben an, dass sie Patentanmeldungen durchführen, 80% gaben an, dass sie Forschungsvereinbarungen aushandeln, etc. Vergleicht man die Meldungen der Transferstellen in den verschiedenen Ländern, so fällt auf, dass sie sich hinsichtlich deren Aufgabenprofile (Spezialisierung auf bestimmte Aufgabenbereiche) unterscheiden. Das Aufgabenprofil ist jedoch nicht nur vom Know-how der Transferstelle abhängig, sondern auch davon, welche Leistungen nachgefragt werden. Die Technologietransferstellen in Belgien, Deutschland, Italien (öffentliche Forschungseinrichtungen (ÖFE)), Japan, Niederlande (Univ./ÖFE) sind relative vielseitig ausgerichtet und erfüllen zu einem Grossteil alle nachgefragten Aufgaben. Im Gegensatz dazu sind die Technologietransferstellen in Dänemark, Korea, Norwegen, Russland und der Schweiz (Univ./ÖFE) eher spezialisiert und auf einzelne Aufgabe fokussiert.

Weitere Details zu Technologietransferstellen in den OECD Ländern:

- Ein Grossteil der Technologietransferstellen sind an den Universitäten angesiedelt und werden von diesen auch geleitet. Das trifft zu 100% zu für Italien (ÖFE), Korea (Univ.) Deutschland und die Schweiz (Univ.)⁹. Mit Ausnahme von Norwegen (ÖFE) und Japan, gilt dies für die restlichen Länder zu 75% bis 99%, d.h. Technologietransferstellen sind in diese Ländern zu 75% bis 99% unter der Leitung der Universitäten (siehe *OECD 2003b*).

⁹ Das gilt nicht für Schweiz (ÖFE).

- Technologietransferstellen weisen einen sehr unterschiedlichen Spezialisierungsgrad auf Technologietransfer auf. Während der Spezialisierungsgrad in Dänemark, Schweiz (Univ.), Niederlande (Univ.), Italien (Univ.), Korea (ÖFE), Russland, Norwegen (ÖFE) und Japan unter 50% liegt, sind die Technologietransferstellen in Norwegen (Univ.) Deutschland, Schweiz (ÖFE), Korea (Univ.), Niederlande (ÖFE), Belgien, Italien (ÖFE), und Spanien stärker auf Technologietransfer spezialisiert (>50%) (siehe *OECD 2003b*) als dass sie sich auch anderen Aufgabenbereichen z.B. Marketing oder Benchmarking widmen.
- Die meisten der Technologietransferstellen sind jünger als 10 Jahre und sind mit weniger als fünf Vollzeitstellenäquivalenten relativ klein. Besonders klein sind sie in Italien, Niederlande, Deutschland, Spanien, Russland, Norwegen und der Schweiz (ÖFE). Relativ gross sind sie hingegen in Japan, Schweiz (Univ.), Korea und Norwegen (Univ.) (siehe *OECD 2003b*).
- Über 50% der Technologietransferstellen wurden in folgenden Ländern nach 1990 eingerichtet: Korea, Spanien, Deutschland, Japan, Schweiz, Belgien, Niederlande (ÖFE) und Italien. Relativ viele Technologietransferstellen gab es vor 1990 in Norwegen, Russland und Niederlanden (Univ.). Nach 1990 wurden in diesen Ländern weniger als 50% der heute existierenden Transferstellen eingerichtet (siehe *OECD 2003b*).

3. Einzelne Arbeitsschritte und Zeitplan der Hauptstudie

1) Konzeptionelle Vorbereitung (Oktober 2004 – November 2004)

- Festlegung, Konkretisierung der inhaltlichen Hauptpunkte für die geplanten Umfragen

2) Durchführung einer Unternehmensbefragung (März 2005 – September 2005)

- Aufstellung des Fragenprogramms für die Unternehmensbefragung zum Wissensaustausch zwischen Wirtschaft und Institutionen des ETH-Bereichs (im Wesentlichen Formen / Mechanismen, Motive, Hemmnisse; vgl. Tabelle 1, 10 und 11) in Übereinstimmung mit ähnlichen Befragungen im Ausland sowie im Einklang mit der theoretischen und empirischen Literatur
- Ausformulierung des Fragebogens / Übersetzung des Fragebogens auf Französisch und Italienisch / Layout der drei Fragebogenversionen
- Bestimmung der Branchen, die in die Umfrage einbezogen werden, anhand von Angaben aus früheren Umfragen bezüglich der „Wissenschaftsnähe der Unternehmen verschiedener Branchen, um die unnötige Belastung von Firmen von „wissenschaftsfernen“ Bereichen zu vermeiden (z.B. persönliche Dienstleistungen, Detailhandel, Gastronomie)
- Pretest bei ausgewählten Unternehmungen
- Durchführung der Umfrage / Kontrolle der erhaltenen Fragebogen
- Telefonische Mahnaktion
- Telefonische Anschlussumfrage bei den Nichtbeantwortern („Non-response“-Analyse)
- Einlesen der Daten / Plausibilisierungskontrolle / Datenbereinigung (Ausreisser, Inkonsistenzen etc.)
- Berechnung von Gewichten / „Imputation“ der fehlenden Antworten für einzelne Fragen („item non-response“)
- Erstellung eines Datensets

3) Durchführung einer Institutsbefragung bei den Institutionen des ETH-Rates (November 2004 – April 2005)

- Aufstellung des Frageprogramms für die Institutsbefragung zum Wissensaustausch zwischen Wirtschaft und Institutionen des ETH-Bereichs (im Wesentlichen Mechanismen/Kanäle, Motive, Hemmnisse; vgl. Tabellen 1, 12 und 13) in Übereinstimmung mit ähnlichen Befragungen im Ausland sowie im Einklang mit der theoretischen und empirischen Literatur. Um die Positionierung der Institute des ETH-Bereichs innerhalb

der Schweizer „Forschungslandschaft“ besser einschätzen zu können, werden auch die Kontakte der Wirtschaft zu anderen Schweizer Hochschulen erfragt.

- Ausformulierung des Fragebogens / Übersetzung des Fragebogens auf Französisch und/oder Englisch / Layout der zwei oder drei Fragebogenversionen
- Bestimmung der Institute, die in die Umfrage einbezogen werden, der Ansprechpersonen etc.
- Durchführung der Umfrage / Kontrolle der erhaltenen Fragebogen
- Telefonische Mahnaktion
- Einlesen der Daten / Plausibilisierungskontrolle / Datenbereinigung (Ausreisser, Inkonsistenzen etc.)
- Erstellung eines Datensets

4) Analyse (April 2005 – Dezember 2005)

a) Unternehmungen (September 2005 – Dezember 2005)

- Deskriptive Analyse:
 - = Formen / Mechanismen des Wissensaustausches nach Branchen, Grössenklassen
 - = Motive / Gründe für den Wissensaustausch aus der Sicht der Unternehmung
 - = Hemmnisse des Wissensaustauschs aus der Sicht der Unternehmung
- Explikative Analyse:
 - = Postulierung eines Modells der Bestimmungsfaktoren des Wissensaustausches vom Standpunkt der Unternehmungen
 - = Ökonometrische Implementation und Schätzung des Modells, differenziert – sofern die Daten es erlauben – nach Grössenklassen, Typen von Austauschmechanismen etc.
- Impact-Analyse:
 - = Analyse des „Motiv/Hemmnis-Profiles“ (d.h. der relativen Bedeutung der erfragten Motive/Hemmnisse) nach Unternehmensgruppen (Grössenklassen, Branchen)
 - = Auswirkungen von verschiedenen Formen des Wissensaustausches (z.B. F&E-Kooperationsprojekte mit Hochschulen) auf die Innovationsleistung bzw. –fähigkeit der Unternehmungen im Rahmen eines *mikroökonomischen Modells des Innovationsverhaltens* unter Verwendung der erhobenen Daten bzw. des KOF-Panels (Angaben für fünf Zeitpunkte für ca. 4'500 Industrieunternehmen)
 - = Überprüfung der Unterschiede bezüglich der Innovationsleistung zwischen Unternehmungen mit intensiven Interaktionen mit den Hochschulen und solchen ohne Hoch-

schulinteraktionen anhand einer „*Matched Pairs*“-Analyse (neuere statistische Verfahren zur Ermittlung von Paaren von nach einer Reihe von Merkmalen strukturell „ähnlichen“ Unternehmen, die sich nur durch das Ausmass des Wissensaustausches voneinander unterscheiden; Vergleich der Innovationsperformance solcher „strukturell ähnlicher Unternehmen) unter Verwendung der erhobenen Daten

- Internationaler Vergleich:

Soweit die vorhandene empirische Literatur bzw. die verfügbaren Daten es erlauben, werden internationale Vergleiche für alle drei Typen von Analyse (deskriptiv, explikativ, impact) angestrebt.

b) Institute (April 2005 – Juli 2005)

- Deskriptive Analyse

= Formen/Mechanismen des Wissensaustausches nach Instituten, Forschungsbereichen

= Motive/Gründe für den Wissensaustausch aus der Sicht der Wissenschaft

= Hemmnisse des Wissensaustauschs aus der Sicht der Wissenschaft

- Explikative Analyse:

= Postulierung eines Modells der Bestimmungsfaktoren des Wissensaustausches vom Standpunkt der Wissenschaft (inkl. Motive/Hemmnisse)

= Ökonometrische Implementation und Schätzung des Modells (sofern es die Daten zulassen)

- Impact-Analyse:

= Analyse des „Motiv/Hemmnis-Profiles“ (d.h. der relativen Bedeutung der erfragten Motive/Hemmnisse) gegliedert nach Instituten (wenn es die Datenlage erlaubt).

- Internationaler Vergleich: Sofern die vorhandene empirische Literatur es zulässt

c) Synthese (Dezember 2005)

- Vergleich der Ergebnisse für Unternehmungen und wissenschaftlichen Instituten bezüglich Bestimmungsfaktoren, Motiven und Hindernissen, Einschätzung des Ausmasses der Konvergenz/Divergenz von Zielsetzungen etc.

- Internationale Würdigung der Ergebnisse im Lichte der empirischen Literatur (USA; ausgewählte Europäische Länder: Deutschland, Österreich,.....)

d) Technologie- bzw. hochschulpolitische Implikationen (Dezember 2006)

- Auswirkungen des Wissensaustausches auf Forschung und Lehre

- Gibt es einen Handlungsbedarf bezüglich des Wissensaustausches zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der Schweiz?

5) Berichterstattung (Januar 2006 – Februar 2006)

- a) Zwischenberichte: Gemäss Vereinbarung nach jedem grösseren Arbeitsschritt: Umfrage „Unternehmungen“; Umfrage „Institute“, Zwischenergebnisse der Analyse in Form von Präsentationen in Folien
- b) Schlussbericht: Schriftlicher Bericht zum Gesamtprojekt

6) Organisation

Das Projektteam besteht aus Mitarbeitern des Bereichs Industrieökonomik der KOF (Dr. S. Arvanitis, Dr. M. Wörter, Frau U. Kubli)

7) Aufwand

- a) Umfragen (siehe separate Offerte mit Kostenangaben)
 - Layout der beiden Fragebogen / Übersetzungen
 - Drucken / Versand der Fragebogen
 - Telefonische Mahnung
- b) Wissenschaftliche Arbeit
 - Konzipierung der Fragebogen, Aufsicht bei der Durchführung der Umfragen, Kontrollen: 1.5 Personenmonate
 - „Non-response“-Analyse, Plausibilisierung, Imputationen, Datenbereinigung: 1.5 Personenmonate
 - Analyse Unternehmensdaten: 3.0 Personenmonate
 - Analyse Institutsdaten: 2.0 Personenmonate
- c) Berichterstattung
 - Verfassung eines ausführlichen Schlussberichtes (1 Personenmonat)

4. Literaturverzeichnis

- Adams, J.D. (1990): Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth, *Journal of Political Economy*, 98(4), 673-702.
- Adams, J.D., Chiang, E.P. and J.L. Jensen (2003): The Influence of Federal Laboratory R&D on Industrial Research, *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1003-1020.
- Arrow, K.J. (1985): Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, in *Collected Papers of Kenneth J. Arrow, Production and Capital*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, and London, 1985. [Reprinted from: *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton University Press, 1962, pp. 609-625, Princeton, N.J.]
- Arthur D. Little (2000): Questionnaire „Technology Transfer“.
- Arundel, A. and A. Geuna (2004): Proximity and the Use of Public Science by Innovative European Firms, *Economics of Innovation and New Technology*, 13(6), 559-580.
- Arvanitis S., Bezzola M., Donzé L., Hollenstein H. und D. Marmet (2001): Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft – Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 1999, Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft, Strukturberichterstattung Nr. 5, Studienreihe des Staatssekretariats für Wirtschaft (seco), Bern.
- Arvanitis, S. and H. Hollenstein (2002): The Impact of Technological Spillovers and Knowledge Heterogeneity on Firm Performance: Evidence from Swiss Manufacturing, in A. Kleinknecht and P. Mohnen (eds.), *Innovation and Firm Performance*, Palgrave, London.
- Arvanitis S., von Arx J., Hollenstein H. und N. Sydow (2004): Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft – Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 2002, Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft, Strukturberichterstattung Nr. 24, Studienreihe des Staatssekretariats für Wirtschaft (seco), Bern.
- Balthasar, A. (1998): Vom Technologietransfer zum Netzwerkmanagement. Grundlagen zur politischen Gestaltung der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie, Verlag Rüegger, Chur/Zürich.
- Becker, W. and J. Peters (2000): University Knowledge and Innovation Activities: Evidence from the German Manufacturing Industry, in P.P. Saviotti and B. Nooteboom (eds.), *Technology and Knowledge: From the Firm to the Innovation Systems*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Beije, P. (1998): *Technological Change in the Modern Economy*, Edward Elgar, Cheltham.
- Beise, M., Licht, G. und A. Spielkamp. (1995): Technologietransfer an kleine und mittlere Unternehmen – Analysen und Perspektiven für Baden-Württemberg, Schriftenreihe des ZEW, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Beise, M. and H. Stahl (1999): Public Research and Industrial Innovations in Germany, *Research Policy*, 28, 397-422.
- Belderbos, R., Carree, M. and B. Lokshin (2004): Cooperative R&D and Firm Performance, *Paper Presented at the 31st Conference of the European Association for Research in Industrial Economics (EARIE)*, 2-5 September.
- Berwert, A., Rütter, H., Künzle, D. Lüthi, E. und A. Leu (2002): THISS – Technische Hochschulen und Innovationen: Start ups und Spinn offs unter besonderer Berücksichtigung von Aus- und Weiterbildung und Supportstrukturen, in F. Horvath (Hrsg.), *Forum Bildung und Beschäftigung. Workshop-Dokumentation (NFP 43), Arbeitsbericht 29*, Bern, pp. 22-40.
- BFS (Bundesamt für Statistik) (2004): Bereich Bildung und Wissenschaft – Newsletter vom 10. August 2004 – Nr. 9., Statistik Schweiz (Bundesamt für Statistik), Neuchâtel, August.
- BFS (Bundesamt für Statistik) (2003a): Bundesamt für Statistik – Hochschulindikatoren – Universitäre Hochschulen, Indikator: Finanzierung des Aufwandes UH, Neuchâtel, November.

- BFS (Bundesamt für Statistik) (2003b): Bundesamt für Statistik – Hochschulindikatoren – Universitäre Hochschulen, Indikator: Lehre und Forschung UH, Neuchâtel, November.
- BFS (Bundesamt für Statistik) (2003c): Bundesamt für Statistik – Hochschulindikatoren – Universitäre Hochschulen, Indikatoren: Berufseintrittsquote-UH und Erwerbslosenquote der Absolvent/innen UH, Neuchâtel.
- Blume, L. und O. Fromm (2000): Wissenstransfer zwischen Universitäten und regionale Wirtschaft: Eine empirische Untersuchung am Beispiel der Universität Gesamthochschule Kassel, *Ifo Schnelldienst*, 109-123.
- Bok, D. (2003): *Universities in the Marketplace. The Commercialization of Higher Education*, Princeton University Press, Princeton.
- Bozeman, B. (2000): *Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory*, *Research Policy*, 29, 627-655.
- Breshi, S., Lissoni, F. and F. Montobbio (2004): *Open Science and University Patenting: A Bibliometric Analysis of the Italian Case*, *Paper Presented at the 10th International J.A. Schumpeter Society Conference*, Milan, 9-12 June.
- Carlsson, B. and A.C. Fridh (2000): *Technology Transfer in United States Universities – A Survey and Statistical Analysis*, *Draft 01/24/00*, Weatherhead School of Management, Case Western Reserve University, Cleveland.
- Cohendet, P. and P.-B. Joly (2002): *The Production of Technological Knowledge: New Issues in a Learning Economy*, in D. Archibugi and B.-Å. Lundvall (eds): *The Globalizing Learning Economy*, Oxford University Press.
- Cowan, R. and D. Foray (1997): *The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge*, *MERIT Research Memorandum*, Maastricht.
- Czarnitzki, D., Rammer, C. und A. Spielkamp (2000): *Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland – Ergebnisse einer Umfrage bei Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen*, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), *Dokumentation Nr. 00-14*, Mannheim, November.
- Di Gregoria, D. and S. Shane (2003): *Why Do Some Universities Generate More Start-ups Than Others?*, *Research Policy*, 32, 209-227.
- Dosi, G. (1982): *Technological Paradigms and Technological Trajectories*, *Research Policy* 11, 147-162.
- ETH Board (2002): *Intermediate Evaluation of the Federal Council's Performance Mandate 2000-2003 to the ETH Board, Part 1: Auto-evaluation*, Zürich, Lausanne, August.
- Feldman, M.P. (1994): *Knowledge Complementarity and Innovation*, *Small Business Economics*, 6, 363-372.
- Friedman, J. and J. Silberman (2003): *University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter?*, *Journal of Technology Transfer*, 28, 17-30.
- Geissler, E. (1997): *Intersector Technology Co-operation: Hard Myths, Soft Facts*, *Technovation*, 17(6), 309-320.
- Geisler, E. and A.H. Rubinstein (1989): *University-Industry Relations: A Review of Major Issues*, in A.N. Link and G. Tassej (eds.): *Cooperative Research and Development: The Industry-University-Government Relationship*, Kluwer Academic Publishers, London.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. and M. Trow (1994): *The New Production of Knowledge*, Sage Publications, London, Thousand Oaks, New Delhi.
- Guellec, D. and B. Van Pottelsberghe de la Potterie (2003): *The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D*, *Economics of Innovation and New Technology*, 12(3), 225-243.

- Hall, B.H., Link, A.N. and J.T. Scott (2003): Universities as Research Partners, *Review of Economics and Statistics*, 85(2), 485-491.
- Hall, B.H. (2004): University-Industry Research Partnerships in the United States, *Kansai Conference Paper*, February.
- Hall, B.H. (2001): University-Industry Research Partnerships and Intellectual Property, *NSF-CISTP Workshop* – October.
- Izushi, H. (2002): Impact of the Length of Relationships Upon the Use of Research Institutes by SMEs, *Research Policy*, 32, 1-18.
- Jaffe, A.B. (1989): Real Effects of Academic Research, *American Economic Research*, 79(5), 957-970.
- Jensen, R. and M. Thursby(2001): Proofs and Prototypes for Sale: The Licensing of University Inventions, *American Economic Review*, 91(1), 240-259.
- Kaufmann, A. and F. Tödling (2001): Science-Research Interaction in the Process of Innovation: The Importance of Boundary-Crossing Between Systems, *Research Policy*, 30, 791-804.
- Lee, Y.S. (1996): ‚Technology Transfer‘ and the Research University: A Search for the Boundaries of University-Industry Collaboration, *Research Policy*, 25, 843-863.
- Lee, Y.S. (2000): The Sustainability of University-Industry Research Collaboration: An Empirical Assessment, *Journal of Technology Transfer*, 25, 111-133.
- Mamuneas, T.P. (1999): Spilloves From Publicly Financed R&D Capital in High-tech Industries, *International Journal of Industrial Organization*, 17, 215-239.
- Mansfield, E. (1998): Academic Research and Industrial Innovation: An Update of Empirical Findings, *Research Policy*, 26, 773-776.
- Mayer, V. (2000): Regional Innovationspotentiale und Innovative Netzwerke der Industrieunternehmen in der Metropolitanen Region Wien – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung, *ISR-Forschungsberichte*, Hrsg.: Institut für Stadt- und Regionalforschung, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.
- Mohnen, P. and C. Hoareau (2002): What Type of Enterprise Forges Close Links With Universities and Government Labs? Evidence from CIS2, *MERIT-Infonomics Research Memorandum Series*, Maastricht.
- Monjon, S. and P. Waelbroeck (2003): Assessing Spillovers From Universities to Firms: Evidence From French Firm-level Data, *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1255-1270.
- OECD (2003a): Verwertung wissenschaftlicher Ergebnisse: Patentverwertung und Lizenzvergabe durch öffentliche Forschungseinrichtungen, Kurzfassung, OECD, Paris.
- OECD (2003b): Turning Science Into Business, Patenting and Licensing at Public Research Organisations, OECD, Paris.
- OECD (2002): Benchmarking Industry-Science Relationships, OECD, Paris.
- OECD (1999): Special Issue on ‚Public/Private Partnerships in Science and Technology, *STI Review No. 23*.
- Onida, F. and F. Malerba (1989): R&D Co-operation Between Industry, Universities and Research Organizations in Europe, Background Report, *Technovation*, 9, 131-193.
- Owen-Smith, J. and W.W. Powell (2001): To Patent or Not? Faculty Decisions and Institutional Success at Technology Transfer, *Journal of Technology Transfer*, 26, 99-114.
- Polanyi, M. (1967): *The Tacit Dimension*, Routledge & Kegan Paul Ltd, London.
- Poyago-Theotoky, J., Beath, J. and D.S. Siegel (2002): Universities and Fundamental Research: Reflections on the Growth of University-Industry Partnership, University of St. Andrews, *Discussion Paper Series, Department of Economics*, University of St. Andrews, Scotland.

- Santoro M.D. and A.K. Chakrabarti (2002): Firm Size and Technology Centrality in Industry-University Interactions, *Research Policy*, 31, 1163-1180.
- Schartinger, D., Rammer C., Fischer, M.M. and J. Fröhlich (2002): Knowledge Interactions between Universities and Industry in Austria: Sectoral Patterns and Determinants, *Research Policy*, 31, 303-328.
- Schartinger, D., Schibany, A. and H Gassler (2001): Interactive Relations Between Universities and Firms: Empirical Evidence for Austria, *Journal of Technology Transfer*, 26, 255-268.
- Schartinger, D., Gassler H., Schibany A. (2000): Benchmarking Industry – Science Relations, National Report – Austria, OEFZS--S-0099, Austrian Research Centers Seibersdorf, Joanneum Research, Dezember.
- Schibany, A., and D. Schartinger (2001): Industry-Science Relations in Austria from an Industry Perspective, OECD Project National Innovation Systems, Vienna 8-9 March, Draft Version.
- Smith, A. (1993): Der Wohlstand der Nationen, Deutscher Taschenbuchverlag, 6. Auflage, München.
- Schmoch, U. (2003): Hochschulforschung und Industrieforschung, Perspektiven und Interaktion, Campus Forschung Band 858, Campus Verlag, Frankfurt, New York.
- Schmoch U., Licht G. und M Reinhard (Hrsg.) (2000): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- Sorensen, A., Kongsted, H.C. and M. Marcusson (2003): R&D, Public Innovation Policy, and Productivity: The Case of Danish Manufacturing, *Economics of Innovation and New Technology*, 12(2), 163-178.
- Thierstein. A., Wilhelm, B.E. und H. Behrendt (2002): Gründerzeit. Unternehmensgründungen von Absolventen der Ostschweizer Hochschulen, Schriftenreihe des Instituts für Öffentliche Dienstleistungen und Tourismus der Universität St. Gallen, Beiträge zur Regionalwirtschaft, Haupt Verlag, Bern.
- Tijssen, R.J.W. (2004): Is the Commercialization of Scientific Research Affecting the Production of Public Knowledge? Global Trends in the Output of Corporate Research Articles, *Research Policy*, 33, 709-733.
- Vock P., Sultanian E. und U. Hinrichs. (2004): Technologietransferaktivitäten 2002 – Umfrage bei Hochschulen und öffentlich finanzierten Forschungsorganisationen, Zentrum für Wissenschafts- und Technologiestudien, *CEST 2004/3*, Bern.
- Thursby J.G. and M.C. Thursby (2000): Industry Perspectives on Licensing University Technologies: Sources and Problems, *Journal of the Association of University Technology Managers*, 12.
- Wilhelm, B. (2001): Mythos „Wissenshalden Hochschulen“. Zur Neuorganisation des Wissens- und Technologietransfers, *Volkswirtschaft/Magazin für Wirtschaftspolitik*, 1/01, 48-52.
- Zinkl, W. und H. Huber (2003): Strategie für den Wissens- und Technologietransfer an den Hochschulen in der Schweiz. Mandat im Auftrag der Schweizerischen Universitätskonferenz SUK, Hauptbericht: Strategie und Politik im WTT, Basel.