

TEIL C: STUDIE 5

Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschaftsorganisationen

Zusammenfassung

Im Zentrum der Studie steht der Wissens- und Technologietransfer (WTT) von Hochschulen und Forschungsinstitutionen (Wissenschaftsorganisationen) in der Schweiz mit Unternehmen. Am wichtigsten ist der Wissensaustausch für die Institute der Fachhochschulen, die intensiv mit Schweizer KMU zusammenarbeiten. Bei den Instituten des ETH-Bereichs ist die Intensität des Wissensaustauschs ebenfalls hoch. Auffallend ist ihre vergleichsweise hohe Anzahl Patentanmeldungen, Lizenzverträge und Spin-offs. Bei den kantonalen Universitäten findet sich eine Zweiteilung: Knapp die Hälfte der Institute, vielfach aus den Naturwissenschaften, zeigt ein mit den ETH-Instituten vergleichbares Verhalten. Die andere Hälfte fokussiert sich stärker auf die Grundlagenforschung und Lehre sowie auf Leistungen für die Gesellschaft (zum Beispiel medizinischen Leistungen). Bedeutende intermediäre Organisationen (z.B. öffentliche Förderagenturen, WTT-Stellen) zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine starke interne Verankerung an einer Hochschule oder Forschungsorganisation haben und Kenntnisse zu Märkten und Kunden aufweisen.

Etwas mehr als drei Viertel aller Institute von Hochschulen und Forschungsinstitutionen in der Schweiz haben in den Jahren 2015 bis 2017 mit privaten Unternehmen in der Schweiz zusammengearbeitet. Im Weiteren haben vier von zehn Instituten mit Unternehmen im Ausland kooperiert. Wichtige Motive für die Institute zur Beteiligung am Wissensaustausch sind die Anwendung ihres Wissens zur Lösung praktischer Probleme, die Stärkung und Finanzierung der Forschung, der Erwerb von Praxiswissen und nicht zuletzt auch die Steigerung der externen Sichtbarkeit der Forschungseinheit. Die wichtigsten Kanäle im Wissensaustausch sind informelle Mechanismen (zum Beispiel Kontakte zu Mitarbeitenden in Unternehmen, Austausch bei Veranstaltungen oder Kontakte zu früheren Mitarbeitenden) und öffentlich geförderte F&E-Kooperationen. Diese Motive und Mechanismen gelten jedoch nicht für alle Institute gleichermaßen. Auch variiert die Intensität des Wissensaustauschs je nach Organisationstyp und Fachgebiet.

Am wichtigsten ist der Wissensaustausch für die Institute der Fachhochschulen (FH), die intensiv mit Schweizer KMU zusammenarbeiten. Sie messen forschungs- und ausbildungsbezogenen Mechanismen mit Abstand die grösste Bedeutung zu. Die interne Organisationskultur und das Regelwerk der FH schreiben anwendungsbezogenen Tätigkeiten eine grosse Bedeutung zu und begünstigen entsprechend die Arbeit mit und für Unternehmen. FH-Institute geben allerdings an, dass eine zu hohe Lehrbelastung und Schwierigkeiten bei der Projektfinanzierung ihre Möglichkeiten im Wissensaustausch beschränken.

In den Instituten des ETH-Bereichs ist die Intensität des Wissensaustauschs ebenfalls hoch, was primär den grundsätzlich sehr praxis- und industrieorientierten Ingenieurfächern geschuldet ist sowie der Exzellenz der Forschung. Dies erklärt auch die relativ hohen

Zahlen bei Patentanmeldungen, Lizenzverträgen und Spin-offs. Das Selbstverständnis, die internen Regelungen und nicht zuletzt die Formen und Breite des Wissensaustauschs sind anders als bei den Fachhochschulen: Grundlagenforschung und Qualifikationen von Wissenschaftlern haben einen viel grösseren Stellenwert. Obwohl ETH-Institute ebenfalls häufig mit Unternehmen zusammenarbeiten, beschränkt sich die Zusammenarbeit vor allem auf Forschungsk Kooperationen. Andere Zusammenarbeitsformen sind weniger häufig, was nicht zuletzt auch dem als strenger empfundenen Regelwerk der ETH-Institutionen bezüglich der Unternehmenszusammenarbeit geschuldet ist.

Bei den Instituten der kantonalen Universitäten, der mit Abstand grössten Gruppe der Befragung, findet sich ein deutlich heterogeneres Bild als bei den ETH und FH. Knapp die Hälfte der Universitätsinstitute, vielfach aus den Naturwissenschaften, bewältigt ähnlich wie die meisten ETH-Institute den Spagat zwischen Grundlagenforschung und Umsetzung in die Praxis ziemlich erfolgreich. Die andere Hälfte hat dagegen eher Vorbehalte gegen den Wissensaustausch. Sie geben der Grundlagenforschung und Lehre sowie praktischen Leistungen für die Gesellschaft (zum Beispiel medizinischen Leistungen), die nicht zwangsweise auch einen Wissenstransfer umfassen, einen deutlich höheren Stellenwert. Diese Institute haben eher eine geringe Motivation und weniger Ressourcen für den Wissensaustausch mit privaten Unternehmen und grössere Bedenken hinsichtlich der Vereinbarkeit mit ihren anderen Aufgaben. Ihr Engagement im Wissensaustausch bleibt folglich hinter dem der anderen Institute klar zurück.

Die ausseruniversitären Institute zeigen in Bezug auf den WTT ebenfalls ein heterogenes Verhalten. Ein Teil von ihnen weist eine sehr starke Auslandsorientierung auf, die sich auch im Wissensaustausch widerspiegelt. Andere Institute sind dagegen eher regional orientiert. Lehrbasierte Formen des Wissensaustauschs spielen bei ausseruniversitären Instituten naturgemäss keine Rolle. Jedoch sind sie vergleichsweise erfolgreich bei Lizenzierungen und Spin-offs. Zudem sind sie insbesondere im informellen Wissensaustausch sehr aktiv.

In der Schweiz sind in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von intermediären Organisationen (IO) entstanden, die den Wissensaustausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft fördern (z.B. öffentliche Förderagenturen, WTT-Stellen an Hochschulen oder private WTT-Organisationen). Rund die Hälfte der befragten Institute ordnet der öffentlichen Innovationsförderung mittlere, grosse oder gar sehr grosse Bedeutung zu. Auch die WTT-Stellen werden von immerhin 40 % der Institute gleich bewertet. Für alle anderen Organisationstypen ist dies nicht der Fall, so beispielsweise für Innovations- oder Wissenschaftsparks, Gründerzentren, Fonds, kooperative Forschungszentren und internet-basierte Tools. Sie werden von 80 bis 90 % der Institute als wenig bedeutend bezeichnet. Ihre geringe Breitenwirkung ist nicht zuletzt Ausdruck der Vielfalt und Fragmentierung des Innovationsökosystems der

Schweiz. Diese Vielfalt kann durchaus positive Effekte haben, etwa durch vielfältige Angebote und Wettbewerb unter den IO, kann aber auch zu Doppelspurigkeiten und Unübersichtlichkeit führen. Bedeutende intermediäre Organisationen unterscheiden sich aus Sicht der Wissenschaft von den weniger bedeutenden dadurch, dass sie eine etwas stärkere interne Verankerung in einer Hochschule oder Forschungsorganisation haben, eher fachspezifisch und weniger fachübergreifend arbeiten, Kenntnisse zu Märkten und Kunden mitbringen und für die Wissenschaft interessante Veranstaltungen durchführen.

Der nachfolgende Text ist eine Kurzfassung einer Studie, die durch Prof. Franz Barjak, Prof. Fabian Heimsch und Dr. Elisabeth Maidl (Hochschule für Wirtschaft FHNW) durchgeführt wurde. Die Langversion der Studie wurde in der Schriftenreihe des SBFI veröffentlicht (www.sbf.admin.ch).

Inhalt Studie 5

5.1	Einleitung	279
5.2	Beteiligte und Mechanismen im Wissensaustausch	280
5.2.1	Die Institute und ihre Unternehmenspartner	
5.2.2	Wissensaustauschmechanismen	
5.3	Einflussfaktoren auf den Wissensaustausch.	288
5.3.1	Interne Einflussfaktoren: Ressourcen und Kompetenzen der Mitarbeitenden und Ressourcen der Institute	
5.3.2	Unterstützung durch intermediäre Organisationen	
5.3.3	Motive für und Hemmnisse gegen den Wissensaustausch	
5.4	Schlussfolgerungen.	305

5 Analyse des Wissens- und Technologietransfers in der Schweiz aus Sicht der Wissenschaftsorganisationen

5.1 Einleitung

Die Innovationspolitik der Schweiz sichert einerseits innovationsfreundliche Rahmenbedingungen, etwa im Hinblick auf das Steuer-, Wettbewerbs- und Arbeitsrecht oder sektorale Politiken (Energie, Gesundheit, Verkehr und Umwelt). Andererseits stellen Bund und Kantone im Sinne des Bildungsföderalismus sicher, dass den Unternehmen durch die Berufsbildung und die akademische Bildung eine ausreichende Anzahl qualifizierter Absolventen zur Verfügung steht (Hotz-Hart & Rohner, 2014). Bei der Forschungs- politik geht es vor allem um die Förderung der Grundlagenforschung sowie der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung (Arvanitis & Hollenstein, 2012; Hotz-Hart & Rohner, 2014; OECD, 2016). Sie konzentriert sich auf die Hochschulen und ausseruniversitären F&E-Einrichtungen und vergibt praktisch keine Innovationsfördermittel direkt an Unternehmen. Die Verantwortung, akademisches Wissen und Technik bei Hochschulen und ausseruniversitären F&E-Einrichtungen abzuholen und sie in marktfähige Produkte, neue Prozesse oder Managementveränderungen umzusetzen, verbleibt bei den Unternehmen.

Dass eine solche, auf Wissens- und Technologietransfer (WTT) fokussierte Innovationspolitik grundsätzlich zum Erfolg führen und positive Effekte auf Unternehmen haben kann, haben Studien in verschiedenen Ländern gezeigt: Die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft steigert demgemäss das F&E-Engagement, die Innovationsrate und nicht zuletzt die Arbeitsproduktivität privater Unternehmen (Beck et al., 2018, für die Schweiz: Arvanitis et al., 2008a). Zwar zeigt sich immer wieder, dass nicht alle Unternehmen sich gleichermaßen daran beteiligen und davon profitieren, insbesondere Grossunternehmen profitieren mehr als KMU, Hightech-Branchen mehr als Lowtech-Branchen, aber Nutzen ziehen in der Tat vor allem Unternehmen im geographischen Einzugsgebiet der Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Auch der Wissenstransfer mittels wissenschaftlich ausgebildeter, hochqualifizierter Absolventen begünstigt vor allem die regionale Wirtschaft (Beck et al., 2018). Schliesslich tragen universitäre Spin-offs und Start-ups zur Erneuerung der Branchenstrukturen bei.

Damit der WTT im weitesten Sinne stattfindet und erfolgreich ist, braucht es zusätzlich zum Interesse der Unternehmen auch eine entsprechende Fokussierung und Bereitschaft in den Wissenschaftsinstitutionen, sich auf die vielfältigen Formen der Kooperation mit Wirtschaft und Gesellschaft einzulassen. Neben dem Bildungs- und Forschungsauftrag hat die Wissenschaft folglich einen Transferauftrag, den sie im Rahmen ihrer Autonomie definieren und ausgestalten muss. Sie wird dabei durch flankierende Massnahmen von Bund, Kantonen, Gemeinden, Wirtschaftsorganisationen, Stiftungen und anderen unterstützt. Die Erfüllung dieses Transferauftrags stösst an Barrieren, die vielfältigen Ursprungs sind und sich etwa in Finanzierungs-, Interaktions-,

Kommunikations- oder Wissenslücken ausdrücken (Kochenkova et al., 2016).

Für die Ausgestaltung einer unterstützenden Politik ist es zentral, die Bedeutung dieser Lücken und ihrer Ursachen sowie Veränderungen über die Zeit rechtzeitig zu erkennen. Die letzte Erhebung in der Schweiz wurde von der Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich im Jahr 2011 bei 164 Instituten in WTT-relevanten Fachgebieten durchgeführt (Arvanitis et al., 2012). Die vorliegende Studie rapportiert Fallstudien und eine Befragung aus dem Jahr 2018 zum WTT des Wissenschaftssektors in der Schweiz mit Unternehmen. Sie orientiert sich an folgenden Leitfragen:

- Wodurch charakterisieren sich WTT-treibende Institute und ihre privatwirtschaftlichen Partner in der Schweiz?
- Welche Kanäle werden von der Wissenschaft bevorzugt für den Wissensaustausch verwendet? Warum und wie intensiv werden diese genutzt?
- Warum sind einzelne Hochschulinstitute aktiver im Wissensaustausch als andere? Welche Rolle spielen strukturelle Charakteristika, Organisationskultur und die externe Unterstützung für das Transferengagement der wissenschaftlichen Institutionen?
- Welche intermediären Organisationen unterstützen den Wissensaustausch effektiv?
- Was sind aus Sicht der Wissenschaftler die wesentlichen Motivationsfaktoren für beziehungsweise Hemmnisse gegen den WTT mit privatwirtschaftlichen Unternehmen?
- Mit welchen innovations- oder hochschulpolitischen Massnahmen können die Intensität und Wirksamkeit des Wissensaustauschs unterstützt werden?

Methodik

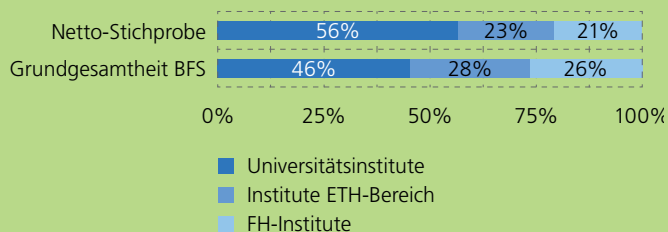
Zur Analyse des Wissensaustauschs der Wissenschaftsorganisationen in der Schweiz mit der Privatwirtschaft wurde eine Online-Befragung der Institutsleitenden durchgeführt. Institute wurden dabei als Organisationseinheiten verstanden, die F&E-Projekte durchführen und deren zu befragende Leitungspersonen Projekt- und Personalverantwortung für eine für sie überschaubare Anzahl Projekte und Personen (10 bis 50) haben. Je nach interner Struktur einer Wissenschaftsorganisation beziehungsweise deren Fakultäten handelt es sich dabei um Institute, Laboratorien, Abteilungen, Gruppen oder andere Einheiten. Die Zielgruppe wurde beschränkt auf 28 Fachgebiete, die primär Wissen mit privaten Unternehmen austauschen: Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Technologie, medizinischen und Gesundheitswissenschaften, Agrarwissenschaften und Veterinärmedizin sowie ausgewählte Sozialwissenschaften.

Die Institute in der Grundgesamtheit wurden im Zeitraum Juni bis August 2018 gebeten, einen Online-Fragebogen auszufüllen. Von den 1980 Instituten der Grundgesamtheit aktivierten 1187 den Link zum Onlinefragebogen oder beantworteten das Einladungsemail (59,9%). 943 gültige Antworten (47,6% der 1980 Institute) konnten in die Analyse aufgenommen werden.

Vergleich mit den Daten des BFS

Die Resultate der Befragung sind für den nationalen Wissenschaftssektor repräsentativ, wenn die Verteilung der teilnehmenden Institute (Nettostichprobe) die Struktur der Schweizer Hochschulen korrekt abbildet. So wurde die Verteilung der teilnehmenden Institute mit der Verteilung der Institute gemäss den Hochschuldaten des Bundesamts für Statistik (BFS) verglichen. Der Vergleich wurde anhand des Anteils der wissenschaftlichen Stellen jedes Hochschultyps (kantonale Universität, ETH, FH) durchgeführt. Dabei zeigt sich, dass im Datensatz Universitätsinstitute überrepräsentiert sind und ETH und FH-Institute leicht unterrepräsentiert (Abbildung C 5.1). Konsistent dazu sind auch Ingenieurfachgebiete im Datensatz unterreprä-

Abbildung C 5.1: Vergleich des Datensatzes mit der Hochschulstatistik des BFS nach Hochschultyp



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018), BFS STAT-TAB (2019), Berechnungen FHNW

sentierte. Institute mit naturwissenschaftlicher Forschung sind dagegen überrepräsentiert, da (a) sich auch Institute in der Medizin und den Ingenieurwissenschaften vielfach mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen (in Physik, Chemie, Biologie oder Informatik) befassen und (b) aus anderen Gründen wie etwa der Partialeinbeziehung der Sozialwissenschaften in dieser Studie. Es ist nicht auszuschliessen, dass diese Struktur des Rücklaufs in der Aggregation zu einer Untererfassung der Institute führt, die Wissensaustausch betreiben. In einer sogenannten Non-Response-Analyse haben sich allerdings die Anteile dieser Institute mit Wissensaustausch insgesamt und differenziert nach Organisationstyp, Fachgebiet und Grösse bestätigt.

Zusätzlich zur Online-Befragung wurden mehrere Fallstudien zu einzelnen Wissensaustauschprojekten sowie Expertengespräche durchgeführt. Die Fallstudien stellen Beteiligte, Ablauf, Herausforderungen und die Lösungen und die Ergebnisse der Projekte dar. In Gesprächen mit Transferverantwortlichen ausgewählter Wissenschaftsorganisationen wurden zudem die Gründe für das Scheitern von Wissensaustauschprojekten erörtert.

5.2 Beteiligte und Mechanismen im Wissensaustausch

5.2.1 Die Institute und ihre Unternehmenspartner

Die 943 Institute, die an der Erhebung teilgenommen und auswertbare Daten bereitgestellt haben, gehören zu 45% Universitäten an, zu 28% ETH-Organisationen, zu 16% einer Fachhochschule und zu 11% ausseruniversitären Organisationen. Knapp zwei Drittel haben angegeben, dass sie in einem Fachgebiet der Naturwissenschaften forschen, rund 40% in einem Ingenieurgebiet, 30% in Medizin oder Agrarwissenschaften¹ und 20% in

einer Sozial- oder Wirtschaftswissenschaft (Mehrfachangaben waren möglich). Im Durchschnitt hat ein Institut 46 Beschäftigte, von denen 25 Wissenschaftler sind (54%).

Beteiligung der Institute am Wissensaustausch

Wissenstransfer, Technologietransfer, «Third Mission», Kommerzialisierung, akademisches Unternehmertum und vieles mehr – diese vielfältigen Begriffe können hier nicht im Detail diskutiert werden. Es wird deshalb mehr oder weniger synonym der Begriff «Wissensaustausch» verwendet. Dazu zählen alle Aktivitäten, die der Schaffung und Übertragung von Wissen unter Beteiligung wissenschaftlicher Organisationen und von Organisationen ausserhalb der Wissenschaft – typischerweise Unternehmen – dienen und auf beiden Seiten zu Wissenszuwachs führen.

¹ Aufgrund der geringen Fallzahl von 46 Instituten in den Agrarwissenschaften konnten diese nicht separat betrachtet werden und wurden mit medizinischen und veterinärmedizinischen Instituten zusammengefasst.

Insgesamt 83 % der hier befragten Institute haben angegeben, dass sie im Zeitraum 2015 bis 2017 Wissen mit Unternehmen in der Schweiz oder im Ausland ausgetauscht haben. Mehr als die Hälfte der Institute arbeitete sowohl mit in- als auch ausländischen Unternehmen zusammen, 5 % nur mit ausländischen Unternehmen und ein gutes Fünftel nur mit Unternehmen in der Schweiz. Fast alle FH-Institute kooperieren mit Unternehmen in der Schweiz (Abbildung C 5.2). Mit etwas Abstand folgen die Institute des ETH-Bereichs (84 %), universitäre Hochschulen (71 %) und andere Organisationen (66 %). Dass von diesen ein höherer Anteil (70 %) mit Unternehmen im Ausland und nicht in der Schweiz Wissen austauschen, ist dem CERN und SwissTPH zuzuschreiben, die zusammen 65 von 102 ausseruniversitären Instituten im Datensatz stellen. Die Ingenieurgebiete sind am häufigsten in den Wissensaustausch involviert; mehr als 90 % der Institute kooperieren mit inländischen Unternehmen und 74 % mit Unternehmen im Ausland. Je grösser ein Institut, desto eher partizipiert es am Wissensaustausch. Vor allem kleine und mittlere Institute haben deutlich seltener Partnerunternehmen im In- und Ausland als Institute mit 20 und mehr Beschäftigten. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass ceteris paribus grössere Institute mit höherer Wahrscheinlichkeit über für Unternehmen interessantes Wissen und Technologien verfügen.

Partner der Institute im Wissensaustausch

Im Durchschnitt aller Institute sind circa 55 % der Partnerunternehmen im Wissensaustausch kleine oder mittlere Unternehmen (KMU) und 45 % Grossunternehmen. Zwei Drittel sind Industriebetriebe (ein Drittel Dienstleistungsunternehmen) und ebenfalls zwei Drittel in der Schweiz ansässig (ein Drittel im Ausland). Diese Profile unterscheiden sich nach Organisationstyp (Abbildung C 5.3a) und Fachgebiet (Abbildung C 5.3b), aber nicht nach der Grösse der Institute (deshalb nicht dargestellt). Während bei FH-

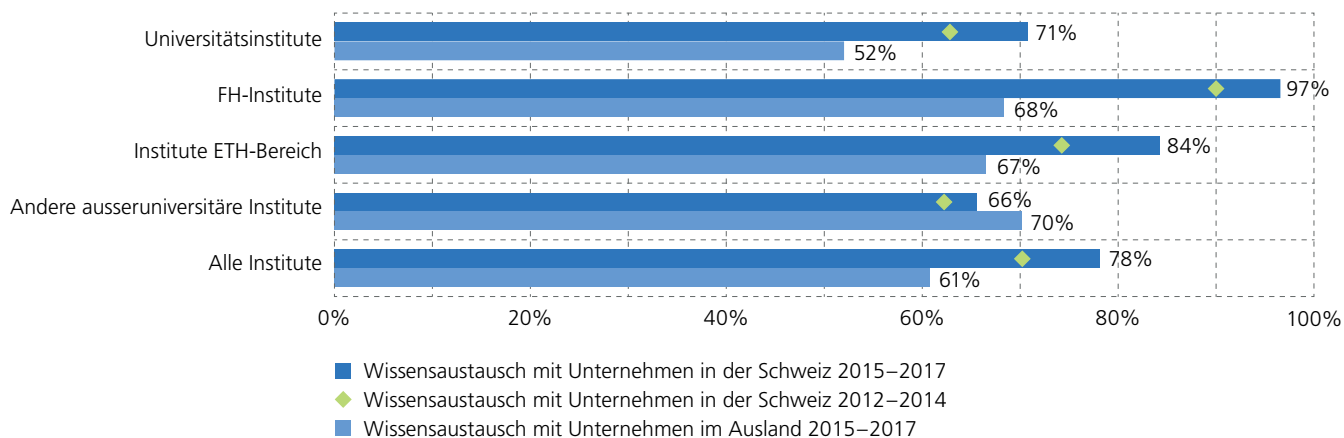
Instituten zu etwa zwei Dritteln KMU als Partner dominieren, sind bei Universitätsinstituten grosse Unternehmen etwas häufiger vertreten. Der Fokus auf Industriebetriebe gilt für alle Organisationstypen gleichermaßen. FH-Institute haben zu mehr als drei Vierteln Schweizer Partner, während dies bei ETH- und Universitätsinstituten zu etwa zwei Dritteln der Fall ist. Dass ausseruniversitäre Institute mehrheitlich Partner im Ausland haben, liegt primär am CERN (4 von 5 Partnern im Wissensaustausch aus dem Ausland). Bei nahezu allen anderen ausseruniversitären Instituten überwiegen Schweizer Partner.

Im Vergleich der Fachgebiete fallen v.a. die Institute der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften durch eine abweichende Partnerstruktur auf. Ihre Partner bestehen nur zu etwa einem Drittel aus Industriebetrieben und zu zwei Dritteln aus Dienstleistungsunternehmen, während dies bei den anderen drei Fachgebieten praktisch umgekehrt ist und Industriebetriebe zwischen zwei Drittel und drei Viertel der Partner stellen. Auch sind sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Institute noch etwas stärker auf Schweizer Partner konzentriert als die anderen Fachgebiete.

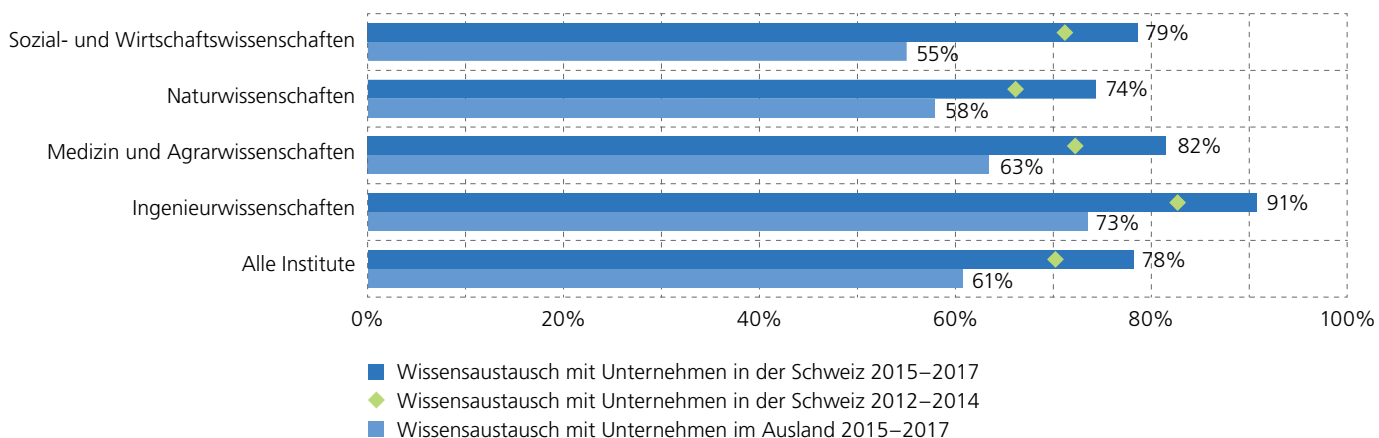
Bei den Standorten der ausländischen Partnerunternehmen dominiert mit grossem Abstand die Europäische Union: Immerhin 57 % aller Institute gaben an, dass sie im Zeitraum 2015 bis 17 mit Unternehmen aus der Europäischen Union Wissen ausgetauscht haben. Ein Viertel der Institute hat mit Unternehmen aus den Vereinigten Staaten zusammengearbeitet. Jeweils rund 80 Institute sind mit Unternehmen aus China und Japan im Austausch. Die Kleinheit der Schweizer Volkswirtschaft und die unumgängliche wirtschaftliche und technologische Spezialisierung machen solche Zusammenarbeiten notwendig. Sie generieren gleichzeitig grossen Nutzen für die Schweiz (siehe Fallbeispiel 1).

Abbildung C 5.2: Institute mit Wissensaustausch mit Schweizer oder ausländischen Unternehmen nach Fachgebiet, Organisationstyp und Grösse (gemessen an der Anzahl der Beschäftigten und Wissenschaftler)

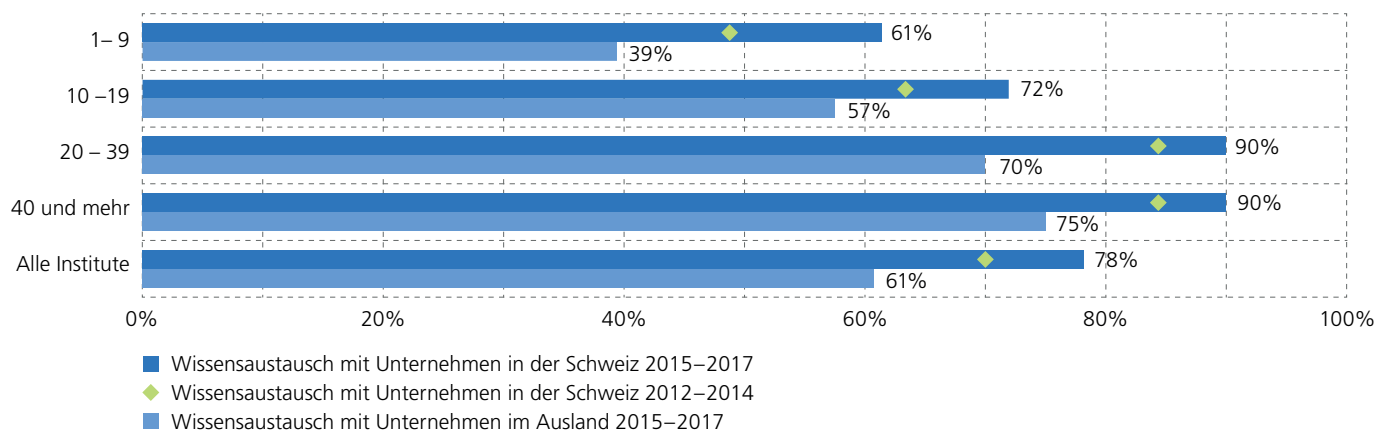
a) nach Organisationstyp



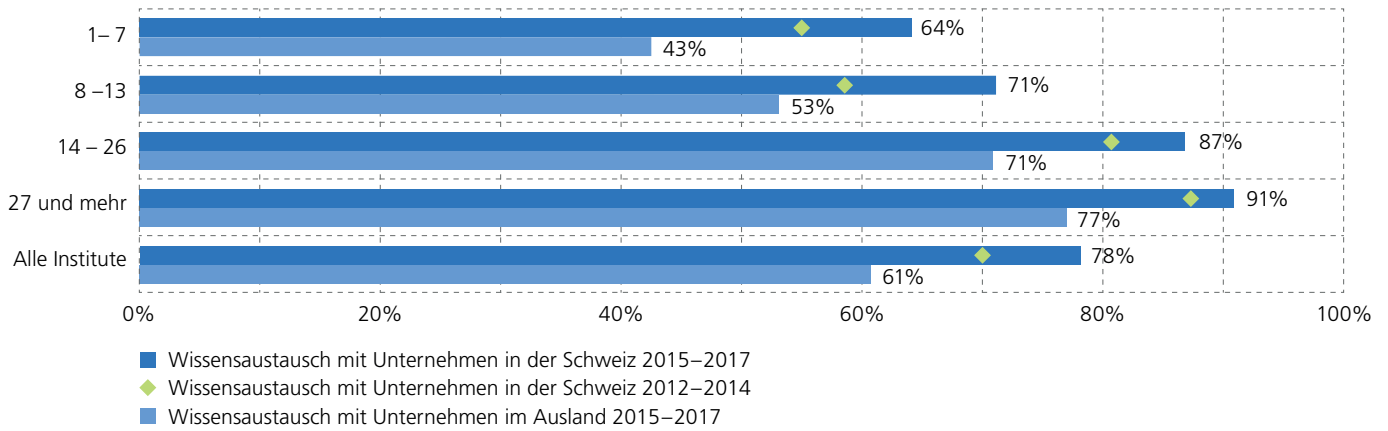
b) nach Fachgebiet



c) nach Grösse, gemessen an der Anzahl der Beschäftigten



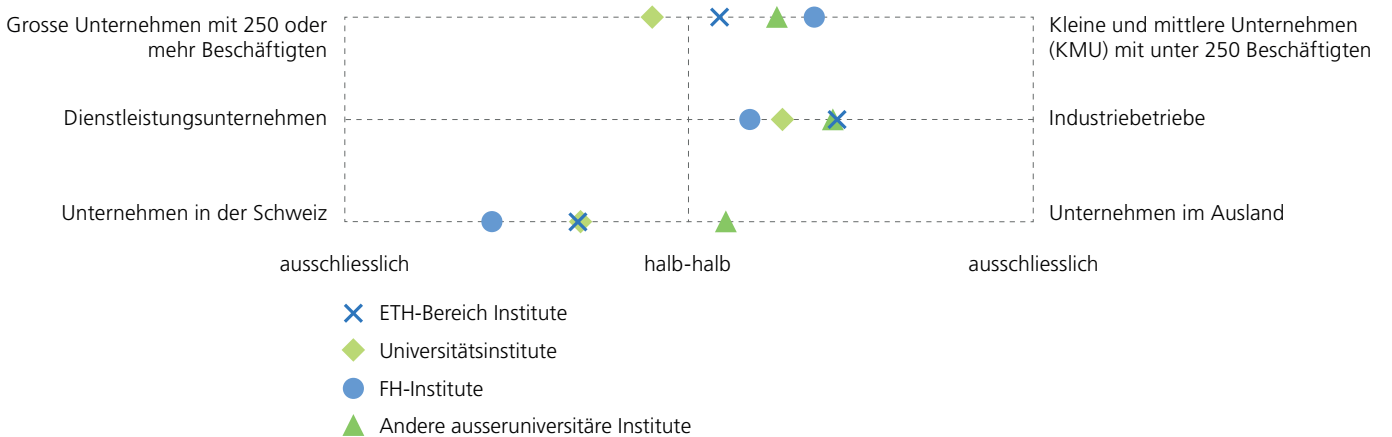
d) nach Grösse, gemessen an der Anzahl der Wissenschaftler



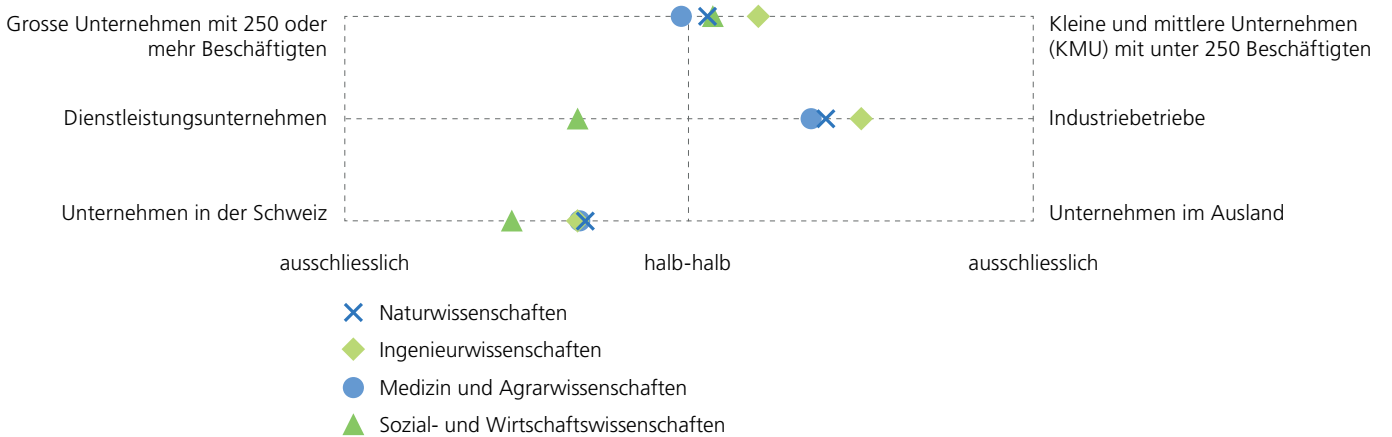
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.3: Profile der Partnerunternehmen der Institute im Wissensaustausch, 2015-2017

a) nach Organisationstyp



b) nach Fachgebiet



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Fallbeispiel 1: Memory Steel – ein neues Material für die Baubranche

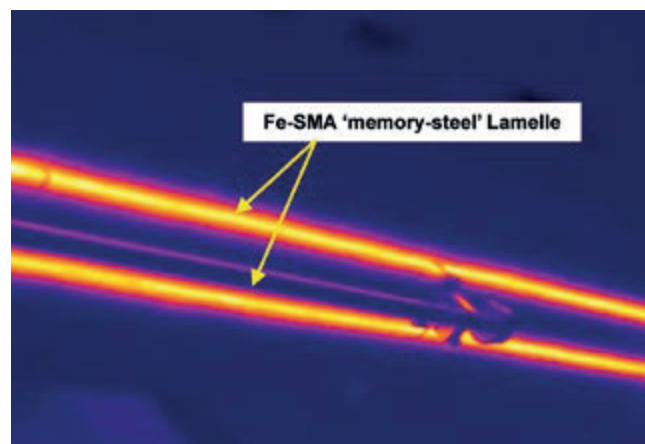
Die Vorspannung von Betonkonstruktionen zur Erhöhung der Stabilität und Vermeidung von Rissen greift heute überwiegend auf mechanische Methoden zurück. Mittels verklebter Kohlefaserslamellen wird zudem die Bruchfestigkeit von Betonkonstruktionen gesteigert.

Die Empa und das neu gegründete Unternehmen refer AG haben in enger Zusammenarbeit mit zahlreichen nationalen und internationalen Partnern in Wissenschaft und Wirtschaft ein System entwickelt, das die Verstärkung und Reparatur von Betonkonstruktionen auf eine neue Art und Weise ermöglicht. Unter dem Namen Memory Steel™ wird die neue, eisenbasierte und von der Empa patentierte Formgedächtnislegierung (Fe-SMA) seit 2012 durch die refer kommerzialisiert. Ein technisches System aus bislang zwei für den Bau vorgedehnten Produkten, Fe-SMA Rippenstäbe und Lamellen, sowie den Prozessen, Geräten und dem Support für die Bauausführung wurde im Markt pilotiert.

Dieses in der Wahrnehmung der Projektbeteiligten bislang erfolgreiche Projekt einer Unternehmensneugründung auf der Basis einer akademischen Erfindung weist mehrere bemerkenswerte Eigenschaften auf:

- 1) Die Entwicklung des Memory Steel™ Systems beruhte in allen Phasen auf der Zusammenarbeit zwischen Empa, refer und weiteren Hochschulen und Unternehmen. Die Zusammenarbeit erfolgte auf der Basis von Verträgen, knüpfte aber häufig an ältere Kontakte und Beziehungen an.
- 2) Während des Transferprojekts wurden verschiedene Mechanismen und Formen der Zusammenarbeit eingesetzt. So wurden sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte F&E durchgeführt, teilweise gemeinsam, teilweise durch die Empa im Auftrag der refer. Ausserdem ergänzten Studierendenprojekte bzw. Abschlussarbeiten die durchgeführten Versuchsreihen. Nicht zuletzt wechselte ein Mitarbeiter der Empa zur refer. Dadurch wurde die Verbindung zwischen den Organisationen noch enger und implizites Erfahrungswissen transferiert.
- 3) Angesichts der wissenschaftlichen und technischen Spezialisierung und wirtschaftlichen Verflechtungen mussten immer wieder Kompetenzen und Partner im europäischen

Infrarot-Aufnahme des Aktivierungsprozesses durch Heizen einer Fe-SMA Memory Steel™ Lamelle an einem Betonbalken



Quelle: Empa

Ausland gesucht und einbezogen werden, partiell sogar darüber hinaus. Auch der Zielmarkt der refer ist global, da das entwickelte System zur Verstärkung von Betonkonstruktionen besondere Vorteile unter Umgebungsbedingungen aufweist, wie sie in der Schweiz kaum bestehen (etwa hohe Erdbeben- und Brandgefahr). Ohne diese Internationalität in allen Phasen wäre das Projekt nicht möglich gewesen.

- 4) Die fehlende Finanzierung bildete in allen Phasen eine grosse oder sogar die grösste Hürde und führte zu mehrjährigen Verzögerungen. Sie ergab sich sowohl aus der Risikoaversion beziehungsweise fehlenden Investitionsbereitschaft bestehender Unternehmen als auch aus fehlendem Erfolg beim Bemühen um staatliche Innovations- und Gründungsförderung. Die Überwindung der Finanzierungsrestriktion war nur durch den Einsatz von Eigenmitteln und Kosteneinsparungen möglich. Ohne diese wäre das Projekt nicht zustande gekommen. Insgesamt umfasste das Transferprojekt so eine neunjährige F&E-Phase und eine siebenjährige Kommerzialisierungsphase. Beide Phasen hätten wohl durch mehr Finanzierung beschleunigt werden können.

5.2.2 Wissensaustauschmechanismen

Die Anzahl der möglichen Mechanismen und Kanäle, über die Wissen zwischen Hochschulen / Forschungsorganisationen und Unternehmen fliessen kann, ist gross und vielfältig. Häufig geht es dabei um die gemeinsame Schaffung von Wissen und um Lernprozesse in Netzwerken aus Forschenden, Unternehmen und intermediären Organisationen. Diese Lernprozesse müssen nicht zwangsläufig forschungsbasiert sein. Studien mit europäischen

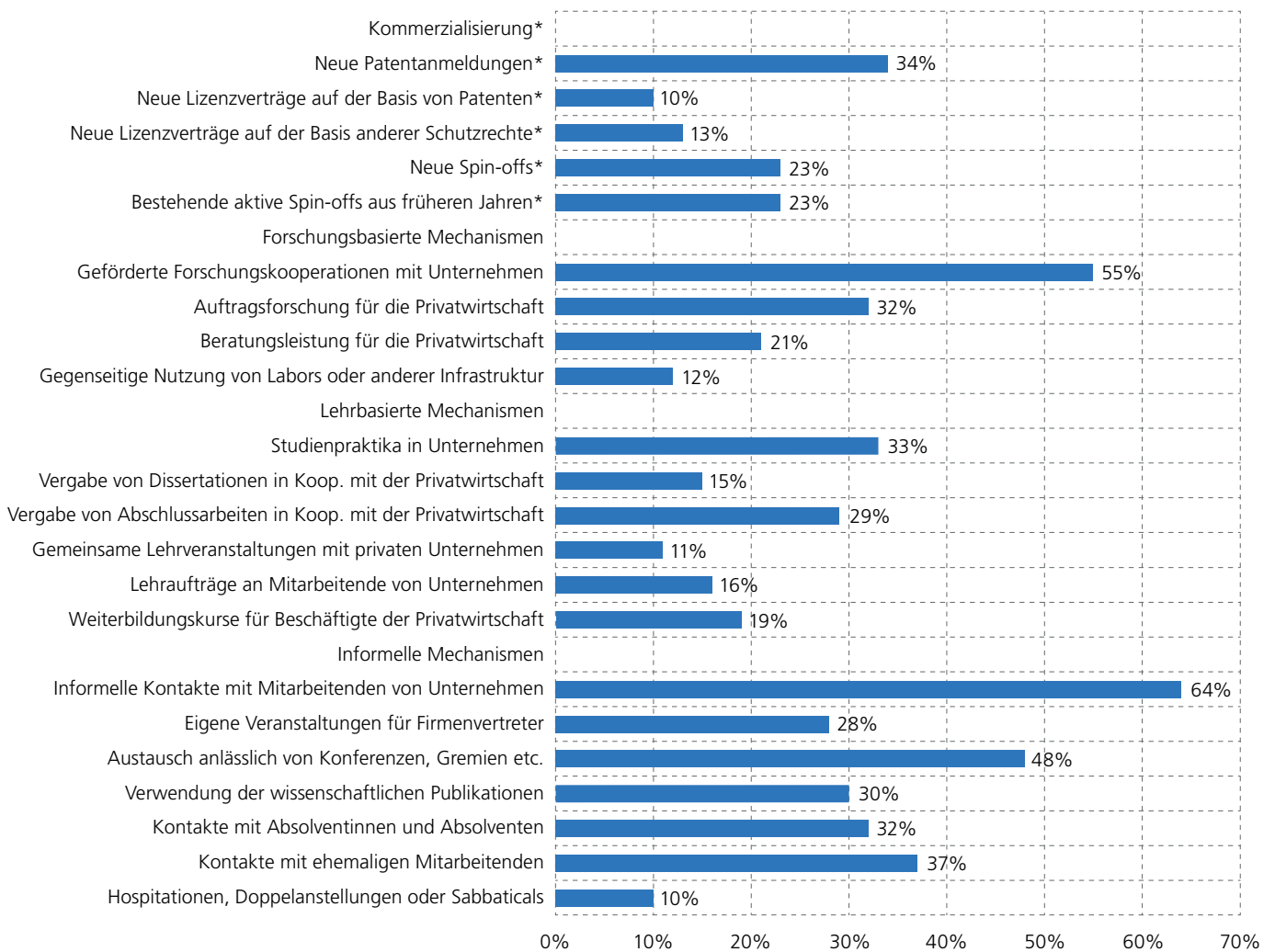
Forschenden haben gezeigt, dass die Barrieren gegen Unternehmenskooperationen in der Aus- und Weiterbildung geringer einzuschätzen sind als bei F&E- und Kommerzialisierungsprojekten (Galán-Muros & Plewa, 2016).

Die befragten Institute geben informellen Mechanismen, denen in der Regel kein Vertrag zugrunde liegt, am häufigsten eine grosse Bedeutung für den Wissensaustausch (Abbildung C 5.4). Informelle Kontakte (z.B. per Telefon, E-Mail oder in Form von

Treffen) zu Mitarbeitenden von Unternehmen zum Informationsaustausch werden von 64 % der Institute als bedeutend beurteilt. Auch der Austausch anlässlich von Konferenzen, Gremien, Workshops, Ausstellungen etc. und Kontakte mit ehemaligen Mitarbeitenden, die in der Privatwirtschaft tätig sind, sind für viele Institute bedeutend. An zweiter Stelle folgen forschungsbasierte Mechanismen, von denen insbesondere öffentlich geförderte Forschungsk Kooperationen mit Unternehmen häufig als bedeutend eingestuft werden. Auch der Auftragsforschung für Unternehmen wird von vielen Instituten eine grosse Bedeutung zugeordnet. Bei den lehrbasierten Mechanismen sind nur Studierendenpraktika und Abschlussarbeiten mit Unternehmen für jeweils circa 30 % der Institute bedeutend. Immerhin noch ein Drittel der Institute

gibt an, zwischen 2015 und 2017 eine Patentanmeldung vorgenommen zu haben, zwei Drittel verneinen dies. Bei den anderen Kommerzialisierungsindikatoren sind die Anteile deutlich niedriger. Neue Spin-offs entstanden etwa in den Jahren 2015 bis 2017 nur in 23 % der Institute. Der Technologietransfer über die Kommerzialisierung des geistigen Eigentums der Hochschulen und über die Neugründung von Unternehmen wurde auch in Studien zu anderen Ländern als eher seltener Vorgang beschrieben (Perkmann et al., 2013). Es sollte gleichwohl nicht übersehen werden, dass in einer Zusammenarbeit zwischen einer Forschungseinrichtung und einem Unternehmen in aller Regel verschiedene Mechanismen und Formen kombiniert werden (siehe Fallbeispiel 2).

Abbildung C 5.4: Bedeutung der Mechanismen im Wissensaustausch, 2015–2017



*Anteil der Institute, die einen Mechanismus als sehr bedeutend (5) oder bedeutend (4) klassieren auf einer Skala von 1–5, bei den Kommerzialisierungsmechanismen auf eine Skala von 1–2 (genutzt/nicht genutzt)
 Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Fallbeispiel 2: Automatisierung mit wissenschaftlicher Unterstützung – Produktion von Armaturen bei der KWC Franke Water Systems AG

Das durch die Innosuisse (bis Ende 2017 KTI) geförderte Projekt der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) und von KWC Franke Water Systems AG zielte auf die Automatisierung von Schleifprozessen, die bis dato manuell gesteuert wurden. Lange Stillstandzeiten verursachten bei jeder Umstellung der Anlage zur Fertigung von Armaturen mit unterschiedlichen Designs hohe Kosten. Das Unternehmen KWC, das erst seit 2013 zum Schweizer Konzern Franke AG aus Aarburg gehört, konnte dieses Problem nicht selbst lösen. Mit dem Institut für Automation der FHNW wurde ein Verfahren zur Integration digitaler Daten in den Schleifprozess erarbeitet. So wurde die Zeit bei der Programmierung von Robotern um 30 % reduziert, woraus für das Unternehmen mehr Flexibilität bei kleineren Seriengrößen und Kosteneinsparungen resultierten.

Das Beispiel verdeutlicht, wie sich verschiedene Formen und Instrumente der Zusammenarbeit ergänzen. Das von der Inno-suisse finanzierte Projekt bildete die Basis der Zusammenarbeit. Die FHNW setzte dafür eigene Anlagen und Infrastruktur ein, die für die F&E im Projekt notwendig waren. Zusätzlich wurde eine Fülle weiterer, ergänzender Projekt- und Abschlussarbeiten von Studierenden geschrieben, die Teilaspekte der Lösung lieferten. Die Studierenden der FHNW profitierten vom Anwendungsbezug der Arbeiten, der zu ihrer Qualifikation für den Einsatz in der Praxis beitrug. Ein Absolvent eines FHNW-Masterstudiums wurde nach Studienabschluss von KWC angestellt, womit das Unternehmen weiteres Wissen erwarb und Kosteneinsparungen etwa bei der Einarbeitung realisierte. Als zentrale Bausteine des Projekterfolgs geben die Beteiligten das Know-how, das professionelle Projekt- und Wissensmanagement und die hohe Bereitschaft der FH-Projektbeteiligten an, auf die Bedürfnisse des Unternehmens einzugehen.

Um einen besseren Überblick zu ermöglichen, sind die in Abbildung C 5.5 dargestellten Instrumente und Mechanismen auf vier Indizes reduziert. Die drei Indizes für forschungsbasierten, lehrbasierten und informellen Wissensaustausch enthalten jeweils eine durchschnittliche Bedeutung auf einer Skala von 1 (sehr geringe oder keine Bedeutung) bis 5 (sehr grosse Bedeutung). Der Kommerzialisierungsindex ist hinsichtlich des Wertebereichs identisch wie die drei anderen Indizes. Er wurde aber anders gebildet und ist damit nicht direkt vergleichbar. Er enthält, wie viele der drei Kommerzialisierungsindikatoren (Patente, Lizenzen, Spin-offs) pro Institut vorhanden sind.

Für alle vier Indizes bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Organisationstypen: Fachhochschulinstitutionen geben allen Austauschformen mit Abstand die höchste Bedeutung, mit Ausnahme des Kommerzialisierungsindex, bei dem ETH-Institute einen leicht höheren Wert aufweisen. Sowohl beim forschungs- wie auch beim lehrbasierten Austausch ist der Abstand der FH-Institute zu den anderen Instituten erheblich. Universitätsinstitutionen geben allen Austauschformen die geringste Bedeutung: Lehrbasierter Austausch hat in Universitäten nur geringe Bedeutung, während er in Fachhochschulen mittlere Bedeutung aufweist (Abbildung C 5.5a). Differenziert man die Institute nach ihrer Grösse (gemessen an der Anzahl Forschenden), so zeigen sich ebenfalls Unterschiede, vor allem zwischen mittleren und kleinen Instituten bis 13 Wissenschaftlern und mittleren bis grossen Instituten von 14 oder mehr Wissenschaftlern. In den grösseren Instituten ist die Bedeutung der Austauschformen jeweils etwas höher als in den kleinen Instituten. Dies trifft auch für informellen Austausch zu, wo positive Skaleneffekte nicht unbedingt auf der Hand liegen. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass grössere Institute von mehr internen

Ressourcen für den Transfer und besserer Sichtbarkeit gegenüber externen Partnern profitieren.

Im Vergleich der Fachgebiete erscheinen für Institute in den Ingenieurdisziplinen alle Wissensaustauschformen am bedeutendsten. Lehrbasierter Austausch ist in den wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Instituten in etwa gleichrangig, die allerdings nur in Ausnahmefällen Wissenskommmerzialisierung betreiben. In den medizinischen Instituten sind lehrbasierter und informeller Austausch signifikant weniger bedeutend als in den anderen Fachgebieten.

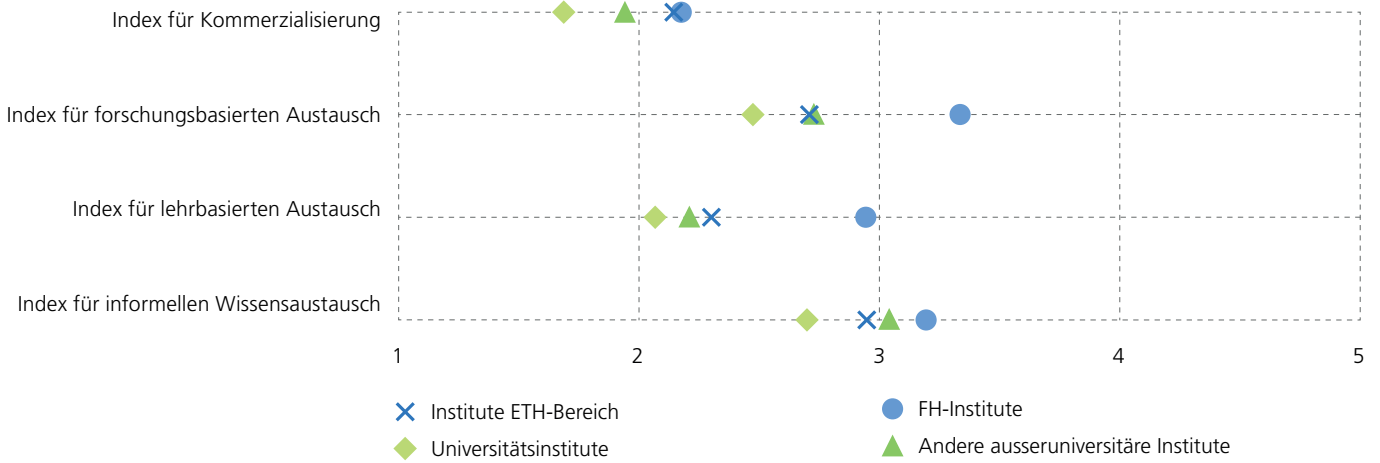
Kommmerzialisierung und lehrbasierter Wissensaustausch eines typischen Instituts

Für vier Kommerzialisierungsindikatoren und drei Indikatoren zum lehrbasierten Wissensaustausch wurden in der Erhebung auch Zahlen erfragt.² Circa 0,11 Patentanmeldungen pro zehn Wissenschaftler pro Jahr bedeuten, dass von einem Institut mit zehn Wissenschaftlern im Durchschnitt etwa alle neun Jahre eine Patentanmeldung zu erwarten ist. Allerdings hat in dem Dreijahreszeitraum 2015 bis 2017 nur ein knappes Drittel der Institute Patente angemeldet. Viele Institute kommerzialisieren zudem möglicherweise nie ihr Wissen auf diesem Weg (etwa in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften). Lizenzen und Spin-offs sind noch seltener, und in einem Institut mit zehn Wissenschaftlern kommen im Durchschnitt nur alle 28 bis 29 Jahre ein Lizenzvertrag und ein

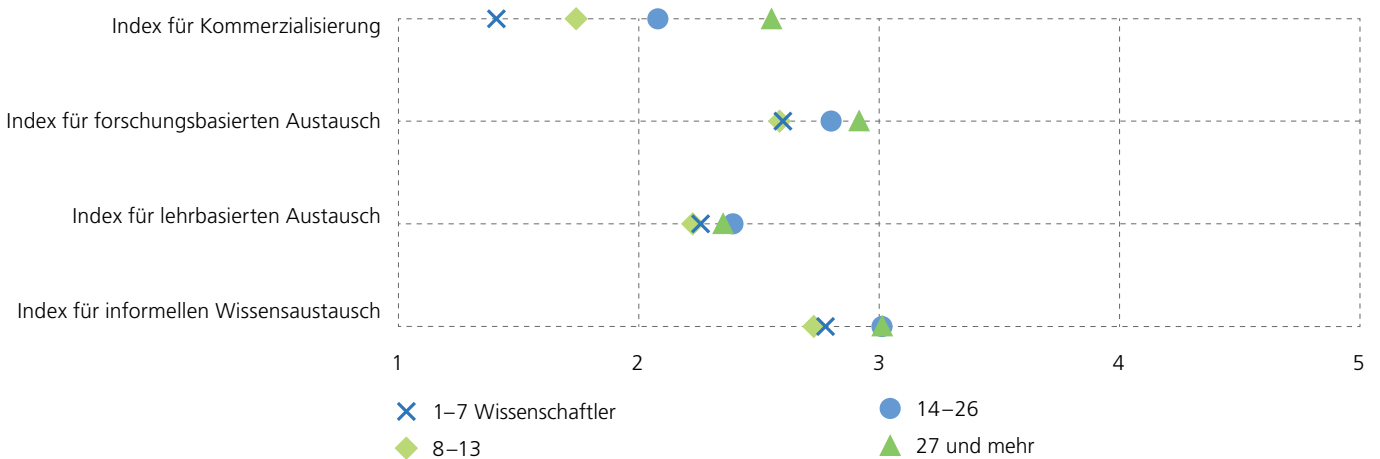
² Zum besseren Vergleich wurden diese auf zehn Wissenschaftler normiert. Da alle Indikatoren Ausreisser aufweisen, wird neben dem arithmetischen Mittel in der Tabelle auch das um 5 % getrimmte Mittel ausgewiesen. Dabei werden auf beiden Seiten der Verteilung jeweils 2,5 % der Werte abgeschnitten. Das getrimmte Mittel bildet unter diesen Bedingungen die Lage eines typischen Instituts besser ab.

Abbildung C 5.5: Bedeutung verschiedener Wissensaustauschformen (aggregierte Indizes), 2015–2017

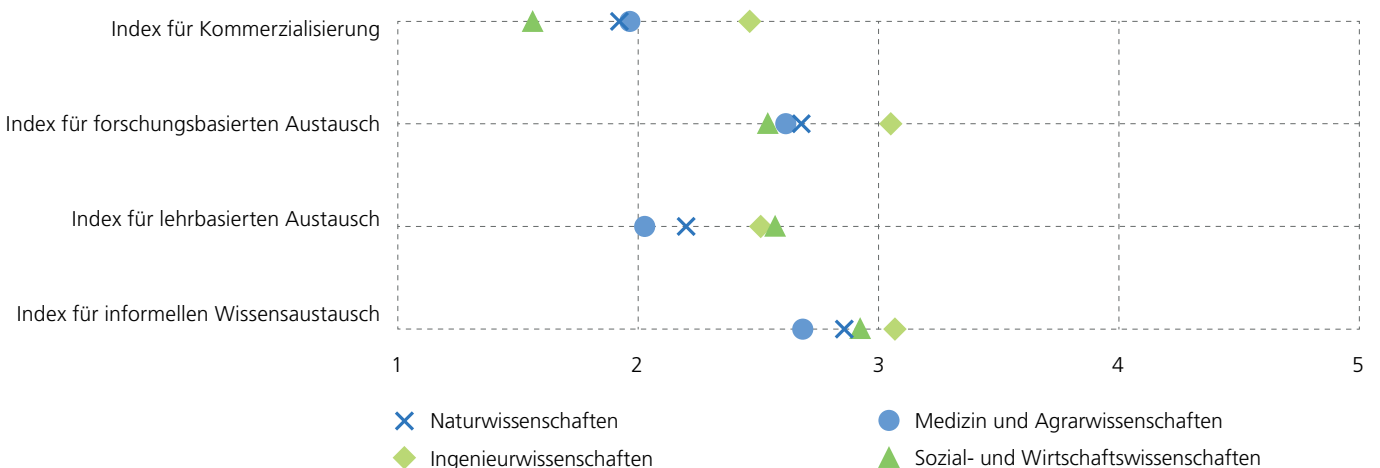
a) nach Organisationstyp



b) nach Anzahl Wissenschaftler



c) nach Fachbereich



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Spin-off vor. Ähnlich sind Dissertationen in Zusammenarbeit mit Unternehmen eher die Ausnahme als die Regel. Deutlich häufiger sind dagegen der Wissensaustausch über Bachelor- und Masterarbeiten und über die Weiterbildung. Ersteres tritt immerhin im Mittel einmal in drei Jahren pro zehn Wissenschaftler und Institut auf, und fast die Hälfte aller Institute (45 %) hatte im Zeitraum 2015 bis 2017 auch solche Arbeiten.

Vergleich der Schweiz mit dem Ausland

Die Frage, ob diese Zahlen gross oder klein sind und die Wissenschaftsorganisationen der Schweiz im Vergleich mit anderen europäischen Ländern mehr oder weniger im Wissensaustausch aktiv sind, kann derzeit nur im Ansatz beantwortet werden. Vergleiche zwischen Wissenschaftsorganisationen leiden grundsätzlich darunter, dass sich die Voraussetzungen für den Wissensaustausch unterscheiden, etwa wegen unterschiedlicher Aufgabenportfolios («Missionen», siehe unten), der Forschungsfinanzierung, der Grösse, der Ausstattung und Erfahrung im Wissenstransfer, den institutionellen Regelungen und der Wirtschaftskraft im Umfeld (ASTPPROTON, 2018; Scanlan, 2018). Deswegen nimmt etwa die europäische Fachvereinigung der Transferexperten (ASTP-Proton) bislang keine solche Vergleiche oder Benchmarkings vor. Vergleicht man allerdings komplette F&I-Systeme, dann reduziert sich die Gefahr von organisationsspezifischen Einflüssen. Die Zahlen zu Europa in Tabelle C 5.2 beziehen sich auf die Jahre 2011 bis 2012. Die neueren Schweizer Zahlen für Patentanmeldungen pro zehn Wissenschaftler und Kalenderjahr sind etwa doppelt so hoch und für Spin-offs / Start-ups sogar etwa drei Mal so hoch wie in Europa. Bei Lizenzverträgen ist der Unterschied gering.

Allerdings hat die europäische Erhebung anders als die Schweizer Erhebung keine Beschränkung auf Fachgebiete. Auch schliesst sie eher unternehmensferne Gebiete ein und ist wegen der Datenerfassung auf Organisationsebene weniger anfällig für Doppelzählungen. Deshalb sollten diese Zahlen nur als erstes Indiz dafür gesehen werden, dass die Wissenskommersialisierung in der Schweiz in ihrer Grössenordnung der in anderen europäischen Ländern entspricht oder sogar leicht darüber liegt.

5.3 Einflussfaktoren auf den Wissensaustausch

Für die Analyse des Wissensaustauschs müssen verschiedene Einflüsse einbezogen bzw. unterschiedlich gewichtet werden, je nach der Ebene, die im Fokus steht: Beispielsweise sind im Ländervergleich unterschiedliche gesetzliche Regelungen zum geistigen Eigentum ein wichtiger Faktor, der die Häufigkeit akademischer Patente und Lizenzen determiniert (Geuna & Rossi, 2011; Lissoni et al., 2008). Sie erklären aber nicht die Unterschiede zwischen Einheiten einer Organisation oder Organisationen eines Landes, da für diese die gleichen nationalen Gesetze gelten. Hingegen spielen hier die Regelungen und Praktiken der Hochschulen und wie sehr Verstösse dagegen verfolgt und damit die Regeln durchgesetzt werden, eine wichtige Rolle (Geuna & Rossi, 2011).

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Schwerpunkt auf die forschungsorientierten Organisationseinheiten (z.B. Institut, Labor, Gruppe oder Departement) gelegt. Eine Vielzahl von Merk-

Tabelle C 5.1: Indikatoren der Kommerzialisierung akademischer Erfindungen und des lehrbasierten Wissensaustauschs pro Jahr im Zeitraum 2015 bis 2017 (pro zehn Wissenschaftler)

	Arith. Mittel	5 % getrimmtes Mittel	%Werte > 0	Anzahl gültige Werte
	pro 10 Wissenschaftler und Jahr			
Kommerzialisierungsindikatoren				
Patentanmeldungen (nur Erstanmeldungen einer Technologie)	0,18	0,11	32,9%	874
Neue Lizenzverträge (exklusive und erste nicht exklusive Lizenzen)	0,08	0,04	20,9%	885
Neue Spin-offs / Start-ups auf der Basis von Forschungsergebnissen	0,07	0,03	23,1%	887
Bestehende aktive Spin-offs / Start-ups	0,09	0,04	22,1%	858
Lehrbasierter Wissensaustausch				
Bachelor- und Masterarbeiten mit Unternehmen	0,63	0,33	45,1%	873
Dissertationen mit Unternehmen	0,06	0,03	21,2%	884
Weiterbildungsabschlüsse auf Masterebene	0,38	0,14	27,5%	870

Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Tabelle C 5.2: Vergleich für Indikatoren der Kommerzialisierung akademischer Erfindungen pro Jahr und zehn Wissenschaftler

	Schweiz Jahresdurchschnitt 2015–2017		Europa Jahresdurchschnitt 2011–2012	
	pro zehn Wissenschaftler und Jahr	N	pro zehn Wissenschaftler und Jahr	N
Patentanmeldungen (nur Erstanmeldungen einer Technologie)	0,18	874	0,09	532
Neue Lizenzverträge (exklusive und erste nicht exklusive Lizenzen)	0,08	885	0,07	464
Neue Spin-offs / Start-ups auf der Basis von Forschungsergebnissen	0,07	887	0,02	490
Basis	Erhebung bei Instituten in 28 ausgewählten Fachgebieten		Erhebung bei Hochschulen und Forschungsorganisationen ohne Fachgebietsbeschränkung	

Quellen: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018); Arundel et al. (2013), Berechnungen FHNW

malen der Wissenschaftsorganisationen determiniert dabei die Ausgangsbedingungen auf der Anbieterseite für den Wissensaustausch und beeinflusst, ob in den Forschungseinheiten die Motivation zur Teilnahme am Wissensaustausch grundstzlich vorhanden ist und welche Hemmnisse dagegen bestehen (Abbildung C 5.6). Neben der Wissenschaftsorganisation selbst beeinflussen auch in ihrem Auftrag und in ihrem Umfeld tätige intermediäre Organisationen (IO), ob aus der Sicht einer einzelnen Forschungseinheit die Argumente für oder gegen eine Beteiligung am Wissensaustausch überwiegen. Wissenschaftsorganisationen und intermediäre Organisationen wiederum sind vom geographischen Kontext und den dort vorhandenen gesetzlichen, politischen, administrativen, sozialen und kulturellen Regelungen und Gegebenheiten abhängig. Auch der fachliche Kontext spielt eine Rolle und kann die Teilnahme am Wissensaustausch verstärken oder abschwächen, wie in Abschnitt 2 gezeigt.

5.3.1 Interne Einflussfaktoren: Ressourcen und Kompetenzen der Mitarbeitenden und Ressourcen der Institute

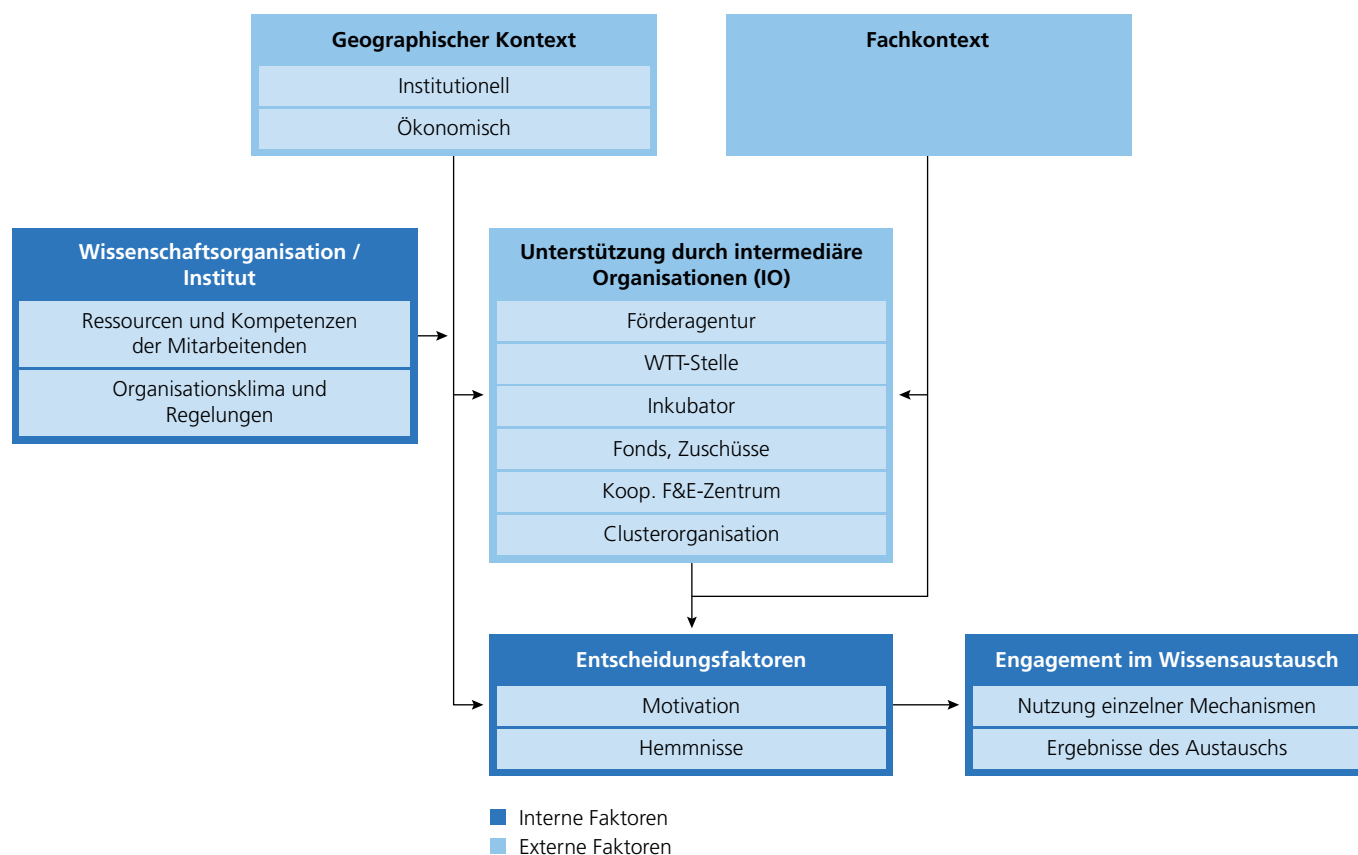
Die Beteiligung am Wissensaustausch hängt mit der Grösse der Institute zusammen (siehe Abbildung C 5.2). Je grösser ein Institut ist, desto mehr potenziell transferierbare Forschungsergebnisse produziert es. Daran anknüpfend stellt sich die Frage, ob eine zu hohe Belastung mit anderen Aufgaben sich negativ auf die Transferaktivität auswirkt, was v.a. hinsichtlich der Lehre unterstellt wurde (Schartinger et al., 2001). Ein solches Crowding-out lässt sich anhand unserer Erhebung nicht grundsätzlich feststellen. Institute mit einer hohen Lehrverpflichtung (gemessen als Anzahl der betreuten Bachelor- und Masterabschlüsse, Dissertationen und Weiterbildungsabschlüsse) geben dem forschungsbasierten Wissensaustausch und dem Austausch über informelle Kanäle keine geringere Bedeutung als Institute mit einer niedrigen Lehrverpflichtung. Weiterhin bestehen positive und signifikante Zu-

sammenhänge zwischen der Anzahl der betreuten Abschlussarbeiten (Bachelor und Master) und Dissertationen pro zehn Wissenschaftler und den Zahlen neuer Lizenzverträge 2015 bis 2017, neuer Spin-off-Unternehmen und bestehender, älterer Spin-off-Unternehmen. Diese Zusammenhänge sind im ETH-Bereich besonders stark, da die Institute der ETH Zürich und der EPFL auch intensiv in der Lehre engagiert sind. Neue Unternehmen werden nicht zuletzt von Absolventen und Doktoranden gegründet. Deshalb ist diese generelle Korrelation zwischen Lehre und Unternehmertum nicht weiter überraschend. Negative Zusammenhänge zwischen Transferindikatoren und dem Lehrumfang sind nur ausserhalb des ETH-Bereichs festzustellen bei universitären Instituten, FH-Instituten und ausseruniversitären Instituten.

Eigenschaften und Kompetenzen der Leitungsperson

Die Leitungspersonen der Institute wurden danach befragt, welche Funktionen sie in privaten Unternehmen ausüben oder in der Vergangenheit ausgeübt haben. Die Antworten darauf geben einen Überblick über die Rolle der Institutsleitung für den Wissensaustausch. Die Analyse ergibt einen stabilen Zusammenhang zwischen der Beteiligung der Organisationseinheit am Wissensaustausch 2015 bis 2017 und der Arbeit der befragten Institutsleitenden in und mit privaten Unternehmen (Abbildung C 5.7): 70 % der Institute, die im Untersuchungszeitraum nicht am Wissensaustausch beteiligt waren, werden von Personen geleitet, die bislang keine eigenen beruflichen Erfahrungen in privaten Unternehmen gesammelt haben. Dagegen werden die Institute mit Wissensaustausch mit Unternehmen in der Schweiz und im Ausland am häufigsten von Personen geleitet, die Mitarbeitenden- oder Beratungsfunktionen für Unternehmen ausüben oder im Verlauf ihrer beruflichen Karriere ausgeübt haben. In den Ingenieurinstituten, die mit Unternehmen in der Schweiz Wissen austauschen, zeichnen sich die Institutsleitenden dadurch aus, dass sie relativ häufig auch in der Wirtschaft Leitungsfunktionen und Scientific Advisor Funktionen innehatten oder -haben.

Abbildung C 5.6: Analytischer Rahmen für den Wissensaustausch auf Ebene von Forschungseinheiten



Quelle: FHNW

Organisationsklima und Regelungen zum Wissensaustausch

Das Organisationsklima wird hier verstanden als die Regeln, Praktiken, Prozeduren und Anreize, die aus der Organisationskultur resultieren und den Wissensaustausch priorisieren und fördern können. Die Institute wurden nach vier Themen gefragt:

- der «Mission» des Instituts, die seinen Daseinsgrund und langfristigen Auftrag abbildet, und insbesondere der Rolle transfernaher Aufgaben in dieser Mission;
- der Praxis bezüglich der Abtretung des geistigen Eigentums an Wissen und Technologien, die im Institut geschaffen werden;
- der Wahrnehmung der Regeln für WTT-relevante Aktivitäten, verstanden als von der Organisation erlassene Regeln oder ungeschriebene Praktiken, die sich durch die wiederholte Anwendung etabliert haben und eingehalten werden müssen;
- den Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch und -transfer.

Ad a) Mission

Bei den zehn Aufgaben, nach denen die Institute ihre Mission rangieren konnten, ist eine deutliche Zweiteilung festzustellen: Die Durchführung und Publikation von Grundlagenforschung wurde von über 70 % der Befragten auf das Podest gehoben (Plätze 1 bis 3). Auch für die angewandte Forschung, die Ausbildung von qualifizierten Wissenschaftlern durch Doktorate und die Vermittlung des derzeitigen Standes des Wissens an Bachelor- und Master-Studierende überwiegen noch die Ränge 1 bis 3 (hohe

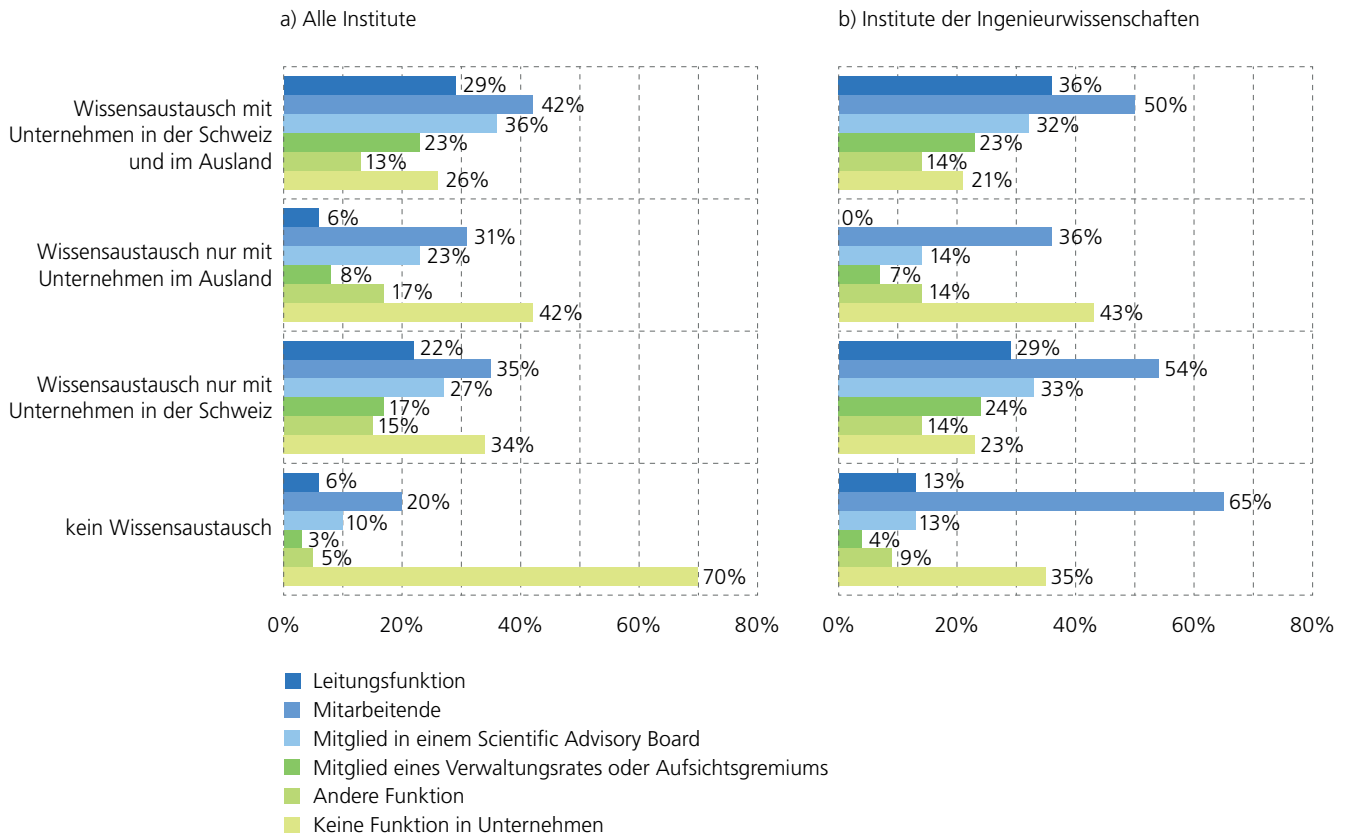
Bedeutung). Sie reflektieren diejenigen Aktivitäten, die man üblicherweise unter Forschung und Lehre und damit die Kernaufgaben akademischer Einrichtungen fasst. Die weiteren Aufgaben, die mehrheitlich dem Wissensaustausch zuzuordnen sind, werden alle niedriger rangiert, wobei nur relativ geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Aufgaben bestehen (Abbildung C 5.8).

Die Institute weisen unterschiedliche Muster im Hinblick auf die Aktivitäten auf, die sie als bedeutend klassifizieren. So wird etwa die Durchführung von Grundlagenforschung und Ausbildung von Wissenschaftlern mittels Doktoraten entweder gemeinsam als hoch oder als niedrig rangiert. Aus diesen Mustern lassen sich mittels einer Clusteranalyse Typen³ bilden, die ähnliche Institute gemeinsam gruppieren. Vier Typen bilden die Struktur in den Daten gut ab und weisen unterscheidbare Missionen auf:

- Das Cluster der «Grundlageninstitute mit Ausbildungsmission» (Typ 1) umfasst 144 Institute (16 % aller Institute), die zu drei Vierteln Universitäten zugehören (zu 20 % dem ETH-Bereich) und zu ebenfalls drei Vierteln in den Naturwissenschaften arbeiten. Wie im Namen ausgedrückt, geben sie als ihre Kernmission die Grundlagenforschung und die Lehre an (Abbildung C 5.9).

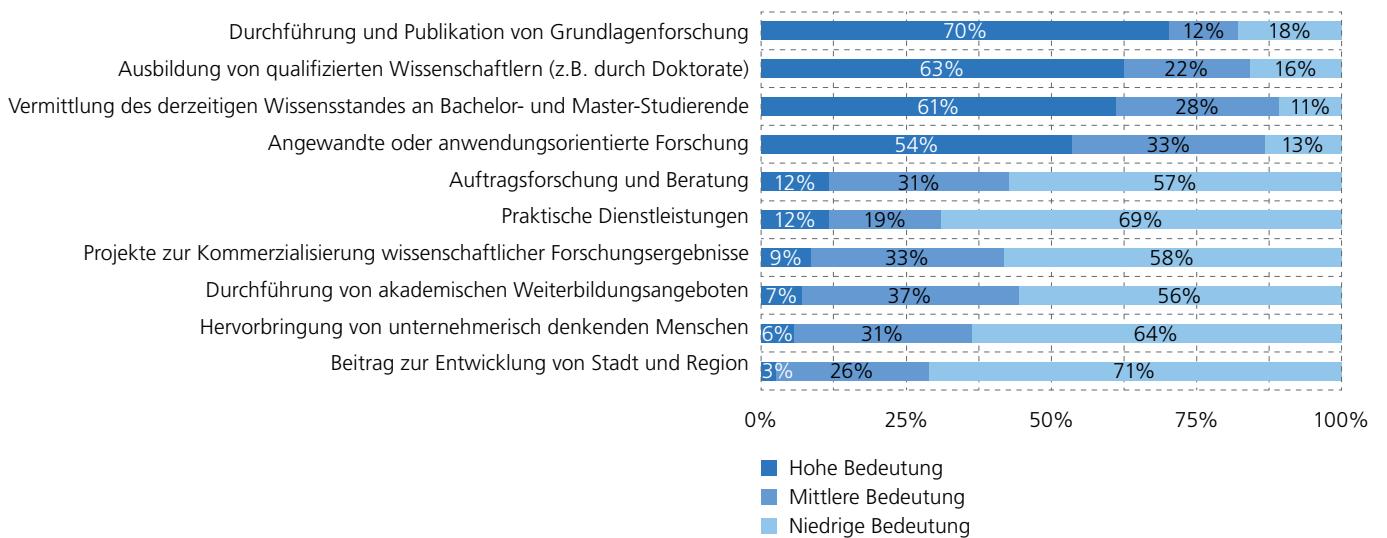
³ Dabei geht es nicht darum, ob ein Institut ausschliesslich Grundlagenforschung oder angewandte F&E betreibt, sondern es werden die Institute mit ähnlichen Hauptaktivitäten zu Kategorien zusammengefasst.

Abbildung C 5.7: Institute nach ihrer Beteiligung am Wissensaustausch und der Funktion der befragten Personen in privaten Unternehmen, 2015–2017



Summe der Prozentwerte ist grösser als 100%, da Mehrfachantworten möglich waren.
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.8: Bedeutung verschiedener Aufgaben aus Sicht der Institute, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

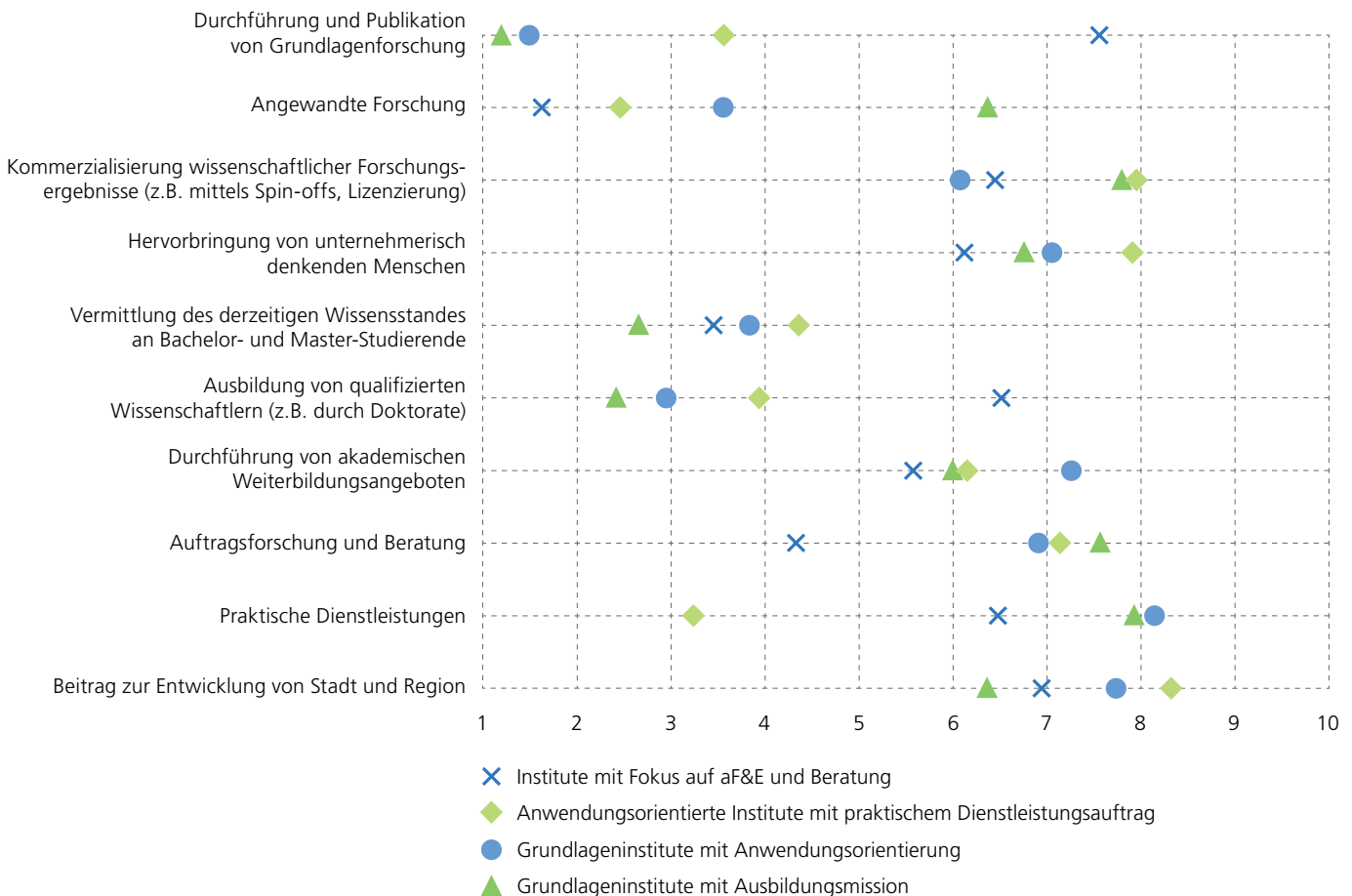
- «Grundlageninstitute mit Anwendungsorientierung» (Typ 2) sind die grösste Gruppe mit 422 Instituten (48%). Sie sind zu gleichen Teilen ETH- und Universitätsinstitute und ebenfalls zu drei Vierteln in den Naturwissenschaften aktiv sowie zu 44% in Ingenieurgebieten (mehrere Fachgebiete konnten angegeben werden). Bei diesen Instituten sind Grundlagenforschung und Lehre ähnlich bedeutend wie bei Typ 1, aber angewandte Forschung und Kommerzialisierung haben einen etwas höheren Stellenwert (Abbildung C 5.9).
- Typ 3, «Anwendungsorientierte Institute mit praktischem Dienstleistungsauftrag», ist mit 128 Instituten das kleinste Cluster (14%). Die Institute gehören zu 60% Universitäten und zu 18% ausseruniversitären Organisationen an. Sie geben zu etwa gleichen Teilen Naturwissenschaften und Medizin / Agrarwissenschaften als Fachgebiete an. Angewandte F&E und praktische Dienstleistungen stufen sie als etwa gleich wichtig oder sogar wichtiger als Grundlagenforschung ein (Abbildung C 5.9).
- Die 192 «Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung» (Typ 4; 22% der Institute) gehören zu rund zwei Dritteln Fachhochschulen an. Sie ordnen sich weiterhin zu über 60% Ingenieurgebieten zu und haben mit knapp 35% auch den

grössten Anteil wirtschafts- und sozialwissenschaftlicher Institute. Angewandte F&E setzen sie an die erste und Grundlagenforschung an die letzte Stelle, jeweils mit Abstand (Abbildung C 5.9). Nach der Ausbildung von Studierenden auf Bachelor- und Masterniveau werden Auftragsforschung und Beratung und akademische Weiterbildungsangebote ebenfalls hochrangiert.

Die vier Cluster unterscheiden sich auch hinsichtlich der im Wissensaustausch eingesetzten Mechanismen:

- Die Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung stufen praktisch alle forschungsbasierten Transfermechanismen sowie Forschungsk Kooperation, Auftragsforschung und Beratungsleistungen öfters als bedeutend ein als die anderen drei Typen (Abbildung C 5.10a). Auch eigene Veranstaltungen für Unternehmensvertretende, ein informeller Transferkanal wird von knapp der Hälfte als bedeutend bezeichnet. Bei den Kommerzialisierungsindikatoren und bei den lehrbasierten Transfermechanismen weisen sie ebenfalls signifikant höhere Werte auf als die anderen Typen, mit deutlichem Abstand bei Bachelor- und Masterarbeiten in Zusammenarbeit mit Unternehmen und bei Weiterbildungen (Abbildung C 5.10b).

Abbildung C 5.9: Mittlere Ränge der Aktivitäten nach Aktivitätsclustern auf einer Skala von 1 (höchster Rang) bis 10 (niedrigster Rang), 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

- Den Gegenpol bilden die Grundlageninstitute mit Ausbildungsmission, die bei allen Transferindikatoren mit einer Ausnahme auf den hinteren Rängen liegen. Die Ausnahme sind Kontakte zu Absolventen, welche von über 40 % dieser Institute als bedeutender Transfermechanismus genannt worden sind.
- In Grundlageninstituten mit Anwendungsorientierung sind Lizenzverträge, Spin-offs und Dissertationen mit Unternehmen relativ häufig. Darüber hinaus ähneln sie den anwendungsorientierten Instituten mit praktischem Dienstleistungsauftrag und liegen zwischen den Extremen.

Ad b) Praxis zur Abtretung des Eigentums an Wissen und Technologien

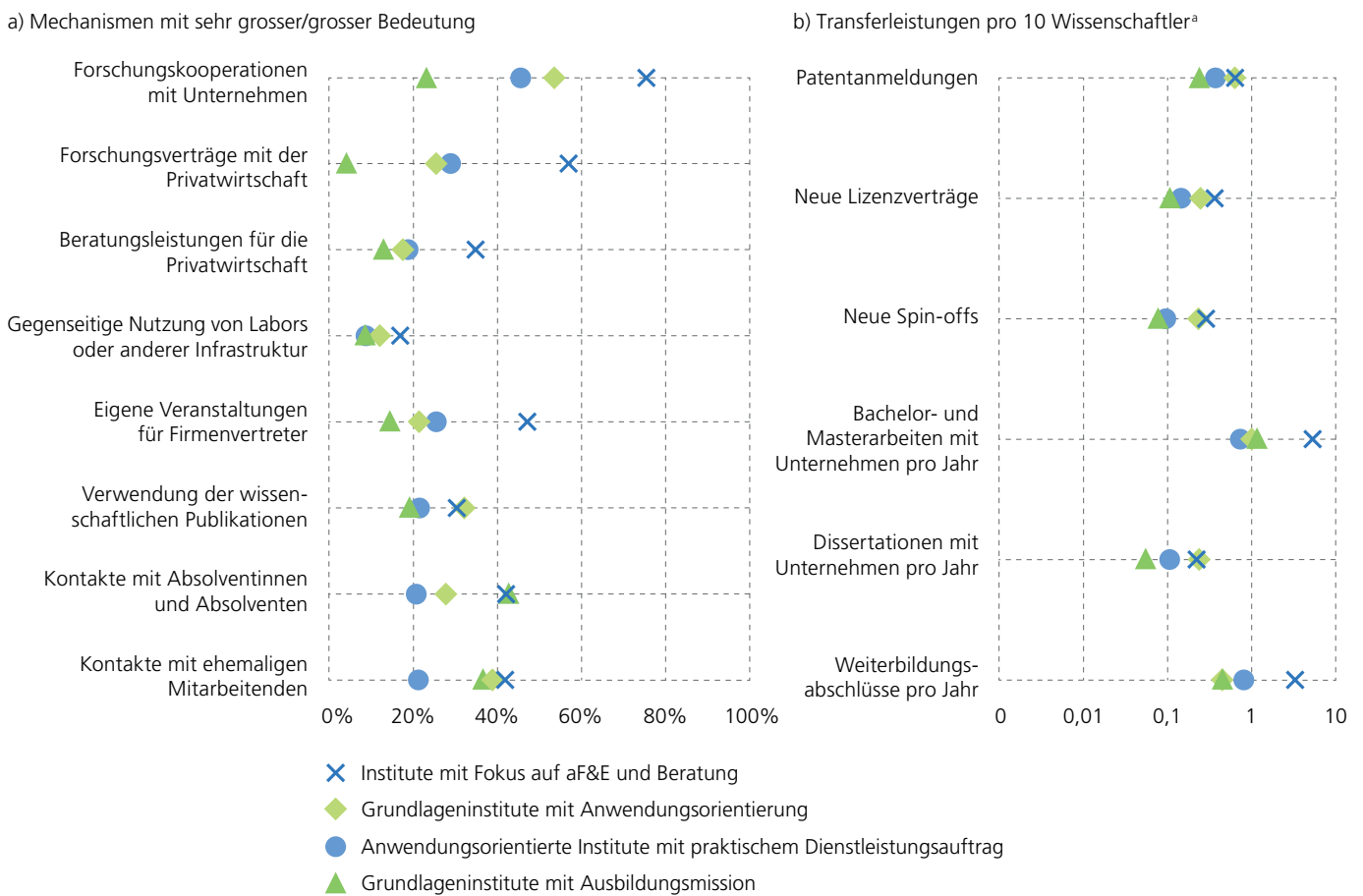
Im Weiteren wurden die Institute befragt, wie häufig sie das Eigentum an Wissen und Technologien, die in ihrem Institut geschaffen wurden, an die Wissenschaftler und Erfinder oder an Unternehmen abtreten. Bei über 70 % der Institute ist dies jeweils die Ausnahme und bei weniger als 30 % ist dies in etwa in der Hälfte der Projekte oder häufiger der Fall (Abbildung C 5.11).

FH-Institute unterscheiden sich allerdings bei dieser Frage recht deutlich von den anderen Hochschul- und Forschungsinstituten: 60 % der FH-Institute treten nämlich das Eigentum an Wissen und Technologien in der Hälfte der Fälle oder häufiger an Unternehmen ab.

Ad c) Regeln für WTT-relevante Aktivitäten

Ein zentrales Steuerungsinstrument für Hochschulen und Forschungsorganisationen sind Regeln und ihre Offenheit gegenüber den Belangen des Wissensaustauschs. Die Relevanz und Substanz von Regeln im Rahmen einer Befragung der Institute über die Organisationen hinweg zu vergleichen ist allerdings schwierig: Es kann nicht garantiert werden, dass die Befragten die Regeln im Detail kennen und ihre Antworten somit korrekt und gültig sind. Deshalb zielten die Fragen zu Regeln primär auf deren wahrgenommene Wirkungen und schlossen die Beurteilung etablierter Praktiken ein. Die Regeln lassen sich auf die drei Kernaspekte Arbeit in, für und mit privaten Unternehmen, Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen und Freiräume hinsichtlich «privaten»

Abbildung C 5.10: Transferindikatoren der Institute nach Aktivitätsclustern, 2015–2017

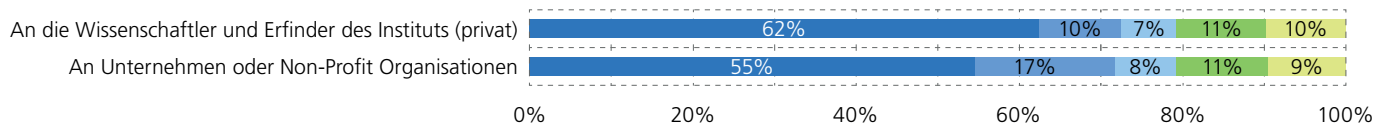


Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

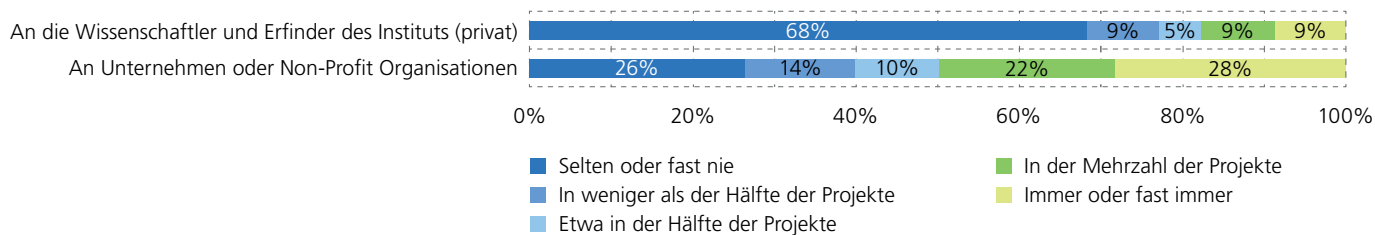
^alogarithmische Darstellung

Abbildung C 5.11: Praxis zur Abtretung des Eigentums von Wissen und Technologien nach Empfängern, 2015–2017

a) alle Institute



b) FH-Institute



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Projekten und Aktivitäten reduzieren.⁴ Differenziert man die Faktorwerte nach den Clustern mit unterschiedlichen Missionen aus a), dann zeigen sich zwei Gruppen von Instituten: einerseits Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung sowie Grundlageninstitute mit Anwendungsorientierung, in denen die Institute die Regeln konsistent mit ihrer Mission positiv beurteilen (Abbildung C 5.12); andererseits die zwei anderen Institutstypen, in denen die Regeln eher als hinderlich eingeschätzt werden.

Ad d) Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch und -transfer

Finanzielle oder soziale Anreize der Organisation an ihre Wissenschaftler können das Zustandekommen und den Erfolg von Kommerzialisierungsprojekten positiv beeinflussen; beziehungsweise Kommerzialisierungsanstrengungen sind geringer, falls entsprechende Anreize fehlen. Ergebnisse zu den positiven Effekten finanzieller Anreize wurden in verschiedenen Studien für die USA (Lach & Schankerman, 2004, 2008; Nelson, 2014) und für europäische Länder (Baldini, 2010; Barjak et al., 2015; Caldera & Debande, 2010) gezeigt. In über 70 % der befragten Schweizer Institute bzw. deren Organisationen kennen die befragten Leitungspersonen Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch und -transfer (z.B. für eine Patentanmeldung, einen Lizenzvertrag oder einen besonderen Forschungsvertrag). An erster Stelle stehen ideelle Belohnungen, das heisst soziale Belohnungen und Anerkennung (Abbildung C 5.13). An zweiter Stelle wird von etwas weniger als der Hälfte der Institute angegeben, dass besondere Leistungen auch bei Karriere- und Promotionsentscheiden berücksichtigt werden. Zusätzliche Ressourcen erhalten die Beschäftigten gemäss rund 30 % der Institute, per-

sönliche finanzielle Belohnungen nur gemäss 22 % der Institute. Diese Zahlen spiegeln die Wahrnehmung der Befragten wider, die sich von der tatsächlichen Rechtslage unterscheiden dürfte. Wenn bislang etwa keine solchen Belohnungen vergeben wurden, dann ist es möglich, dass den Befragten deren Existenz auf dem Papier gar nicht bekannt ist.

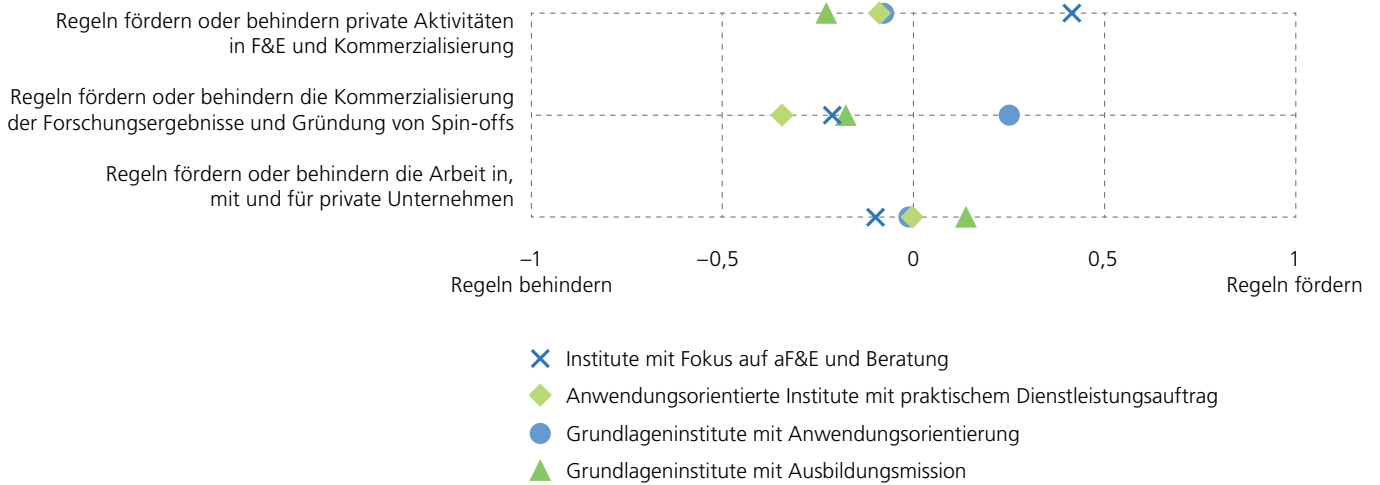
Finanzielle Belohnungen gibt es nach Ansicht der Befragten am häufigsten in ETH-Instituten, Belohnungen in Form von positiven Karriere- und Promotionseffekten in ausseruniversitären Instituten und Belohnungen in Form von zusätzlichen Ressourcen und Anerkennung in FH-Instituten (Abbildung C 5.14). Belohnungen sind ein Ausdruck der Organisationskultur. Im Vergleich der vier Typen wird wie zu erwarten deutlich, dass die Institute mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung jede Art der Belohnung am häufigsten kennen bzw. es am seltensten keine Belohnungen für Transferleistungen gibt. Anwendungsorientierte Institute belohnen gerne mit zusätzlichen Ressourcen, also etwa zusätzliche Zeit und Finanzierung für F&E.

Die Verbindungen dieser Anreize zum Wissensaustausch sind in der nachfolgenden Abbildung C 5.15 dargestellt. Dabei fallen zwei Punkte auf:

- Insgesamt wird die Bedeutung von kommerziellen, forschungsbasierten, lehrbasierten und informellen Transfermechanismen von Instituten als höher eingeschätzt, wenn eine Belohnung für Transferleistungen vergeben wird. Am deutlichsten ist der Zusammenhang zwischen finanziellen Belohnungen und der Kommerzialisierung akademischer Erfindungen.
- Wenn persönliche finanzielle Belohnungen bezahlt werden, dann sind die forschungsbezogenen Transfermechanismen und die Kommerzialisierungsindikatoren signifikant höher. Dies bestätigt sich in der Analyse mehrerer Variablen und unter Berücksichtigung einer Reihe von Kontrollvariablen.

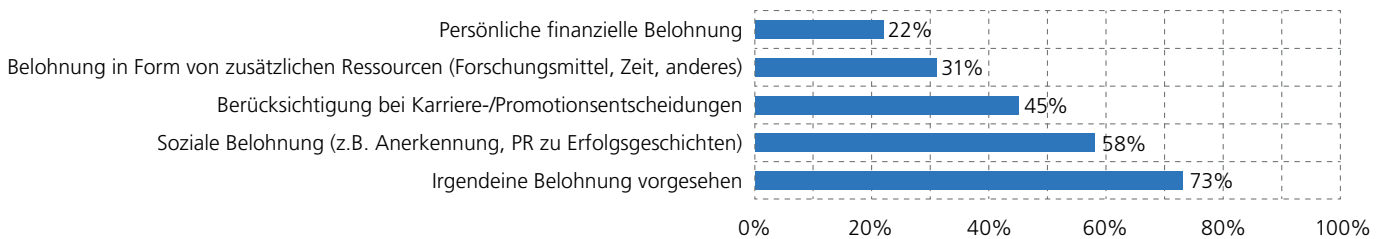
⁴ Dies das Ergebnis einer explorativen Hauptkomponentenanalyse der sechs Variablen. Die Daten eignen sich gut dafür mit einem KMO-Mass von 0.692 und allen Werten auf der Diagonale der AIC-Matrix über 0.6. Es werden drei Faktoren extrahiert, die 84% der Varianz erklären, und niedrige Faktor Cross-Loadings von unter 0.3 in allen Kombinationen aufweisen. Die drei Komponenten wurden mit der VARIMAX-Methode rotiert.

Abbildung C 5.12: Institute nach der Wirkung der Regeln der Organisation auf transferrelevante Aktivitäten, 2015–2017



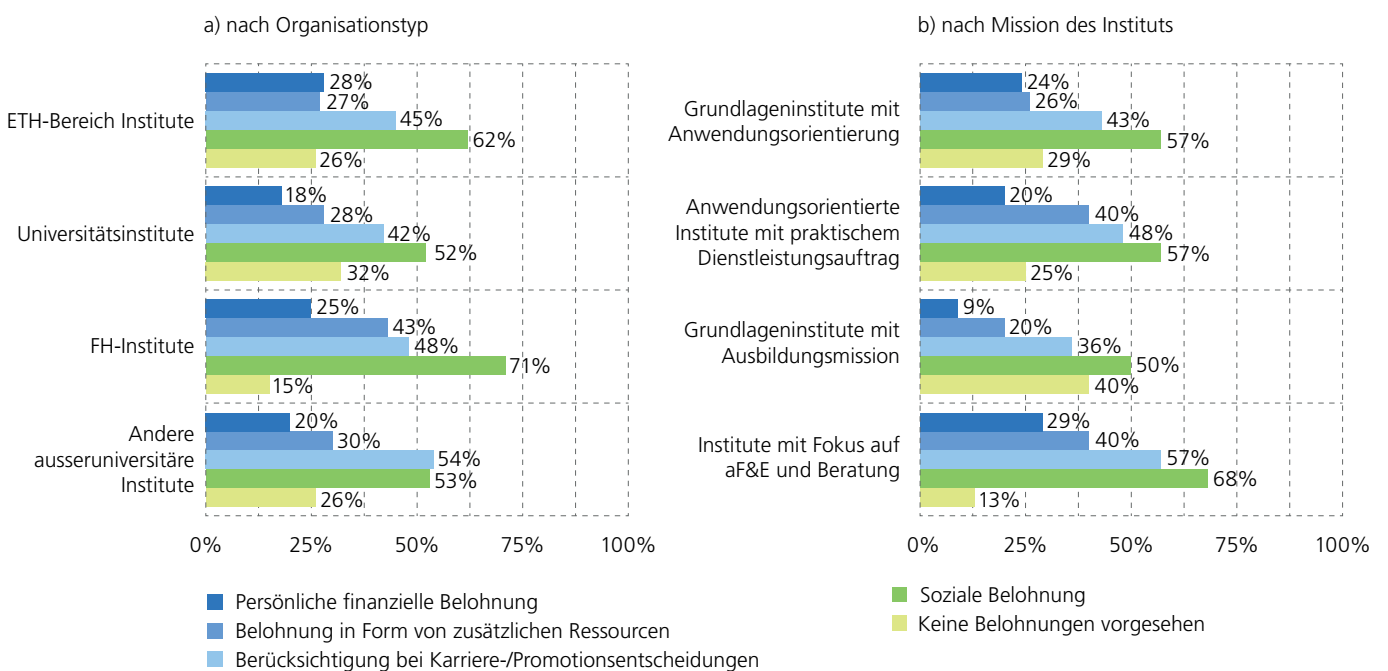
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.13: Anteil der Institute, die die Beschäftigten für besondere Leistungen im Wissensaustausch belohnen, 2015–2017



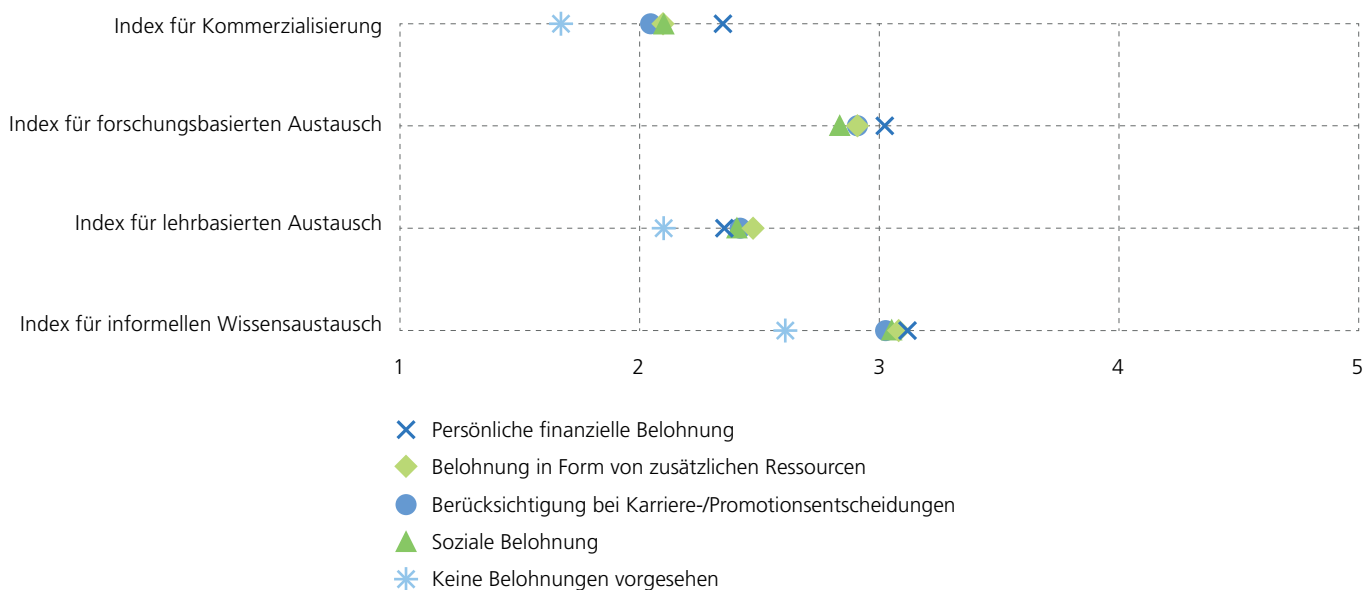
Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.14: Anteil der Institute mit Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch nach Art der Belohnung, Organisationstyp und Mission des Instituts, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.15: Bedeutung verschiedener Wissensaustauschformen nach eingesetzten Belohnungen (aggregierte Indizes), 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

5.3.2 Unterstützung durch intermediäre Organisationen

Der Wissens- und Technologietransfer wird schweizweit durch eine Vielzahl von intermediären Organisationen (IO) unterstützt, die im Auftrag von Bund, Kantonen, Gemeinden, Hochschulen und Forschungsorganisationen, Wirtschaftsverbänden, Branchenverbänden oder anderen Organisationen aktiv werden. Abstrahierend von der einzelnen Organisation wird nachfolgend ein Überblick darüber gegeben, wie die Bedeutung der verschiedenen Arten von IO einzuschätzen ist und welche Eigenschaften die als bedeutend eingestuftem Organisationen aufweisen. Mit der Bedeutung können die Intensität der Nutzung und die Wirkung der IO auf den Wissensaustausch annäherungsweise aufgezeigt werden.

Die mit Abstand grösste Bedeutung für den Wissensaustausch wird von den Instituten den Einrichtungen der öffentlichen Innovationsförderung zugewiesen (Abbildung C 5.16). Rund 40 % der Institute stufen diese als bedeutend oder sehr bedeutend ein. Wissens- und Technologietransferstellen werden von rund einem Viertel der Institute als bedeutend bezeichnet. Für alle weiteren erfragten Organisationstypen sind die Unterschiede gering. Jeweils 80 % der Institute oder mehr geben den Transferstellen keine oder nur sehr geringe Bedeutung. Hingegen geben ihnen weniger als 10 % grosse oder sehr grosse Bedeutung.

Die Breitenwirkung der verschiedenen intermediären Organisationen erscheint damit recht gering, mit Ausnahme der Innovationsförderung und der WTT-Stellen. Dieses eher negative Bild ist allerdings teilweise auch der Fragmentierung und Vielfalt der Organisationen und Initiativen geschuldet. Knapp die Hälfte der Institute gibt mindestens einer der sechs mehrheitlich als wenig

bedeutend eingestuftem IO mittlere oder grosse Bedeutung. Dieses «Innovationsökosystem» spielt also gleichwohl eine wichtige Rolle, beispielsweise für die vergleichsweise seltenen (siehe Tabelle C 5.1) akademischen Unternehmensgründungen (siehe Fallbeispiele 3 und 4).

Die Kommerzialisierung akademischer Erfindungen und die Bedeutung von intermediären Organisationen (IO) korrelieren (Abbildung C 5.17). Die Anzahl Patentanmeldungen, neue Lizenzverträge und Spin-offs sind in denjenigen Instituten, die angeben, dass die öffentliche Innovationsförderung, Fonds oder Zuschüsse für Kommerzialisierung, Proof-of-Concept und Entwicklung, WTT-Stellen sowie Innovations- oder Wissenschaftsparks eine grosse oder sehr grosse Bedeutung aufweisen, signifikant höher als bei den Instituten, die angeben, dass diese IO nur eine mittlere oder geringe Bedeutung haben. Allerdings kann mit solchen Querschnittsdaten keine Kausalität begründet werden. Auch ist mit den vorliegenden Daten nicht zu beantworten, ob die IO ursächlich zu den höheren Kommerzialisierungsindikatoren in den Instituten beigetragen haben.

Die Institute wurden weiterhin gebeten, je eine als bedeutend und eine als unbedeutend eingestufte intermediäre Organisation zu beschreiben. Die Beschreibung erfolgte auf einer Siebenpunkteskala: 1) organisatorische Nähe (intern / extern), 2) Beteiligung privater Unternehmen, 3) geographische Nähe, 4) fachliche Nähe, 5) Marktkenntnisse, 6) Flexibilität im Leistungsangebot und 7) Durchführung interessanter Veranstaltungen. Abbildung C 5.18 gibt die Vertrauensintervalle des arithmetischen Mittelwertes für diese Eigenschaften wieder, wobei die blauen Linien für als bedeutend bewertete IO stehen und die grünen Linien für als unbedeutend bewertete.

Intermediäre Organisationen (IO) und ihr Einfluss auf den Wissensaustausch

1) Staatliche Innovationsagenturen und Förderorganisationen: Sie fördern den Wissensaustausch auf vielfältige Art und Weise, etwa durch die (Ko-)Finanzierung von F&E-Projekten, durch die Unterstützung akademischen Unternehmertums oder Vernetzungsangebote. Die Zusammenfassungen der Literatur bestätigten den grundsätzlichen Nutzen einer Förderung (Becker, 2015; Beck et al., 2018), und auch Analysen der Schweizer Förderung haben positive Effekte ermittelt (Arvanitis et al., 2010).

2) Wissens- und Technologietransferstellen (WTT-Stellen): Sie sind der bekannteste IO-Typ zur Förderung des Wissensaustauschs und der Wissenskommerzialisierung. Ihre Existenz korreliert in vielen Studien positiv mit den Transferaktivitäten von Wissenschaftsorganisationen (Ambos et al., 2008; Baldini, 2010; Fini et al., 2017; Perkmann et al., 2013; Villani et al., 2017).

3) Inkubatoren und Wissenschaftsparks: Sie sind in den letzten 30 Jahren weltweit in grosser Zahl entstanden. Studien ermitteln grosse Unterschiede zwischen Inkubatorotypen, etwa in Abhängigkeit ihrer Forschungsorientierung, des Standorts (On campus oder Off campus), der Art der Beteiligung von Hochschulen und F&E-Organisationen, des Fokus auf neue oder bestehende Unternehmen und nicht zuletzt der angebotenen Leistungen (Minguillo & Thelwall, 2015). Dies dürfte wenigstens zum Teil auch erklären, warum sich die Resultate zum Zusammenhang zwischen Inkubatoren und akademischem Unternehmertum partiell widersprechen (Caldera & Debande, 2010; Di Gregorio & Shane, 2003; Fini et al., 2011; González-Pernía et al., 2013).

Proof-of-Concept-Zentren haben manche Gemeinsamkeiten mit Inkubatoren, finanzieren aber statt Gebäude und Infrastruktur kommerziell aussichtsreiche Projekte in der Proof-of-Concept-Phase (Bradley, Hayter, & Link, 2013; Gulbranson & Audretsch, 2008). Bislang liegen nur wenige Studien vor, wobei aber eher positive Effekte auf die Gründungstätigkeit der Hochschulen ermittelt wurden (Hayter & Link, 2015).

4) Fonds und Zuschüsse zur Finanzierung von Start-ups: Sie werden in vielen Ländern weltweit eingesetzt, um die Barrieren gegen akademisches Unternehmertum zu senken. Akademiker mit Gründungsabsichten werden bei der Entwicklung einer Geschäftsidee unterstützt, die vormarktlche Technologieentwicklung (ko-)finanziert oder fehlendes privates Risikokapital in der Frühphase von akademischen Unternehmensgründungen kompensiert (Kochenkova et al., 2016). In der Schweiz haben «aktive Programme», die ausser Geld auch Beratung, Unterstützung beim Kompetenzaufbau und Vernetzung bieten, Tradition. Eine Evaluation der durch die Innosuisse unterstützten Start-ups in der Schweiz hat gezeigt, dass Zertifizierungseffekte (wie Innosuisse-Zertifikat) und positive Auswirkungen auf die Unternehmensentwicklung und Risikokapitalfinanzierung auch dann auftreten, wenn die öffentliche Hand keine Finanzierung gibt, sondern «nur» durch Selektion, Training und Coaching Informationsasymmetrien reduziert (Gantenbein et al., 2011).

5) Kooperative Forschungszentren: Sie gehören einer Hochschule oder Forschungsorganisation an, sind interdisziplinär zusammengesetzt und fördern primär sektorenübergreifende Kooperationen und Wissens- und Technologietransfer (Boardman & Gray, 2010). Positive Effekte wurden insbesondere für US-amerikanische Forschungsuniversitäten ermittelt (Boardman & Corley, 2008; Boardman, 2009).

6) Clusterorganisationen: Cluster, geographische Konzentrationen von Unternehmen und anderen Organisationen, die miteinander kooperieren, sich aber fallbezogen auch konkurrenzieren (Porter, 2008), und Clusterinitiativen, also initiierte und organisierte Cluster (Lindqvist et al., 2003, 2013), setzen für das Management Clusterorganisationen ein. Die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft gehört dabei vielfach zu den zentralen Aufgaben von Clusterorganisationen (Lindqvist et al., 2003, 2013). Dass dies gelingen kann, haben etwa Töpfer et al. (2017) am Beispiel der ersten fünf Spitzencluster in Deutschland gezeigt.

Fallbeispiel 3: IRsweep – schnelle und hochpräzise Spektroskopie auf der Basis von Chiplasern

IRsweep ist ein 2014 gegründetes Spin-off der ETH Zürich und Empa. Es nutzt das Wissen und Know-how beider Organisationen, um ein Infrarot-Spektrometer mit einem optischen Frequenzkamm auf der Basis eines Quantenkaskadenlasers zu kommerzialisieren. Die Vorteile eines solchen Spektrometers gegenüber den herkömmlichen Fourier-Transformed Infrared Spektrometern bei der Analyse von Gasen und Flüssigkeiten liegen darin, dass es schnelle und hochauflösende Messungen in einem Wellenlängenbereich ermöglicht, der durch andere Lasertypen kaum erschlossen wird. Gleichzeitig ist die Laserquelle sehr klein und miniaturisierbar. Dadurch ist sie für mobile Geräte gut verwendbar.

Die Gründung des Spin-offs IRsweep von Doktoranden der ETH Zürich und einem Post-Doc der Empa ist ein gutes Beispiel für eine akademische Unternehmensgründung im Schweizer «Innovationsökosystem». Die drei Gründer arbeiteten in der Grundlagenforschung mit Anspruch auf globale Exzellenz, waren aber ausserdem mit praktischen Fragen konfrontiert wie der Messung von Spurengasen in Umwelt, Industrie und Medizin sowie der Entwicklung hochpräziser Messgeräte. Diese Verbindung aus Grundlagen- und angewandter Forschung sowie die Kombination von komplementärem Wissen und Know-how zu chipbasierten Lasern und Spektrometern bildeten letzten Endes die technische Wissensbasis für das Unternehmen.

Die Durchquerung des «Valley of Death», also der durch hohe Kosten und niedrige Erlöse gekennzeichneten Phase der Technologie- und Produktentwicklung zwischen dem Proof-of-

Concept und dem Markterfolg, hat IRsweep auch durch die Unterstützung dieses «Innovationsökosystems» (bis heute) erfolgreich bewältigt:

- 1) Durch Start-up-Programme, allen voran das Pioneer Fellowship der ETH, und Start-up-Wettbewerbe hat das Unternehmen Sichtbarkeit erlangt, Management-Know-how aufgebaut, sein Netzwerk erweitert und nicht zuletzt Seed Money erhalten.
- 2) Durch die Beteiligung an nationalen wie internationalen Ausschreibungen für F&E-Projekte mit ihren Mutterorganisationen, ETH Zürich und Empa, und weiteren Partnern in der Schweiz und im Ausland wurden ebenfalls Mittel für die Technologieentwicklung akquiriert sowie das Netzwerk erweitert.
- 3) Dank des Engagements der akademischen Mutterorganisationen zur Kommerzialisierung ihrer Erfindungen durch Schweizer Unternehmen wurde IRsweep grundsätzlich Unterstützung zuteil, etwa vorteilhafte Arbeitsbedingungen für die Gründer oder Nutzungsrechte am geistigen Eigentum.
- 4) Weiter haben auch die Unterstützung durch Clusterorganisationen (hier Swiss Photonics), insbesondere durch guten Rat und Vernetzung, den Unternehmern beim Treffen der richtigen Entscheidungen geholfen.
- 5) Nicht zuletzt brauchte es einen Geldgeber, der bereit war, die hohen Entwicklungs- und Markteinführungskosten zu tragen. IRsweep hat dafür ein am Markt etabliertes Schweizer Industrieunternehmen gefunden und kann somit einigermassen optimistisch in die Zukunft blicken.

Für vier der sieben Eigenschaften überlappen sich die Intervalle nicht. Diese stellen damit mit grosser Wahrscheinlichkeit relevante Eigenschaften für die unterschiedlichen Bewertungen der Bedeutung der IO dar:

- Bedeutende IO haben eine etwas stärkere interne Verankerung in der Organisation, während unbedeutende etwa gleichgewichtig intern und extern getragen werden.
- Ein deutlicher Unterschied besteht hinsichtlich der Fachkompetenz und -spezialisierung: Bedeutende IO werden als fachkompetent charakterisiert, weniger bedeutende IO als eher fachübergreifend.
- Kenntnis von Märkten und Kunden ist eine weitere Eigenschaft von intermediären Organisationen, die höhere Bedeutung bei der Unterstützung von Wissensaustausch und der Zusammenarbeit mit Unternehmen erzielen. Sie steuern damit vermutlich komplementäres Wissen bei, das in den Instituten selbst nicht vorhanden ist.
- Schliesslich ist die Durchführung von interessanten Veranstaltungen ein wichtiges Leistungsmerkmal, das zur Bedeutung einer IO beizutragen scheint.

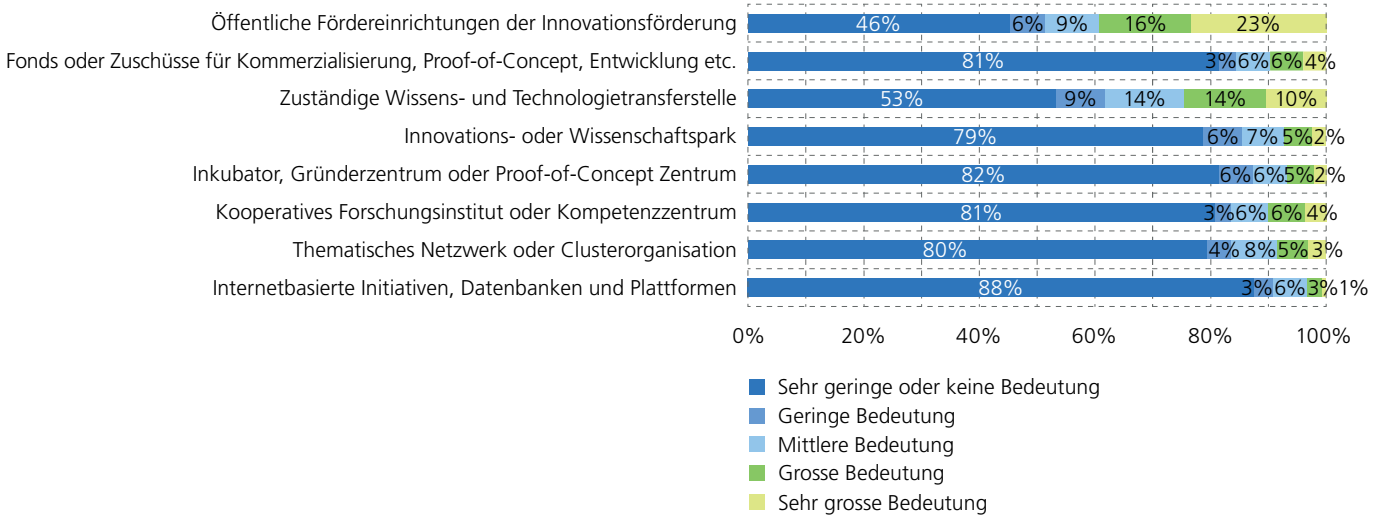
Bedeutende wie auch unbedeutende IO unterscheiden sich nicht signifikant hinsichtlich der Beteiligung von privaten Unternehmen, geographischen Distanz zum Institut und Flexibilität der Leistungsportfolios.

5.3.3 Motive für und Hemmnisse gegen den Wissensaustausch

Frühere Studien zu den Motiven, Zielen oder zum erwarteten Nutzen für ein Engagement in der Wissenskommersialisierung und Industriekooperationen weisen auf vier wesentliche Gruppen von Motiven hin (Ankrah et al., 2013; Arvanitis et al., 2008c; Muscio & Vallanti, 2014; Ramos-Vielba et al., 2016): a) finanzielle Motive, b) wissens- und anwendungsbezogene Motive, c) Qualifikations- und Reputationsmotive und d) kostenseitige Motive.

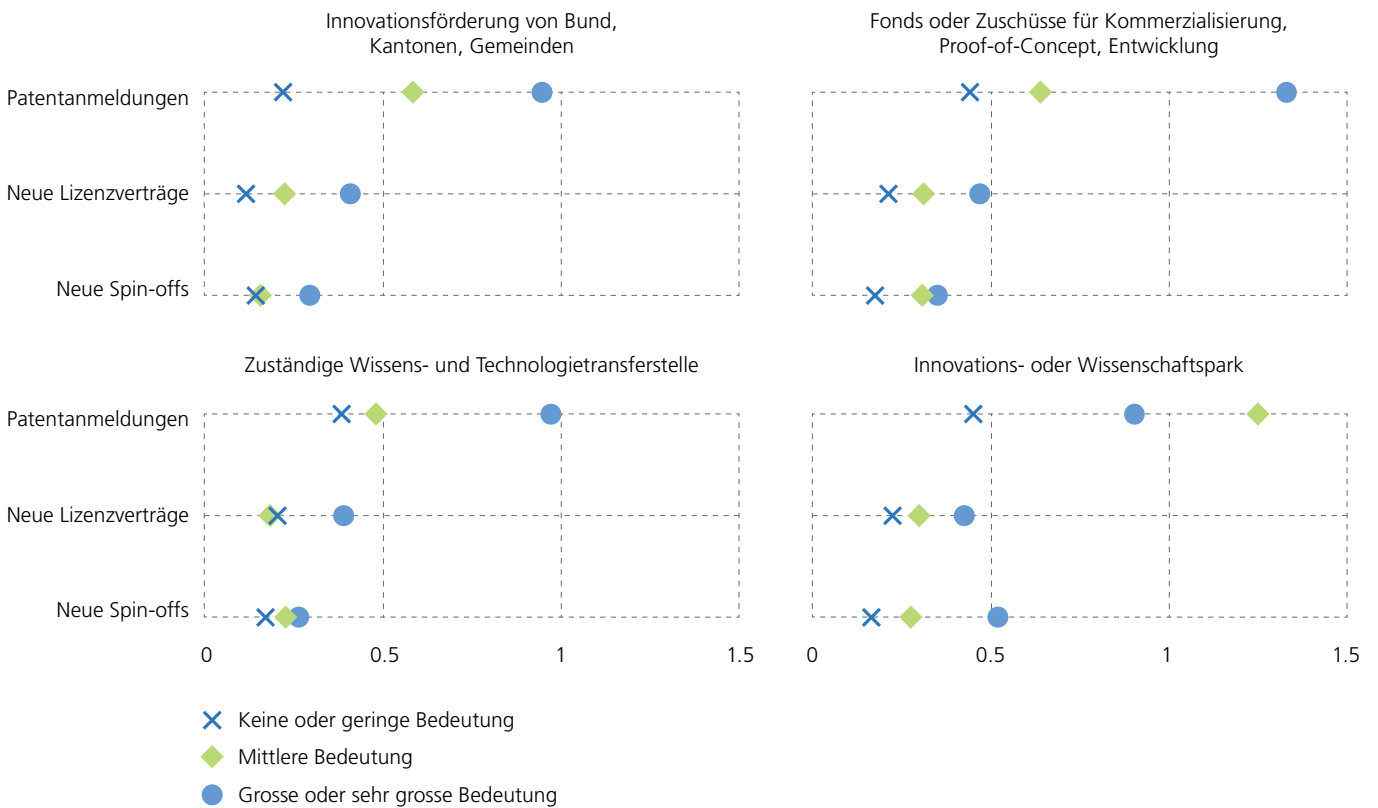
Die Stärkung der Forschung, zusätzliche Forschungsmittel und die Lösung praktischer Probleme werden von mehr als der Hälfte aller Institute als bedeutend oder sehr bedeutend beurteilt, wo-

Abbildung C 5.16: Bedeutung der zur Verfügung stehenden intermediären Organisationen für den Wissensaustausch der Institute, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.17: Indikatoren für die Kommerzialisierung von akademischen Erfindungen nach der Bedeutung von intermediären Organisationen pro 10 Wissenschaftler, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Fallbeispiel 4: SUN bioscience – die Industrialisierung des standardisierten Wachstums von Organoiden

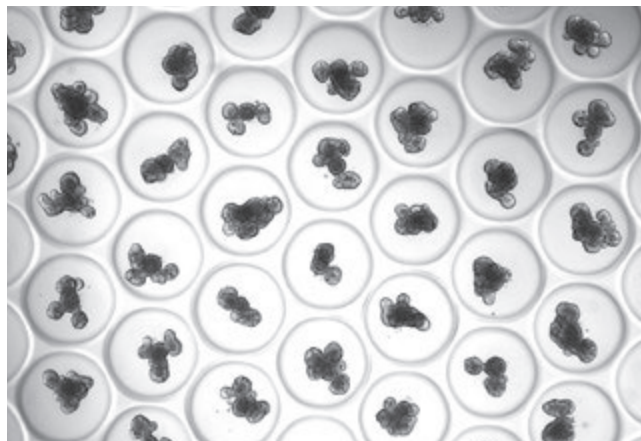
Das Spin-off SUN bioscience der EPFL wurde 2016 von zwei Bioingenieurinnen und Ex-Doktorandinnen gegründet, um eine Technologie zu kommerzialisieren, mit der sich beliebige dreidimensionale Zellstrukturen effizient und exakt industriell herstellen lassen. Solche 3D-Zellstrukturen aus Stammzellen sind die Basis für sogenannte Organoiden, funktionale Miniatur-Nachbildungen beliebiger Körperorgane, die neue Möglichkeiten für die personalisierte Medizin bieten.

Nach der Entwicklung der Zellkulturplatten und des Hydrogels zur Kultivierung der Stammzellen bildete die Automatisierung der Produktion der Platten die zentrale technische Herausforderung. Sie wurde erfolgreich gelöst. Unter dem Markennamen Gri3D™ wurde die Technologie 2018 in den Markt eingeführt.

In den Jahren 2014 bis 2018, im Vorfeld der Gründung und in der Startphase, wurden die Gründerinnen und das Unternehmen durch zahlreiche Organisationen unterstützt, die kantonal, national oder international agieren:

- 1) Die EPFL selbst unterstützte die Gründerinnen mit einem Innogrant, dank dem sie während eines Jahres die Unternehmensidee im Rahmen ihrer Anstellung an der EPFL weiterentwickeln konnten.
- 2) Die Innosuisse ko-finanzierte ein gemeinsames F&E-Projekt von SUN bioscience und dem Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) in Neuchâtel, in dem ein Prototyp des Fertigungsroboters entwickelt wurde.
- 3) Innovaud und die Fondation pour l'Innovation technologique (FIT), Förderorganisationen im Kanton Waadt, sprachen ebenfalls Gelder in der Startphase.

Gri3D™ Organoid Population



Quelle: Sun bioscience (<https://sunbioscience.ch/technology/>)

- 4) Die Europäische Union (mittels European Institute for Innovation & Technology EIT und Horizon 2020) sowie die W. A. de Vigier Stiftung in Solothurn prämierten das Unternehmen in Wettbewerben und sprachen Projektmittel.
- 5) Schliesslich trugen der Standort des Unternehmens im EPFL Innovation Park und die guten Beziehungen zu EPFL und CSEM zum Aufbau von Kontakten in der Branche und zu Kunden bei.

hingegen der Zugang zu firmeneigener Ausrüstung und Fähigkeiten, die Förderung der regionalen Entwicklung und die Kooperation zur Einwerbung öffentlicher Mittel mehrheitlich als unbedeutend oder wenig bedeutend eingestuft werden. Damit erscheinen unter den Schweizer Instituten wissens- und anwendungsbezogene Motive für den Wissensaustausch am stärksten ausgeprägt.

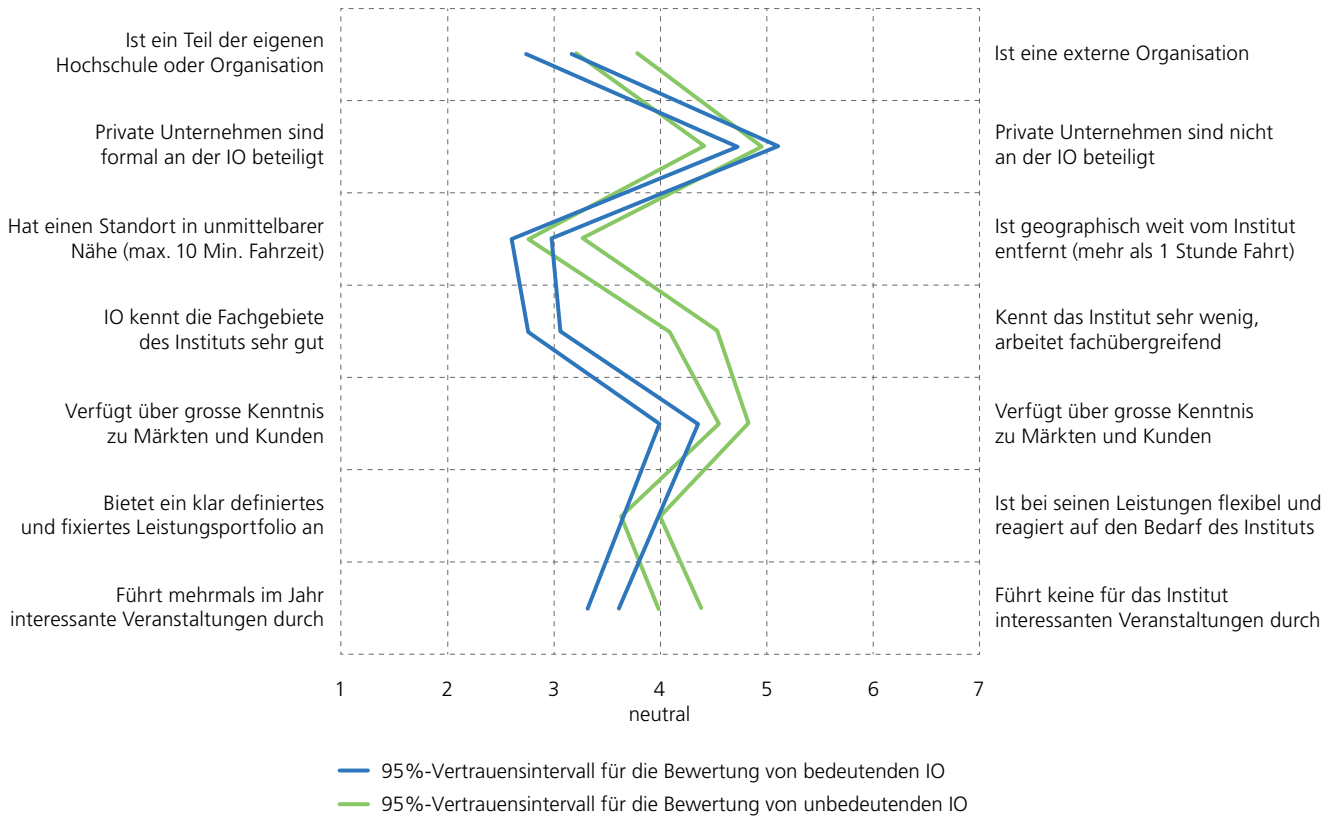
Gemäss der einschlägigen Literatur (Arvanitis et al., 2008c; Galán-Muros & Plewa, 2016; Muscio & Vallanti, 2014) können Hemmnisse oder Barrieren gegen den Wissensaustausch in Wissenschaftsorganisationen bestehen aus: a) Informationslücken und fehlendem Support, b) Konflikten mit anderen Aufgaben in Lehre und Forschung, c) den bearbeiteten Forschungsthemen, d) den Eigenschaften der Unternehmen und e) fehlender Finanzierung.

Die Institute geben der zu hohen Belastung durch den Unterricht und durch andere Aufgaben die grösste Bedeutung. An zweiter Stelle werden von rund 40 % der Institute fehlende Ressourcen

in Unternehmen und Finanzierungsschwierigkeiten allgemein als bedeutende Hemmnisse genannt. Alle anderen Hemmnisse haben verhältnismässig geringere Bedeutung.

Im Vergleich zwischen dem ETH-Bereich, den Universitäten, Fachhochschulen und ausseruniversitären Instituten wird deutlich, dass FH-Institute eine deutlich stärker ausgeprägte Motivation für den Wissensaustausch aufweisen als die Institute der anderen Organisationstypen. Sie verweisen weniger häufig als andere Institute auf Konflikte mit der Grundlagenforschung oder zu hohe Anforderungen der Unternehmen an das geistige Eigentum und dessen Geheimhaltung. Im Gegenzug geben sie aber der Unterrichtsbelastung und Finanzierungsproblemen einen höheren Stellenwert (Abbildung C 5.21). Für Institute der ETH-Organisationen sind dagegen zu geringe Ressourcen in Unternehmen das wichtigste Hemmnis für den Wissensaustausch.

Abbildung C 5.18: Eigenschaften als bedeutend und als unbedeutend klassifizierter intermediärer Organisationen, 2015–2017



Lesehilfe: Das blaue Profil beschreibt IO, die als bedeutend eingestuft wurden, das grüne Profil unbedeutende IO. Bei der ersten Teilfrage («Ist die IO ein Teil der Hochschule/ Organisation oder eine externe Organisation?»), die wie alle Teilfragen auf einer Skala von 1–7 beantwortet werden konnte, beträgt der Mittelwert für bedeutende IO 2,95 und für unbedeutende 3,5. Anstelle dieser Punktschätzer werden hier die 95%-Vertrauensintervalle dargestellt: für bedeutende IO [2,74; 3,16] und für unbedeutende IO [3,21; 3,79]. Da sich diese Intervalle nicht überlappen, ist die Aussage zulässig, dass bedeutende IO signifikant häufiger aus Sicht der Institute Teile der eigenen Hochschule/ Organisation sind als unbedeutende IO. Wenn die Intervalle überlappen (wie z.B. im Fall der Beteiligung privater Unternehmen), gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen bedeutenden IOs.

Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.19: Bedeutung von Motiven und Zielen für den Wissensaustausch, 2015–2017

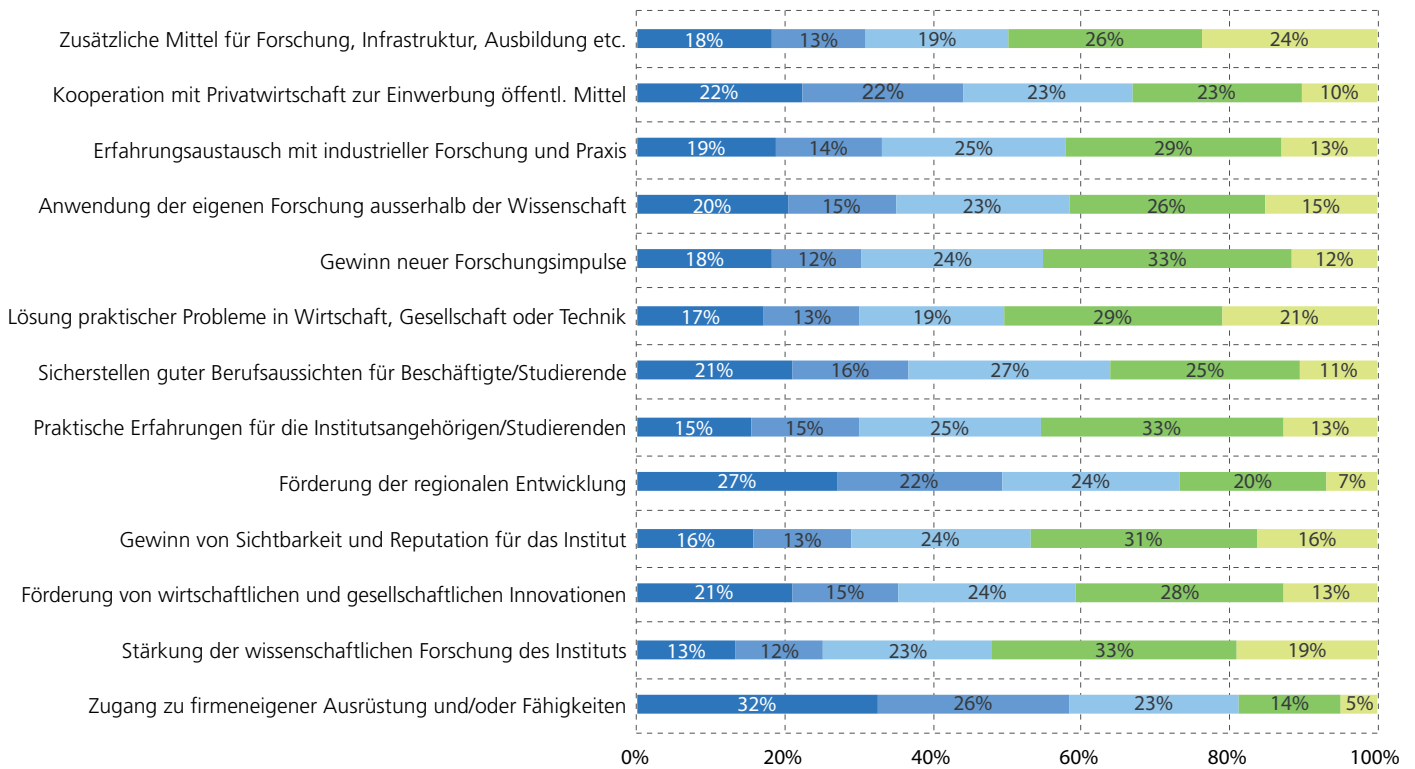
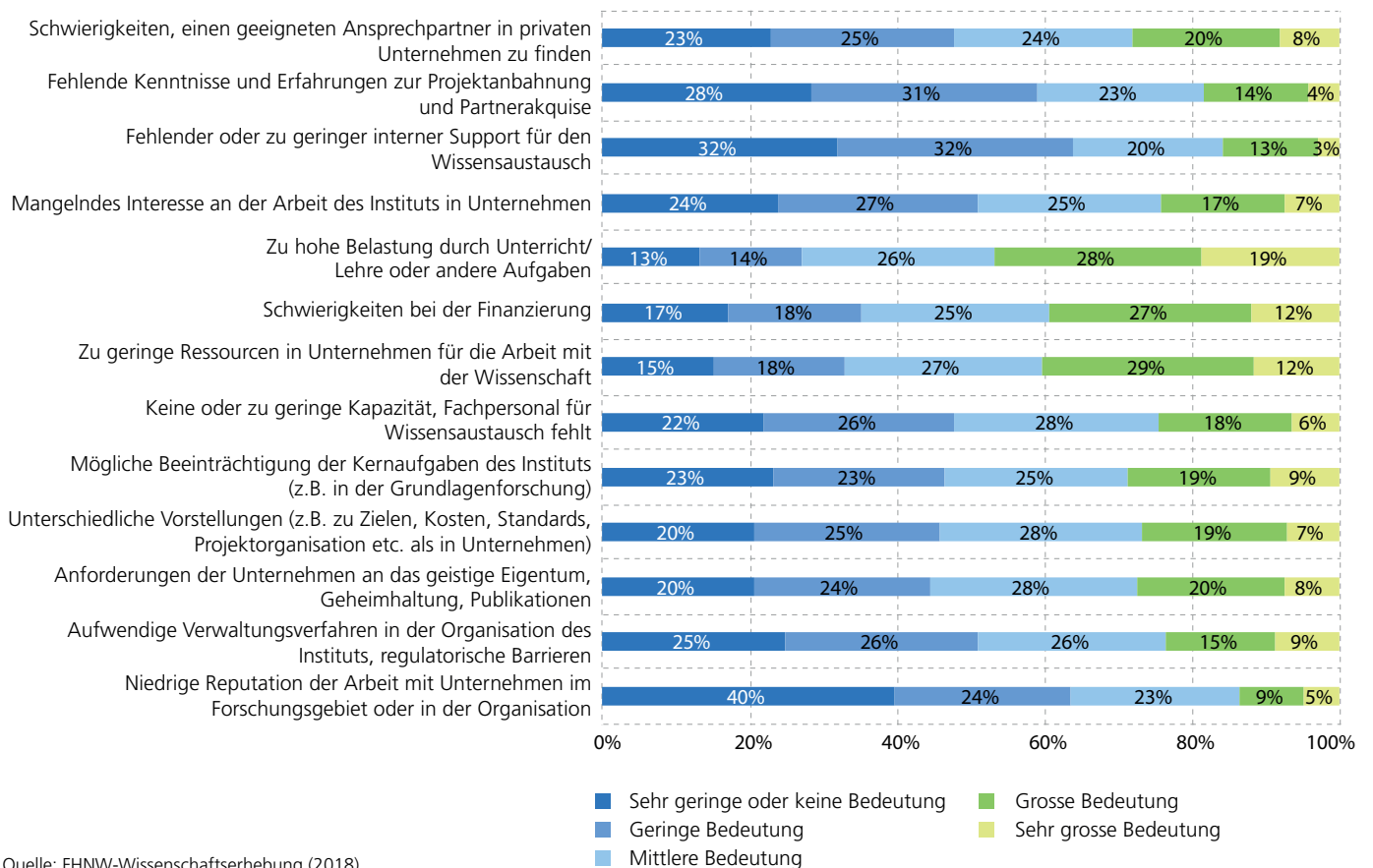
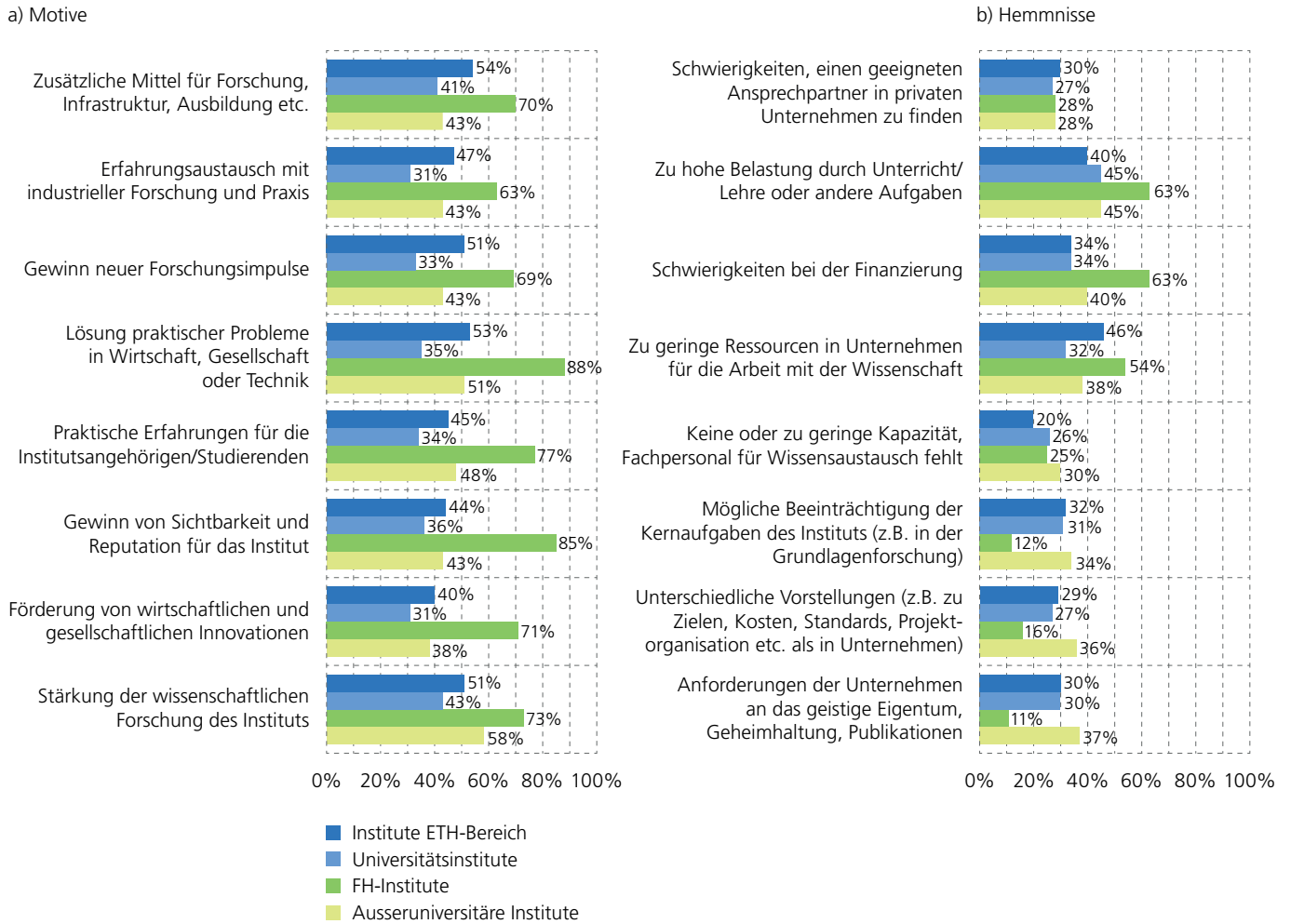


Abbildung C 5.20: Bedeutung von Hemmnissen und Barrieren im Wissensaustausch, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Abbildung C 5.21: Anteil der Institute mit bedeutenden Motiven für und mit Hemmnissen gegen den Wissensaustausch nach Organisationstyp und Motiv/Hemmnis, 2015–2017



Quelle: FHNW-Wissenschaftserhebung (2018)

Warum scheitern Transferprojekte?

Abgesehen davon, dass Projekte des Wissensaustauschs wegen geringer Motivation oder diverser Hemmnisse nicht zustande kommen, scheitern Projekte auch im Prozess. Experten aus Schweizer Hochschulen und Forschungseinrichtungen stimmen überein, dass der Erfolg und das Scheitern von Transferprojekten kaum zuverlässig gemessen werden können. Dies liegt an den teilweise sehr langen Projektzyklen und Zeiträumen zwischen

Durchführung und dem Eintreten der Wirkungen, vielfältigen Einflüssen auf den Erfolg und nicht zuletzt fehlenden Einblicken auf der Wissenschaftsseite in die wirtschaftliche Performance eines Projekts nach seinem Abschluss. Die nachfolgende Tabelle stellt einen Versuch dar, Ursachen für das Scheitern differenziert zwischen drei Projektarten und sechs Gruppen von Beteiligten zusammenzufassen.

Ursachen für das Scheitern von Transferprojekten nach Beteiligten

	F&E-Projekte	Kommerzialisierung von Hochschulerfindungen mit bestehenden Unternehmen	Kommerzialisierung von Hochschulerfindungen mittels Spin-Off
1) Hochschule, F&E-Einrichtung	Stellenwert des WTT zu gering; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte; Personalengpässe; Infrastruktur voll ausgelastet	Stellenwert des WTT zu gering; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte	Stellenwert des WTT zu gering
2) WTT-Stelle (TTO)	Uneinigkeit zwischen TTO und Unternehmen zu den Konditionen (IP, Publikation)	Uneinigkeit zwischen TTO und Unternehmen zu den Konditionen (Lizenzen); negative Evaluation der Schützbarkeit (gestützt durch IGE); unzureichende personelle und finanzielle Ausstattung des TTO	Uneinigkeit zwischen TTO und Unternehmen zu den Konditionen (Lizenzen)
3) Forschende	Forscher wechseln die Organisation; Forschung / Technologie erfüllen Erwartungen nicht; unzureichendes Projektmanagement	Forschung / Technologie erfüllen Anforderungen nicht; «Undue disclosure», d.h. Publikation verhindert Patentschutz; geringes / fehlendes kommerzielles Gespür; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte; ökonomisch unerfahrene Forscher	Forschung / Technologie erfüllen Erwartungen nicht; ökonomisch unerfahrene Forscher
4) Unternehmen	Strategieveränderung in Folge von Reorganisationen, Eigentümerwechseln; negative Evaluation der Technologie; fehlendes Bewusstsein, Zeit und finanzielle Ressourcen für F&E-Projekte; falsche Erwartungen an F&E-Projekte; falsche Einschätzung der Kundenbedürfnisse	Negative Evaluation der Technologie; zu wenige Ressourcen für WTT-Projekte; fehlender interner «Champion»; Mitarbeiterfluktuation; fehlende Transfererfahrung	falsche Einschätzung von Markt / Kundenbedürfnissen
5) Geldgeber und Investoren	fehlende Finanzierung für angewandte F&E	fehlende Finanzierung für Proof-of-Concept, Prototypen, klinische Tests	Vertrauensverlust bei fehlenden Erfolgen; ausbleibende Finanzierung; Uneinigkeit zwischen TTO und Investoren zu den Konditionen
6) Beratende, IO	Geographie der Berater (regional, lokal) passt nicht zur Geographie der F&E	–	wenig kompetente Berater erschweren die Verhandlungen

5.4 Schlussfolgerungen

Die Beteiligung der Institute am Wissensaustausch ist beachtlich hoch. Mehr als drei Viertel aller Institute haben zwischen 2015 und 2017 mit Unternehmen in der Schweiz zusammengearbeitet und über 60 % mit Unternehmen im Ausland. Diese Zusammenarbeit erfolgt primär aus wissens- und anwendungsbezogenen Motiven und soll aus Sicht der Institute die Forschung stärken und helfen, praktische Probleme in Wirtschaft und Gesellschaft zu lösen. Zudem dient sie der zusätzlichen Finanzierung der Forschung (Drittmittel). Die grosse Internationalität ist zentral, weil sie den Zugang zu Kompetenzen und Ressourcen gestattet, über welche die Schweiz nicht verfügt.

Je nach Organisation (ETH-Bereich, Universität, FH, ausseruniversitäres Forschungsinstitut), Fachgebiet und Grösse unterscheiden sich die Intensität der Beteiligung im Wissensaustausch, die Partner und die eingesetzten Mechanismen und Formen:

- Der Wissensaustausch bildet für Institute mit einem Fokus auf angewandte F&E und Beratung, etwas mehr als ein Fünftel aller Institute, eine Kernaufgabe. Diese primär ingenieurwissenschaftlichen und FH-Institute arbeiten auf vielen Wegen und unter Nutzung der ganzen Bandbreite formaler und informeller Instrumente mit Unternehmen zusammen. Sie setzen am häufigsten auch Anreize in der Form von Belohnungen für besondere Leistungen im Wissensaustausch ein und gestalten ihre Regeln positiv für die Arbeit in, für und mit privaten Unternehmen aus. Als weniger positiv werden von diesen Instituten die Regeln für die Gründung von Spin-offs und allgemein Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen wahrgenommen. Hier scheinen noch weitere Abklärungen notwendig, worin genau Optimierungsbedarf und -potenziale bestehen.
- Die Hälfte aller Institute lässt sich gemäss ihrer Mission als Grundlageninstitute mit Anwendungsorientierung bezeichnen. Sie gehören etwa zu gleichen Teilen Universitäten und dem ETH-Bereich an (und zu 10 % ausseruniversitären Organisationen). Für sie stehen Grundlagenforschung an erster und die Ausbildung von Doktoranden an zweiter Stelle, angewandte F&E und Lehre auf Bachelor- und Masterebene folgen in der Bedeutungsskala. Abgesehen von der angewandten F&E kommerzialisieren diese Institute ihr Wissen ebenso häufig wie die erste Gruppe über Lizenzen oder Spin-offs und verfügen auch über interne Regelungen und eine Organisationskultur, die dies unterstützen. Trotz der expliziten Anwendungsorientierung arbeiten sie aber vergleichsweise wenig in Forschung und Lehre mit Unternehmen zusammen. Grund dafür sind fehlende Erfahrungen sowie Vorbehalte gegenüber der Praxis in Unternehmen und den Anforderungen an Geheimhaltung oder Publikationen. Wenn es gelingt, solche Vorbehalte abzubauen und die Vereinbarkeit von Open Science mit der Arbeit mit Unternehmen zu garantieren, dann wäre dies für den Wissensaustausch ohne Zweifel förderlich.
- Die beiden verbleibenden Typen, Grundlageninstitute mit Ausbildungsmission und anwendungsorientierte Institute mit praktischem Dienstleistungsauftrag, machen zusammen 30 % der Institute aus. In sieben von zehn Fällen sind es Universitätsinstitute. Ihr Fokus liegt neben der Forschung entweder auf der

Lehre oder auf praktischen Dienstleistungen für die Gesellschaft. Sie gehören zu den Naturwissenschaften, der Medizin oder den Agrarwissenschaften und geben mit Abstand die geringste Motivation zur Arbeit mit privaten Unternehmen an. Sie weisen am häufigsten auf ein geringes Interesse privater Unternehmen an ihrer Arbeit, fehlende Kapazitäten, mögliche Konflikte zwischen Wissensaustausch und anderen Aufgaben und interne regulatorische Barrieren hin. Interne Anreize zur Beteiligung im Wissensaustausch sind zwar vorhanden, aber sie zeigen aus den genannten Gründen nur eine geringe Wirkung. Ansatzpunkte zur Steigerung des Wissensaustauschs bestehen in erster Linie über die lehrbasierten Mechanismen (beides Typen der Grundlageninstitute) und zusätzliche Ressourcen (anwendungsorientierte Institute mit Dienstleistungsauftrag).

Das Innovationsökosystem der Schweiz verfügt über eine Vielzahl verschiedener intermediärer Organisationen (IO), die im Auftrag von Bund, Kantonen, Gemeinden, Hochschulen, Wirtschaftsorganisationen, Stiftungen oder anderen gesellschaftlichen Gruppen den Wissensaustausch befördern. Die grösste Bedeutung ordnen die befragten Institute der (finanziellen) öffentlichen Innovationsförderung zu, gefolgt von den Wissens- und Technologietransferstellen. Weitere Organisationstypen werden von 80 bis 90 % der Institute als wenig bedeutend bezeichnet. Sie weisen damit eine geringe Breitenwirkung auf. Es handelt sich um Innovations- oder Wissenschaftsparks, Inkubatoren und Gründerzentren, Fonds oder Zuschüsse für Entwicklung und Kommerzialisierung, kooperative Forschungszentren, Clusterorganisationen und internetbasierte Tools. Die Vielfalt und Fragmentierung der IO ist für dieses Bild mitverantwortlich.

Die Analyse zeigt gleichwohl, dass einzelne IO wichtig sind, auch wenn sie über alle Institute hinweg eher selten genutzt werden: Die Bedeutung von Fonds oder Zuschüssen für Entwicklung und Kommerzialisierung sowie Innovations- oder Wissenschaftsparks aus Sicht der Institute korrelieren positiv mit ihrem Abschneiden bei den Kommerzialisierungsindikatoren (Patente, Lizenzen, Spin-offs). Auch in den Spin-off-Fallstudien wurden positive Leistungen intermediärer Organisationen deutlich.

Bedeutende IO unterscheiden sich von den weniger bedeutenden IO dadurch, dass sie eine etwas stärkere interne Verankerung in der Organisation haben, stärker fachspezifisch und weniger fachübergreifend arbeiten, Kenntnis zu Märkten und Kunden mitbringen und aus Sicht der Wissenschaft interessante Veranstaltungen durchführen. An diesen Ergebnissen und Charakteristiken kann die Arbeit der IO anknüpfen:

- Sie könnten ihre Sichtbarkeit und Wahrnehmung und damit auch ihre Effektivität steigern, wenn sie die häufigen kleinen und unkoordinierten Veranstaltungen durch eine geringere Anzahl grösserer, gemeinschaftlich getragener und hochwertig besetzter Veranstaltungen ergänzen oder sogar ersetzen würden.
- Solche Veranstaltungen sollten fachspezifisch sein, wie auch die anderen Unterstützungs- und Vernetzungsaktivitäten. Die fachliche Fokussierung und der fachspezifische Kompetenzaufbau sollten hohe Priorität in jeder IO erhalten.

- Nicht zuletzt fehlen den Instituten in vielen Fällen die Kenntnisse über und der Zugang zu Kunden und Märkten. Dieses komplementäre Wissen ist aber für erfolgreichen Wissensaustausch essenziell und ebenfalls ein möglicher Beitrag einer IO.
- Nicht nur spezifische fachliche und wirtschaftliche Kenntnisse sind für den Support des Wissensaustauschs wichtig, sondern auch vielfältige rechtliche Kenntnisse und Erfahrungen. Dass IO und Coaches über diese breite Wissensbasis verfügen beziehungsweise qualifizierte von unqualifizierten Coaches und Consultants besser zu unterscheiden sind, kann ein wichtiger Beitrag der Innovationspolitik sein. Weiterbildungsangebote und Zertifizierungen könnten dies leisten.

Die Motivation zum Wissensaustausch ist in den FH-Instituten zweifelsohne am grössten, die weitgehend identisch sind mit den Cluster der Instituten mit Fokus auf angewandte F&E und Beratung. Die wichtigsten Barrieren, die diese Institute im Wissensaustausch bewältigen müssen, sind fehlende Finanzierung, hohe Belastung durch Lehre oder andere Aufgaben und wenige Ressourcen auf der Seite der Unternehmen. Auch bei den ETH-Instituten ist die Motivation zum Wissensaustausch hoch, aber klar der Grundlagenarbeit und exzellenten Forschung nachgeordnet. Potenzielle Konflikte zwischen diesen Aufgaben und mögliche Beeinträchtigungen der Forschungstätigkeit sind deshalb ernst zu nehmende Vorbehalte gegen den Wissensaustausch. Sie sollten auch gegenüber den Unternehmenspartnern kommuniziert werden, um das Verständnis für die Situation zu erhöhen. Etwa die Hälfte der Universitätsinstitute ähnelt diesen ETH-Instituten.

Die andere Hälfte hat einen Fokus auf Forschung und Lehre oder auf Forschung und praktische Dienstleistungen für die Gesellschaft. Diese Institute bringen im Vergleich die geringste Motivation für den Wissensaustausch mit und schaffen es nur selten, interne Hemmnisse (Belastung durch andere Aufgaben, aufwendige Verfahren im WTT, fehlende Ressourcen und Finanzierung) und externe Barrieren (geringes Interesse der Unternehmen an ihrer Arbeit) zu überwinden. Die ausseruniversitären Institute setzen sich aus sehr unterschiedlichen Organisationen zusammen. Dazu zählt etwa das CERN, das exzellente Forschung in der Grundlagenphysik betreibt und die Grenzen von Wissenschaft und Technik verschieben möchte; oder das CSEM, das Grundlagenforschung in neue Prozesse umwandelt, innovative Produkte entwickelt und Industrie und Gesellschaft bei der Vorbereitung auf die Zukunft unterstützt. Entscheidungslage und Unterstützungsbedarf bezüglich Wissensaustausch hängen stark von diesem Selbstverständnis ab.