

## 2.7 ExpertLandscaping – Technologie-Hotspots ermitteln und sichtbar machen

Antonino Ardilio

*»Gelingt es uns die Welt als vernetzt zu betrachten, hören wir auf nur in Schwarz oder Weiß zu sehen.«*

*Dalai Lama (1935)*

### ■ Ausgangssituation

Die Entwicklung von Technologien unterliegt einer komplexen Forschungs- und Marktdynamik und nimmt weltweit immer mehr an Fahrt auf. Auch die Fusion von Technologiedisziplinen der klassischen Forschungsbereiche verursacht zunehmende Komplexität (Lichtenthaler, 2000; Schöning, 2006; Savioz, 2004; Zinser, 2000; Spath & Bullinger, 2004). Eine effiziente Produktentwicklung kann daher oft nicht mehr in Einzelorganisationen erfolgen, sondern findet im Rahmen von Kooperationen in offenen, lose zusammenhängenden Netzwerken statt (Walter, 2003). Um erfolgreich auf dem Markt agieren zu können, müssen somit neben der Identifikation relevanter Technologien (und deren Monitoring) auch die attraktivsten Netzwerkpartner ermittelt, kontaktiert und involviert werden (Arora et al., 2002).

Diese Situation wirft große Fragen für Unternehmen, Universitäten, staatliche Forschungseinrichtungen und Institutionen für regionale Wirtschaftsförderung auf: Wie lassen sich Experten für die Zusammenarbeit in einem bestimmten Technologiefeld finden? Welche Kompetenzträger passen am besten zur Technologieentwicklungsstrategie der Organisation? Fraunhofer ExpertLandscaping bietet dafür Antworten.

### ■ Zielsetzung und Nutzen

Das Fraunhofer ExpertLandscaping stellt ein Protokoll bereit, mit dem Experten-Hubs in bestimmten Technologiefeldern ausfindig gemacht und ihr Kompetenzniveau bewertet werden kann. Fraunhofer sucht mit hochentwickelten semantischen Suchmaschinen in Smart Data (aus umfangreichen Technik-, Wissenschafts- und Unternehmensdatenbanken) und generiert bei der anschließenden Analyse eine Forschungslandschaft, welche die folgenden Fragestellungen beantwortet (Salz et al., 2014; Specht & Mietke, 2004; Mietke, 2005):

- Welche Experten-Hubs gibt es für bestimmte Technologien?

- Wie groß sind die jeweiligen Experten-Hubs?
- Über welches Kompetenzniveau verfügen sie?
- Wie praxisnah ist ihre Forschung?
- Wo befinden sich die Experten-Hubs?
- Wie arbeiten die Experten-Hubs zusammen?
- Mit welchen Unternehmen kooperieren sie?
- Wie setzt sich ihr Patentprofil zusammen?
- Welche Networking-Möglichkeiten bestehen (z. B. Konferenzen)?
- Wie sind konkurrierende Netzwerke aufgebaut?
- Welche Forschungsthemen untersuchen die Wettbewerber?

Das Fraunhofer ExpertLandscaping liefert dem Anwender bei der Suche nach relevanten Experten/Partnern eine solide Datenbasis für die Entscheidungsfindung.

## ■ Vorgehensweise

Die Suche nach Technologieexperten erfolgt herkömmlicherweise durch eine »manuelle« Suche im Netz nach relevanten Institutionen (z. B. Forschungseinrichtungen) mit Technologieexpertise. Die identifizierten Institutionen werden priorisiert (z. B. auf Basis der Beschreibungen auf deren Homepage) und für die (vermeintlich) relevantesten werden anschließend Experten (z. B. Professoren) ermittelt, kontaktiert und befragt. Die kontaktierten Experten können zudem genutzt werden, um weitere relevante Experten, Technologiefelder etc. zu identifizieren. Diese Vorgehensweise und die Nutzung dieses impliziten Wissens im frühen Stadium der Expertensuche bergen allerdings Herausforderungen und Gefahren (Müller et al., 2014):

- Eine Vielzahl an gefundenen Einrichtungen macht die manuelle Analyse schwierig (allein in Deutschland konnten 88 Fakultäten identifiziert werden, welche sich mit dem Themenfeld »autonomes Fahren« beschäftigen)
- Die Kontaktaufnahme und der Austausch mit Vertretern von Forschungseinrichtungen zur Klärung deren Expertise-Niveaus ist zeit- und ressourcenaufwendig
- Aufgrund von wirtschaftlichen Gründen bzw. aus Gründen der Reputation kann ein Technologieexperte relevantes Wissen (über weitere Experten oder Technologien) vorenthalten

Die Philosophie des ExpertLandscaping sieht deshalb vor, für die Erstrecherche explizites Wissen zu nutzen, also Daten aus dem invisible web (Patente, wissenschaftliche Veröffentlichungen, Forschungsprojektdatenbanken, etc.). Durch die semi-automatische Suche kann eine größere Anzahl an Experten identifiziert und analysiert werden.

Erst in einem späteren Zeitpunkt – wenn aus der Vielzahl an möglichen Experten-Hubs die relevanten Institutionen und Experten durch intelligente Verknüpfung der Informationen (»smart data analytics«) priorisiert wurden – werden diese kontaktiert und befragt. Diesen nachfolgenden Abgleich mit dem impliziten Wissen ist zwingend nötig, weil in den Daten häufig keine Informationen zu Rahmenbedingungen vermerkt sind (z. B. politische Statements, wie: »...diese Institution arbeitet ausschließlich nur im militärischen Umfeld und darf wegen des »dual-use«-Abkommens nicht mit Automotive kooperieren« oder »die meisten Abkömmlinge dieser Institution arbeiten für den Hauptwettbewerber, welcher zudem noch das Gros der Institutslabore finanziert hat,... «).

Das Fraunhofer ExpertLandscaping basiert auf dem in Kapitel 2.1 vorgestellten funktionsemantischen Ansatz (Ardilio, 2012; Ardilio, 2013) und sucht in den Smart Data nach Antworten auf die aufgeführten Fragestellungen im Abschnitt »Zielsetzung und Nutzen«.

Das Vorgehen gliedert sich hierbei in drei Teilschritte auf (siehe Bild 1), die nachfolgend detailliert beschrieben werden.

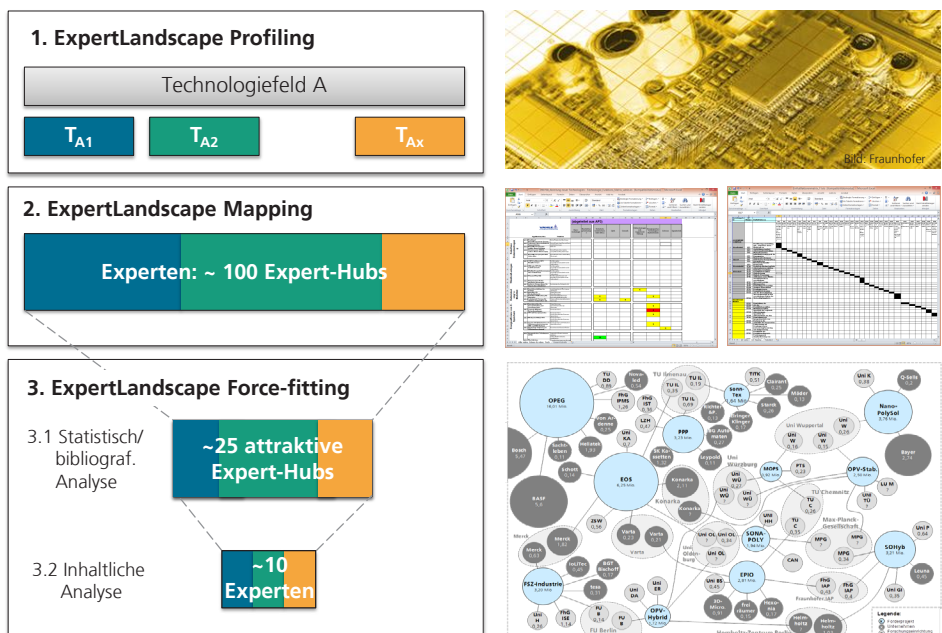


Bild 1. Vorgehensweise des Fraunhofer ExpertLandscapings

## Schritt 1: ExpertLandscape Profiling – Festlegung des Untersuchungsrahmens und der -kriterien

Hier werden die Technologiefelder festgelegt, welche durch das Fraunhofer ExpertLandscaping analysiert werden sollen (z. B.: Welche Experten beschäftigen sich mit

dem Technologiefeld »autonomes Fahren«?). Des Weiteren erfolgt eine geographische Eingrenzung der Suche (z. B. »Experten aus Deutschland« vs. »Experten aus Europa«). Diese Eingrenzung stellt eine ressourceneffiziente Analyse sicher, da keine unnötigen Datenquellen identifiziert, eingebunden und durchsucht werden müssen.

Neben der Festlegung des Untersuchungsfeldes (»Für welche/s Technologie/-feld sollen Experten identifiziert werden?«) muss vorab geklärt werden, was die Charakteristik der Expertise ausmacht.

### Festlegung des Untersuchungsfeldes

Technologien bilden die Basis für die Identifikation von potenziell relevanten Institutionen und »Experten-Hubs«. Da die Experten technologiebezogen identifiziert werden, müssen vornehmlich alle Technologien innerhalb des zu untersuchenden Technologiefeldes berücksichtigt sein.

Die Festlegung des Untersuchungsfeldes ist in den meisten Fällen nicht trivial; oft ist die Breite der Technologien innerhalb des Technologiefeldes gar nicht bekannt (z. B. Technologien innerhalb des Marktfeldes »autonomes Fahren«). In diesem Fall müssen im ersten Schritt die involvierten Technologien identifiziert werden (siehe Bild 2).

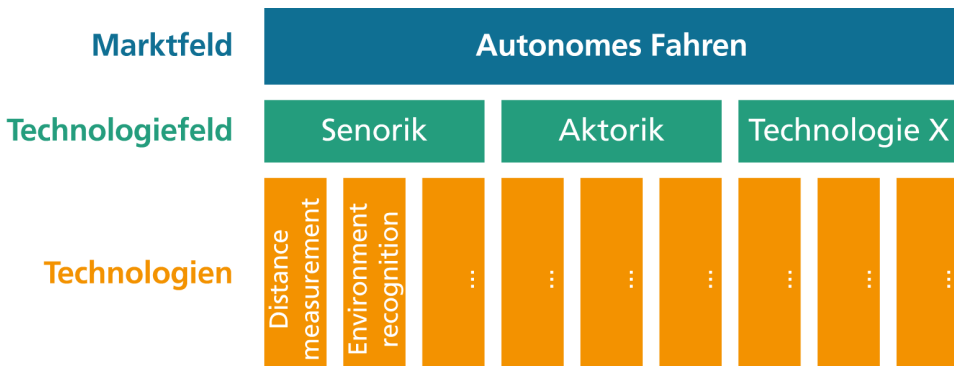


Bild 2. Festlegung des Untersuchungsfeldes

Sind diese nicht oder nur unzureichend bekannt, muss beispielsweise durch ein Fraunhofer TechnologieRadar die Gesamtheit der Technologien vorab ermittelt werden (Bullinger, 2012). Das Fraunhofer TechnologieRadar nutzt ebenfalls den funktionsemantischen Ansatz, um in Smart Data nach Technologien zu suchen und stellt dadurch sicher, dass auch emergente Technologien innerhalb eines Technologiefeldes gefunden werden.

Um zu ermitteln, ob die durch den Fraunhofer TechnologieRadar identifizierten Technologien sinnvoll bzw. komplett sind, werden diese mit dem Unternehmen und Technologieexperten diskutiert (z. B. durch einen Fraunhofer-Experten). Im Falle einer nicht ausreichenden Qualität, werden die Identifikation und das Einbinden von Datenquellen solange wiederholt, bis eine hinreichend hohe Ergebnisqualität erzielt wird.

In den meisten Fällen waren allerdings maximal drei Iterationen nötig, um gute Ergebnisse zu erzielen.

Es kann – je nach Technologiefeld – vorkommen, dass zu viele Technologien gefunden werden. Im Technologiefeld »Oberflächenanalyse« beispielsweise wurden knapp 100 Technologien ermittelt. Hier ist aus Gründen der Ressourceneffizienz die Herausforderung, auf eine handhabbare Anzahl von Technologien zu kommen. Die Anzahl kann z. B. durch Aggregation einzelner Technologien zu »Sub-Technologiefelder« oder des Ausschlusses von Technologien wegen unzureichender Leistungsfähigkeit verringert werden.

### Auswahl der zu untersuchenden Fragestellungen (Auswahlkriterien)

Um relevante Experten finden zu können, muss vorab geklärt werden, was im Kontext des Untersuchungsfeldes und der Fragestellungen einen Experten ausmacht (»Definition des Begriffes ‚Expertise‘ im Kontext der Suche«). Mögliche Auswahlkriterien für Experten sind (Pleschak, 2002; Müller et al., 2014):

- Wissenschaftliche Exzellenz (Expertise der Institution)
- Anwendungsnahe
- Grad der Vernetzung in die Wissenschaft (nat./int.)
- Grad der Vernetzung in die Industrie (nat./int.)
- Grad der Vernetzung des Instituts mit dem Wettbewerb des Unternehmens
- Forschungsfelder/-themen
- Reifegrad der Technologie des Institutes
- Branchenkenntnis
- Branchenabdeckung
- Größe des Institutes
- Finanzierung
- Patentstärke...

Bei der Festlegung der zu analysierenden Auswahlkriterien ist zu beachten, dass diese den Detaillierungsgrad und somit den Ressourcenaufwand wesentlich mitbestimmen. (»Je mehr Kriterien untersucht werden, desto besser kann eine Entscheidung getroffen werden aber desto mehr Ressourcen müssen auch aufgebracht werden«).

Des Weiteren ist bei der Auswahl der Kriterien zu beachten, dass

- einige mit relativ wenig Aufwand direkt analysiert werden können (z. B. kann die »Patentstärke« direkt aus Patentdatenbanken extrahiert werden)
- einige einen hohen Rechercheaufwand benötigen (z. B. kann der »Grad der Vernetzung in die Industrie« nur indirekt z. B. aus der

nationale/internationale Forschungsprojektlandschaft extrahiert werden)

- Kriterien voneinander abhängig sein können bzw. sich auch bedingen (z. B. »Größe des Institutes« und »Patentstärke« hängen in hohem Maße voneinander ab)

Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen müssen nur so viele Kriterien ausgewählt und analysiert werden, um mit möglichst wenig Aufwand eine möglichst solide Informationsbasis für die Entscheidungsfindung (»Welcher ist der attraktivste Expert-Hub?«) zu haben.

## Schritt 2: ExpertLandscape Mapping – Identifikation potenzieller Experten-Hubs

Hier werden für die zu untersuchenden Technologien bzw. Technologiefeldern jene Daten ermittelt, die zur Beantwortung der relevanten Fragestellungen in Bezug auf Experten-Hubs dienen. Die Daten werden zur Entscheidungsfindung semantisch analysiert.

### Festlegung der relevanten Datenquellen

Auf Basis dieses Technologiefeldes, der geografischen Eingrenzung und der Auswahlkriterien werden im nächsten Schritt jene Datenquellen identifiziert, die einen positiven Beitrag zur Beantwortung liefern können. Eine Auswahl an relevanten Quellen sind (Bullinger, 1994; Ardilio, 2013):

- Förderkataloge
- öffentlich geförderte Projekte
- wissenschaftliche Publikationen (national/international)
- Fachzeitschriften
- wissenschaftliche Gremien
- Industrienetzwerke
- wissenschaftliche Netzwerke
- nationale/internationale Kooperationen
- soziale Netzwerke (researchGate, etc.)
- Konferenzen
- Homepages der wissenschaftlichen Institutionen
- Art der Institution (z. B. Universität vs. Max Planck vs. Fraunhofer, etc.)
- Patente
- Studien
- Auszeichnungen und Awards
- ...

Es ist zu beachten, dass aus einigen Datenquellen mehrere Kriterien abgeleitet werden können (z. B. geben öffentliche Forschungsprojekte Auskunft über die wissenschaftlichen Exzellenz und über die Anwendungsnähe, siehe Bild 3) bzw. mehrere Datenquellen zur Analyse eines Kriteriums herangezogen werden können (z. B. geben öffentliche Forschungsprojekte und wissenschaftliche Publikationen Auskunft über die wissenschaftlichen Exzellenz; siehe Bild 3).

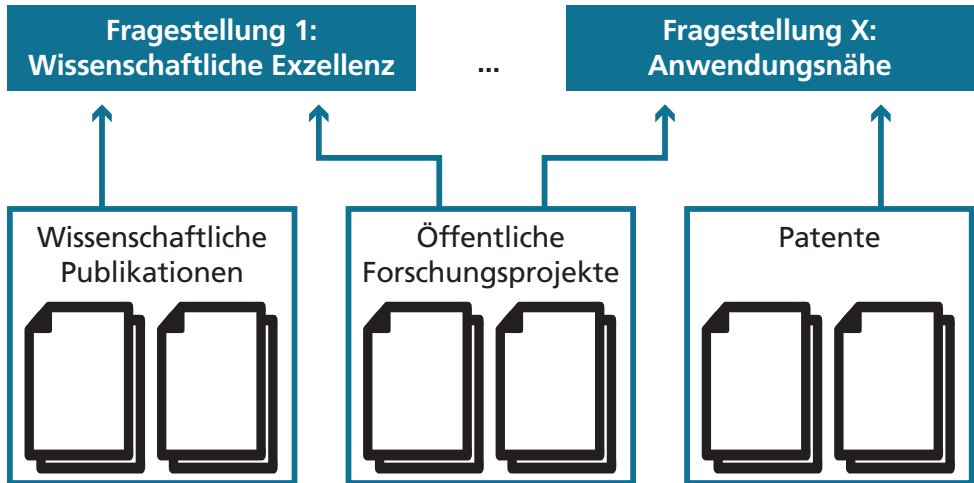


Bild 3. Zuordnung der Datenquellen zu den Kriterien

Als Ergebnis erhält der Anwender eine Matrix, in der die relevanten Kriterien den Datenquellen gegenübergestellt werden (»Datenquelle A kann zur Beantwortung des Kriteriums x genutzt werden«).

### Identifikation potenziell relevanter Experten-Hubs

Innerhalb der Datenquellen wird in diesem Schritt nun nach potenziell relevanten Experten gesucht. Hierbei kann die in Kapitel 2.4 vorgestellte Vorgehensweise des smartScouting-Ansatzes genutzt werden. Durch die semantische Suche können die Anzahl sowie die Qualität der Ergebnisse deutlich verbessert werden.

Die Experten-Hubs werden in Bezug auf folgende Informationsbausteine aufbereitet und zusammengefasst:

- geografische Lage (z. B. »Deutschland«)
- Organisationsbeschreibung
  - Institution (z. B. »Fraunhofer ICT«)
  - ggf. Gruppe/Fakultät (z. B. »CC Center Smart Materials«)
  - ggf. Experten (z. B. »Dr. Böse«)
- Forschungsthemen bzw. Technologiefeld (z. B. »Dielektrische Elastomer Sensoren«)

Je nach Technologiefeld und geografischer Breite der Suche (national vs. global) lassen sich bis zu 100 Experten-Hubs finden.

### Schritt 3: ExperLandscape Force-fitting – Ermittlung attraktiver Partner und Visualisierung

Die ermittelten Experten-Hubs gilt es in diesem Schritt bzgl. ihrer Attraktivität zu priorisieren. Hierzu werden die zuvor ermittelten Kriterien als Bewertungsfaktoren herangezogen. Je besser ein Experten-Hub die Kriterien adressiert, desto attraktiver ist er. Da sich die Relevanz der einzelnen Bewertungskriterien unterscheidet, fließen diese gewichtet in die Bewertung ein (z. B. »die Anwendungsnähe ist wichtiger als die wissenschaftliche Exzellenz,... «).

Die Herausforderung bei der Priorisierung besteht darin, dass die Identifikation einer großen Anzahl von Hubs einer detaillierten Analyse unterzogen werden muss, welche aufgrund der ressourcenintensiven Beschaffung und Verarbeitung von Informationen aufwendig ist. Deshalb muss vorab eine Suchstrategie gebildet werden.

Es gibt prinzipiell zwei Möglichkeiten, die Experten-Hubs zu analysieren (Salz et al., 2014):

1. Statistisch/Bibliografische Analyse von Daten
2. Inhaltliche Analyse von Daten

Generell gestaltet sich die Analyse auf Basis von bibliografischen und statistischen Daten einfacher als eine inhaltliche Analyse, vor allem wenn dem Anwender das Technologiefeld nicht in der Tiefe bekannt ist. Das ist beispielsweise der Fall, wenn ein Unternehmen nicht für deren Kerntechnologie sondern in anderen Technologiefeldern nach Experten sucht.

Daher ist es sinnvoll, die identifizierten Experten-Hubs zunächst statistisch/bibliografisch und nach einer ersten Vorauswahl erst inhaltlich zu analysieren (siehe Schritt »ExpertLandscape Force-fitting« in Bild 1).

#### Statistisch/bibliografische Analyse von Daten

Bei der statistisch/bibliografischen Analyse werden aus Daten Häufigkeiten ermittelt, welche Aussagen über die Attraktivität einer Institution zulassen. Beispielsweise kann durch die Anzahl von Veröffentlichungen, die Veröffentlichungsdynamik sowie einer Zitationsanalyse Aussagen zum Kompetenz-Niveau einer Institution getroffen werden.

Eine semantische Suche erhöht die Qualität der Ergebnisse. Dabei berücksichtigt man u. a. die Struktur der Dokumente. Steht eine Technologie beispielsweise im Titel oder im Abstract eines Papers ist die Wahrscheinlichkeit eines Links zwischen Technologie und Institution viel höher als wenn die Technologie im Lauftext auftaucht. Auch die Häufigkeit der Nennung einer Technologie oder der Name der Fakultät kann Hinweise über die Expertise geben (beispielsweise wenn die zu untersuchende Technologie im Namen der Fakultät auftaucht).

Um die vielen Hubs ressourceneffizient priorisieren zu können, geht man, unter Zuhilfenahme von statistisch zu ermittelnden Kriterien, nach dem Ausschlussverfahren

vor. Hierbei werden die am einfachsten zu ermittelten Kriterien zuerst analysiert, um daraus Schlussfolgerungen in Bezug auf »Irrelevanz« schließen zu können.

Durch diese erste Analyse können häufig schon viele irrelevante Institutionen ausgeschlossen werden (z. B. bei Kriterium »Anwendungsnähe« können Max-Planck-Institute eher ausgeschlossen werden, bei Kriterium »Internationalität« können Institute ohne internationale Forschungsprojekte und internationale Veröffentlichungen ausgeschlossen werden).

Eine Herausforderung bei dieser Form der Analyse besteht darin, einen Link zwischen den verfügbaren Datenquellen und den Kriterien zu finden, z. B. »Welche Datenquellen können Auskunft über Forschungsexzellenz geben?« (die Anzahl der Forschungsprojekte könnten hierzu Auskunft geben, aber auch die Anzahl der Veröffentlichungen). Eine weitere Herausforderung besteht darin, die Güte und Vollständigkeit der Datenquellen zu ermitteln, um daraus eine Validität der Aussagen treffen zu können. Wer beim oben aufgeführten Beispiel nur nationale Forschungsprojekte betrachtet, erhält ein verfälschtes Ergebnis, da Experten, welche ausschließlich in international geförderten Projekten involviert sind, damit aus dem Raster fallen.

Die Ergebnisse der bibliografisch/statistischen Analyse werden aufbereitet und grafisch dargestellt. Eine klare und anschauliche Visualisierung der Ergebnisse unterstützt das Unternehmen bei der Entscheidungsfindung bzgl. der Netzwerkbildung (siehe hierzu Bilder im unten aufgeführten Fallbeispiel).

Die bisherigen Erfahrungen in Projekten mit der Wirtschaft haben gezeigt, dass durch die bibliometrisch-statistische Analyse eine Vielzahl von Experten für die detaillierte inhaltliche Analyse ausgeschlossen werden konnten.

### Inhaltliche Analyse von Daten

Für die attraktivsten Experten-Hubs werden anschließend inhaltliche Analysen durchgeführt. Hierbei werden nacheinander folgende Quellen genutzt (Deltl, 2004):

1. Datenbanken: Es erfolgt eine inhaltliche Konkretisierung auf Basis von den ermittelten Datenquellen. So können beispielsweise Datenbanken der aktuell bearbeiteten Forschungsprojekte nach neuen Forschungsthemen analysiert werden (z. B. »Welche inhaltlichen Aspekte werden in den Projekten vom Experten-Hub erforscht?«). Diese Analyse führt zu einer weiteren Dezimierung der Experten-Hubs.
2. Intermediates: Im nächsten Schritt ist es sinnvoll, sich mit sogenannten »Intermediates« (z. B. Experten aus Verbänden, Clustersprechern, Projektzuwendungsgeber) auszutauschen. Das »spiegeln« der Ergebnisse des Expert-Landscapings mit diesen domänenspezifischen Menschen gibt Auskunft über die Validität der Ergebnisse, aber auch wichtige Hinweise sogenannter »softer« Rahmenbedingungen (z. B. »...das Institut ist inhaltlich zwar sehr gut, arbeitet aber im militärischen Umfeld und darf aufgrund der Dual-Use-Thematik nicht

mit Automotive kooperieren...«). Auch hier können in den meisten Fällen irrelevante Experte-Hubs identifiziert und ausgeschlossen werden.

3. Experten-Hubs: Die verbliebene, handhabbare Anzahl an relevanten Experten wird im nächsten Schritt persönlich kontaktiert und bezüglich inhaltlicher Eignung und prinzipieller aber auch zeitlicher Verfügbarkeit analysiert.

Ergebnis dieses Schrittes ist eine Liste der Top-Experten und deren Beschreibung für das vorgegebene Technologiefeld.

### Beispiel für das ExpertLandscaping »Autonomes Fahren«

Ziel der Projekte ist es, Unternehmen bei der Identifikation relevanter deutscher Experten im Technologiefeld »autonomes Fahren« zu unterstützen, damit sie über nachhaltige Forschungskooperationen vom deutschen Innovationssystem profitieren können.

#### Phase 1: ExpertLandscape Profiling

Im ersten Schritt wird die Technologielandschaft »autonomes Fahren« in Bezug auf involvierte Technologiefelder und Technologien untersucht. Hierbei wird ein Fraunhofer TechnologieRadar durchgeführt. Es können acht Technologiefelder (z. B. »Sensor Technologies«) und insgesamt 78 Technologien identifiziert werden (Prinzipiskizze des Technologiebedarfsprofils; siehe Bild 4). Diese Technologien werden von dem jeweiligen Unternehmen, das unterstützt wird, in Bezug auf Marktrelevanz und internes Kompetenzniveau priorisiert. Spannend für ein ExpertLandscaping sind vor allem jene Technologien, die eine hohe Marktrelevanz aufweisen, das jeweilige Unternehmen aber geringe Kompetenzen aufweist. Dieses Technologiebedarfsprofil bildet die Basis für die Expertensuche (z. B. »Technologien zur Umfelderkennung«).

#### Autonomous driving (AD)

The autonomous driving concept assumes all **real-time driving** functions necessary to drive a ground-based vehicle **without real-time input from a human operator**\*



Technology requirements profile „autonomous driving“	
• <b>Sensor Technologies</b>	
- Distance measurement	●●●○
- Environment recognition	●●○○
- ...	
• <b>Technology field 2</b>	
- Technology 2.1	●○○○
- Technology 1.x	●●●○
• ....	

Bild 4. Technologiebedarfsprofil (Prinzipiskizze)

Als Nächstes erfolgt die Festlegung der relevanten Kriterien bzw. Fragestellungen. Tabelle 1 stellt beispielhafte Auswahlkriterien dar. Des Weiteren werden Datenquellen assoziiert, welche einen Beitrag zur Beantwortung der Fragestellung liefern können, und eine Messgröße abgebildet. Eine beispielhafte Auswahl hierfür ist in Tabelle 2 dargestellt.

Relevante Fragestellung	
1.	Kompetenzlevel der Institution im Technologiefeld
2.	Anwendungsnahe der Institution im Technologiefeld
3.	Patentstärke der Institution im Technologiefeld
...	...
n.	Netzwerkdichte und Internationalität der Institution

Tabelle 1. Festlegung der relevanten Kriterien/ Fragestellungen (Beispiel)

## Phase 2: ExpertLandscape Mapping

Innerhalb des Technologiefeldes »Sensor Technologies« werden jene Datenquellen identifiziert und validiert, die zu den Kriterien einen positiven Beitrag zur Beantwortung liefern können. Beispielsweise wird für die Ermittlung des Kriteriums »Kompetenzlevel der Institution im Technologiefeld 'Sensor Technologies'« sowohl die Anzahl der Forschungsprojekte als auch die Anzahl der Veröffentlichungen herangezogen (»je mehr Forschungsprojekte, und/oder Veröffentlichungen, desto höher die Kompetenz«).

Bei den Forschungsprojekten muss zwischen regionalen, nationalen, internationalen und interkontinentalen Projekten differenziert werden. Die Aussagegenauigkeit ist natürlich am höchsten, wenn alle Forschungsprojekte einbezogen werden. Allerdings ist der Zugang zu interkontinentalen Datenbanken sehr schwierig, und nur mit sehr hohem Ressourceneinsatz zu ermitteln. Deshalb ist es sinnvoll, nach Rücksprache mit dem Auftraggeber beispielsweise nur die nationalen Forschungsprojekte (BMBF, BMWi, etc.) sowie die internationalen Forschungsprojekte (EU-Projekte, Horizon2020, etc.) zu analysieren. Die Verfälschung der Ergebnisse hält sich in Grenzen, da davon auszugehen ist, dass die nationalen und internationalen Forschungsprojekte den Großteil der Forschungsprojekte darstellen.

Anders verhält es sich mit der Datenquelle »wissenschaftliche Veröffentlichungen«. Diese sind in der Wissenschaft meist international ausgerichtet (um als Institut die größtmögliche »Reichweite« zu haben).

	Relevante Fragestellung	Relevante Datenquellen	Beschreibung der Zusammenhänge
1.	<b>Kompetenzlevel der Institution im Technologiefeld</b>	Anzahl der Forschungsprojekte und Anzahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Technologiefeld	Je mehr Forschungsprojekte desto attraktiver <ul style="list-style-type: none"> <li>• da mehr finanzielle Mittel vorhanden,</li> <li>• da relevant für Fördergeber, ...</li> </ul> Je mehr Veröffentlichungen desto attraktiver <ul style="list-style-type: none"> <li>• da wissenschaftliches Front End...</li> </ul>
2.	<b>Anwendungsnähe der Institution im Technologiefeld</b>	Anzahl Fachartikelnennungen in Kontext mit Industrie und Anzahl anwendungsnaher Patente im Technologiefeld	...
3.	<b>Patentstärke der Institution im Technologiefeld</b>	...	...
...	<b>Anwendungsnähe der Institution im Technologiefeld</b>	...	...
n.	<b>Netzwerkdichte und Internationalität der Institution</b>	...	...

Tabelle 2. Zuordnung der Datenquellen zu den Fragestellungen (Beispiel)

### Phase 3: ExpertLandscape Force-fitting

Werden beispielsweise für fünf Technologiefelder Experten-Hubs gesucht, können insgesamt aus über 30.000 nationalen Forschungsprojekten 147 inhaltlich relevante nationale Projekte identifiziert werden. Des Weiteren sind 428 relevante internationale Forschungsprojekte (EU-Projekte) zu finden, in denen bei 147 Projekten deutsche Forschungseinrichtungen involviert sind. Innerhalb aller Projekte (national/international) können insgesamt 88 deutsche Forschungseinrichtungen identifiziert werden, welche in den relevanten Technologiefeldern forschen. Die jeweilige Anzahl der Veröffentlichungen dieser Institute beläuft sich zwischen 1 und 24. Des Weiteren können noch 24 relevante Netzwerke im Umfeld der Technologiefelder identifiziert und beschrieben werden. Tabelle 3 gibt beispielhaft einen Überblick über die Analyse der zugrundeliegenden Datenbasis.

Auf dieser Datenbasis werden zunächst die schwachen Institutionen ermittelt (»Ausschlussverfahren«). Durch die Analyse der Forschungsprojekte, Veröffentlichungen und Patente können eine Vielzahl der Fakultäten von der detaillierteren Betrachtung ausgeschlossen werden, etwa wenn ein Institut nur ein Forschungsprojekt mit wenigen Partnern bearbeitet und im Veröffentlichungsranking sehr schwache Werte aufweist (<1 Veröffentlichungen pro Jahr).

All running German research projects	Technology field 1	Technology field 2	Technology field 3	Technology field 4	Technology field 5
All running German research projects	30.220 Projects				
Relevant German research projects	21	17	33	4	72
Relevant EC-research projects	136 (47*)	125 (25*)	61 (28*)	28 (13*)	78 (34*)
Amount of Data	5.658	3.885	8.343	1.492	12.448
Relevant experts (interviewed)	8 (4)				
Relevant German research institutes	88				
Relevant German networks/events	overall 24				

\* projects with German research entities involved

Tabelle 3. Datenbasis für die Identifikation und Bewertung der Experten im Technologiefeld »autonomes Fahren«

Im nächsten Schritt werden unter Einbezug dieser Datenbasis die relevanten Fragestellungen für die verbliebenen 24 Institutionen beantwortet.

Nachfolgend werden zwei Fragestellungen aus Tabelle 2 detaillierter dargestellt (»Kompetenzlevel der Institution« und »Netzwerkdicke und Internationalität«).

### Kompetenzlevel der Institution

Um das Kompetenzlevel der Institution zu ermitteln, wird die Anzahl der internationalen Veröffentlichungen analysiert. Das folgende Bild stellt die Anzahl der Veröffentlichungen der einzelnen Forschungseinrichtungen in einem gewissen Zeitraum dar (siehe Bild 5).

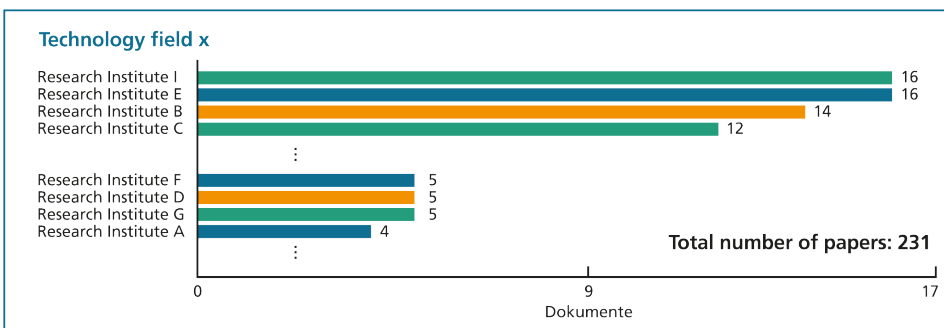


Bild 5. Kompetenzlevel der Institution

Es wird zusätzlich noch die Dynamik der Veröffentlichungen analysiert (»verläuft die Anzahl an jährlichen Veröffentlichungen konstant über die Jahre oder ergeben sich sprunghafte Anstiege? «). Zitationsanalysen stellen die Bedeutsamkeit der Arbeiten und somit der Institutionen dar, denn eine wissenschaftliche Arbeit gilt als einflussreich, wenn sie von anderen Autoren oft zitiert wird.

## Netzwerkdichte und Internationalität

Die Netzwerkdichte und Internationalität der Institution kann sowohl über die Vernetzungsintensität, aufgrund der Kollaboration der Institute in nationalen und internationalen Forschungsprojekten, ermittelt werden als auch über die Ko-Autorenschaft in wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

Bild 6 zeigt exemplarisch die Vernetzung der Institutionen über BMBF-Projekte an. Die Kugeln geben die Forschungsprojekte wieder, die Größe der Kugeln dessen Finanzvolumen. Es ist ersichtlich, dass beispielsweise die Forschungseinrichtung B viele Projekte bearbeitet (also ein hohes Finanzvolumen zum Kompetenzaufbau zur Verfügung hat) und mit einigen der anderen Player im Themenfeld gemeinsam erforscht.

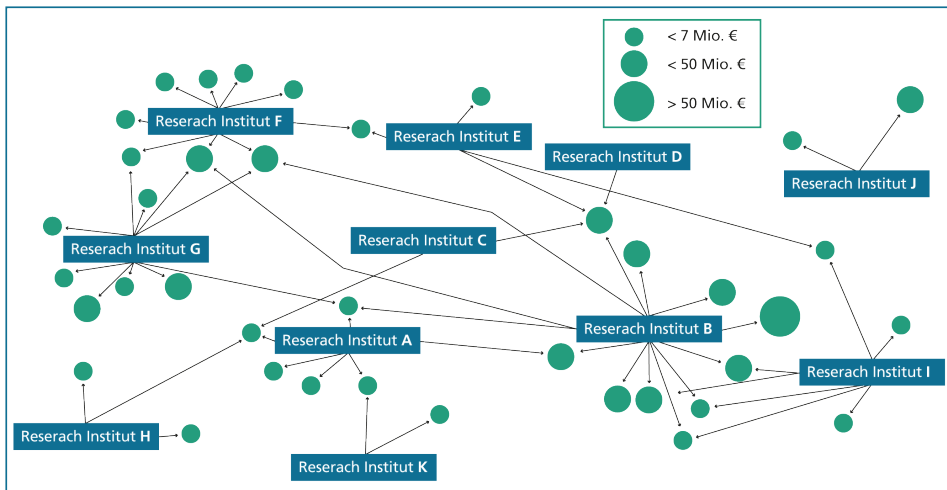


Bild 6. Vernetzungsintensität und Finanzstärke der Forschungseinrichtungen (exemplarische Darstellung)

## Zusammenfassung der Ergebnisse

Für jede der Fragestellungen werden durch eine statistisch/bibliometrische Analyse die Top5-Institute ermittelt und in eine Matrix überführt (siehe Tabelle 4). In dieser Darstellung werden die Institute bzgl. ihrer Relevanz (»Best-Fit«) gegenübergestellt.

Forschungseinrichtung I in Tabelle 4 scheint in einem der Technologiefelder der »Best-Fit« zu sein, weil diese Institution in den meisten Fragestellungen innerhalb der »Top-5 Institute« liegt und in zwei der Fragestellungen sogar »Best-Performer« ist.

Technology Field X					
Top 5	Kompetenz- level	Anwendungs- stärke	Patent- stärke	...	Netzwerk- partner
Research Entity A					
Research Entity B					
Research Entity C					
Research Entity D					
Research Entity E					
Research Entity G					
Research Entity H					
Research Entity I					
...					

Legend

- Best Performer
- Within Top-5

Tabelle 4. Bewertungsmatrix (exemplarische Darstellung)

Abschließend werden die Ergebnisse mit »Big-Picture«-Experten sowohl bzgl. Validität als auch bzgl. »softer Faktoren« diskutiert. Beispiel eines möglichen gewonnenen Experten wäre ein hochrangiger Vertreter des BMBF's, der für das Ministerium für das Thema »autonomes Fahren« zuständig ist.

Schließlich werden die Ergebnisse dem jeweiligen Unternehmen vorgestellt und auf Basis der vorliegenden Informationen Handlungsempfehlungen für den Aufbau und das Management des zu bildenden Netzwerks gegeben.

## ■ Zusammenfassung und Fazit

Es hat sich gezeigt, dass die funktionssemantische Suche nach Experten-Hubs auf Basis von Smart Data (Daten aus dem invisible web) einer konventionellen Suche bzw. einer Befragung weniger Technologieexperten überlegen ist. Die Verbindung mit geographischen Daten bietet einen Mehrwert, da ein Teil der relevanten Informationen einem geographischen Raum zuzuordnen ist (wie beispielsweise politische Risiken, Steuern, öffentliche Fördermöglichkeiten).

In Verbindung mit semantischen Werkzeugen können diese Daten intelligent verknüpft werden und geben so zusätzliche relevante Informationen für eine Entscheidungsfindung.

Mit dieser Vorgehensweise ist es möglich, ohne große Technologieexpertise potenzielle Netzwerkpartner zu identifizieren und deren Kompetenzniveau ressourceneffizient abzuschätzen.

## Literatur

Ardilio, A. (2012). Fraunhofer TechnologieRadar: Trends erkennen – Technologien umsetzen. In H.-J. Bullinger: Fokus Technologiemarkt – Technologiepotenziale identifizieren – Marktchancen realisieren (S. 61 – 74). München: Hanser-Verlag.

Ardilio, A. (2013) (Hrsg.). Eine Vorgehensweise zur strategischen Technologieentwicklungsplanung für Forschungseinrichtungen. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2013 (Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement 6). Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss.

Arora, A., Fosfuri, A. & Gambardella, A. (2002). Markets for technology: The economics of innovation and corporate strategy. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Bullinger, H.-J. (1994). Einführung in das Technologiemanagement: Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Stuttgart: Teubner.

Bullinger, H.-J. (2012). Fokus Technologiemarkt. Technologiepotenziale identifizieren – Marktchancen realisieren. München: Carl Hanser Verlag.

Deltl, J. (2004). Informationsquellen - Datenquellen der Wettbewerbsbeobachtung. In J. Deltl: Strategische Wettbewerbsbeobachtung (S. 211-235). Wiesbaden: Gabler Verlag.

Lichtenthaler, E. (2000). Organisation der Technology Intelligence: Eine empirische Untersuchung der Technologiefrühaufklärung in technologieintensiven Großunternehmen. Zürich: ETH, Diss.

Mietke, C. (2005). Kooperative Technologiefrühaufklärung mittels szenariobasiertem Technologie-Roadmapping – Entscheidungsmodelle, Organisation, Methodik. Dissertation Brandenburgische Technische Universität Cottbus: Deutscher Universitäts-Verlag.

Müller, P., Kasperk, G. & Kampker, A. (2014). Radikale Innovation durch effiziente Netzwerke. In P. Müller et al.: Radikale Innovationen in der Mobilität (S. 25-48). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Pleschak, F. (Hrsg.). Technologietransfer – Anforderungen und Entwicklungstendenzen. Fraunhofer IRB Verlag. 2002.

Salz E., Scheidt B. & Tunger D. (2014). Bibliometrische Analysen als Instrument in der Anbahnung wissenschaftlicher Kooperationen. Forschungszentrum Jülich, Stabsstelle Vorstandsbüro und Internationales Forschungszentrum Jülich.

Savioz, P. (2004). Technology intelligence: Concept design and implementation in technology-based SMEs. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Specht, D. & Mietke, C. (2004). Technologiefrühaufklärung in Produktions- und Technologienetzwerken. In A. Baßler & H. Corsten (Hrsg.): Entwicklung im Produktionsmanagement – Festschrift zum 65 Geburtstag von Prof. Dr. Heinrich Schneider (S. 397-419). München.

Schöning, S. (2006). Potenzialbasierte Bewertung neuer Technologien. Aachen: Shaker.

Spath, D. (Hrsg.); Bullinger, H.-J. (2004) (Hrsg.). Forschungs- und Technologiemanagement: Potenziale nutzen - Zukunft gestalten; [Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Hans-Jörg Bullinger]. München: Hanser.

Walter, A. (2003). Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft: Voraussetzungen für den Erfolg. Wiesbaden: Deutscher Univ.-Verl. Zugl. Berlin, TU, Habil.-Schrift.

Zinser, S. (2000). Eine Vorgehensweise zur szenariobasierten Frühnavigation im strategischen Technologiemanagement. Heimsheim: Jost-Jetter.