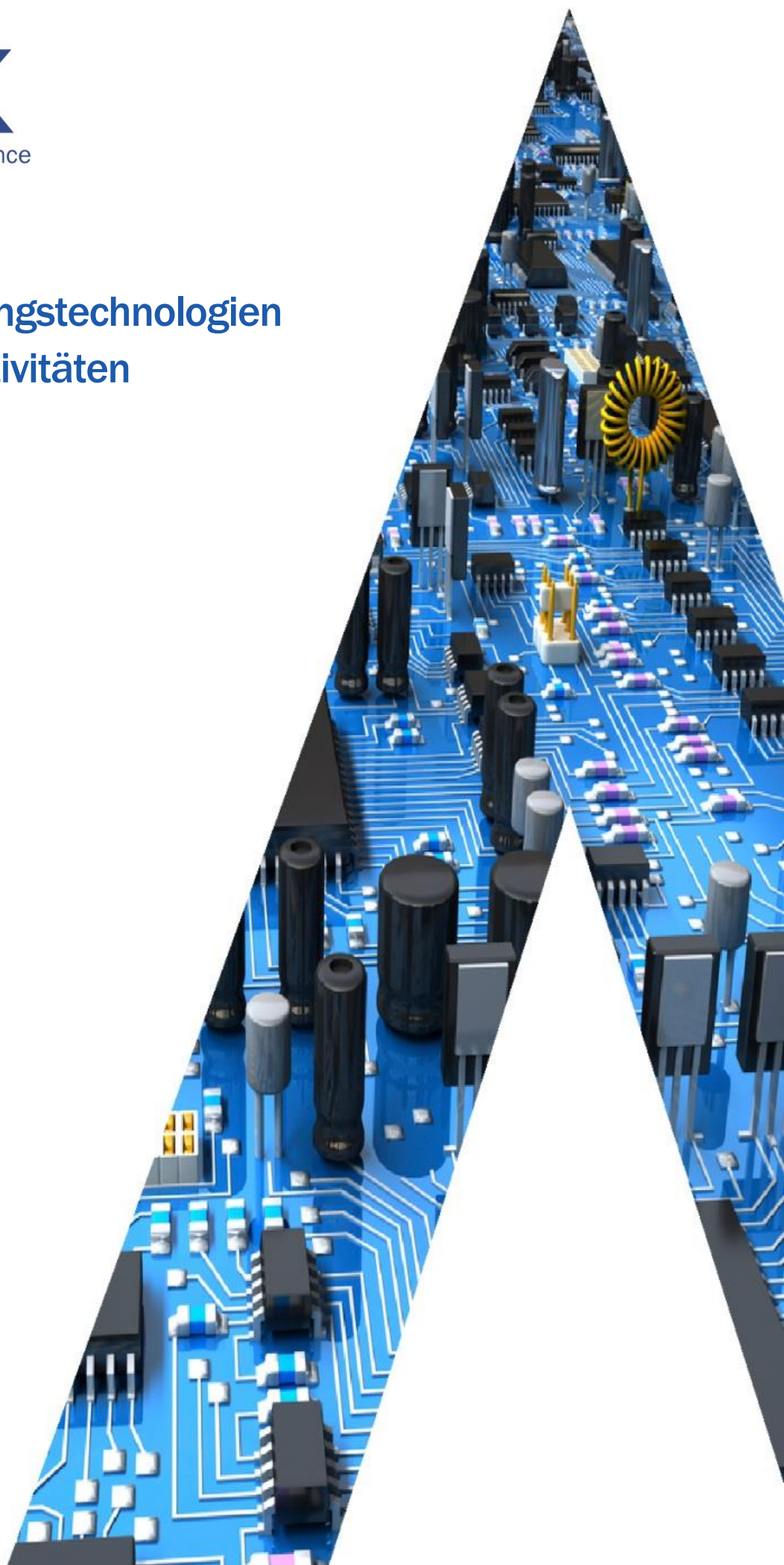


Digitalisierungstechnologien in Patentaktivitäten

Kurzstudie

2017



Auftraggeber

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI

Herausgeber

BAK Economics AG

Projektleitung

Kai Gramke, T +41 61 279 97 15

kai.gramke@bak-economics.com

Redaktion

Caroline Glauser

Kommunikation

Marc Bros de Puechredon, T +41 61 279 97 25

marc.puechredon@bak-economics.com

Copyright

Alle Inhalte dieser Studie, insbesondere Texte und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt bei BAK Basel Economics AG. Die Studie darf mit Quellenangabe zitiert werden („Quelle: BAK“).

Copyright © 2017 by BAK Economics AG

Alle Rechte vorbehalten

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Bewertungsansatz und Hintergrund	7
3	Die Bedeutung der Digitalisierung	10
3.1	Die Bedeutung der Digitalisierung im internationalen Vergleich.....	10
3.2	Die Bedeutung der Digitalisierung im zeitlichen Verlauf.....	14
3.3	Die Bedeutung der Digitalisierung für andere Technologien und Technologebereiche	15
3.4	Fazit	15
4	Ländervergleich der Patentaktivitäten in neuen Technologien	16
4.1	Analyse einzelner Technologien.....	17
4.2	Fazit	22
5	Technologiekombinationen – die Beispiele Medtech und Industrie 4.0	23
5.1	Medtech	23
5.2	Industrie 4.0.....	24
5.3	Technologiekombinations- und Ländervergleich.....	25
5.4	Fazit	26
6	Fazit	28
7	Anhang	30

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1	Der Patentbewertungsansatz im Überblick	7
Abb. 2-2	Entwicklung des Anteils der CH-Patente an den weltweiten Patenten seit 2000	8
Abb. 2-3	Entwicklung des Anteils der CH-Weltklassepatente an den weltweiten Weltklassepatenten seit 2000	8
Abb. 3-1	Absolute Anzahl der Weltklassepatente 2015 weltweit	10
Abb. 3-2	Absolute Anzahl der Weltklassepatente 2015 in europäischen Ländern	10
Abb. 3-3	Absolute Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 weltweit	11
Abb. 3-4	Absolute Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 in europäischen Ländern	12
Abb. 3-5	Anzahl der Weltklassepatente 2015 weltweit pro 1000 Bewohner	12
Abb. 3-6	Anzahl der Weltklassepatente 2015 in europäischen Ländern pro 1000 Bewohner	13
Abb. 3-7	Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 weltweit pro 1000 Bewohner	13
Abb. 3-8	Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 in europäischen Ländern pro 1000 Bewohner	14
Abb. 3-9	Entwicklung des Anteils der Digitalisierungs-Weltklassepatente im Vergleich zu allen Patenten weltweit und in der Schweiz	14
Abb. 3-10	Digitalisierungsanteile in ausgewählten Technologiebereichen	15
Abb. 4-1	Entwicklung der Patentaktivitäten in ausgewählten neuen Technologiefeldern (Additive Manufacturing, künstliche Intelligenz, Internet der Dinge, Robotik; Index 2000=100).....	17
Abb. 4-2	Gesamtpatente in Additiver Fertigung	18
Abb. 4-3	Weltklassepatente in Additiver Fertigung	18
Abb. 4-4	Gesamtpatente in Künstlicher Intelligenz.....	19
Abb. 4-5	Weltklassepatente in Künstlicher Intelligenz	19
Abb. 4-6	Gesamtpatente im Internet der Dinge	20
Abb. 4-7	Weltklassepatente im Internet der Dinge	20
Abb. 4-8	Gesamtpatente in Robotik	21
Abb. 4-9	Weltklassepatente in Robotik.....	21
Abb. 4-10	Gesamtpatente in Sensorik	22
Abb. 4-11	Weltklassepatente in Sensorik	22
Abb. 5-1	Verflechtung von Medizintechnologien mit verschiedenen neuen Technologien.....	24
Abb. 5-2	Verflechtung von Industrie 4.0 mit verschiedenen neuen Technologien.....	25
Abb. 5-3	Ranking der besten Länder bei Technologiekombinationen im Medizintechnologiebereich	26
Abb. 5-4	Ranking der besten Länder bei Technologiekombinationen in der Industrie 4.0.....	26
Abb. 7-1	Indexierte Entwicklung der Patentaktivitäten ausgewählter Länder in zentralen neuen Technologien	30
Abb. 7-2	Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Additiver Fertigung.....	32

Abb. 7-3	Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Additiver Fertigung.....	33
Abb. 7-4	Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Künstlicher Intelligenz.....	33
Abb. 7-5	Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Künstlicher Intelligenz.....	34
Abb. 7-6	Gesamtpatente pro 1000 Bewohner im Internet der Dinge.....	34
Abb. 7-7	Weltklassepatente pro 1000 Bewohner im Internet der Dinge	35
Abb. 7-8	Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Robotik	35
Abb. 7-9	Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Robotik	36
Abb. 7-10	Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Sensorik.....	36
Abb. 7-11	Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Sensorik	37

1 Einleitung

Die vorliegende Kurzstudie wurde im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) erstellt. Im Rahmen der Strategie „Digitale Schweiz“ hat der Bundesrat das SBFI im Januar 2017 damit beauftragt, die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Bereiche Bildung, Forschung und Innovation zu untersuchen. Dies nicht zuletzt aufgrund der Erkenntnis, dass die Digitalisierung Wirtschaft und Arbeitswelt rasant verändert und einen erheblichen Einfluss auf den Strukturwandel und das Wirtschaftswachstum ausübt. Wesentliche Grundlage dieses digitalen Wandels stellen die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) dar, deren Beherrschung jedoch massgeblich von Forschung und Entwicklung abhängt. Der Bundesrat hat in seinem Bericht vom Januar 2017 aber in gewissen für die Digitalisierung der Wirtschaft wichtigen Bereichen grundlegendes Verbesserungspotential festgestellt. Die damit verknüpften Herausforderungen des Forschungsstandortes sollen vom SBFI eingehend geprüft werden. Im Rahmen dieses Prüfauftrags hat das SBFI auch die hiermit vorgelegte Studie veranlasst, welche spezifisch die Schweizer Patentaktivitäten im Bereich neuer Technologien sowie Digitalisierungstechnologien untersuchen soll. Vor diesem Hintergrund wird mit der vorliegenden Kurzstudie der neue Patentanalyseansatz von BAK Economics auf drei spezifische Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung angewendet: Die Bedeutung verschiedener Digitalisierungstechnologien im Zusammenspiel mit anderen Technologien für die Schweiz, die Positionierung der Schweiz bezüglich den Weltklassepatenten in digitalen und neuen Technologien im Vergleich zu ausgewählten Ländern sowie die Bedeutung der Verflechtungen von klassischen Technologien mit neuen dynamischen Technologien am Beispiel der Medizintechnologie und der Industrie 4.0.

Der verwendete Analyseansatz wurde von BAK Economics, dem Eidgenössischen Institut für Geistiges Eigentum (IGE) und PatentSight entwickelt, um die Entwicklung und Dynamik des technischen Fortschritts besser darstellen zu können. Dazu wurden umfangreiche Technologien und Technologiesets definiert, die Strukturveränderungen durch technologischen Fortschritt schneller und im Zeitverlauf sichtbar machen. Grundlage dafür ist das internationale Patentsystem, das es ermöglicht, den technologischen Fortschritt dezentral auf Unternehmensebene zu erfassen, nach unterschiedlichen Kriterien zu aggregieren, Technologien zuzuordnen und international vergleichbar zu machen. Patente werden in diesem Zusammenhang nicht nach dem Hauptsitz der anmeldenden Firma analysiert, sondern nach dem Wohnsitz der zuständigen Forscher. Somit kann gezeigt werden, wo die Forschungsleistung tatsächlich erbracht wurde. Ausserdem wird nicht nur die absolute Patentanzahl gemessen, sondern zusätzlich nach den qualitativ hochwertigen Patenten differenziert.

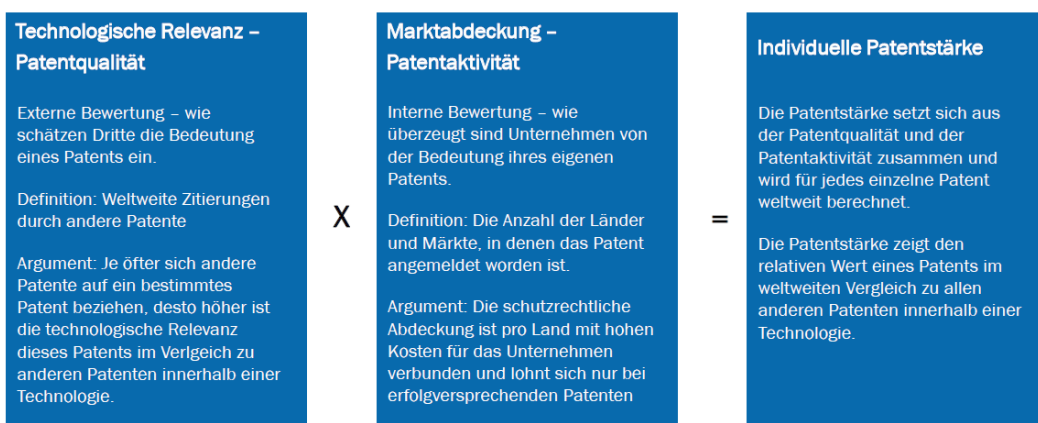
2 Bewertungsansatz und Hintergrund

Weltklassepatente – Klasse statt Masse

In der vorliegenden Studie wird die Innovationsfähigkeit eines Landes anhand der Patentaktivitäten, respektive der Patentstärke operationalisiert. Die Messung dieser Patentstärke wird für jedes einzelne Patent weltweit mithilfe der Patentaktivität und der Patentqualität ermittelt. Als Patentaktivität wird die Marktabdeckung definiert, das heisst die Anzahl der weltweit abgedeckten Länder eines Patents, adjustiert für die Marktgrösse. Da die internationale Patentierung kostenintensiv ist, signalisiert eine breite internationale Marktabdeckung, dass der Patentanmelder von seinem Patent überzeugt ist und sich viel davon verspricht. Die Patentqualität wird approximiert über die technologische Relevanz und wird anhand von Verweisen und Zitaten des Patentbesitzers von Dritten gemessen. Je mehr Verweise und Zitate, umso wichtiger ist die Erfindung im Vergleich zu anderen Patenten der gleichen Technologie, da Unternehmen sich hier konkret auf ähnliche Innovationsaktivitäten von Konkurrenzunternehmen beziehen. Die Kombination aus Patentaktivität und Patentqualität ergibt sodann einen Wert für jedes einzelne Patent. Somit können die Patente innerhalb der Technologien nach ihrer Relevanz sortiert werden. Die obersten 10% der Patente in jeder Technologie werden als Weltklassepatente definiert, welche für die vorliegende Analyse von besonderer Bedeutung sind. Nur diese Patente sind aufgrund der Marktabdeckung und der technologischen Relevanz durch Zitierungen überhaupt relevant, während der Grossteil der restlichen Patente nur in wenigen Ländern angemeldet ist, zudem kaum bekannt ist und entsprechend wenig genutzt wird. Anhand der Anzahl der Weltklassepatente kann eine Aussage über die Patentqualität getroffen werden. Der Anteil der Weltklassepatente hingegen zeigt die Effizienz auf.

Abb. 2-1 Der Patentbewertungsansatz im Überblick

Wie messen wir Patentqualität - Klasse statt Masse - Qualität und Aktivität der Patente statt der reinen Anzahl

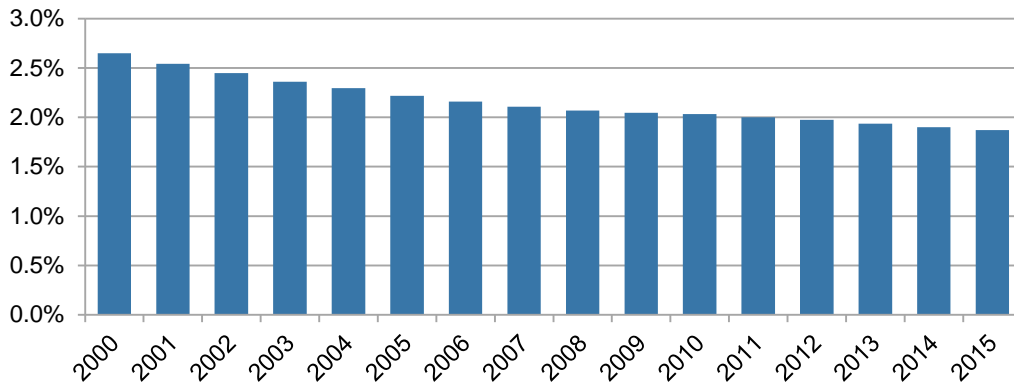


Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Mit diesem Ansatz kann eindeutig zwischen Gesamtpatenten und Weltklassepatenten unterschieden werden, während traditionelle Patentanalysen die Gesamtpatente in den Vordergrund stellen. In den letzten 15 Jahren ist beispielsweise die Gesamtzahl der Patente weltweit gestiegen. Auch in der Schweiz ist dieser Trend zu beobachten.

ten, jedoch mit einem geringeren Anstieg. Entsprechend kann in den letzten Jahren eine Abnahme des Schweizer Anteils an den weltweiten Patenten beobachtet werden (siehe Abbildung 2-2).

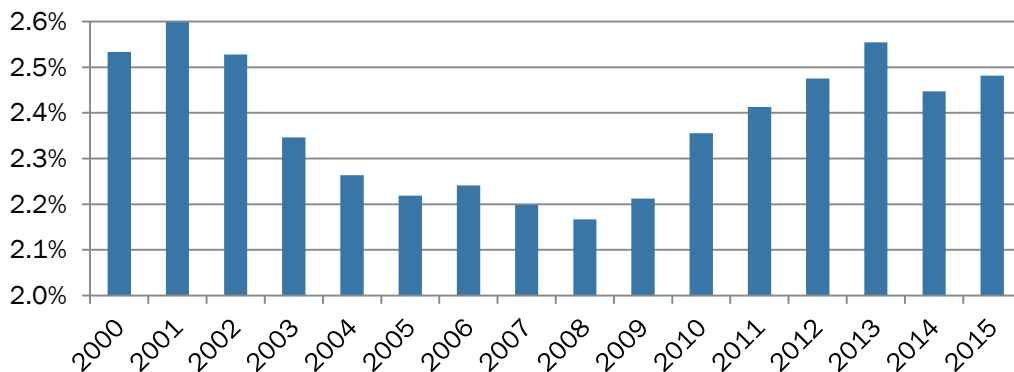
Abb. 2-2 Entwicklung des Anteils der CH-Patente an den weltweiten Patenten seit 2000



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Diese relative Abnahme der Schweizer Patente ist durch den überdurchschnittlichen Anstieg von Patentanmeldungen aus Asien und vor allem aus China zu erklären. Doch mehr Patente aus China bedeuten nicht unbedingt, dass China nun kompetitiver und innovativer wird. Ein wesentlicher Grund für den Anstieg liegt in der politischen Vorgabe, möglichst viel Forschungsaktivitäten auch zählbar in Patente umzusetzen, um dem Forschungsstandort China über die Masse der Aktivitäten Relevanz zu verleihen. Umgekehrt bedeutet ein relativer Rückgang des Anteils der Gesamtpatente der Schweiz nicht, dass die Schweiz in der Innovation zurückfällt. Zwar benötigt jedes Land eine gewisse Masse an Patenten um konkurrenzfähig zu sein, aber vor allem sind es die Weltklassepatente, die Innovationstärke beweisen. In den Weltklassepatenten hält die Schweiz gegenwärtig einen Anteil von rund 2.5% (Abb. 2-3).

Abb. 2-3 Entwicklung des Anteils der CH-Weltklassepatente an den weltweiten Weltklassepatenten seit 2000



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Fokus auf Digitalisierung

In dieser Studie wird der erläuterte Ansatz auf die direkte und indirekte Analyse von Technologien der Digitalisierung angewendet. Digitalisierung ist in der heutigen wirtschaftspolitischen Diskussion eine der zentralen Technologien, die jedoch oft nicht klar definiert ist. Entsprechend schwer ist es, die vielfältigen Wirkungen der Digitalisierung einzuordnen und zu bewerten. Die Bandbreite der Definitionen reicht dabei von sehr umfangreich, d.h. sämtliche Aspekte der Computer Technologie und der digitalen Kommunikation umfassend (OECD-Definition) bis zu einer engen Definition, die Digitalisierung nicht als eigenständige Technologie versteht, sondern als Querschnittstechnologie, die insbesondere die Vernetzung und Veränderung anderer Technologien vorantreibt.

Für diese Studie wird in den ersten Kapiteln die breite OECD-Definition gewählt, um die internationale Position der Schweiz anhand verschiedener aktueller Technologien der Digitalisierung zu eruieren. Zusätzlich wird exemplarisch die Wirkung dieser digitalen Technologien auf andere Schlüsseltechnologien analysiert. Dazu wird eine Auswahl neuer Technologien verwendet: Additive Fertigung, Künstliche Intelligenz, Internet der Dinge, Robotik und Sensorik.

Diese Technologien sind Teil des von BAK Economics und dem IGE definierten Technologiesets und dienen dazu, wichtige Entwicklungen in zentralen Technologien für Länder, Regionen und Unternehmen aufzuzeigen. Die Technologien wurden entwickelt, um die klassischen WIPO-Technologiefelder um eine aktuellere Perspektive zu ergänzen und neue Technologietrends zeitnah abzubilden. Des Weiteren wird auch die Wirkung der digitalen Technologien auf weitere klassische Technologien wie Medtech, Life Sciences und Energie analysiert. Im letzten Teil wird am Beispiel Medtech und der Industrie 4.0 annäherungsweise gezeigt, wie stark die Bedeutung von Technologieverflechtungen, also dem Zusammenwachsen von klassischen Technologien mit bestimmten neuen Technologien zunimmt. In diesem Teil wird die Digitalisierung im engen Sinne verstanden, also nicht als eigenständige Technologie, sondern als Querschnittstechnologie, die insbesondere die Vernetzung und Veränderung anderer Technologien vorantreibt. Hier wird gezeigt, wie stark andere Technologien – mutmasslich durch die Digitalisierung unterstützt – zusammenwachsen.

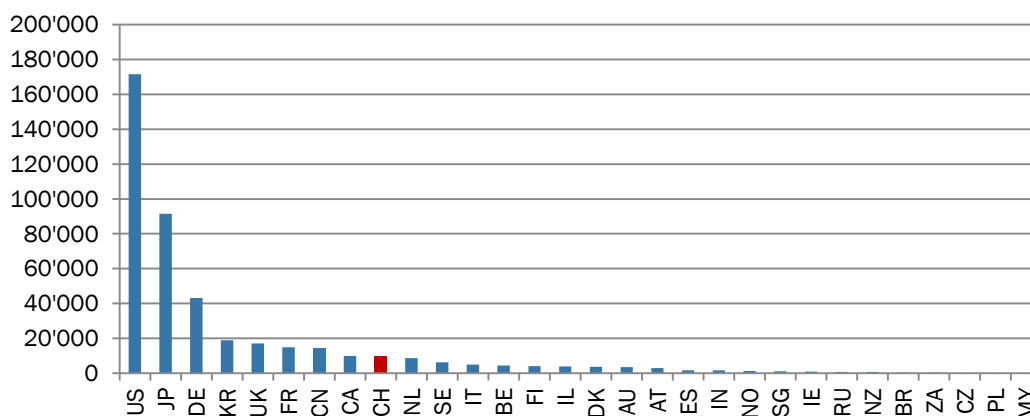
3 Die Bedeutung der Digitalisierung

Eine hohe Anzahl qualitativ hochstehender Patente ist ein wesentlicher Faktor für die technologische Wettbewerbsfähigkeit eines Landes. Die nachfolgende Analyse erlaubt es aufzuzeigen, welche Bedeutung Patente in Digitalisierungstechnologien – generell sowie in Verbindung mit weiteren spezifischen Technologiebereichen – mittlerweile aufweisen und wie sich diese Bedeutung entwickelt hat. Damit soll insbesondere beantwortet werden, wie sich die Schweiz hierbei, unter anderem auch im internationalen Vergleich, positionieren konnte.

3.1 Die Bedeutung der Digitalisierung im internationalen Vergleich

Um die Entwicklung der Digitalisierung in der Schweiz richtig einordnen zu können, ist es sinnvoll in einem ersten Schritt die Weltklassepatente in allen Technologien insgesamt zu vergleichen. In diesem Ranking steht die Schweiz mit 9'638 Weltklassepatenten an weltweit neunter Stelle (siehe roter Balken in Abbildung 3-1). Aus Sicht der Schweiz ist das aufgrund der relativ geringeren Grösse im Vergleich zu den anderen Ländern bereits ein sehr bemerkenswerter Platz. Er zeigt, dass die Schweiz ein hochinnovatives Land ist – insbesondere im Vergleich zu anderen Ländern ähnlicher Grösse. An der Spitze dieses Rankings steht die USA mit 171'487 Weltklassepatenten, gefolgt von Japan (91'528) und Deutschland (43'078). Die Forschungsaktivitäten der USA dominieren folglich diese Darstellung. Selbst Europa insgesamt (EU-28, Schweiz und Norwegen) kommt mit 124'370 Weltklassepatenten nicht an das Niveau der USA heran.

Abb. 3-1 Absolute Anzahl der Weltklassepatente 2015 weltweit

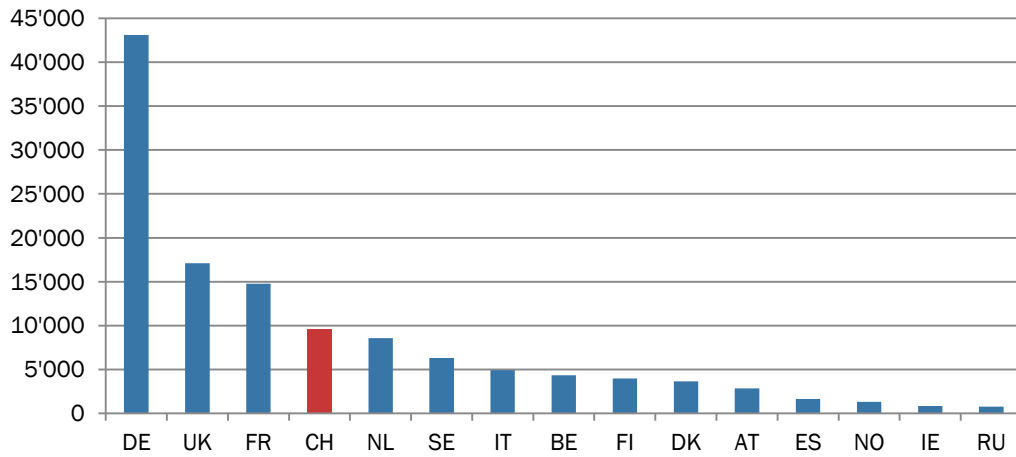


Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Die hohe generelle Innovationskraft der Schweiz zeigt sich insbesondere im innereuropäischen Vergleich (Abbildung 3-2). Hier steht die Schweiz an vierter Stelle nach Deutschland, Grossbritannien und Frankreich, aber beispielsweise vor den Nieder-

landen und Dänemark. Die Schweiz ist damit das innovativste der kleineren europäischen Länder und liegt zudem vor grösseren Ländern wie Italien oder Spanien.

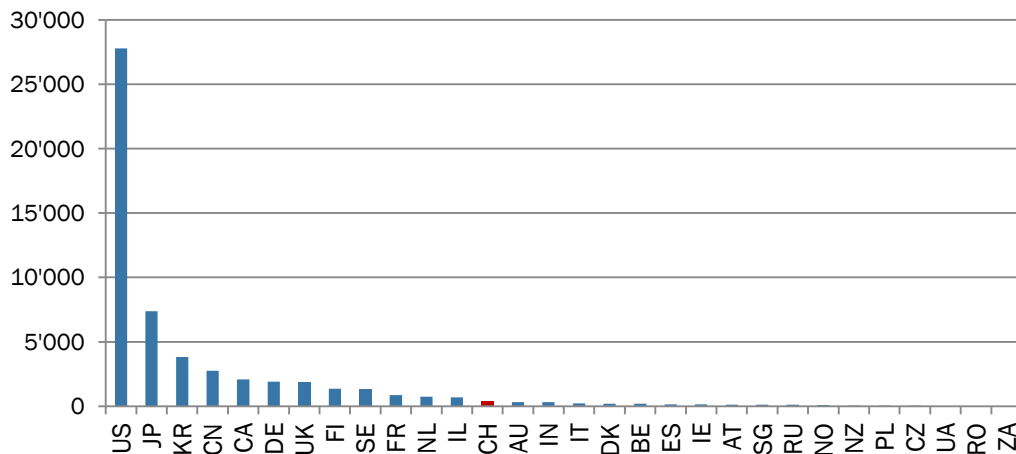
Abb. 3-2 Absolute Anzahl der Weltklassepatente 2015 in europäischen Ländern



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

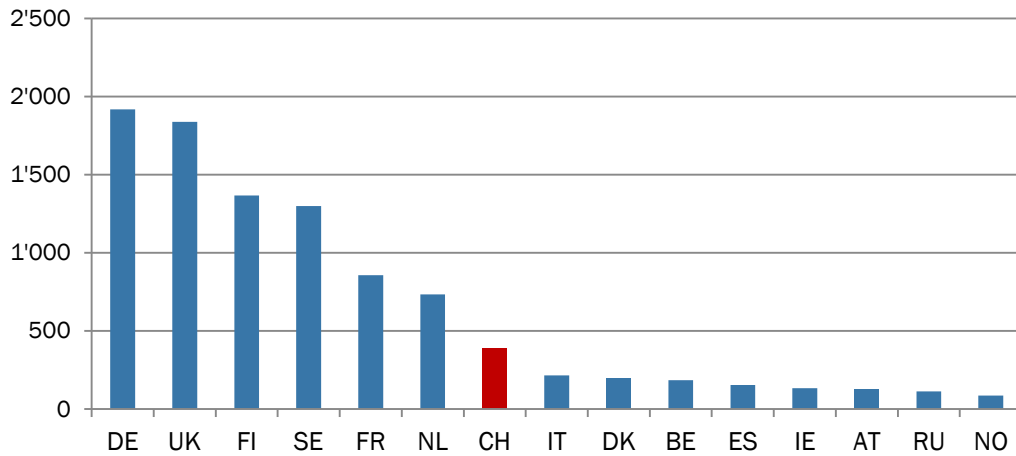
Bei den Weltklassepatenten im Digitalisierungsbereich, d.h. in den Bereichen „Computer Technology“ und „Digital Communication“, zeigt sich die Dominanz der USA mit der vierfachen Anzahl an Weltklassepatenten (rund 28'000) im Vergleich zum zweitplatzierten Japan und ebenso deutlich vor Südkorea und China. Die Schweiz befindet sich mit 387 Weltklassepatenten auf Platz 13 (siehe roter Balken in der Abbildung 3-3). Im Vergleich zum Ranking aller Technologien ist die Schweiz also, bei einer Betrachtung der absoluten Zahl der Weltklassepatente, deutlich weniger aktiv im Digitalisierungsbereich. In der Abbildung 3-4 sieht man ebenfalls, dass die Schweiz im europäischen Vergleich zurückfällt. Sie wird hier auch von kleineren europäischen Ländern wie den Niederlanden, Finnland und Schweden überholt.

Abb. 3-3 Absolute Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 weltweit



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

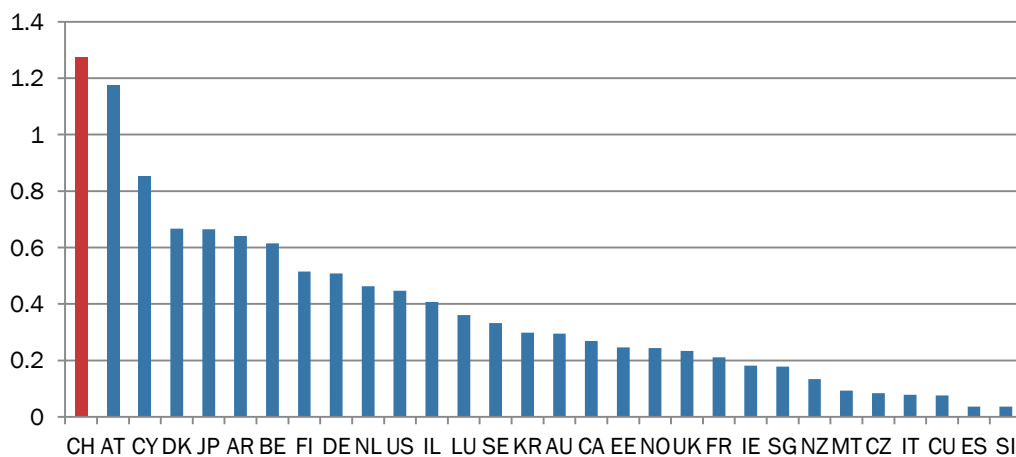
Abb. 3-4 Absolute Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 in europäischen Ländern



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

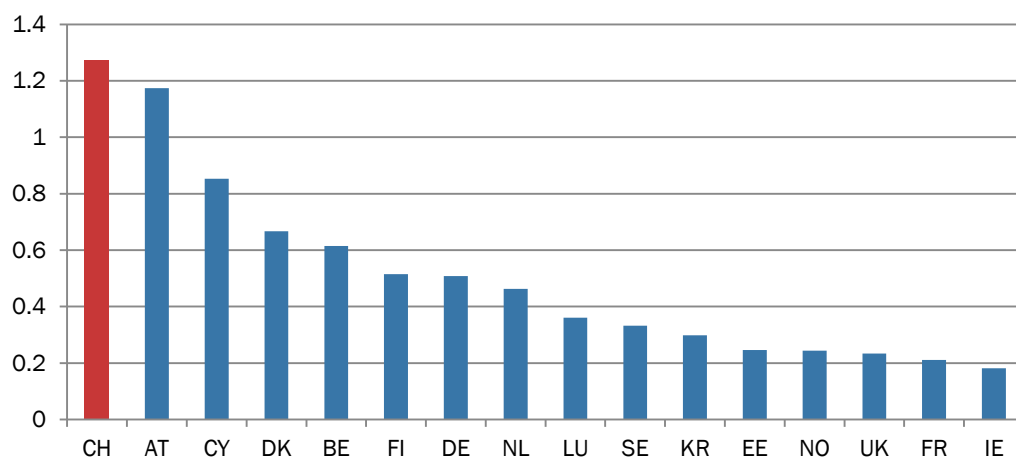
Zur Relativierung der Grössenunterschiede wird in den folgenden Abbildungen die Anzahl der Weltklassepatente pro 1000 Bewohner eines Landes gezeigt. In der Aggregation aller Weltklassepatente in allen Technologien ist die Schweiz damit das innovativste Land der Welt, gefolgt von den zweit- und drittplatzierten Staaten Österreich und Zypern (Abbildung 3-5). Das gleiche Bild zeigt sich im europäischen Vergleich (Abbildung 3-6). Auch hier liegt die Schweiz folgerichtig vor den anderen Nationen, wobei sich die Reihenfolge insgesamt zugunsten der kleineren Länder verschoben hat.

Abb. 3-5 Anzahl der Weltklassepatente 2015 weltweit pro 1000 Bewohner



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

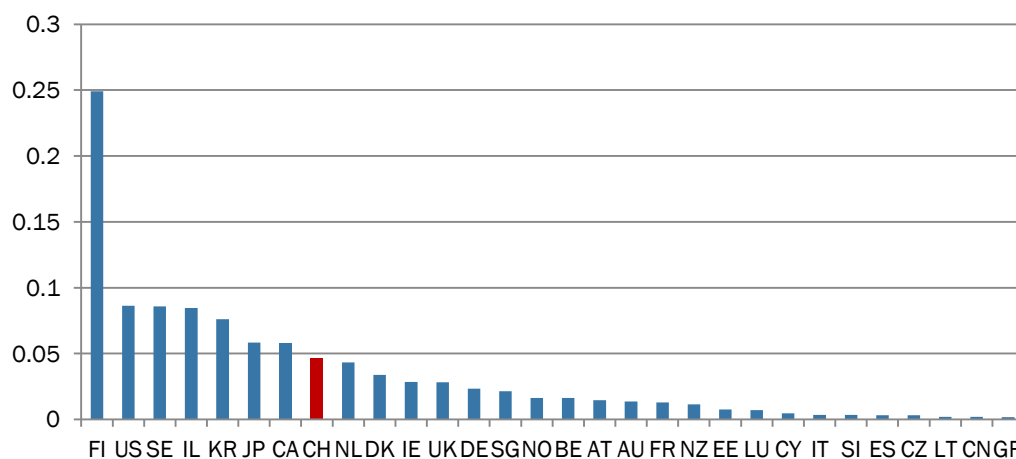
Abb. 3-6 Anzahl der Weltklassepatente 2015 in europäischen Ländern pro 1000 Bewohner



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

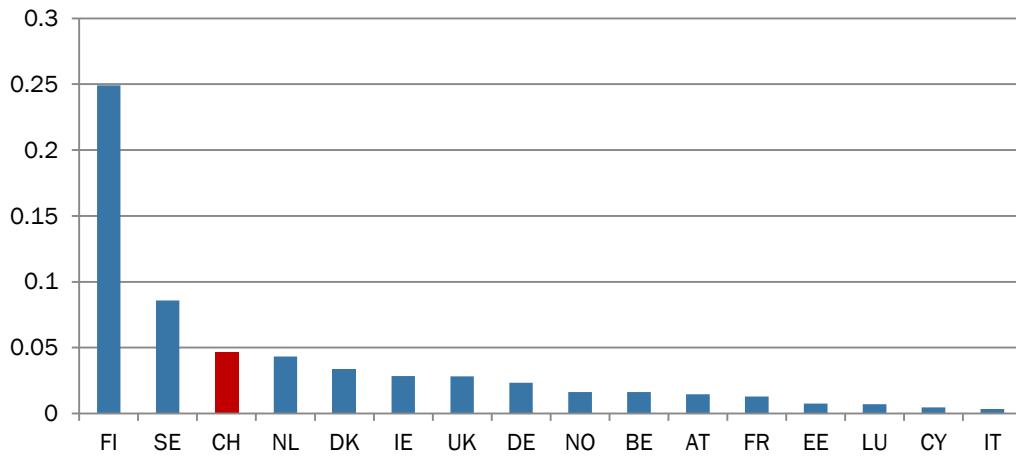
Die Pro-1000 Bewohner Betrachtung mit dem Fokus auf Digitalisierung fällt anders aus. Hier liegt die Schweiz hinter anderen Ländern wie Finnland, den USA, Schweden, Israel, Südkorea, Japan oder Kanada (Abbildung 3-7). Auch der europäische Vergleich (Abbildung 3-8) fällt ungünstiger für die Schweiz aus. Sie liegt auf Platz drei, hinter Ländern vergleichbarer Grösse.

Abb. 3-7 Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 weltweit pro 1000 Bewohner



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 3-8 Anzahl der Weltklassepatente in „Computer Technology“ und „Digital Communication“ 2015 in europäischen Ländern pro 1000 Bewohner

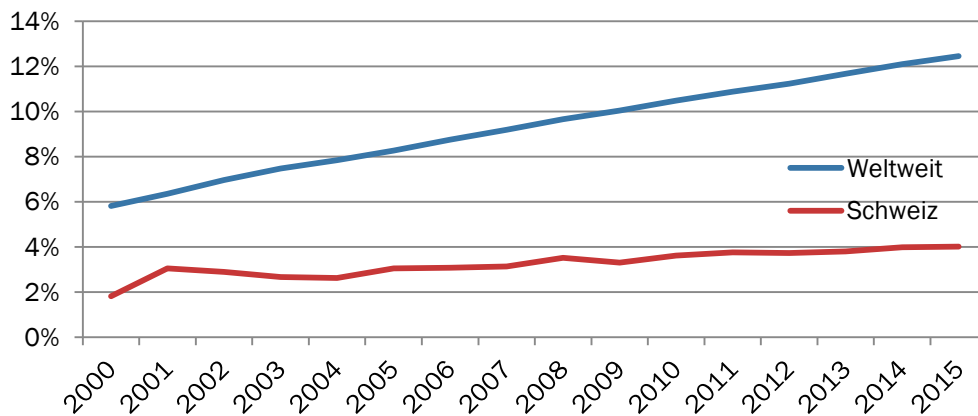


Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

3.2 Die Bedeutung der Digitalisierung im zeitlichen Verlauf

Im Zeitverlauf zeigt sich, dass die Entwicklung der Digitalisierung in der Schweiz spätestens seit 2001 hinter der weltweiten Dynamik zurückbleibt. Während in den anderen Ländern der Anteil der Digitalisierung innerhalb des Technologieportfolios deutlich auf über 12% gestiegen ist, liegt er in der Schweiz nur knapp über 4% und stagniert bereits seit mehreren Jahren (Abbildung 3-9).

Abb. 3-9 Entwicklung des Anteils der Digitalisierungs-Weltklassepatente im Vergleich zu allen Patenten weltweit und in der Schweiz

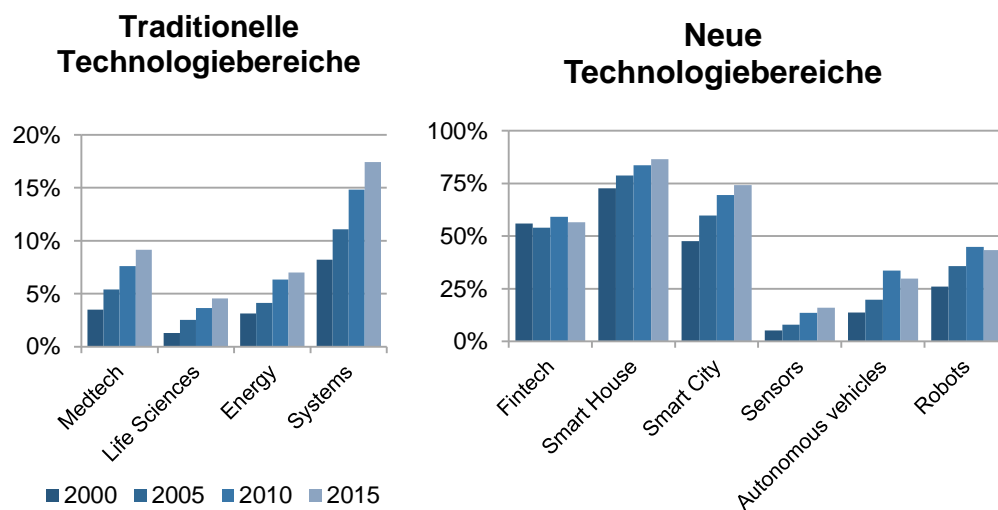


Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

3.3 Die Bedeutung der Digitalisierung für andere Technologien und Technologiebereiche

Die Dynamik der Digitalisierung zeigt sich nicht nur in ihrer eigenen Entwicklung, sondern auch in der Bedeutung der Digitalisierung für andere Technologien. So liegt der Durchdringungsgrad digitaler Technologien in neuartigen Technologiebereichen wie Fintech, Smart City und Smart House in der Schweiz bei deutlich über 50%, d.h. mehr als die Hälfte der Patente in diesen Technologien beinhaltet zusätzlich zur eigenen Technologie Digitalisierungselemente. In klassischen Technologiebereichen wie Medtech, Life Sciences und Energie liegt der Durchdringungsgrad noch deutlich tiefer, hat sich aber in den letzten 15 Jahren mehr als verdoppelt (Abbildung 3-10). Das heisst Digitalisierungstechnologien verändern zunehmend auch die bestehenden Schlüsseltechnologien. Dies zeigt klar die steigende Bedeutung der Digitalisierung. Die Durchdringung anderer Technologien mit Digitalisierung im Sinne einer Querschnittsbranche ist von besonderer Bedeutung, da sich daraus neue Innovationen und Geschäftsmodelle entwickeln können.

Abb. 3-10 Digitalisierungsanteile in ausgewählten Technologiebereichen



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

3.4 Fazit

Der bisherige Vergleich zeigt, dass die Schweiz insgesamt ein hochinnovatives Land ist. Gemessen in absoluten Weltklassepatenten liegt die Schweiz weltweit auf Platz neun und damit deutlich vor Ländern vergleichbarer Grösse. Noch stärker ist die Schweiz in der Pro-Kopf Betrachtung. Hier liegt sie weltweit an erster Stelle. In der Digitalisierung jedoch fällt die Schweiz insgesamt hinter andere Länder vergleichbarer Grösse zurück. Dies gilt sowohl für die absolute Anzahl der Weltklassepatente, als auch für die Pro-Kopf Betrachtung. Insgesamt liegt zudem auch die Dynamik der Digitalisierung in der Schweiz deutlich unter der weltweiten Dynamik und stagnierte in den letzten Jahren.

4 Ländervergleich der Patentaktivitäten in neuen Technologien

Im Folgenden stehen mit Additiver Fertigung, Künstlicher Intelligenz, Internet der Dinge, Robotik und Sensorik Technologien im Fokus, die in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen haben. Mit Hilfe des neuen BAK-Technologieansatzes werden die Aktivitäten der Schweiz und von ausgewählten Ländern¹ in diesen „neuen“ Technologien näher analysiert. Die Analyse ist mehrdimensional und vergleicht einzelne Technologien, Länder, Gesamtaktivitäten und Weltklasseaktivitäten jeweils im Jahr 2005 und 2015. Mit der Analyse soll dabei der Frage nachgegangen werden, wie sich die Schweiz in diesen Technologiebereichen – welche in Zukunft wohl noch weiter an Relevanz gewinnen dürften – positionieren konnte. Des Weiteren sollen die Dynamiken in diesen Technologiebereichen für die Schweiz und für ausgewählte Vergleichsländer untersucht werden.

Insgesamt, also bei der Betrachtung sämtlicher Patente, zeigt sich, dass die USA in allen untersuchten Technologien dominieren. Auf den weiteren Plätzen folgen in der Regel Japan und Deutschland. In der Internet der Dinge Technologie stehen jedoch die asiatischen Länder Japan, Korea und China vor den Europäern. Umgekehrt dominieren die Europäer die Additive Fertigung. Die Schweiz ist in der Additiven Fertigung ebenfalls gut positioniert. Auch in der Sensorik und Robotik kann die Schweiz sich gut positionieren, fällt aber in der Künstlichen Intelligenz und im Internet der Dinge deutlich zurück.

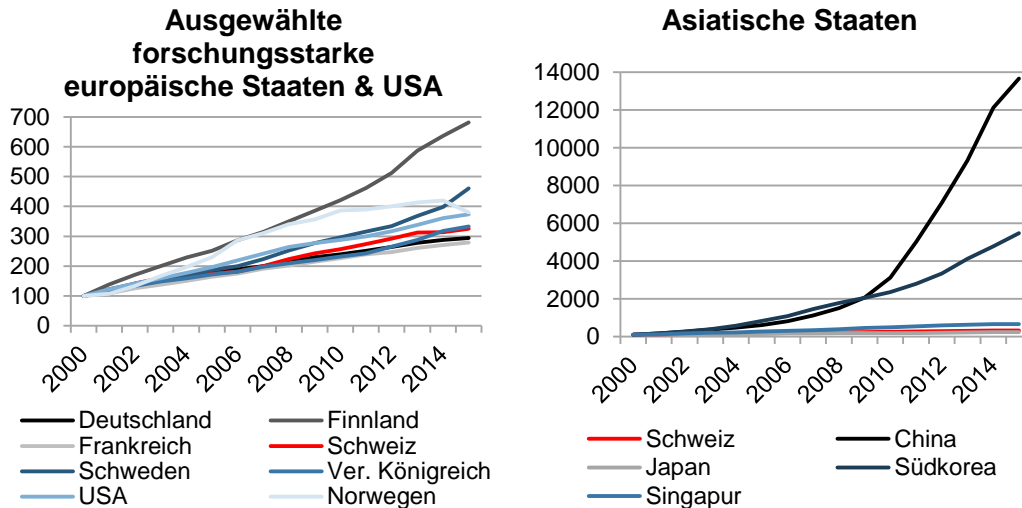
Hinsichtlich der Weltklassepatente dominieren ebenfalls die USA. Hier liegen die europäischen Länder zum Teil noch vor den asiatischen Staaten, wobei sich Südkorea mittlerweile auf europäischem Niveau befindet. Die Schweiz besitzt eine hohe Effizienz, die sich insbesondere in den Weltklassepatenten in der Robotik und in der Additiven Fertigung bemerkbar macht.

Mit Bezug auf die zeitliche Entwicklung der Technologiefelder zeigt sich, dass sich die Schweiz im Vergleich zu den europäischen Ländern in der Gesamtsicht durchschnittlich entwickelt hat, wobei die Aktivitäten in Teilbereichen, wie in der Künstlichen Intelligenz, überdurchschnittlich stark ausgeweitet werden konnten. In anderen zentralen Bereichen, wie zum Beispiel im Internet der Dinge, fällt die Schweiz jedoch zurück.

Insgesamt zeigt sich aber auch, dass aufstrebende asiatische Länder wie China oder Südkorea ihre Aktivitäten in diesen ausgewählten Technologien im Vergleich zu Europa deutlich stärker ausweiten konnten. In allen untersuchten Technologien liegt die Dynamik der asiatischen Staaten deutlich über der Dynamik europäischer Länder und den USA, sowie ebenfalls deutlich über derjenigen der Schweiz. Besonders auffällig ist das im Internet der Dinge (siehe Abbildung 4-1 für die Gesamtentwicklung und im Anhang Abb. 7-1 für die Entwicklungen der einzelnen Technologiefelder).

¹ Zu den ausgewählten Ländern gehören China, Deutschland, Finnland, Frankreich, Japan, Norwegen, Schweden, die Schweiz, Singapur, Südkorea, UK und die USA.

Abb. 4-1 Entwicklung der Patentaktivitäten in ausgewählten neuen Technologiefeldern (Additive Manufacturing, künstliche Intelligenz, Internet der Dinge, Robotik; Index 2000=100)



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

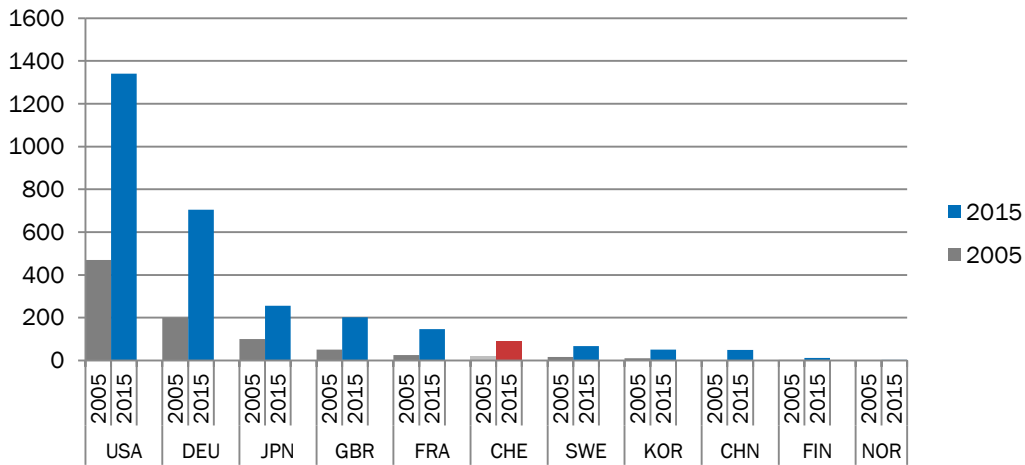
4.1 Analyse einzelner Technologien

Im Folgenden wird auf die wesentlichen Erkenntnisse in den einzelnen Technologien detailliert eingegangen.

Die Additive Fertigung ist eine zentrale Technologie im Bereich Industrie 4.0 und umfasst im Wesentlichen Patente zu den Materialien für den 3D-Druck. Hier steht also weniger das Druckverfahren selbst im Zentrum, als vielmehr die Materialien, die sich für den Druck eignen. Insgesamt wurden in diesem Bereich vergleichsweise wenige Patente erteilt. Die USA erreichen mit rund 1400 Patenten fast genau die Summe der Aktivitäten der anderen betrachteten Länder (siehe Abbildung 4-2). Schon das drittplatzierte Japan fällt mit insgesamt 250 Patenten stark ab. Die Schweiz ist mit insgesamt knapp 100 Patenten auf dem sechsten Platz vor Ländern vergleichbarer Grösse. Bei den Weltklassepatenten bestätigt sich die Dominanz der USA – auch hier vereinen sie mehr als 50% aller Patente auf sich (Abbildung 4-3). Die Schweiz liegt auf dem Niveau grosser europäischer und asiatischer Länder und kann somit in dieser Technologie bestehen.²

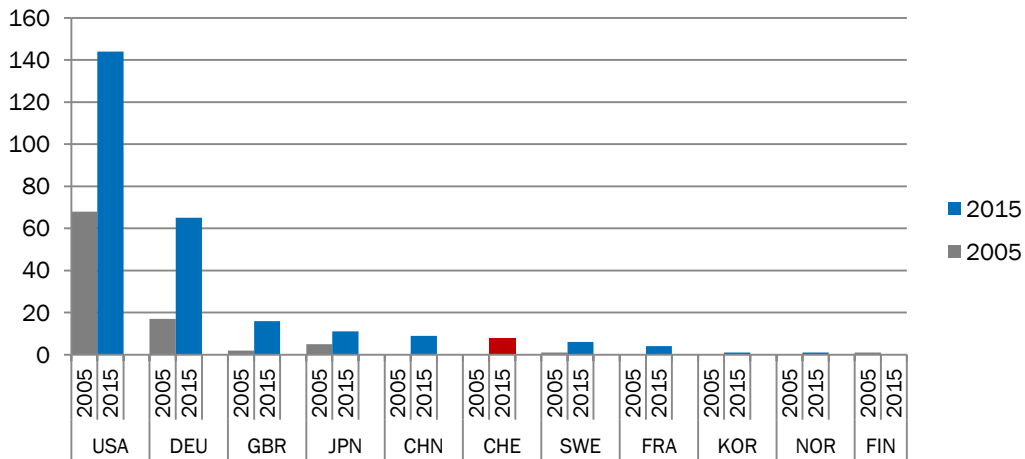
² Im Anhang, Abbildungen 7-2 bis 7-11, können die Gesamtpatente und Weltklassepatente pro 1000 Bewohner aller ausgewählten Technologiefelder gefunden werden.

Abb. 4-2 Gesamtpatente in Additiver Fertigung



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 4-3 Weltklassepatente in Additiver Fertigung

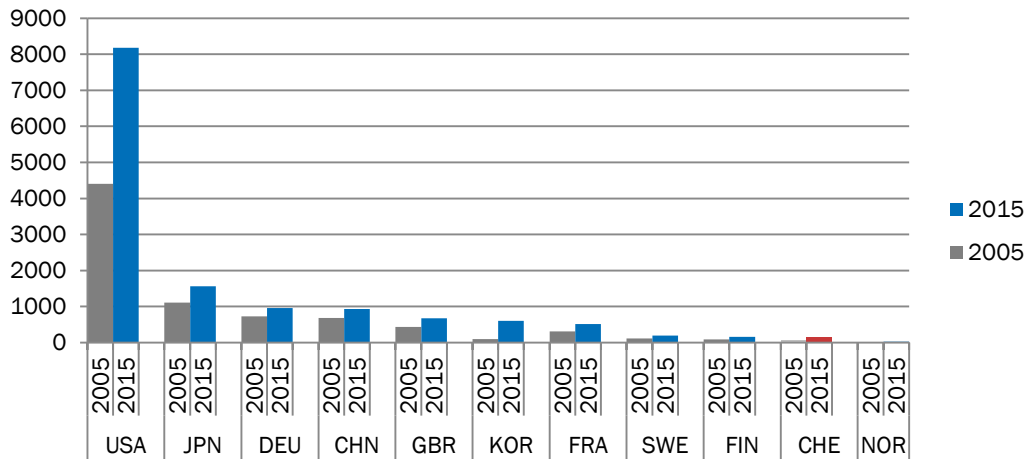


Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Die künstliche Intelligenz als Kategorie setzt sich aus Patenten der Bereiche machine-, adaptive- oder deep-learning, neuronale Netze, Vektor-Maschinen sowie der optischen Erkennung von bestimmten Parametern zusammen. Sie ist eine Domäne der USA und das eindrücklichste Beispiel technologischer Dominanz im Vergleich der analysierten Technologien. Mit über 8000 Patenten halten die USA deutlich mehr Patente als die anderen Länder zusammen (5700) (Abbildung 4-4). Diese Dominanz verstärkt sich noch bei den Weltklassepatenten (Abbildung 4-5). Hier halten die USA 80% aller Weltklassepatente der analysierten Länder insgesamt. Alle anderen Länder fallen deutlich ab und liegen im Prinzip abgeschlagen gleichauf. In der Patenteffizienz liegen die kleineren Länder vor den grösseren, wobei dies vermutlich auf einzelne Unternehmen in den jeweiligen Staaten zurückzuführen ist. Trotz des bereits hohen absoluten Niveaus weisen die USA auch eine der stärksten Dynamiken auf. Aus Sicht der Schweiz ist auffällig, dass andere Länder ähnlicher Grösse in dieser Technologie auf den vorderen Plätzen – und noch vor der Schweiz selbst – liegen. Auch hier ist

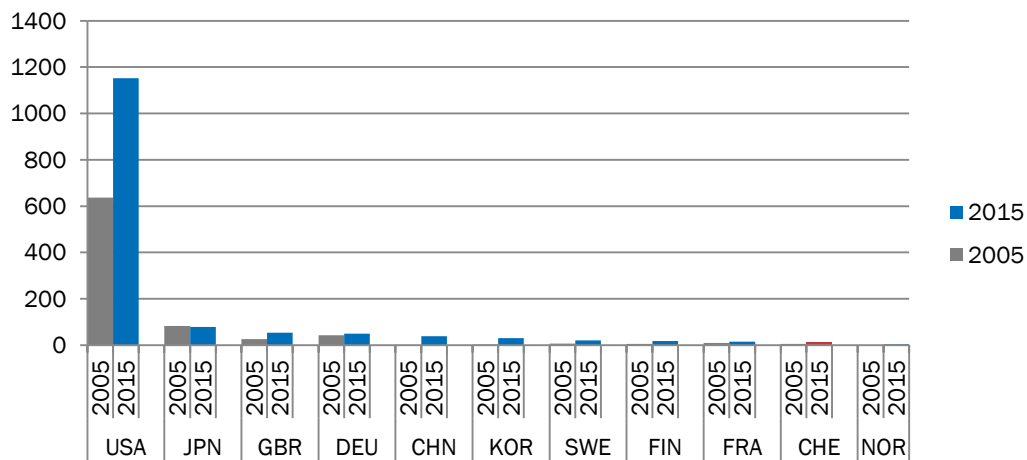
aufgrund des insgesamt niedrigen absoluten Niveaus davon auszugehen, dass in Schweden und Finnland jeweils einzelne Firmen dafür verantwortlich sind.

Abb. 4-4 Gesamtpatente in Künstlicher Intelligenz



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 4-5 Weltklassepatente in Künstlicher Intelligenz

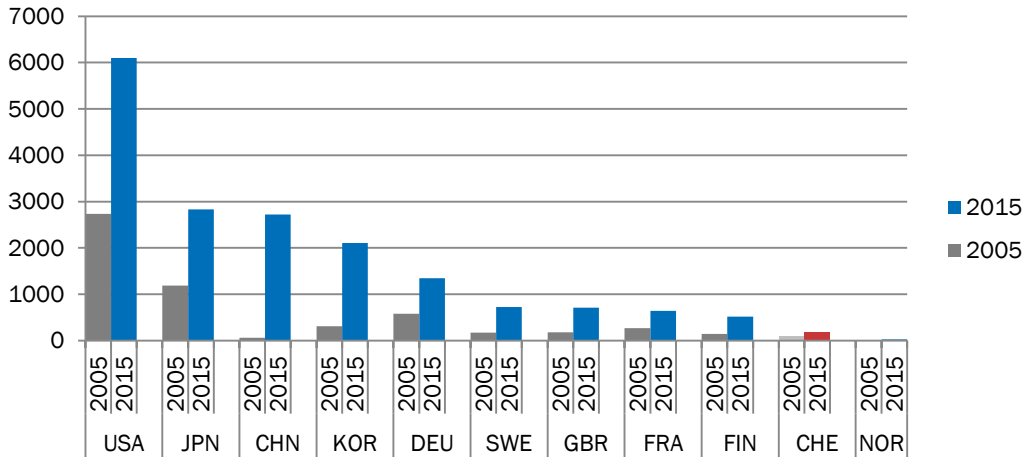


Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

In der Kategorie Internet der Dinge liegt der Schwerpunkt auf der vernetzenden Technologie und nicht auf dem einfachen Endgerät selber. Um im Sinne der Definition als „smart“ zu gelten, müssen die Produkte, Maschinen, Objekte, Autos, Strassen, Tunnel, Parkplätze, Verkehrsampeln, Aufzüge, Türen etc. neben der Kommunikationseigenschaft auch eine Sensorikfunktion enthalten. Zwar liegen die USA auch in dieser Kategorie vor den anderen Ländern, aber die Internet der Dinge-Technologie ist mittlerweile breiter diffundiert und die vordersten Plätze setzen sich anders zusammen (Abbildung 4-6). In diesem Technologiebereich sind die asiatischen Länder wie Japan, China und Südkorea vor den europäischen Konkurrenten positioniert. Die USA dominieren allerdings auch in den Weltklassepatenten, mit mehr als 1000 Patenten (Abbildung 4-7). Hier zeigt sich, dass die anderen Länder zwar jeweils nen-

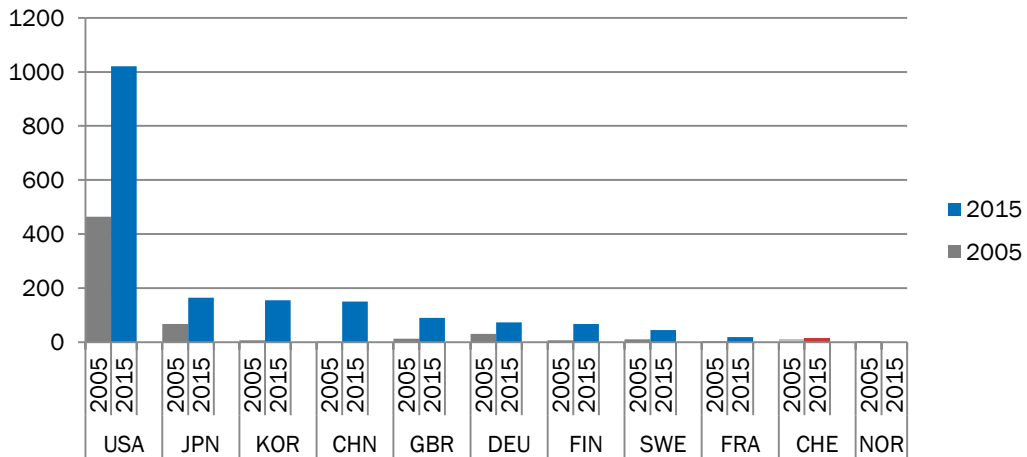
nenswerte Dynamiken aufweisen, aber in den Weltklassepatenten noch deutlich hinter den USA zurückliegen. Die Schweiz liegt beim Internet der Dinge wie die anderen europäischen Länder deutlich zurück, wird aber auch bei einem innereuropäischen Vergleich von anderen vergleichbaren Ländern zum Teil überholt.

Abb. 4-6 Gesamtpatente im Internet der Dinge



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

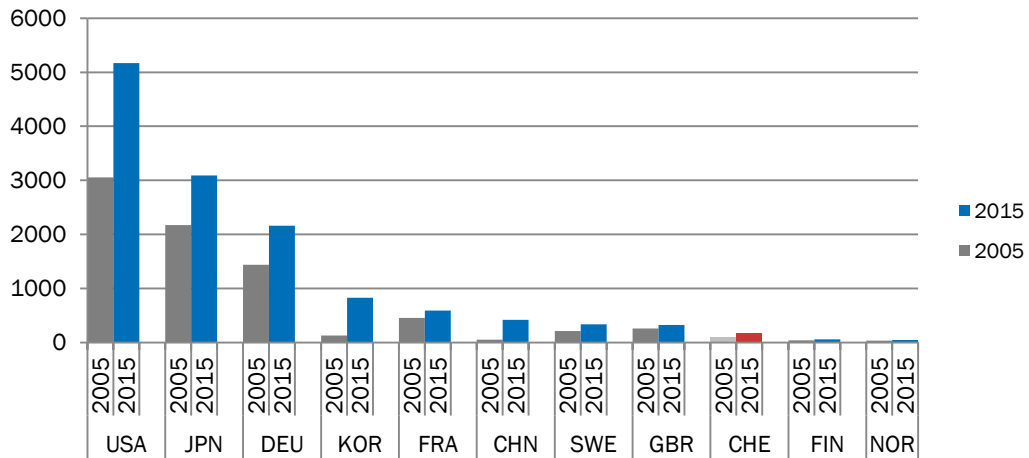
Abb. 4-7 Weltklassepatente im Internet der Dinge



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

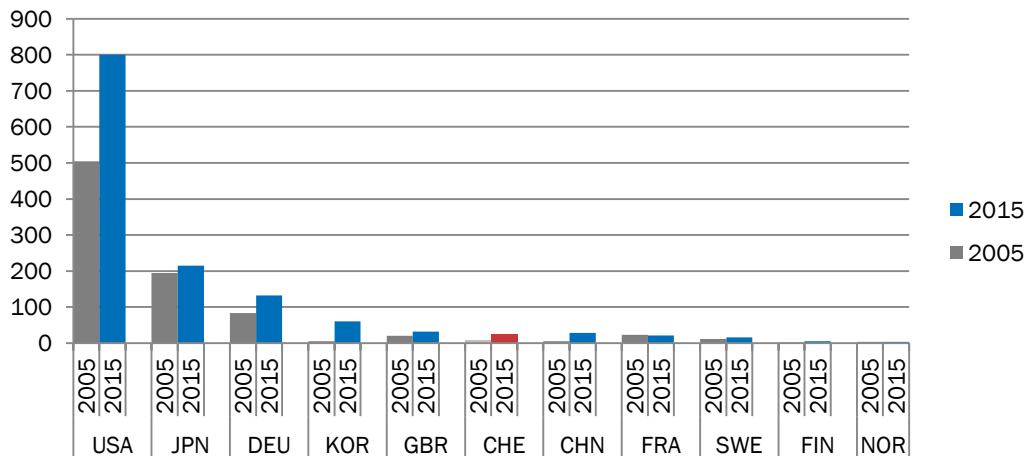
Die Robotik umfasst programmierbare Geräte und Anlagen, die automatisch agieren und mehrheitlich extern gesteuert werden. Hier liegen die USA, Japan und Deutschland vorne (Abbildung 4-8). Die Schweiz liegt absolut hinter Schweden, aber noch vor Finnland und Norwegen. Die Weltklassepatente sind auch hier eine Domäne der USA, die Schweiz liegt allerdings mit 25 Patenten noch vor Schweden und Frankreich (Abbildung 4-9). Insgesamt ist die Dynamik in Südkorea und China sehr hoch, so dass sich diese Länder in den letzten Jahren deutlich nach vorne entwickeln konnten.

Abb. 4-8 Gesamtpatente in Robotik



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

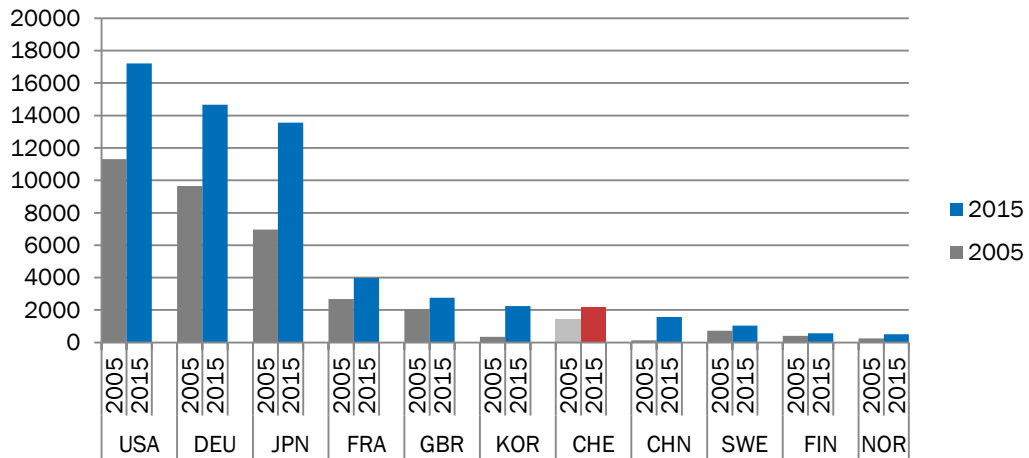
Abb. 4-9 Weltklassepatente in Robotik



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

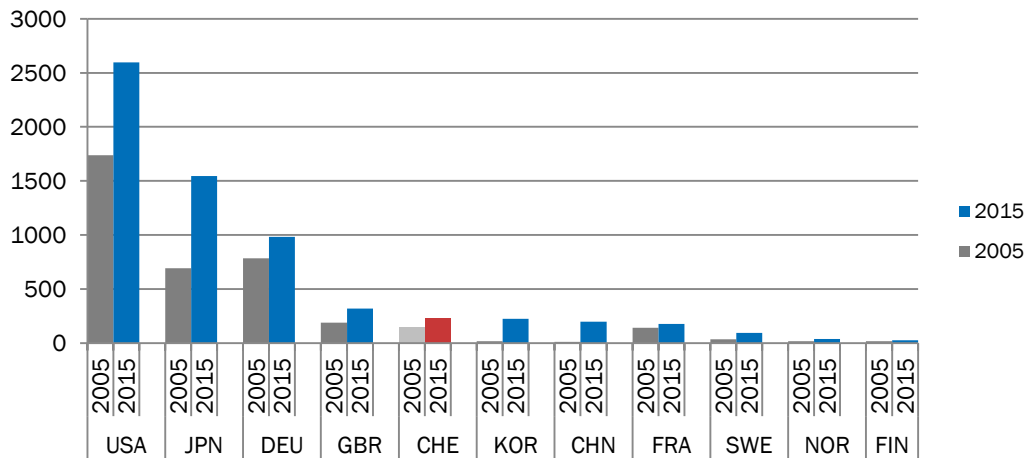
Die Sensorik umfasst verschiedenste Systeme und Prozesse, die der Erkennung, Erfassung und Messung von physischen Eigenschaften dienen. Es zeigt sich, dass die USA mit nur leichtem Abstand vor Deutschland und Japan absolut führend sind, während Frankreich und Grossbritannien jeweils deutlich weniger Patente vorweisen können (Abbildung 4-10). Die grösste Dynamik geht von Südkorea und China aus, wobei Südkorea absolut bereits auf dem Niveau der grösseren europäischen Länder ist. Hinsichtlich der Weltklassepatente liegen die USA mit rund 2600 Patenten vorne, was grob der Summe der Zweit- und Drittplatzierten Deutschland und Japan entspricht (Abbildung 4-11). Die Schweiz liegt mit rund 230 Weltklassepatenten in der Sensorik noch vor Frankreich und steht damit etwas besser da als bei den Gesamtpatenten. Auch die Patenteffizienz liegt in der Schweiz mit rund 11% Weltklassepatenten höher als in Frankreich und auch höher als in Deutschland. Die höchste Dynamik weisen auch diesbezüglich Korea und China auf.

Abb. 4-10 Gesamtpatente in Sensorik



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 4-11 Weltklassepatente in Sensorik



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

4.2 Fazit

Insgesamt zeigt die Analyse neuer Technologien eine deutliche Dominanz der USA. Auf den weiteren Plätzen folgen in der Regel Japan und Deutschland. In der Internet der Dinge Technologie stehen jedoch die asiatischen Länder Japan, Korea und China vor den Europäern. Umgekehrt dominieren die Europäer die Additive Fertigung. Die Schweiz ist in der Additiven Fertigung ebenfalls gut positioniert. Auch in der Sensorik und Robotik kann die Schweiz sich gut positionieren, fällt aber in der Künstlichen Intelligenz und im Internet der Dinge deutlich zurück. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den reinen Weltklassepatenten.

5 Technologiekombinationen – die Beispiele Medtech und Industrie 4.0

Während in den vorherigen Kapiteln die Bedeutung der Digitalisierung, deren Diffusion in andere Technologien sowie die Entwicklung neuer Technologien im internationalen Vergleich im Vordergrund standen, werden in diesem Kapitel Technologieverknüpfungen näher beleuchtet. Dahinter steht die Vermutung, dass Neues nicht nur aus neuen Technologien entsteht, sondern unter anderem auch aus der intelligenten Verknüpfung bestehender Technologien. Am Beispiel der Medtech und der Industrie 4.0 kann nun exemplarisch aufgezeigt werden, wie sich solche Verknüpfungen zwischen klassischen und neuen Technologien auf die Technologierelevanz der Patente auswirken und wie gut die Schweiz dabei abschneidet.

Im Prinzip hat bereits die bisherige Analyse gezeigt, dass es zunehmend zu Kombinationen von Basistechnologien mit Digitalisierungstechnologien kommt. Es ist aber zu vermuten, dass andere Technologiekombinationen ebenfalls zu guten Ergebnissen führen. Hier steht weniger der Durchdringungsgrad der Technologien mit Digitalisierung im Fokus, sondern vielmehr die Verflechtung mehrerer Technologien, mutmasslich getrieben von der Digitalisierung. Am Beispiel der Medizintechnik und der Industrie 4.0 soll diese Vermutung geprüft werden. Aufgrund der Komplexität der Analyse, der technologischen Vielfalt und der Menge an Vergleichsländern, kann diese Analyse im Rahmen der Kurzstudie nur ein Schlaglicht auf das Thema setzen.

Im Folgenden werden jeweils die Patente identifiziert, die neben der Basistechnologie Medtech bzw. Maschinentechnologie noch mindestens einer weiteren der in den vorherigen Kapiteln betrachteten neuen Technologien zugeordnet werden. Allerdings können einem Patent auch mehr als zwei Technologien zugeordnet sein. Es zeigt sich grundsätzlich, dass solche Technologiekombinationen im Sinne der Bewertung (dazu Kapitel 2 – Bewertungsansatz) jeweils höhere Werte erzielen. Es zeigt sich ausserdem, dass Kombinationen aus vier Technologien höher bewertet sind als Kombinationen aus drei Technologien, die wiederum höher bewertet sind als Zweierkombinationen. Die Technologien sind im Folgenden ihrer Bewertung entsprechend dargestellt. Im gleichen Masse, wie die Technologiekombinationen zunehmen, nimmt die Anzahl entsprechender Patente tendenziell ab. Zudem nimmt auch die Anzahl der Länder ab, die in diesen (zunehmend komplexen) Technologiekombinationen forschen.

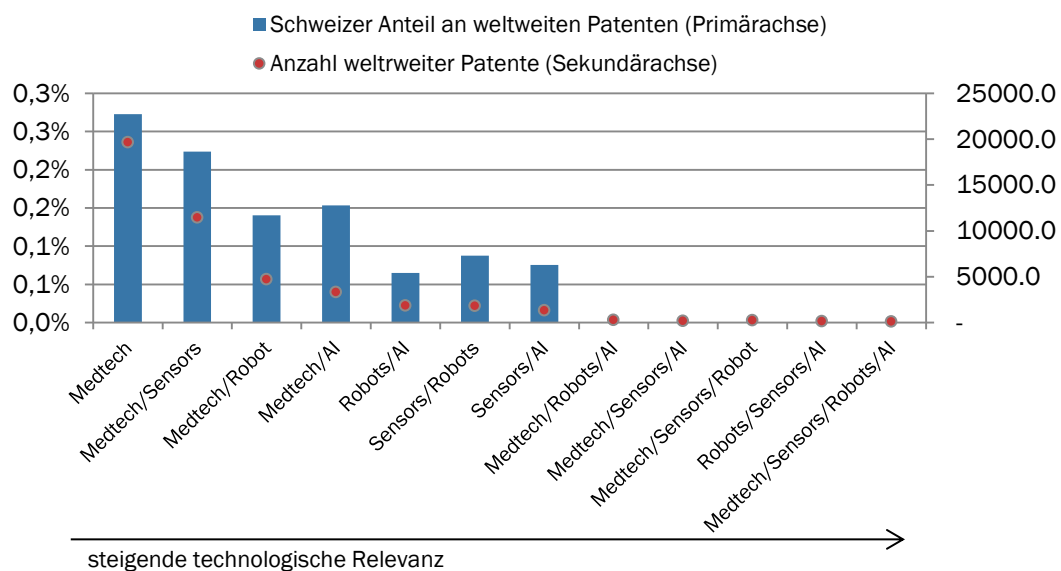
5.1 Medtech

Zur Verknüpfung mit Medtech wurden als zusätzliche neue Technologien die Sensorik, die Robotik und die Künstliche Intelligenz verwendet und entsprechende Technologiekombinationen gebildet. Die Analyse der Medizintechnik-Patente, denen in diesem Sinne mindestens eine weitere Technologie zugeordnet ist, zeigt, dass in der Kombination mit Sensorik bereits umfassend geforscht wird. Ebenso sind viele Aktivitäten in der Kombination mit Robotik bzw. Künstlicher Intelligenz zu beobachten. In Dreier- und Viererkombinationen ist die Forschung hingegen noch nicht weit verbreitet. Es steht zu vermuten, dass noch wenige Unternehmen über genügend Wissen in allen dafür notwendigen Technologien verfügen. Auch ist auffällig, dass die Kombina-

tion von Sensorik/Robotik, Robotik/KI und Sensorik/KI weniger stark ausgeprägt ist. Dies dürfte damit zu tun haben, dass der konkrete Anwendungsfall, beispielsweise in der Medtech hier fehlt.

Die Schweiz ist, wie in der bisherigen Analyse gezeigt wurde, in der Mehrzahl der einzelnen Technologien gut positioniert, sie fällt jedoch in der Verflechtung und Kombination dieser Technologien mit der Medizintechnik gegenüber anderen Ländern zurück. Die folgende Abbildung zeigt, dass die Schweiz in der Medizintechnik im Jahre 2015 2.7% aller Patente hielt. Mit zunehmender technologischer Relevanz der Patentkombinationen nimmt dieser Anteil jedoch tendenziell ab. In der Technologiekombination Medtech/Sensorik kommt die Schweiz noch auf 2.2%, in Medtech/Robotik auf 1.4% und in Medtech/KI auf 1.5%. Zwar nimmt auch die Anzahl der weltweiten Patente mit der Komplexität der Technologiekombinationen ab (rote Punkte und rechte Skala), aber der sinkende Schweizer Anteil deutet darauf hin, dass andere Länder hier Vorteile haben.

Abb. 5-1 Verflechtung von Medizintechnologien mit verschiedenen neuen Technologien



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

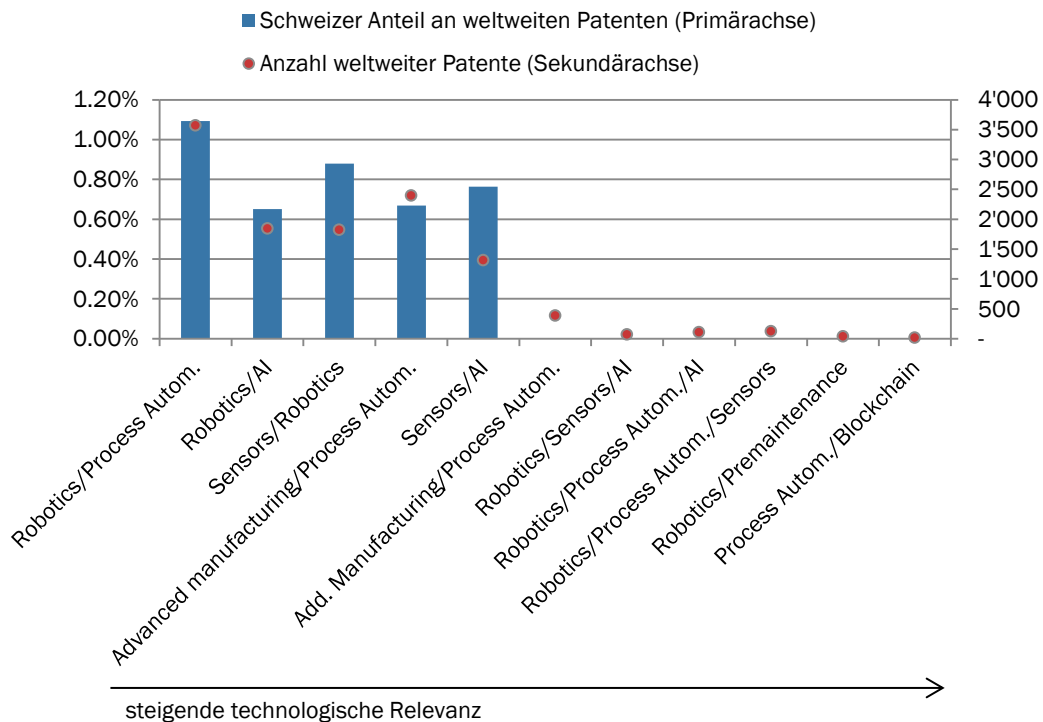
5.2 Industrie 4.0

Ein leicht anderes Bild zeigt sich in der Industrie 4.0. Da die Industrie 4.0 nicht eindeutig definiert ist, wurden hier zusätzliche Technologien in die Darstellung integriert, um die Komplexität der Materie abzubilden. Hier ist vor allem die Prozessautomatisierung ein zentrales Element der Industrie 4.0. Zusätzlich wurde auch die Verschlüsselungstechnologie Blockchain einbezogen, da die sichere Datenübertragung ein wesentlicher Erfolgsfaktor der Industrie 4.0 ist.

Auch in der Industrie 4.0 nimmt weltweit die Aktivität, im Sinne von Patenten, mit zunehmender Komplexität tendenziell ab. Die Gründe dafür sind vergleichbar mit

Medtech. Die Schweiz ist in den einzelnen Technologiekombinationen unterschiedlich positioniert. Während sie in der eher klassische Kombination von Robotik mit Prozessautomatisierung noch einen Anteil von rund 1% der weltweiten Patente hält, sinkt dieser auf gut die Hälfte in den anderen vier international Technologiekombinationen mit nennenswertem Patentaufkommen.

Abb. 5-2 Verflechtung von Industrie 4.0 mit verschiedenen neuen Technologien



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

5.3 Technologiekombinations- und Ländervergleich

In Abbildung 5-3 zeigt sich der Zusammenhang zwischen der Komplexität der Technologiekombinationen und der Konzentration der Patentaktivitäten. Während in den Zweierkombinationen noch die Mehrzahl der untersuchten Länder aktiv ist, sind in den Dreierkombinationen nur noch wenige Länder vertreten. In der Kombination aller vier betrachteten Technologien im Bereich Medtech ist nur noch die USA aktiv. Es steht zu vermuten, dass einerseits die Grösse aber auch die grundsätzliche technologische Breite der USA dafür verantwortlich sind. Für die Schweiz ist vor allem die Positionierung im Vergleich mit Ländern ähnlicher Grösse ausschlaggebend und hier zeigt sich, dass in der Medtech Israel, die Niederlande und punktuell auch Schweden in vielen Kombinationen vor der Schweiz liegen. Die Schweiz befindet sich je nach Verflechtung an neunter bis dreizehnter Stelle. In der Industrie 4.0 steht die Schweiz leicht besser da, jedoch in einzelnen Technologiekombinationen ebenfalls hinter Ländern wie Schweden, Israel oder den Niederlanden (Abbildung 5-4).

Abb. 5-3 Ranking der besten Länder bei Technologiekombinationen im Medizintechnologiebereich



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 5-4 Ranking der besten Länder bei Technologiekombinationen in der Industrie 4.0



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

5.4 Fazit

Insgesamt zeigt das Schlaglicht auf die Technologiekombinationen, dass bestimmte Kombinationen im Sinne der Patentqualität höhere Werte erzielen als die Einzeltechnologien. Es zeigt sich ausserdem, dass Kombinationen aus mehreren Technologien tendenziell höher bewertet sind als Kombinationen aus wenigen Technologien. Mit der Komplexität der Patentkombinationen nimmt auch die Konzentration auf wenige Länder zu, in denen diese Forschung noch stattfindet. Die Schweiz ist zwar in den Einzeltechnologien jeweils gut positioniert oder zumindest aktiv, fällt aber in den

Technologiekombinationen zum Teil hinter vergleichbare Länder wie die Niederlande oder Schweden zurück.

6 Fazit

Diese Kurzstudie wirft mit neuen Methoden und Indikatoren ein Schlaglicht auf drei Entwicklungen: Die Bedeutung der Digitalisierung für weitere ausgewählte traditionelle und neue Technologiebereiche für die Schweiz, die Positionierung der Schweiz in den Weltklassepatenten in diesen Technologien im Vergleich zu ausgewählten Ländern sowie die Bedeutung von Technologieverflechtungen am Beispiel der Medizintechnologie und der Industrie 4.0.

Der Vergleich zeigt, dass die Schweiz insgesamt ein hochinnovatives Land ist. Gemessen in absoluten Weltklassepatenten liegt die Schweiz weltweit auf Platz neun und damit deutlich vor Ländern vergleichbarer Grösse. Noch stärker ist die Schweiz in der Pro-Kopf Betrachtung. Hier liegt sie weltweit an erster Stelle.

Bei einer Einschränkung der Betrachtung auf die Digitalisierungstechnologien, gemessen als die beiden Technologiefelder „Computer Technology“ und „Digital Communication“ sieht das Bild jedoch teilweise anders aus. In der Digitalisierung fällt die Schweiz hinter andere Länder vergleichbarer Grösse zurück. Dies gilt sowohl für die absolute Anzahl der Weltklassepatente, als auch für die Pro-Kopf Betrachtung. Insgesamt liegt zudem auch die Dynamik der Digitalisierung in der Schweiz deutlich unter der weltweiten Dynamik und stagnierte in den letzten Jahren.

Die Digitalisierung ist nicht nur für sich selbst genommen eine wichtige Technologie. Sie spielt ihr Veränderungspotenzial insbesondere auch in der Verknüpfung mit anderen Technologien aus. So liegt der Durchdringungsgrad von Technologien wie Fintech, Smart City und Smart House mit Digitalisierung bei deutlich über 50%, d.h. mehr als die Hälfte der Patente in diesen Technologien beinhalten Digitalisierungselemente. In klassischen Technologiebereichen wie Medtech, Life Sciences und Energie liegt der Durchdringungsgrad noch deutlich tiefer, hat sich aber in den letzten 15 Jahren mehr als verdoppelt. Das Risiko für die Schweiz besteht darin, dass sie in diesen Branchen bei zunehmend von der Digitalisierung getriebenen Veränderungen zurückfallen könnte.

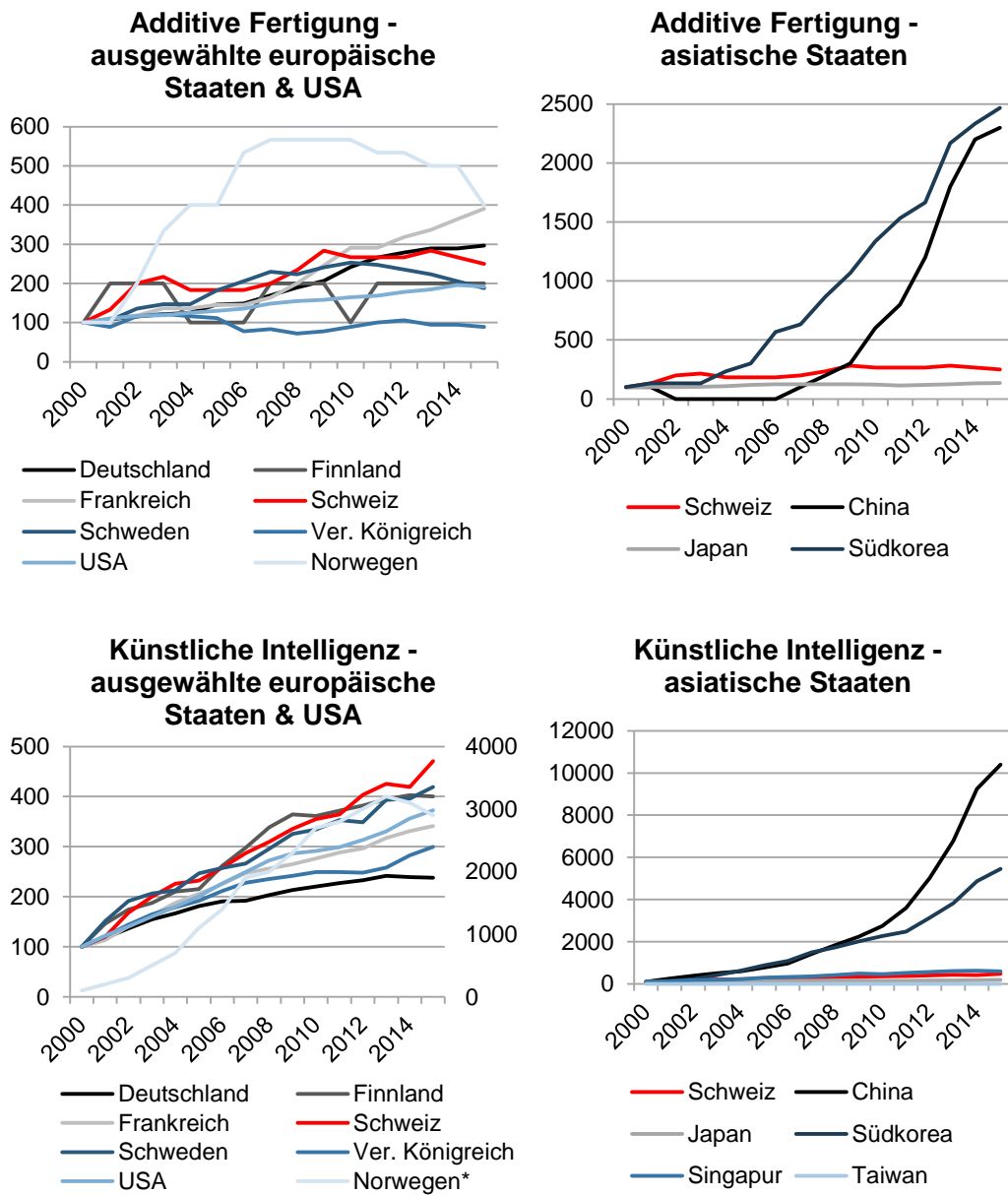
Die Analyse neuer Technologien, wie Additive Fertigung, Künstliche Intelligenz, Internet der Dinge, Robotik und Sensorik zeigen bereits eine deutliche Dominanz der USA. Auf den weiteren Plätzen folgen in der Regel Japan und Deutschland. In der Internet der Dinge Technologie stehen jedoch die asiatischen Länder Japan, Korea und China vor den Europäern. Umgekehrt dominieren die Europäer die Additive Fertigung. Die Schweiz ist in der Additiven Fertigung ebenfalls gut positioniert. Auch in der Sensorik und Robotik kann die Schweiz sich gut positionieren, fällt aber in der Künstlichen Intelligenz und im Internet der Dinge deutlich zurück. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den reinen Weltklassepatenten.

Am Beispiel der Medtech und der Industrie 4.0 wurden die Patentaktivitäten in zum Teil komplexen Technologiekombinationen untersucht. Dazu wurden verschiedenste Kombinationen aus Medtech bzw. Industrie 4.0 jeweils mit neuen Technologien wie Sensorik, Robotik oder Künstlicher Intelligenz gebildet. Hier zeigt sich, dass bestimmte Technologiekombinationen im Sinne der Bewertung höhere Werte erzielen als die Einzeltechnologien. Es zeigt sich ausserdem, dass Kombinationen aus mehreren

Technologien tendenziell höher bewertet sind als Kombinationen aus wenigen Technologien. Mit der Komplexität der Patentkombinationen nimmt ausserdem auch die Konzentration auf wenige Länder zu, in denen diese Forschung noch stattfindet. Die Schweiz ist zwar in den Einzeltechnologien jeweils gut positioniert oder zumindest aktiv, fällt aber in den Technologiekombinationen zum Teil hinter vergleichbare Länder wie die Niederlande oder Schweden zurück.

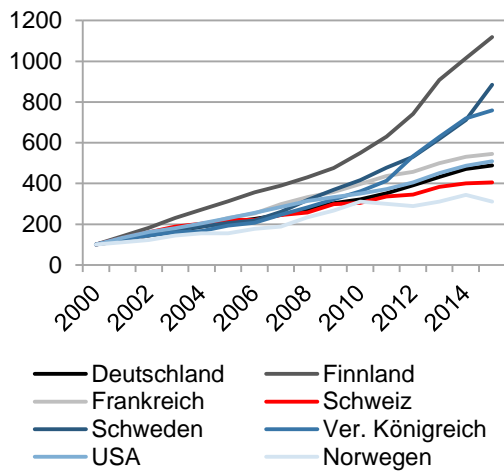
7 Anhang

Abb. 7-1 Indexierte Entwicklung der Gesamtpatentaktivitäten ausgewählter Länder in zentralen neuen Technologien

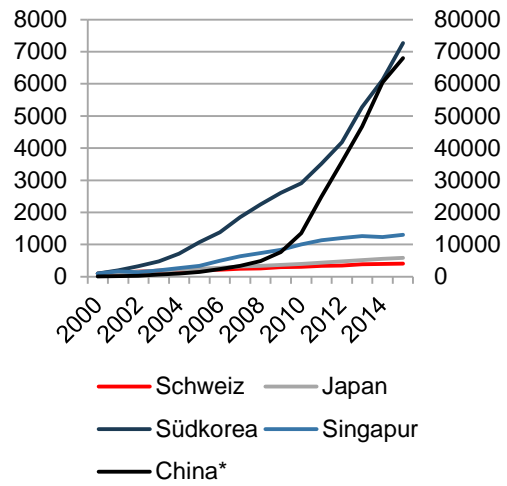


* Darstellung auf der Sekundärachse

Internet der Dinge - ausgewählte europäische Staaten & USA

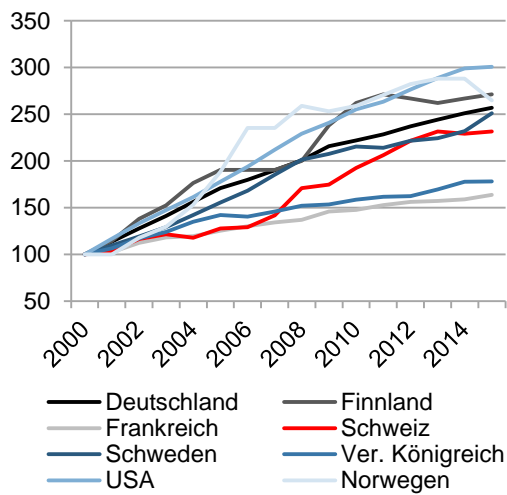


Internet der Dinge - asiatische Staaten

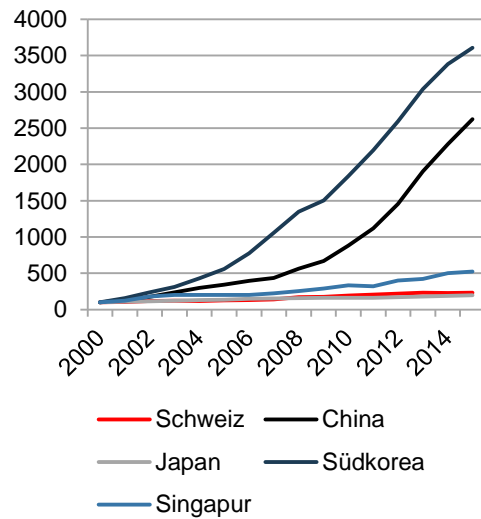


* Darstellung auf der Sekundärachse

Robotik - ausgewählte europäische Staaten & USA



Robotik - asiatische Staaten



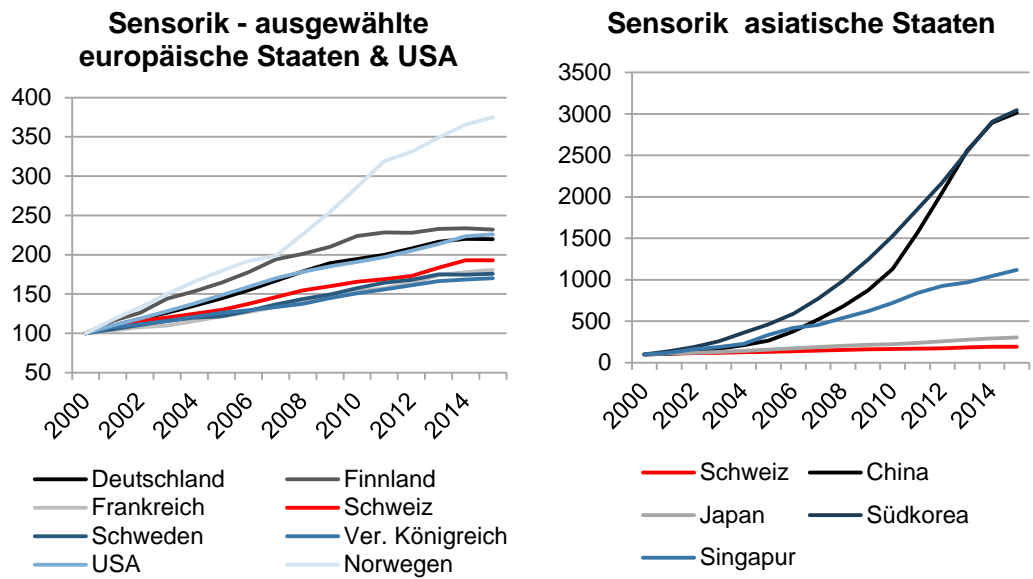


Abb. 7-2 Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Additiver Fertigung

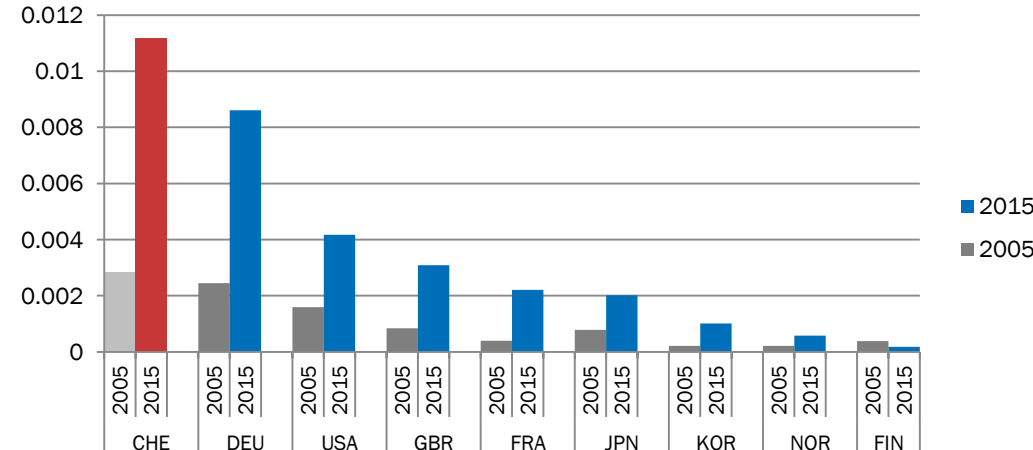
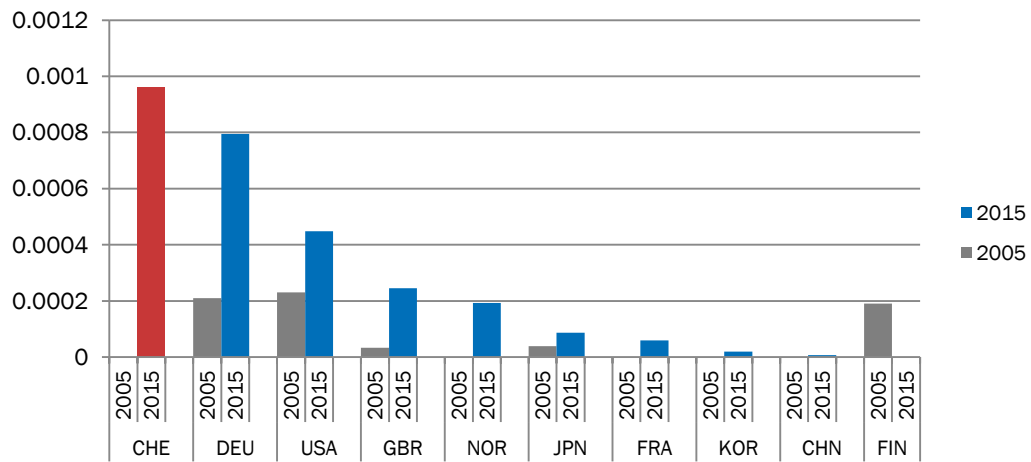
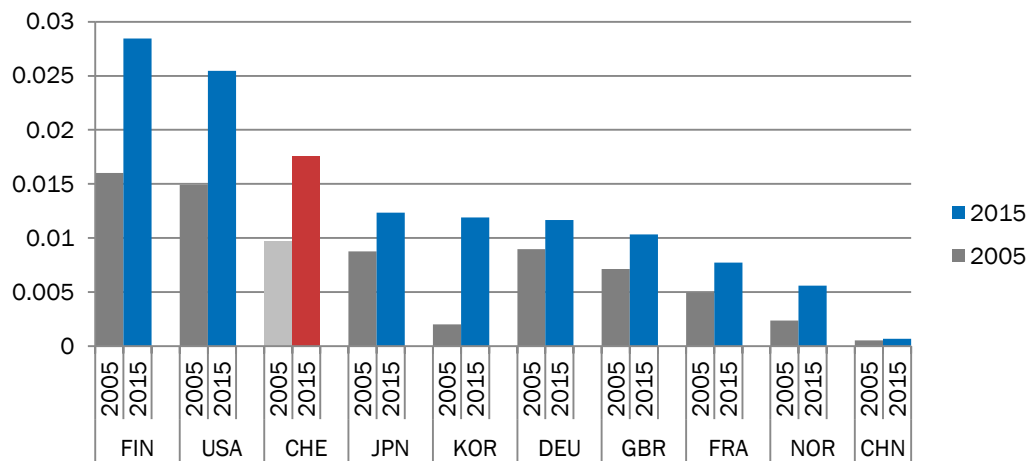


Abb. 7-3 Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Additiver Fertigung



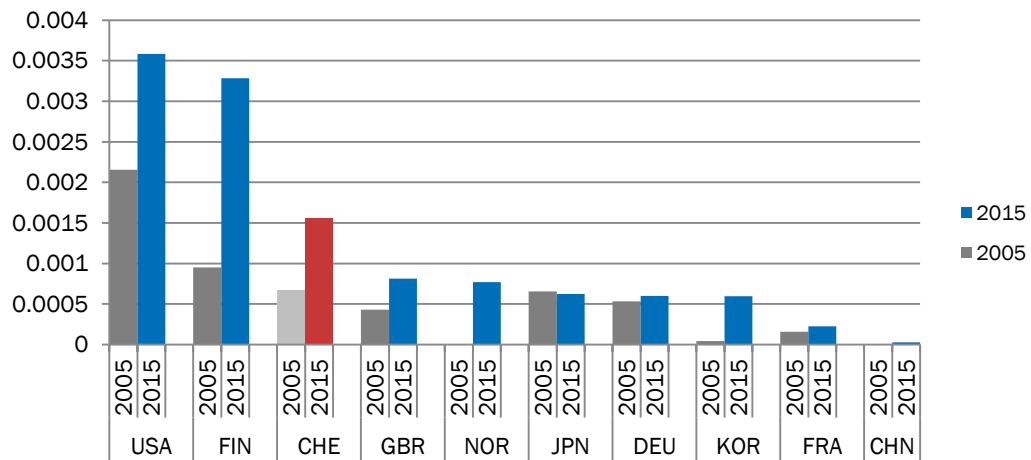
Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-4 Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Künstlicher Intelligenz



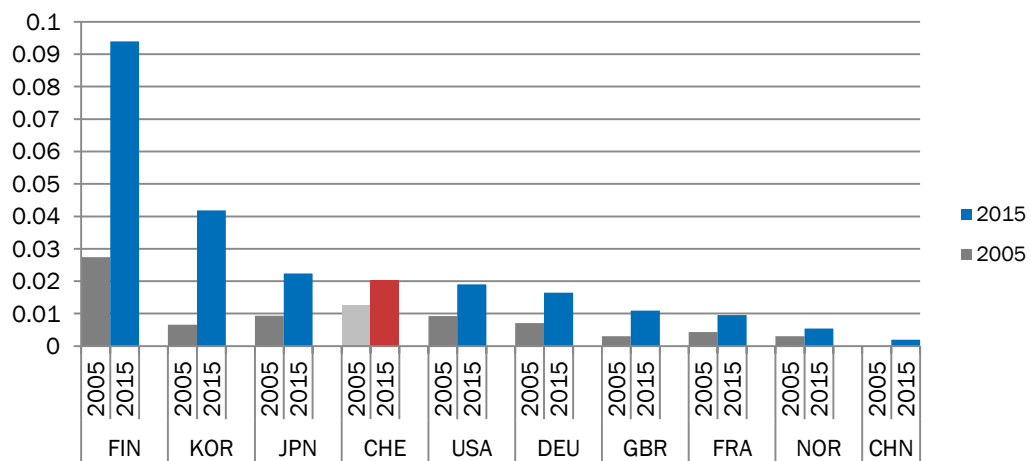
Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-5 Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Künstlicher Intelligenz



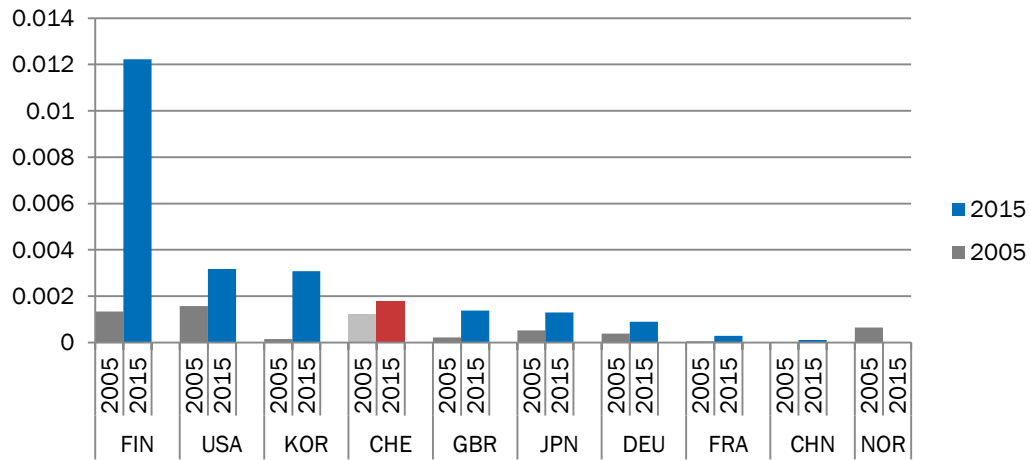
Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-6 Gesamtpatente pro 1000 Bewohner im Internet der Dinge



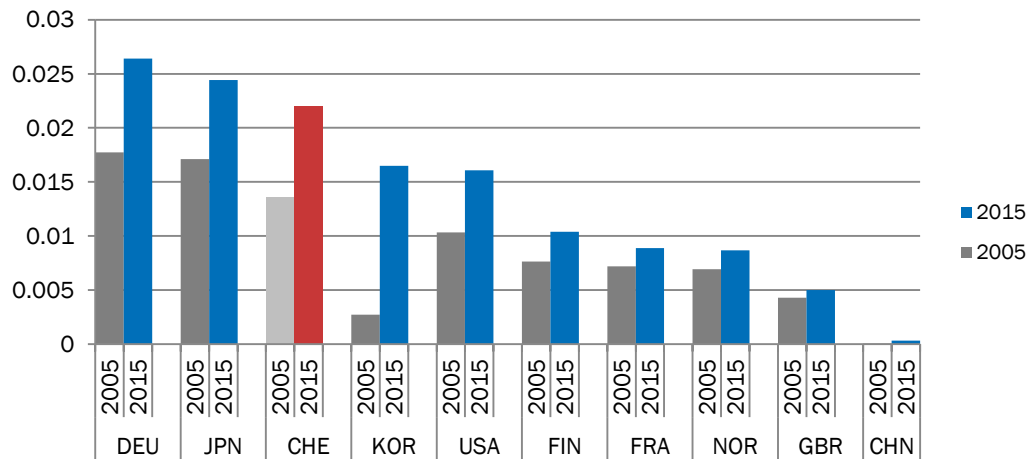
Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-7 Weltklassepatente pro 1000 Bewohner im Internet der Dinge



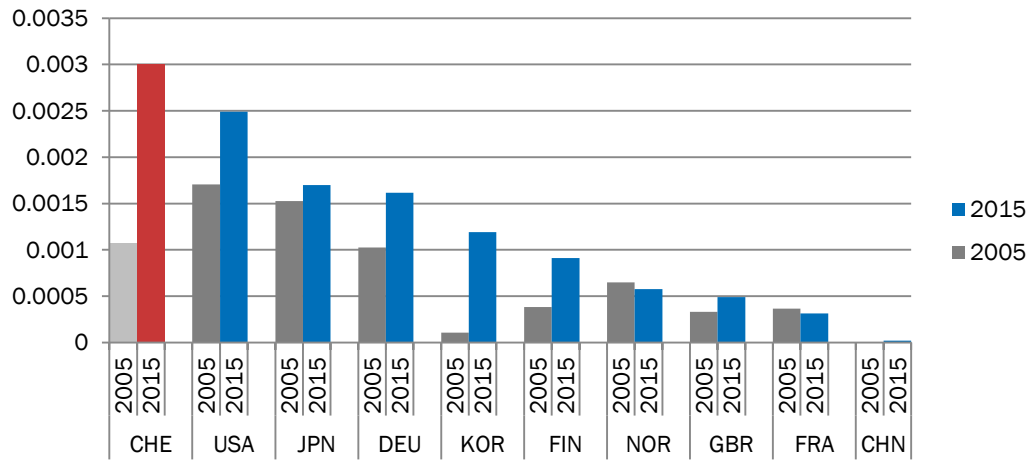
Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-8 Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Robotik



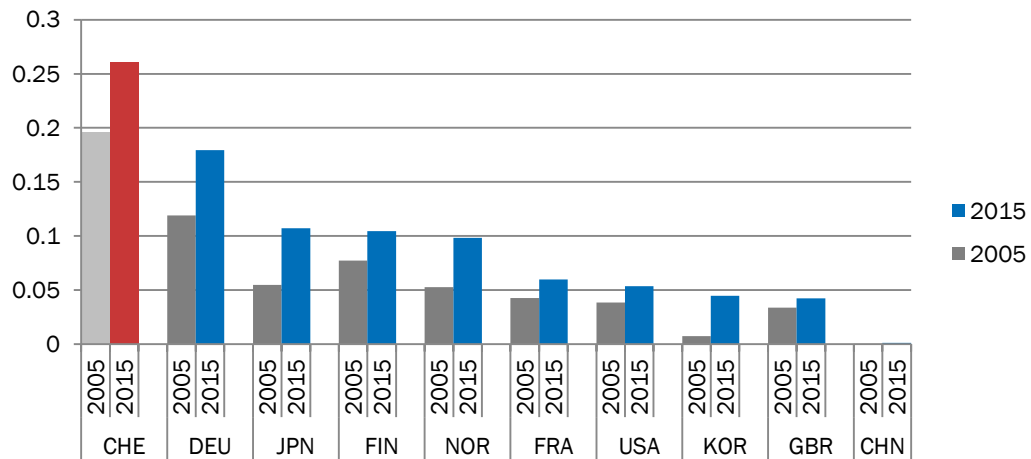
Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-9 Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Robotik



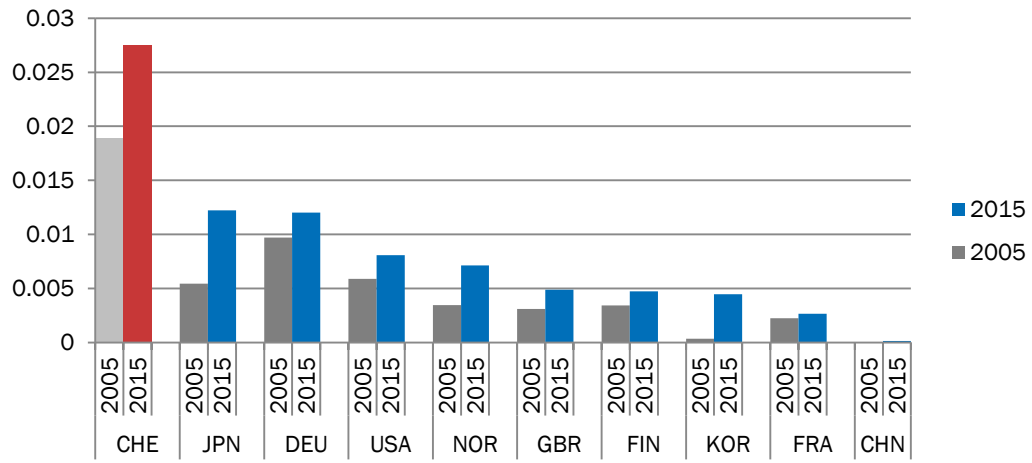
Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-10 Gesamtpatente pro 1000 Bewohner in Sensorik



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight

Abb. 7-11 Weltklassepatente pro 1000 Bewohner in Sensorik



Quelle: BAK Economics, IGE, Patentsight