

# Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Gesetzes auf den Cleantech-Bereich

Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Basel, 12.05.2021

[bak-economics.com](http://bak-economics.com)

# Impressum

**Auftraggeber:** Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Klima, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

**Auftragnehmer:** BAK Economics

Seit 1980 steht BAK für die Kombination von wissenschaftlich fundierter empirischer Analyse und deren praxisnaher Umsetzung. Neben der klassischen Wirtschaftsforschung bietet BAK auch verschiedene ökonomische Beratungsdienstleistungen für Unternehmen an. BAK unterhält Standorte in Basel, Lugano und Zürich.

**Autor/Autorin:** Martin Eichler, Michael Grass, Klaus Jank, Marco Vincenzi

**Begleitung BAFU:** Roger Ramer, Sektion Klimapolitik, BAFU

**Hinweis:** Diese Studie/ dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

# MODUL 1 Makroökonomische Analyse

# Das Wichtigste in Kürze

Der Cleantech-Sektor wird als Branchenübergreifender Querschnittssektor verstanden, welcher Innovationen entwickelt sowie Produkte und Dienstleistungen anbietet, welche zum Schutz und zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen beitragen.

Seit der Jahrtausendwende konnte der Umweltsektor der Schweiz erheblich wachsen und trägt mittlerweile zu 3 Prozent an die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung und zu 3.6 Prozent an die nationale Beschäftigung bei. Den grössten Wachstumssprung erlebte der Umweltsektor zwischen 2006 und 2013 mit einem durchschnittlichen Wertschöpfungswachstum von 7.2 Prozent (vgl. Gesamtwirtschaft: 3%). Am aktuellen Rand hat sich die Dynamik jedoch verlangsamt und der Umweltsektor ist sogar leicht geschrumpft, während die Gesamtwirtschaft leicht wachsen konnte.

Die wichtigsten Treiber waren das Baugewerbe und das verarbeitende Gewerbe. Danach folgten die Sektoren Immobilienwesen, Unternehmensbezogene Dienstleistungen, die öffentliche Verwaltung, der primäre Sektor sowie die Energieversorgung.

# Methodischer Hintergrund

# Definition Cleantech-Sektor

Der Cleantech-Sektor wird als Branchenübergreifender Querschnittssektor verstanden, welcher Innovationen entwickelt sowie Produkte und Dienstleistungen anbietet, welche zum Schutz und zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen beitragen.

In der Schweiz wurden zwischen 2009 und 2014 unterschiedliche Schätzungen und Studien zum Cleantech-Sektor vorgenommen (bspw. EBP & NET 2009, Arvanitis et al. 2010 & 2011, EBP 2014) . Mittlerweile besteht jedoch mit dem Satellitenkonto «Umweltgesamtrechnung» des Bundesamtes für Statistik eine öffentliche Statistik, welche auch den Cleantech-Sektor umfasst: Das BFS definiert den im Rahmen der Umweltgesamtrechnung erfassten Umweltsektor als «Aktivitäten die zur Herstellung von Gütern bzw. zur Erbringung von Dienstleistungen, die dem Schutz der Umwelt oder dem Erhalt der natürlichen Ressourcen dienen» und ist somit deckungsgleich mit der allgemeinen Definition des Cleantech-Sektors.

In den nachfolgenden Analysen dient der Umweltsektor aus der Umweltgesamtrechnung somit als Zentrale Betrachtungsgrösse des Cleantech-Sektors. Aus einer Branchenperspektive ist der Umweltsektor bis auf Wirtschaftsabschnitte differenziert. Um weiterführende Analysen zu ermöglichen, wurde von BAK Economics eine Schätzung des Umweltsektors auf tieferen NOGA-Ebenen vorgenommen. Dafür wurde einerseits eine Studie von EBP (2014) und das Handbuch zur Umweltgesamtrechnung von EUROSTAT herangezogen.

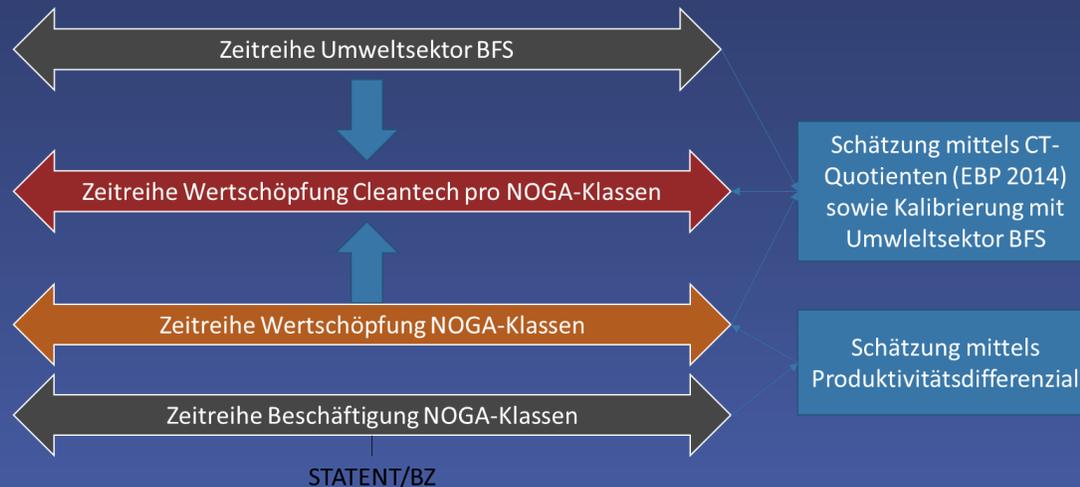
# Definition Cleantech-Sektor

Die Bezugsquellen für die einzelnen Wirtschaftsabschnitte sind in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich. Lediglich für die Abschnitte «J Information und Kommunikation» und «L Grundstücks- und Wohnungswesen» waren keine Sekundärquellen verfügbar. Für diese Abschnitte sind nur Auswertung auf Ebene Abschnitt möglich.

	Quelle Abschnitt	Quelle NOGA
A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	BFS	EUROSTAT
B Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	BFS	EUROSTAT
C Verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren	BFS	EBP (2014)
D Energieversorgung	BFS	EBP (2014)
E Wasserversorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	BFS	EBP (2014)
F Baugewerbe/Bau	BFS	EBP (2014)
G Handel; Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	BFS	EBP (2014)
H Verkehr und Lagerei	BFS	EBP (2014)
I Gastgewerbe und Beherbergung		
J Information und Kommunikation	BFS	BFS (Abschnitt)
K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen		
L Grundstücks- und Wohnungswesen	BFS	BFS (Abschnitt)
M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	BFS	EBP (2014)
N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	BFS	EUROSTAT
O Öffentliche Verwaltung	BFS	EUROSTAT
P Erziehung und Unterricht	BFS	EUROSTAT
Q Gesundheits- und Sozialwesen		
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	BFS	EUROSTAT
S Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	BFS	EUROSTAT

# Zeitreihe Cleantech-Sektor

Vom Bundesamt für Statistik ist eine Zeitreihe von 2000 bis 2019 für den Umweltsektor verfügbar. Entsprechend wurde durch BAK Economics eine Zeitreihenschätzung für alle verfügbaren NOGA-Klassen vorgenommen.



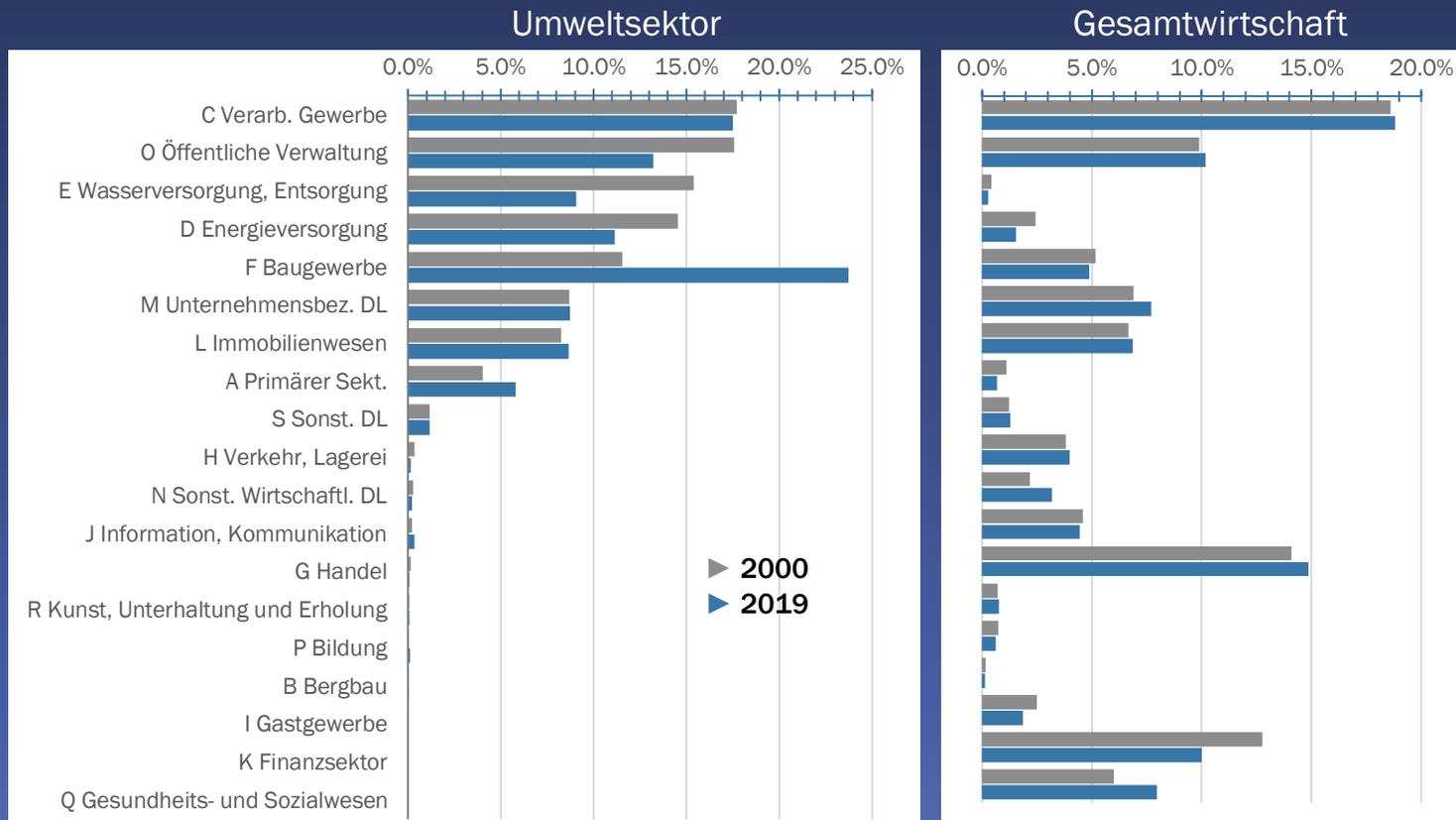
Das Schätzverfahren für die Ausdifferenzierung der NOGA-Abschnitte in die darin enthaltenen Branchen basiert auf einem Produktivitäts-Differentialansatzes sowie der vorliegenden Beschäftigungsentwicklung in den einzelnen NOGA-Klassen. Auf Grundlage dieses Ansatzes verfügt BAK Economics die Möglichkeit, eine Schätzung zur Wertschöpfung für NOGA-Klassen bis zur 6. NOGA-Ebene vorzunehmen. Damit konnten vollständige Zeitreihen für alle relevanten NOGA-Klassen erstellt werden.

Mit den durch EBP (2014) geschätzten Cleantech-Quotienten wurde der jeweilige Anteil einer NOGA-Klasse, welcher dem Cleantech-Sektor zugewiesen wird berechnet. In einem letzten Schritt wurden die Schätzungen so kalibriert, dass die Summe aller NOGA-Klassen pro Wirtschaftsabschnitt den Werten aus der Umweltgesamtrechnung des BFS entspricht. Bei NOGA-Klassen, für welche keine CT-Quotienten verfügbar waren, wurden diese implizit über die Kalibrierung ermittelt.

# Makroökonomische Einordnung des Cleantech-Sektors

# Wirtschaftsstruktur

## Branchenstruktur: Wertschöpfung Umweltsektor gegenüber Gesamtwirtschaft

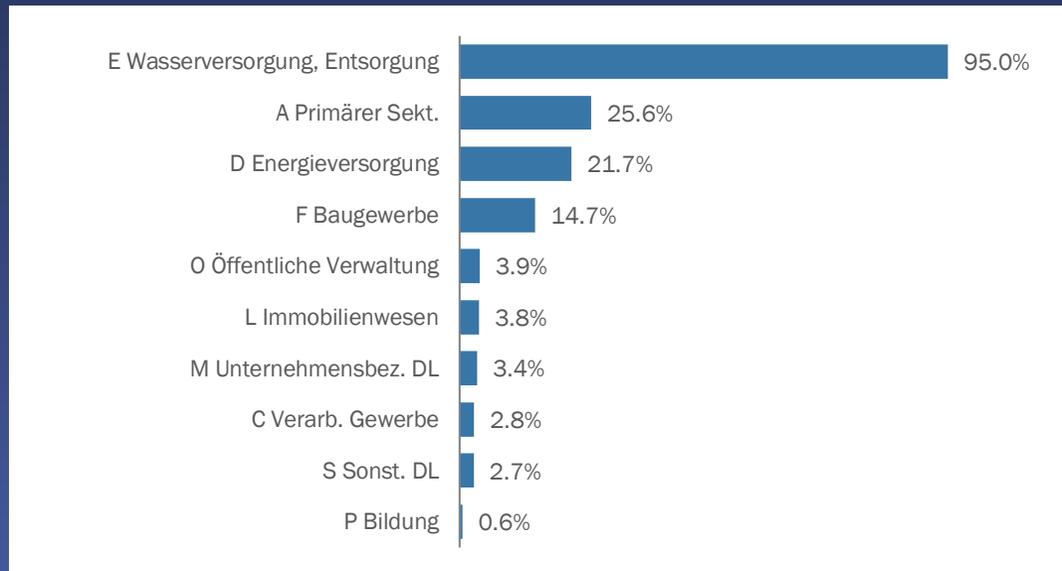


Quelle: BAK Economics, BFS Umweltsektor

- Das Verarbeitende Gewerbe stellt sowohl im Umweltsektor (Jahr 2000) wie auch gesamtwirtschaftlich den grössten Wirtschaftsabschnitt dar. Ähnlich ist ebenfalls die Bedeutung der öffentlichen Verwaltung.
- Demgegenüber spielen die Wasserversorgung/Entsorgung sowie die Energieversorgung im Umweltsektor eine deutlich wichtigere Rolle als gesamtwirtschaftlich betrachtet.
- Das Baugewerbe hat sich zwischen 2000 und 2019 zum wichtigsten Wirtschaftsabschnitt im Umweltsektor entwickelt, während dessen Bedeutung gesamtwirtschaftlich tendenziell abgenommen hat.
- Grosse Wirtschaftsabschnitte wie der Handel, der Finanzsektor und das Gesundheits- und Sozialwesen spielen dagegen im Umweltsektor nur eine untergeordnete bis keine Rolle.

# Wirtschaftsstruktur

## Anteil des Umweltsektors innerhalb der Wirtschaftsabschnitte



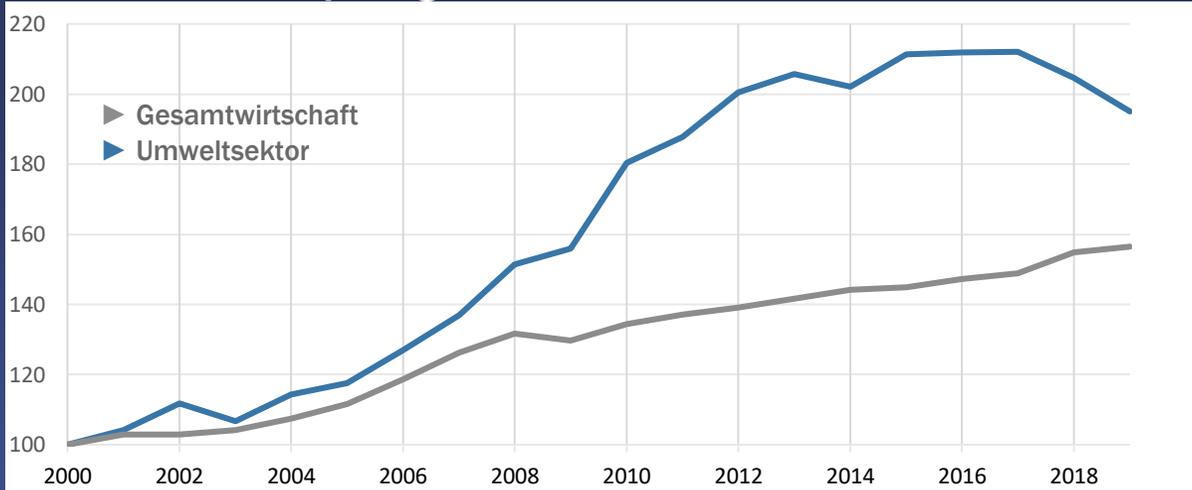
Anmerkung: Bruttowertschöpfung

Quelle: BAK Economics, BFS Umweltsektor

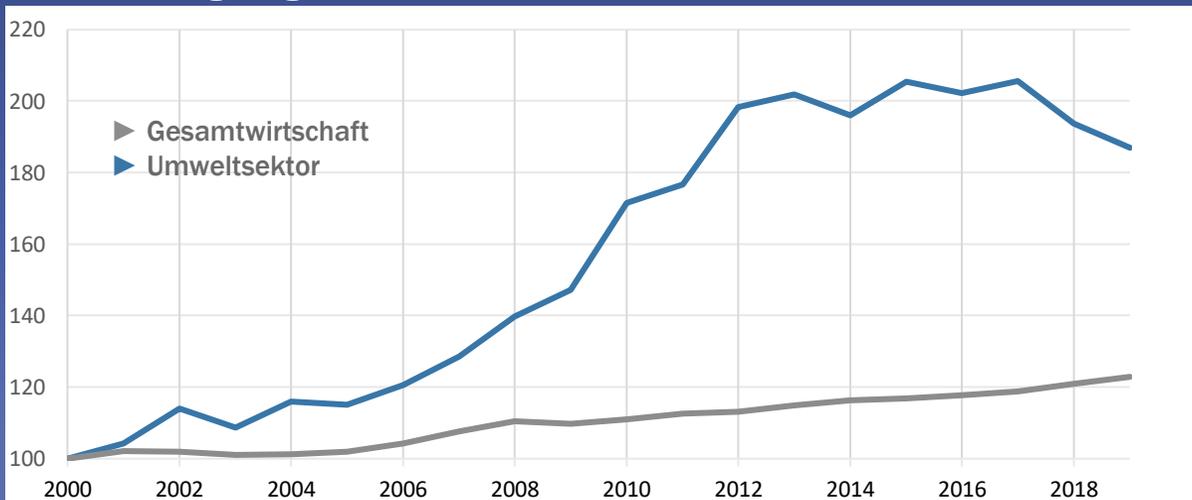
- Insgesamt liegt der Wertschöpfungsanteil des Umweltsektors an der Gesamtwirtschaft bei 3 Prozent. Gemessen an der Beschäftigung liegt der Anteil des Umweltsektors mit 3.6 Prozent leicht höher.
- Zwischen den einzelnen Sektoren (Wirtschaftsabschnitten) variiert der Anteil stark.
- In der Wasserversorgung & Entsorgung ist der Wertschöpfungsanteil des Umweltsektors mit 95 Prozent am höchsten.
- Im primären Sektor und in den Abschnitten Energieversorgung und Baugewerbe liegt der Anteil zwischen 15 Prozent und 25 Prozent.
- In den restlichen Abschnitten ist der Anteil kleiner und liegt im einstelligen Prozentbereich.

# Entwicklung

## Bruttowertschöpfung



## Beschäftigung

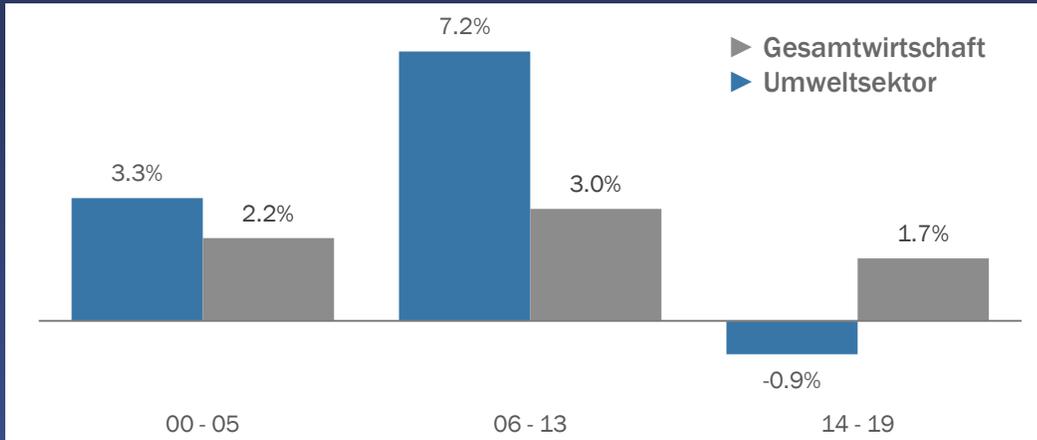


Quelle: BAK Economics, BFS Umweltsektor; Indexiert: 2000 = 100

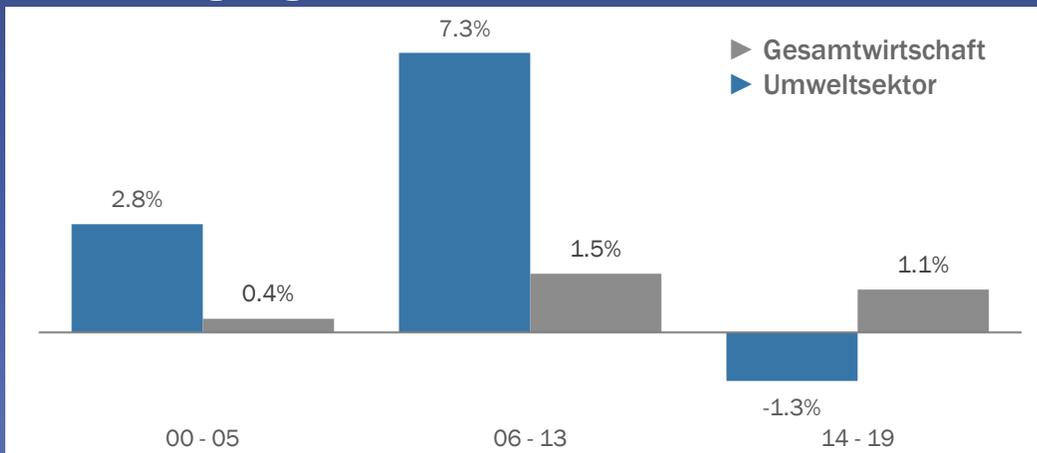
- Der Umweltsektor hat sich zwischen 2000 und 2019 deutlich dynamischer entwickelt als die Gesamtwirtschaft. Dies zeigt sich sowohl bei der Wertschöpfungsentwicklung wie auch in der Zunahme der Beschäftigung.
- Ab 2006 deutet sich eine allmähliche Entkopplung an, welche dann ab 2008 noch deutlicher zum Vorschein kommt. Diese Entwicklung korreliert stark mit der Zunahme von klimapolitischen Massnahmen, wie die CO<sub>2</sub>-Abgabe und das Gebäudeprogramm
- Das kumulierte Wachstum der Wertschöpfung zwischen 2000 und 2019 liegt im Umweltsektor bei 95 % (Wertschöpfung) bzw. 87 % (Beschäftigung).
- Damit lag das Wachstum bei der Wertschöpfung 40 Prozentpunkte (PP) höher als in der gesamten Schweizer Wirtschaft, bei der Beschäftigung lag das Wachstumsdifferenzial bei gut 60 PP.

# Entwicklung

## Bruttowertschöpfung



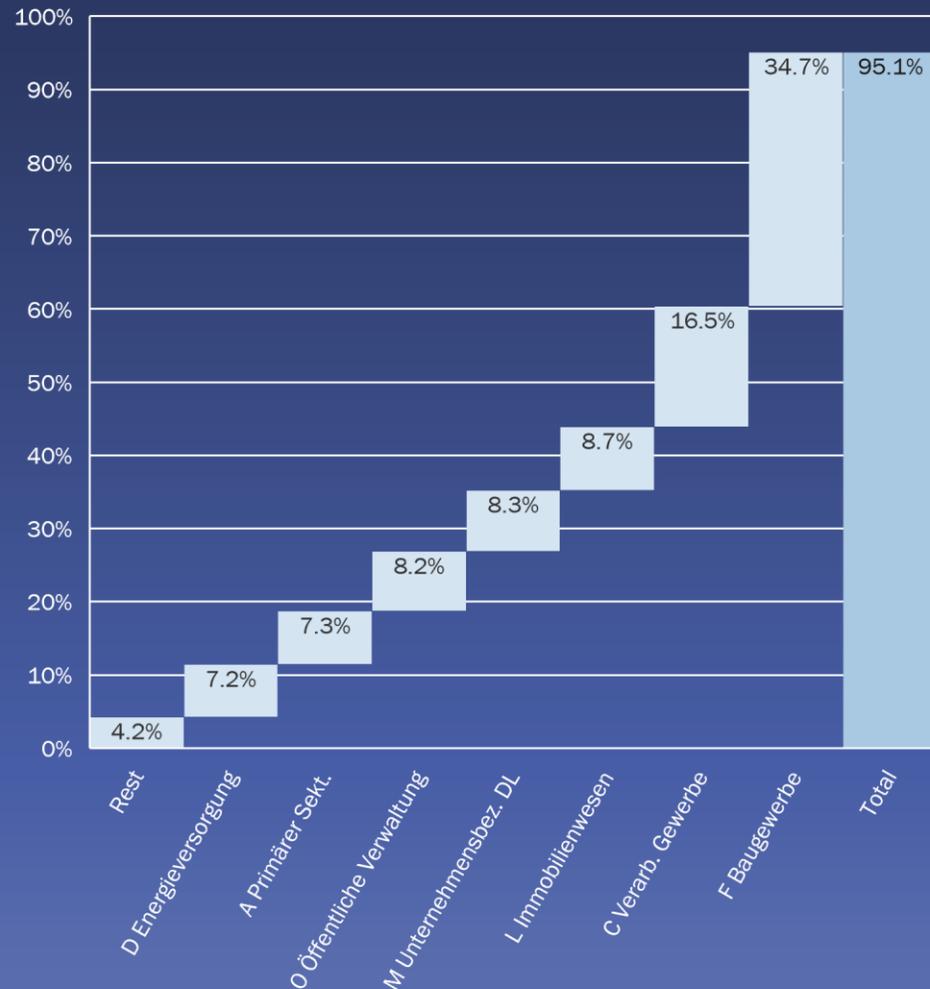
## Beschäftigung



- In einer ersten Phase, welche hier zwischen 2000 und 2005 definiert wird, zeigt sich der Umweltsektor bereits deutlich dynamischer als die Gesamtwirtschaft.
- In der zweiten Phase, zwischen 2006 und 2013, zeichnet sich der Umweltsektor durch eine überaus expansive Entwicklung aus. Die Wertschöpfung wächst in dieser Zeit im Schnitt um 7.2 Prozent und übersteigt die Dynamik der Gesamtwirtschaft um mehr als das Doppelte. Das Beschäftigungswachstum des Umweltsektors entspricht sogar fast dem 5-fachen der Gesamtwirtschaft.
- Zwischen 2014 und 2019 lässt die Dynamik des Umweltsektors deutlich nach, im Schnitt gehen Wertschöpfung und Beschäftigung zurück.

# Entwicklung: Umweltsektor

## Wachstumsbeiträge einzelner Sektoren

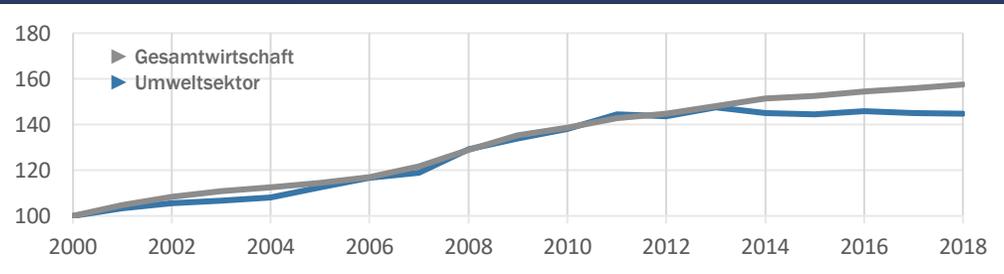


- Der Umweltsektor ist zwischen 2000 und 2019 gemessen an der Wertschöpfung kumuliert um 95 Prozent gewachsen.
- Den grössten Wachstumsbeitrag hat dabei das Baugewerbe mit rund 35 Prozent geleistet. Danach folgt das Verarbeitende Gewerbe mit 16.5 Prozent. Das Baugewerbe dürfte insbesondere durch die laufend strengeren Mustervorschriften der Kantone (MuKE) sowie dem Gebäudeprogramm profitieren. So werden beispielsweise Neubauten hohem energetischem Standard (bspw. Minergie-P) sowie energetische Sanierungen dem Baugewerbe im Umweltsektor zugeordnet.
- Für das verarbeitende Gewerbe dürften diese Aspekte ebenfalls förderlich wirken, zusätzlich kann die CO<sub>2</sub>-Abgabe ebenfalls als Impuls betrachtet werden. Im verarbeitenden Gewerbe wird die Produktion von energieeffizienten Produkten dem Umweltsektor zugeordnet.
- Die Sektoren Immobilienwesen, Unternehmensbezogene Dienstleistungen, die öffentliche Verwaltung sowie der primäre Sektor und die Energieversorgung leisteten alle einen Wachstumsbeitrag um die 8 Prozent.
- Die Wachstumsbeiträge der restlichen Sektoren fallen klein aus und werden entsprechen zusammengerechnet. Sie kommen gemeinsam auf einen Beitrag von 4 Prozent.

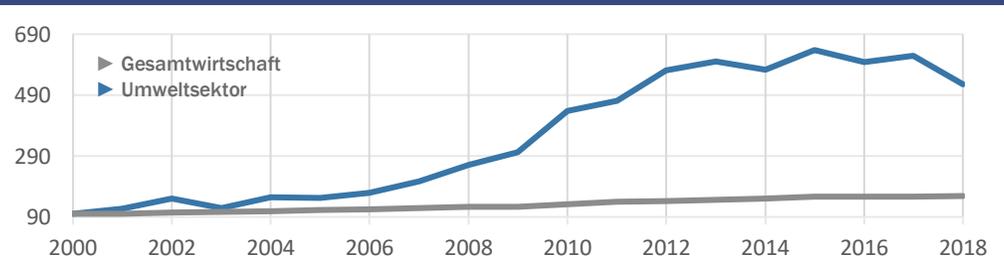
# Entwicklung: Umweltsektor

## Übersicht: Top 10 Branchen (NOGA 2-Steller)

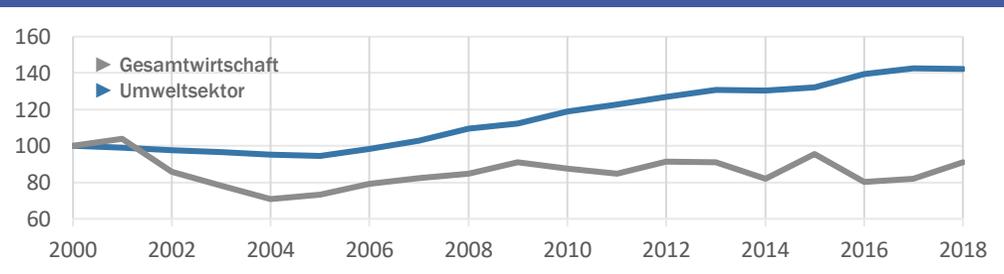
### Öffentliche Verwaltung



### Sonst. Baugewerbe



### Energieversorgung

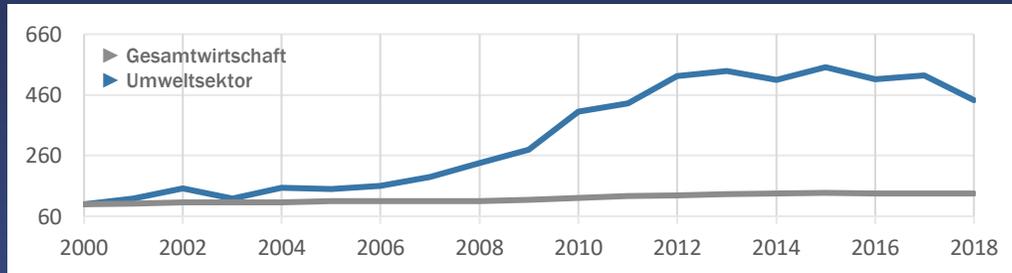


- Die öffentliche Verwaltung im Umweltsektor hat sich bis 2013 prinzipiell deckungsgleich wie die Gesamtbranche entwickelt. Danach entwickelte sich die Gesamtbranche leicht dynamischer. Aus der öffentlichen Verwaltung werden grundsätzlich die Arbeitsleistungen von Umweltämtern (Bund, Kanton und Gemeinde) dem Umweltsektor zugeordnet.
- Das sonstige Baugewerbe konnte im Umweltsektor überdurchschnittlich stark wachsen. Im Vergleich zur Gesamtbranche ist seit 2006 eine deutliche Differenzierung ersichtlich. Hier dürften insbesondere die steigenden energetischen Sanierungen die Dynamik erklären.
- Die Energieversorgung im Umweltsektor zeigt eine über die Zeit stetige Zunahme. Im Vergleich zur Gesamtbranche entwickelte sie sich leicht dynamischer. Die Produktion von erneuerbarer Energie wird dem Umweltsektor zugeordnet.

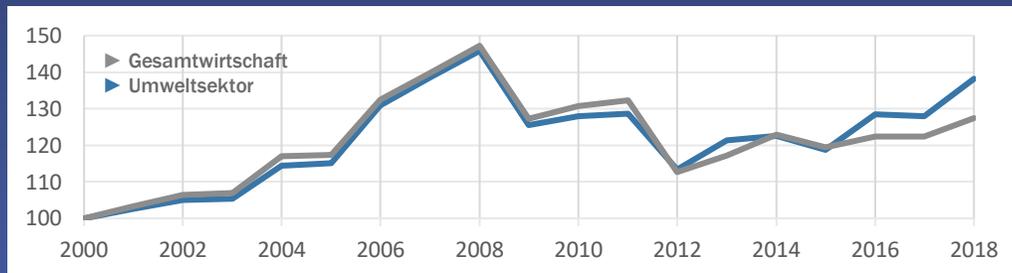
# Entwicklung: Umweltsektor

## Übersicht: Top 10 Branchen (NOGA 2-Steller)

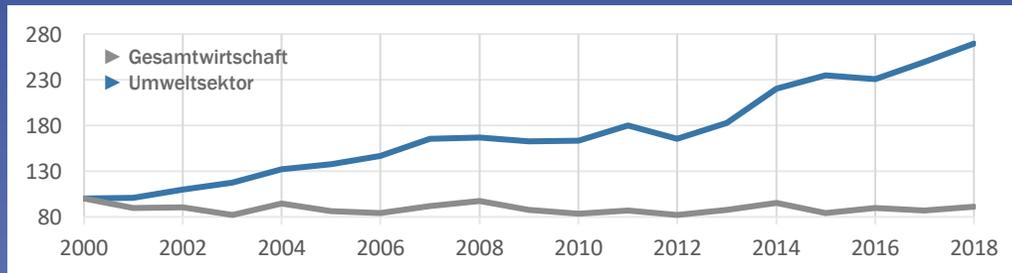
### Hochbau



### Wasserversorgung, Entsorgung



### Primärer Sektor

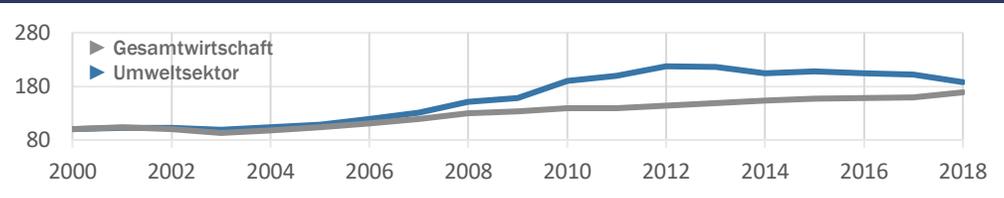


- Ähnlich wie das sonstige Baugewerbe konnte auch der Hochbau ab 2006 im Umweltsektor deutlich zulegen. Für den Hochbau dürften insbesondere die Zunahme der Neubauten nach höheren Effizienzstandards (bspw. Minergie-P) für die Dynamik sorgen.
- Der Bereich Wasserversorgung, Entsorgung entwickelte sich in der Vergangenheit deckungsgleich mit der Gesamtbranche. Erst am aktuellen Rand ist eine leicht höhere Dynamik im Umweltsektor zu beobachten.
- Der primäre Sektor wird hier gesamthaft ausgewiesen. Im Umweltsektor konnte dieser dynamischer wachsen als die Gesamtbranche. Interessant ist der Wachstumssprung ab 2012.

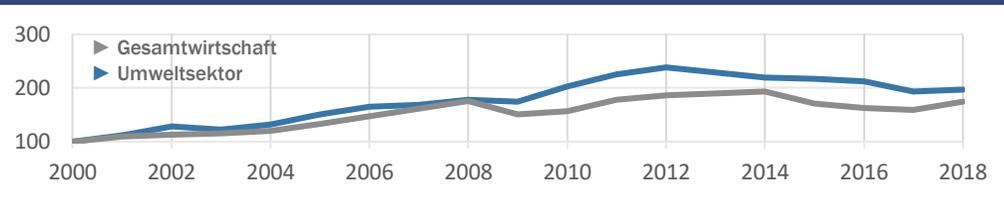
# Entwicklung: Umweltsektor

## Übersicht: Top 10 Branchen (NOGA 2-Steller)

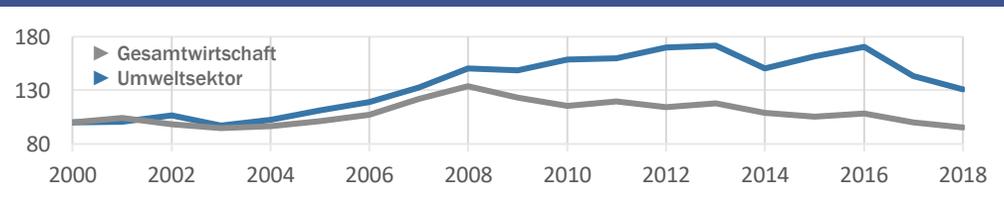
### Architektur



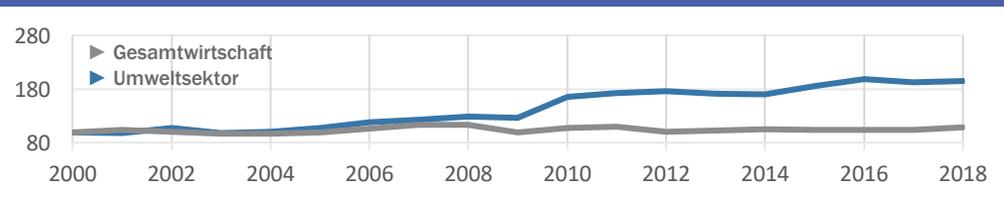
### Elektronik, Optik, Uhren



### Elektrische Ausrüstung



### Maschinenbau



- Die Branche Architektur hängt eng mit der Baubranche zusammen. In diesem Sinne zeigt sich auch hier ab 2006 ein Wachstumsplus im Umweltsektor im Vergleich zur Gesamtbranche.
- Aus dem verarbeitenden Gewerbe halten insbesondere die Branchen Elektronik, Optik, Uhren, Elektrische Ausrüstungen sowie der Maschinenbau einen gewichtigen Wertschöpfungsanteil. In allen Branchen zeigt sich nach 2008 ein Wachstumssprung im Umweltsektor. Dies korreliert stark mit der Einführung der CO<sub>2</sub>-Abgabe, was die Nachfrage nach energieeffizienten Lösungen gefördert hat.

# Entwicklung: Umweltsektor

## Anteile einzelner Branchen 2019

	Anteil Bruttowertschöpfung 2019	Anteil kumuliert
Öff. Verw.	13%	13%
Elektrizitätserzeugung	11%	24%
Bau von Gebäuden	9%	33%
GRUNDSTÜCKS- U. WOHNUNGSWESEN	9%	42%
Gas-, Wasser-, Heizungs- sowie Lüftungs- und Klimainstallation	4%	46%
Tierhaltung	4%	49%
Sammlung nicht gefährlicher Abfälle	4%	53%
Herstellung von elektronischen Bauelementen	3%	56%
Ingenieurbüros	3%	59%
Elektroinstallation	3%	62%
Dachdeckerei und Zimmerei	2%	64%
Bau von Strassen	2%	66%
Behandlung und Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle	2%	68%
Rückgewinnung sortierter Werkstoffe	2%	70%
Sonstige Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin	2%	72%
Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen a. n. g.	2%	74%
Architekturbüros	2%	75%

- Die Wertschöpfung im Jahr 2019 wurde zu 75 Prozent von den 17 grössten Branchen erwirtschaftet.
- Zu den wichtigsten Branchen zählen die öffentliche Verwaltung, die Elektrizitätserzeugung sowie das Baugewerbe.
- Innerhalb des Baugewerbes erwirtschafteten insbesondere das Hauptgewerbe sowie die Installationen einen gewichtigen Beitrag.

# Entwicklung: Umweltsektor

## Wachstumsbeitrag (Wertschöpfung) einzelner Branchen 2019

	Wachstumsbeitrag 2000 - 2019	Beitrag kumuliert
Total	95.1%	
Bau von Gebäuden	13.2%	14%
GRUNDSTÜCKS- U. WOHNUNGSWESEN	8.7%	23%
Öff. Verw.	8.2%	32%
Elektrizitätserzeugung	7.1%	39%
Gas-, Wasser-, Heizungs- sowie Lüftungs- und Klimainstallation	5.7%	45%
Elektroinstallation	4.4%	50%
Tierhaltung	4.3%	54%
Ingenieurbüros	3.5%	58%
Herstellung von elektronischen Bauelementen	3.2%	61%
Dachdeckerei und Zimmerei	3.0%	64%
Bau von Strassen	2.7%	67%
Herstellung von sonstigen organischen Grundstoffen und Chemikalien	2.4%	70%
Sonstige Bauinstallation	2.3%	72%
Sammlung nicht gefährlicher Abfälle	2.2%	75%
Sonstige Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin	1.7%	76%
Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen a. n. g.	1.5%	78%
Unternehmensberatung	1.4%	79%

- Bezüglich dem Wachstumsbeitrag leistete das Baugewerbe mit dem Bau von Gebäuden und den Installationen einen bedeutenden Beitrag.
- Die Elektrizitätserzeugung, die öffentliche Verwaltung sowie einzelne Branchen aus dem verarbeitenden Gewerbe trugen ebenfalls massgeblich zum Wachstum des Umweltsektors bei.

# MODUL 2    Technologieanalyse

# Das Wichtigste in Kürze

Für die vorliegende Technologieanalyse wurden die Patententwicklungen in Green Tech weltweit und in der Schweiz analysiert. Green Tech wurde hierfür in vier Teilssegmente unterteilt: Green Energy, Green Mobility, Green Biotech und Recycling / Purification / Filtering.

## Globale Green Tech Trends

Green Tech hat sich weltweit sehr dynamisch entwickelt in den letzten zwei Jahrzehnten. Der globale Green Tech Patentbestand ist seit dem Jahr 2000 deutlich stärker gewachsen als die Gesamtzahl der weltweiten Patente. Green Energy und Green Mobility waren hierbei die entscheidenden Wachstumsmotoren.

Japan und die USA sind die wichtigsten Forschungsländer in Green Tech. Japan ist vor allem in Green Mobility (Fuel Cells, Lithium Batteries, Electro- / Hybrid Vehicles) aktiv, da Unternehmen wie Toyota oder Panasonic hier zu den weltweit führenden Forschungsunternehmen gehören. In den USA sind die Forschungsschwerpunkte in Green Tech ausgewogen verteilt, hervorzuheben ist insbesondere der hohe Anteil an Weltklassepatenten in den USA. Das höchste Patentwachstum war in den vergangenen Jahren jedoch in China und Südkorea zu beobachten.

## Schweizer Green Tech Trends

Auch in der Schweiz sind die Green Tech Patente in der Vergangenheit schwungvoll gewachsen. Vor allem die Zahl der Weltklassepatente ist überdurchschnittlich angestiegen in der Schweiz. Green Energy ist die gemäss den Patentdaten grösste Green Tech Kategorie in der Schweiz. Die Schweiz verfügt in diesem Segment insbesondere in den Technologien Solar Energy und Organic / Perovskite Photovoltaics sowie Smart Grid über viel Know how dank Akteuren wie der EPFL oder ABB.

In Green Biotech ist die Schweiz dank den Forschungsaktivitäten von Nestlé ebenfalls stark vertreten. Der Schweizer Anteil an den globalen Weltklassepatenten liegt bei hohen 3.6%. Allerdings hat die Zahl der Weltklassepatente seit 2010 stagniert.

In Green Mobility war das höchste Patentwachstum zwischen 2010 und 2018 zu verzeichnen. Allerdings ist der Anteil an den weltweiten Weltklassepatenten mit 1.0% relativ gering in dieser Kategorie.

Die Zahl der Schweizer Patente in Recycling / Purification / Filtering ist kleiner als in den anderen Green Tech Kategorien. Zudem fiel das Patentwachstum in dieser Kategorie in der Vergangenheit nur unterdurchschnittlich aus. Hervorzuheben ist in diesem Bereich jedoch die Technologie Wastewater Treatment, in der die Schweiz über eine hohe Anzahl an Weltklassepatenten verfügt und in der auch ein schwungvolles Patentwachstum zu verzeichnen war.

## Green Tech Ausblick

Um die Pariser Klimaziele erreichen zu können, müssen weltweit die Treibhausgasemissionen reduziert werden. Green Tech-Lösungen werden hierbei eine entscheidende Rolle spielen. Besonders hohes Wachstumspotenzial dürfte in den Bereichen Green Energy und Green Mobility bestehen. Die Ergebnisse der vorliegenden Technologieanalyse zeigen, dass die Schweiz in bestimmten Bereichen wie Solarenergie oder Smart Grid über viel Know how verfügt. Daher ist die Schweizer Wirtschaft grundsätzlich in einer guten Position, um vom bevorstehenden globalen Green Tech Aufschwung zu profitieren.

# Inhalt

## Green Tech Technologieanalyse:

- **Methodischer Hintergrund**
- **Globale Patenttrends in Green Tech**
  - Entwicklung in den einzelnen Green Tech-Technologien
  - Wichtigste Forschungsländer, -regionen und -unternehmen
- **Schweizer Position im Bereich Green-Tech:**
  - Benchmarking der Schweiz in den grünen Zukunftstechnologien
  - Kantonaler Vergleich
  - Wichtigste Forschungsunternehmen in der Schweiz
- **Ausblick: Wachstumspotenziale in den Green Tech Kategorien**

# Methodischer Hintergrund

# BAK Technologieansatz

BAK hat zusammen mit dem Eidgenössischen Institut für geistiges Eigentum einen Analyseansatz entwickelt, der die Messung, Analyse und Bewertung der Forschungsaktivitäten von Unternehmen, Regionen und Ländern im weltweiten Vergleich erlaubt. Grundlage für die Analyse ist der Bestand, die Entwicklung und die Qualität von Patenten. Ein Patent ist ein Schutzrecht für eine technische Erfindung. Patentieren lassen sich Produkte und Verfahren. Voraussetzung ist, dass die Erfindung ein Problem auf neue, nicht naheliegende und technische Weise löst. Patente sind ein wichtiger Indikator für den Innovationsoutput als Messgrösse für Forschungsleistungen.

## BAK Technologiedatenbank:

- Datengrundlage ist die OECD Regpat Patentdatenbank, welche Patentdaten der globalen Patentdatenbank der World Intellectual Property Organisation (WIPO) und Daten des Europäischen Patentamts (EPO) enthält und regional zuteilt.
- Es werden nicht nur Patentanmeldungen, sondern der gesamte Bestand an aktiven Patenten analysiert. Nicht gewährte Patente oder Patente, deren Gebühren von den Unternehmen mangels Nützlichkeit nicht mehr bezahlt werden, scheiden aus der Datenbank aus.
- Patentfamilien: Die Verwendung von Patentfamilien erhöht die Aussagekraft der Datenbank, indem Einzelpatente, die zur selben Erfindung gehören, zusammengefasst betrachtet werden.
- Die Forschungsleistung wird anhand der Forscheradressen dort gemessen, wo sie effektiv stattfindet.
- Zur Analyse stehen knapp 40 traditionelle WIPO-Technologiefelder sowie rund 60 Zukunftstechnologien parat.
- Alle Patente erhalten eine Bewertung, um die Spitzenforschung abbilden zu können.

# Bewertung der Patente: Klasse statt Masse

Patente unterscheiden sich in Bezug auf ihr ökonomisches Potenzial stark. Deshalb können aus Patentanalysen, die das gesamte Patentuniversum mit einbeziehen, nur bedingt Aussagen über die tatsächliche Innovationskraft einer Region. Deshalb betrachten wir in unseren Analysen in jedem Technologiebereich auch die oberen 10% der Patente, welche am besten bewertet und als Weltklasse bezeichnet werden. Die Patentstärke wird als Kombination aus interner und externer Evaluierung ermittelt:

## Externe Evaluierung:

«Wie bewerten Dritte die Relevanz eines Patents des Unternehmens?»

Definition: Weltweite Zitierungen des Patents von späteren Patenten

## Interne Evaluierung:

«Wie bewerten Unternehmen die Relevanz ihrer eigenen Patente?»

Definition: Marktgrösse, die in Bezug auf abgedeckte Länder durch aktive Patente geschützt ist

X

## Score

Die Kombination von Patentqualität und Patentaktivität ist ein Indikator für den relativen Wert eines Patents im Vergleich zu anderen Patenten.

## Subsample «Weltklasse»

Die am höchsten bewerteten Patente (Top 10%) werden Weltklassepatente genannt.

## Forschungseffektivität

Das Verhältnis von Weltklasse an den gesamten Patenten wird als Erfolgsindikator interpretiert.

# BAK Zukunftstechnologien

Für die BAK Zukunftstechnologien wurden Definitionen von über 60 Zukunftstechnologien erstellt, die in 5 Oberbereiche eingeteilt werden. Falls Patente relevant für mehrere Technologiebereiche sind, werden diese Patente auch mehreren Technologien zugeordnet.

## **Digital:**

Die Digitalisierung gewinnt in fast allen Wirtschaftsbereichen immer mehr an Bedeutung. Zentrale Technologien hierbei wie z.B. Cyber Security oder Internet of Things werden von BAK daher unter dem Begriff Digital zusammengefasst.

## **Green Tech**

BAK definiert Green Tech als Technologien, die die Energieeffizienz steigern, den Ressourcen- und Energieverbrauch schmälern, die Verschmutzung reduzieren und ein nachhaltigeres Wirtschaften ermöglichen. Green Tech lässt sich weiter aufteilen in die Kategorien Green Energy, Green Mobility, Recycling / Purification / Filtering oder Green Biotech.

## **Life Science:**

Der Life Science-Bereich umfasst verschiedene Zukunftstechnologien aus den Bereichen Biotech und Medtech. Biotech kann dabei weiter unterteilt werden in Red Biotech (Biotech in der Medizin), Green Biotech (Biotech in der Landwirtschaft) und White Biotech (Biotech in industriellen Anwendungen).

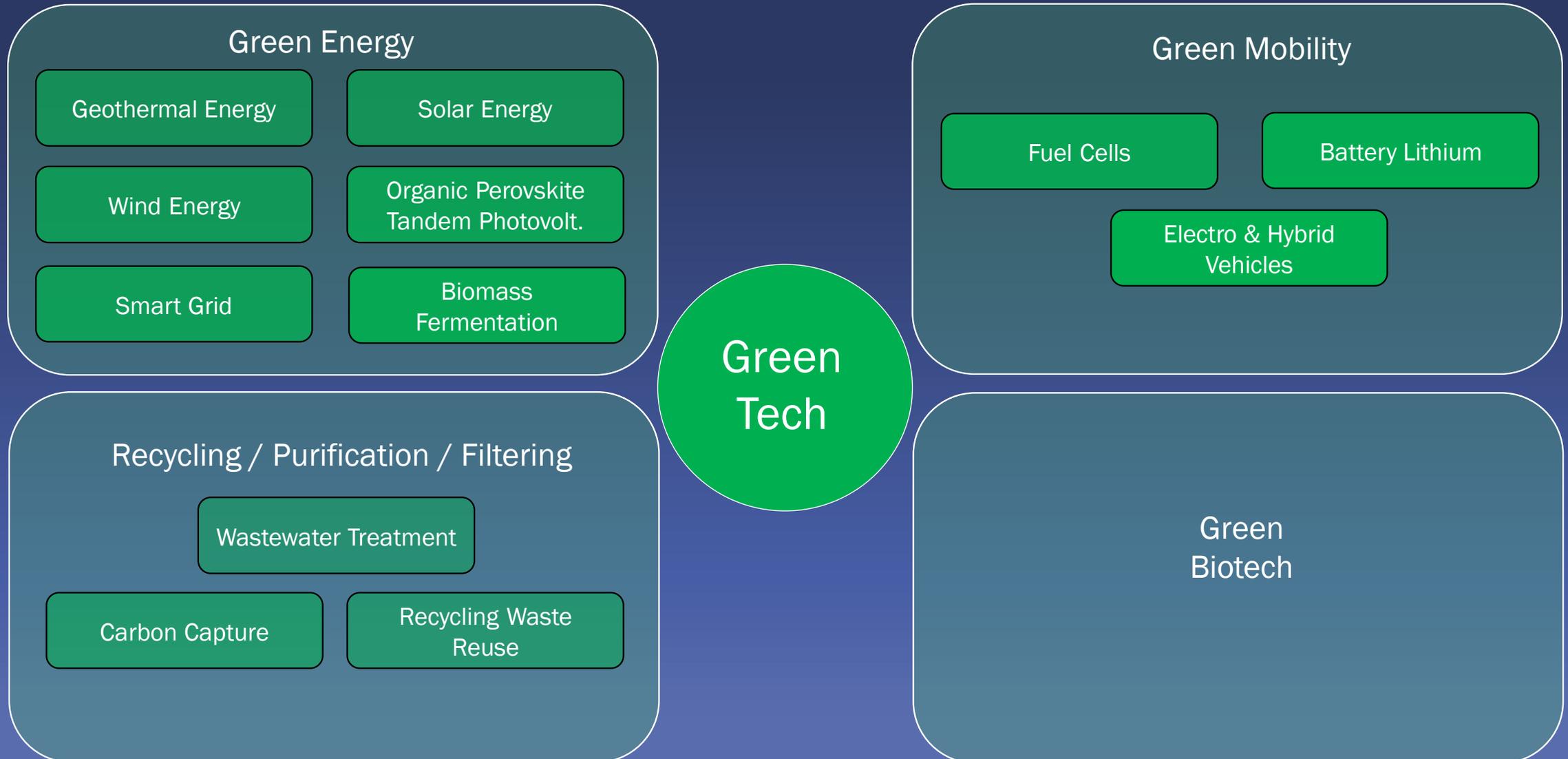
## **Materials:**

Materialien wie Carbon, Nanomaterials oder Smart Polymers bieten zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten in der Industrie oder dem Gesundheitswesen. Der Oberbereich Materials fasst diese neuartigen Materialien zusammen.

## **Systems:**

Die Systemtechnologien spielen vor allem in High-Tech Industrien eine wichtige Rolle. Wichtige Einzeltechnologien in diesem Feld sind z.B. Sensors, Robotics oder 3D-Druck.

# Green Tech Kategorien und Einzeltechnologien



# Green Tech Kategorien: Green Mobility

## Lithium Batteries

Lithium Batterien enthalten Lithium als Anode. Auch die sich in der Entwicklung befindenden Festkörperbatterien verwenden überwiegend Lithium. Lithium-Batterien werden häufig in tragbaren elektronischen Geräten der Unterhaltungselektronik sowie in Elektrofahrzeugen verwendet. Mit Lithium-Batterien betriebene Autos können emissionsfrei fahren, falls grüner Strom genutzt wird. Nachteile von Lithium-Batterien sind die im Vergleich zu Verbrennungsmotoren längere Ladezeit, das hohe Gewicht der Akkus sowie die Abhängigkeit von bestimmten Rohstoffen.

## Fuel Cells

Brennstoffzellen nutzen die chemische Reaktionsenergie aus Brennstoff (i.d.R. Wasserstoff) und Oxidationsmittel (i.d.R. Sauerstoff), um Strom zu erzeugen. Sie wurden bislang meist für die netzunabhängige Stromversorgung sowie die Versorgung von Gebäude mit Wärme und Strom eingesetzt. Zukünftig besteht grosses Potenzial für Brennstoffzellen im Transportsektor, v.a. im Langstrecken- und Schwerlastverkehr. Entscheidender Vorteil ist die hohe Reichweite. Zudem lässt sich Wasserstoff ähnlich schnell tanken wie Benzin oder Diesel. Allerdings ist der Wirkungsgrad schlechter als bei Batterien, d. h. es wird mehr Energie benötigt. Zudem sind Fahrzeuge mit Brennstoffzellen noch sehr teuer.

## Electro/Hybrid-Vehicles

Elektro- und Hybridfahrzeuge sind Fahrzeuge (Autos, Lastwagen, Züge, Flugzeuge usw.), die entweder elektrisch mit Batterien oder Brennstoffzellen angetrieben werden oder durch einen Hybridantrieb, der ein Verbrennungsmotorsystem mit einem elektrischen Antriebssystem kombiniert. Daher stossen Elektro- und Hybridfahrzeuge weniger Emissionen aus. Die Zahl der Elektro- und Hybridfahrzeuge auf den Strassen wird in den nächsten Jahren rasant zunehmen, da viele Regionen und Ländern angekündigt haben, die Zulassung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren mittelfristig zu verbieten.

# Green Tech Kategorien: Green Energy Teil I

## Solar Energie

Als Solarenergie bezeichnet man die Energie der Sonnenstrahlung, die in Form von elektrischem Strom, Wärme oder chemischer Energie technisch genutzt werden kann. Mit Hilfe der Solartechnik lässt sich die Sonnenenergie auf verschiedene Arten nutzen. Direkte Nutzungsformen umfassen z.B. Sonnenkollektoren, die Wärme gewinnen (Solarthermie bzw. Photothermik), Solarzellen, die elektrischen Gleichstrom erzeugen (Photovoltaik) und Sonnenwärmekraftwerke, die mit Hilfe von Wärme und Wasserdampf elektrischen Strom erzeugen.

## Organische bzw. Perowskit Photovoltaik

Organische Photovoltaikzellen und Perowskit-Photovoltaikzellen sind zwei besonders vielversprechende Bereiche der Solarstromforschung. Diese neuen Zellen haben das Potenzial, einen angemessenen Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung in Kombination mit niedrigen Produktionskosten und flexibleren Anwendungen zu bieten. Ein großer Nachteil dieser neuen Photovoltaikzellen ist jedoch, dass die Stabilität und Lebensdauer im Vergleich zu herkömmlichen siliziumbasierten Zellen immer noch deutlich geringer ist. Daher ist weitere Forschung erforderlich, bevor Perowskit und organische Solarzellen mit siliziumbasierten Zellen auf dem kommerziellen Solarstrommarkt konkurrieren können.

## Windkraft

Windkraft ist die Nutzung von Luftströmungen durch Windkraftanlagen, um die mechanische Energie zum Drehen von Elektromotoren bereitzustellen. Windkraft als Alternative zur Verbrennung fossiler Brennstoffe ist reichlich vorhanden, erneuerbar, weit verbreitet, sauber, verursacht während des Betriebs keine Treibhausgasemissionen, verbraucht kein Wasser und verbraucht wenig Land.

# Green Tech Kategorien: Green Energy Teil II

## Biomass Fermentation

Der Begriff Biomasse bezieht sich auf pflanzliche Materialien und Abfälle, die als Energiequelle verwendet werden, entweder direkt über die Verbrennung zur Wärme- und Stromerzeugung oder indirekt nach ihrer Umwandlung in verschiedene Arten von Biokraftstoffen. Energie aus Biomasse ist erneuerbar und CO<sub>2</sub>-neutral. Es entstehen zwar Emissionen, aber nicht mehr als die Pflanzen zuvor der Atmosphäre entnommen haben. In der Schweiz kommt Biomasse vorwiegend zuerst als Nahrungs- oder Futtermittel bzw. als Baustoff zum Einsatz; erst danach wird Energie aus ihr gewonnen.

## Geothermie

Geothermie bezeichnet die Nutzung der Wärme aus dem Erdinneren. Diese in der Erde gespeicherte Energie lässt sich mit Hilfe verschiedener Methoden nutzen. In den meisten Fällen werden dabei Erdwärmesonden in Kombination mit Wärmepumpen für die Heizung von Einfamilienhäusern und grossen Gebäuden verwendet. Erdwärme kann grundsätzlich auch dazu genutzt werden, um Strom zu erzeugen. Die Technologie ist aber noch nicht so ausgereift wie die Verwendung von Erdwärmesonden und kommt daher in der Schweiz bislang nicht zum Einsatz.

## Smart Grid

Ein Smart Grid ist ein auf digitaler Technologie basierendes Stromnetz. Dieses System ermöglicht die Überwachung, Analyse, Steuerung und Kommunikation innerhalb der Lieferkette, um die Effizienz zu verbessern, den Energieverbrauch und die Kosten zu senken und die Transparenz und Zuverlässigkeit der Energieversorgungskette zu maximieren. Ein Beispiel sind elektrische Zähler, die den Verbrauch von elektrischer Energie in Echtzeit erfassen und die Informationen zu Überwachungs- und Abrechnungszwecken an das Versorgungsunternehmen zurückmelden. Die Technologie kann für den Remote-Lastausgleich genutzt werden, z.B. um nicht benötigte Geräte bei Spitzenlast zu deaktivieren. Es wird auch für intelligente Zahlungssysteme eingesetzt.

# Green Tech Kategorien: Recycling / Purification / Filtering

## Recycling

Recycling ist der Prozess der Umwandlung von Abfallstoffen in neue Materialien und Objekte. Es ist eine Alternative zur "konventionellen" Abfallentsorgung, die Material sparen und zur Senkung der Treibhausgasemissionen beitragen kann. Recycling kann die Verschwendung von potenziell nützlichen Materialien verhindern und den Verbrauch von frischen Rohstoffen reduzieren, wodurch der Energieverbrauch, die Luftverschmutzung (durch Verbrennung) und die Wasserverschmutzung (durch Deponierung) reduziert werden.

## Wastewater Treatment

Der Begriff Wastewater Treatment beschreibt Techniken, die eingesetzt werden, um Verunreinigungen aus dem Abwasser zu entfernen und das Wasser sicher für die Rückführung in die Umwelt zu machen. Die Abwasserbehandlung geschieht in Kläranlagen, ggf. nach Vorbehandlung von industriellem oder gewerblichem Abwasser. Grundsätzlich werden mechanische, physikalische, biologische oder chemische Reinigungsverfahren eingesetzt.

## Carbon Capture

Carbon Capture, auf deutsch CO<sub>2</sub>-Abtrennung, beschreibt den Prozess der Abscheidung von Kohlendioxid aus fossilen Kraftwerken, Industrieanlagen oder Bergbau, des Transports zu einem unterirdischen Lagerort und der Deponierung. Ziel der CO<sub>2</sub>-Abscheidung ist es, die Freisetzung von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre zu reduzieren, um der globalen Erwärmung entgegenzuwirken. Setzt man Biomasse als Brennstoff ein, könnte Carbon Capture sogar CO<sub>2</sub> aus dem atmosphärischen Kreislauf. Carbon Capture ist allerdings noch im Entwicklungs- und Pilotstadium. Ein Nachteil ist der schlechtere Wirkungsgrad von Kraftwerken, der die Energieerzeugung verteuert. Zudem ist die langfristige Dichtigkeit der geplanten CO<sub>2</sub>-Endlager schwer einzuschätzen.

# Green Tech Kategorien: Green Biotech

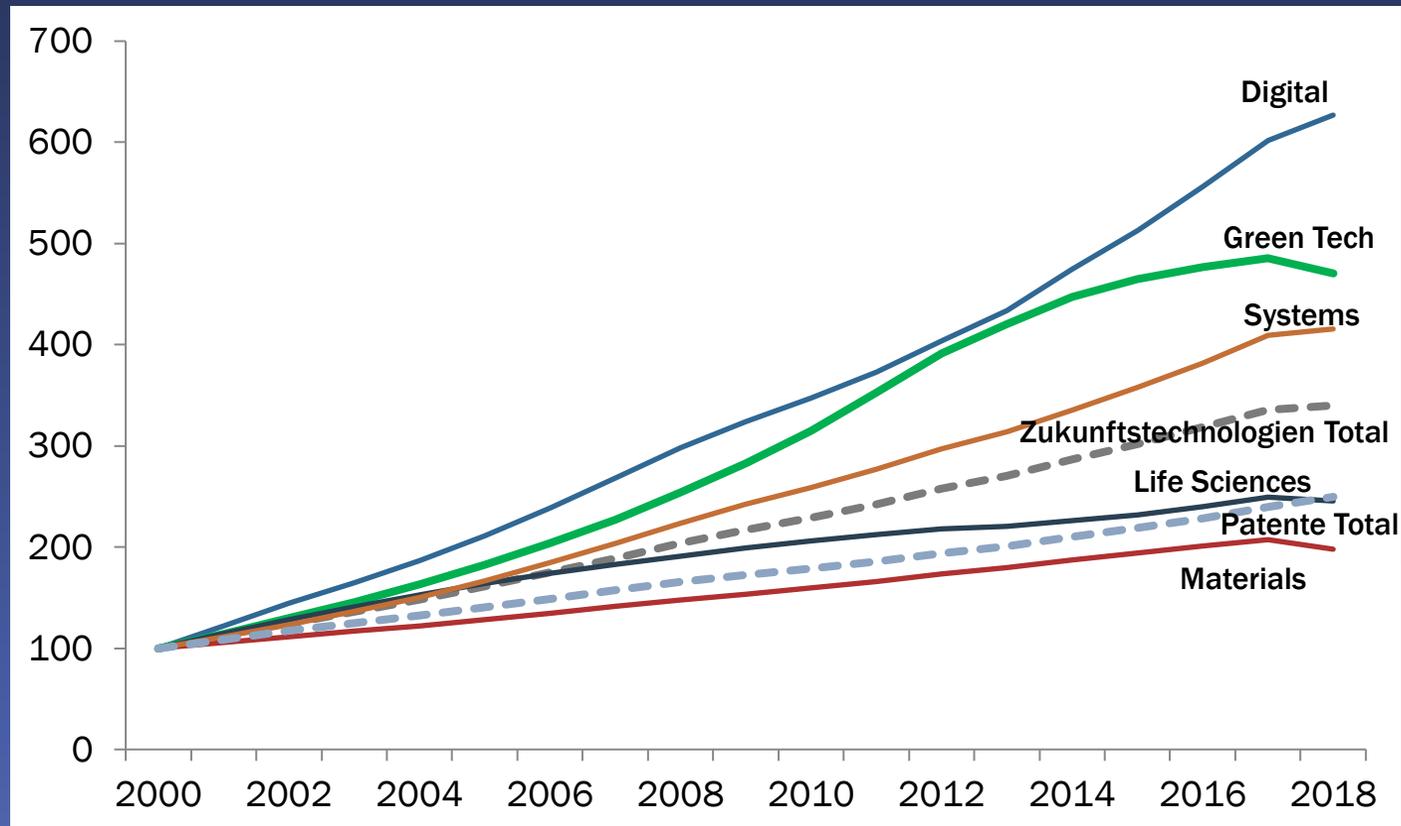
## Green Biotech

Die grüne Biotechnologie umfasst alle biotechnologischen Anwendungen im Zusammenhang mit der Landwirtschaft, einschließlich der Entwicklung fruchtbarer und widerstandsfähigerer Körner, Saatgut und Pflanzen sowie der Herstellung von Biodüngemitteln und biologischen Pestiziden. Der wichtigste Bereich ist jedoch die Produktion von gentechnisch veränderten Pflanzen. Der Anbau solcher Pflanzen kann dazu beitragen, den Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln und die Emission von Treibhausgasen zu verringern. Auch der Einsatz von Biotech-Methoden zur Entwicklung von Lebensmitteln mit zusätzlichen gesundheitsförderlichen Inhaltsstoffen (Nutraceuticals) ist in Green Biotech enthalten. Biotechnologische Verfahren werden zudem auch in der Umwelttechnik zur Abwasserbehandlung und Entsorgung fester Abfälle eingesetzt. Daher gibt es gewisse Überschneidungen von Green Biotech mit der Technologie Wastewater Treatment.

# Globale Patenttrends in Green Tech

# Green Tech Patente sind weltweit sehr dynamisch gewachsen

## Entwicklung Patentbestand 2000 - 2018



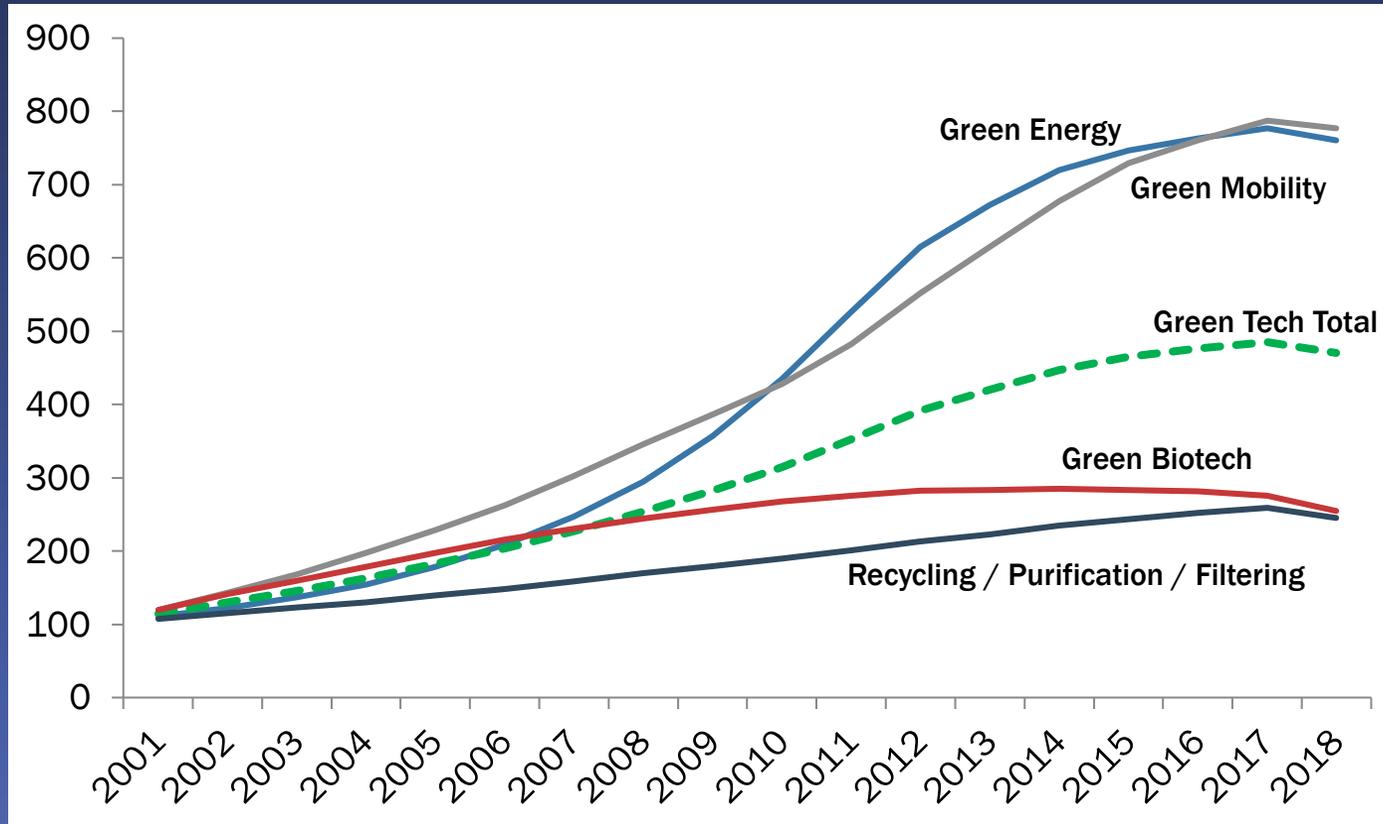
Indexiert, 2000 = 100

Quelle: BAK Economics, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum, PatentSight

- Die Zahl der globalen Green Tech Patente hat sich seit dem Jahr 2000 fast verfünffacht. Damit sind die Patente deutlich dynamischer gewachsen als der Durchschnitt der Zukunftstechnologien. Nur die Zahl der Patente in der Kategorie Digital ist noch stärker gestiegen.
- Seit 2012 war jedoch eine Abschwächung beim Wachstum der Green Tech Patente zu verzeichnen.
- Der in allen Kategorien erkennbare Wachstumsknick im Jahr 2018 ist darauf zurückzuführen, dass für dieses Jahr noch nicht alle Patentanmeldungen aller Länder in der OECD Regpat erfasst wurden. Für 2018 wird es also nachträglich noch eine leichte Revision nach oben geben.

# Green Energy und Green Mobility sind die Wachstumsmotoren

## Entwicklung Patentbestand 2000 - 2018



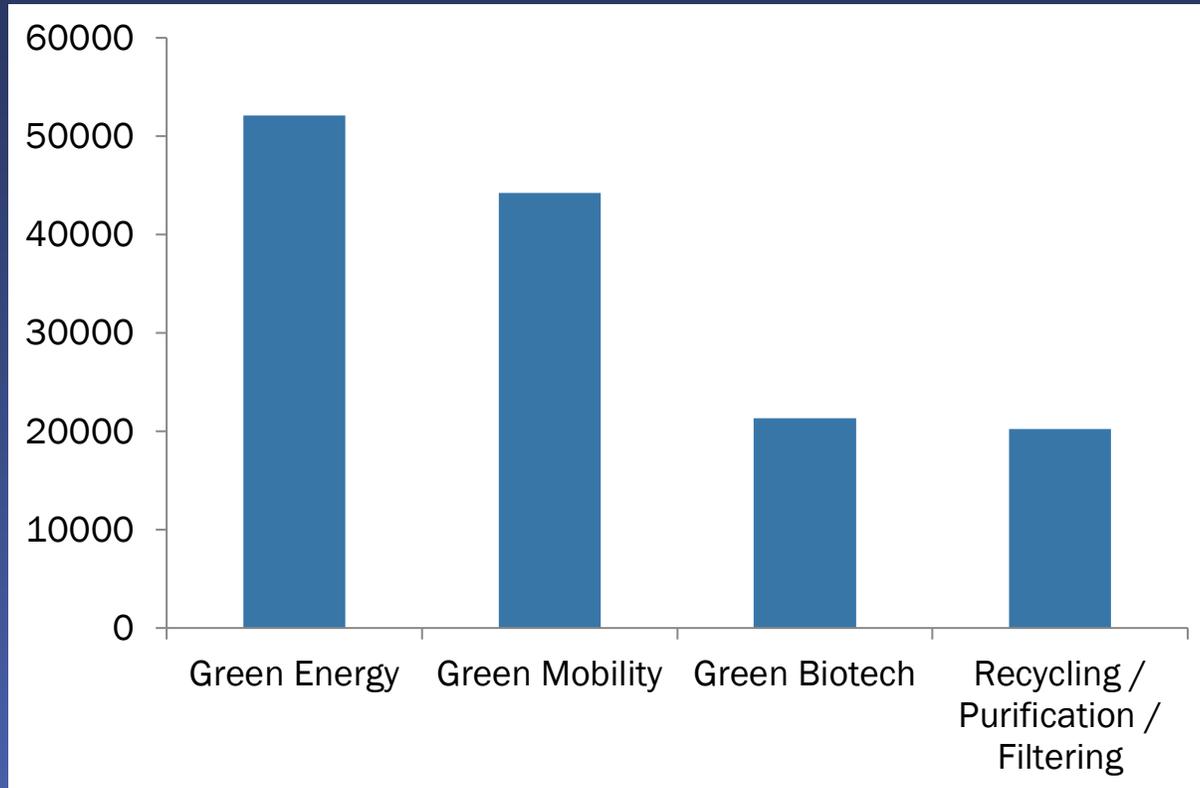
Indexiert, 2000 = 100

Quelle: BAK Economics, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum, PatentSight

- Innerhalb der Green Tech Technologien war in der Vergangenheit die höchste Forschungsdynamik in den beiden Kategorien Green Energy und Green Mobility zu verzeichnen. Der Patentbestand hat sich fast verachtstet seit 2000 in diesen beiden Bereichen.
- In Green Biotech stiegen die Patentzahlen in den 2000er Jahren noch kräftig an, doch seit ungefähr 2008 stagniert der globale Patentbestand.
- In Recycling / Purification / Filtering ist der Patentbestand stetig, aber nicht allzu dynamisch gestiegen seit 2000.

## Auch die Zahl der Patente ist am höchsten in Green Energy und Green Mobility

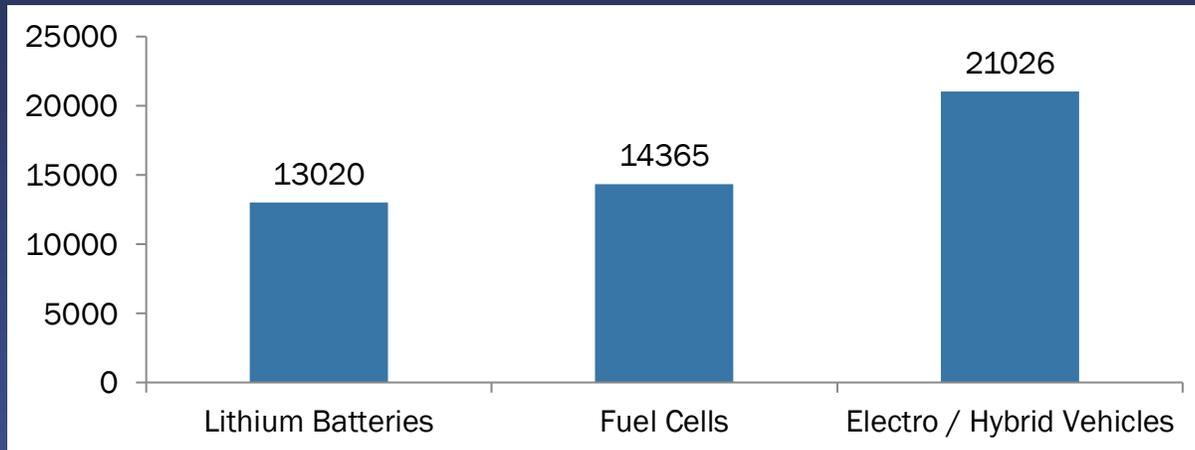
Zahl der weltweiten Patente im Jahr 2018



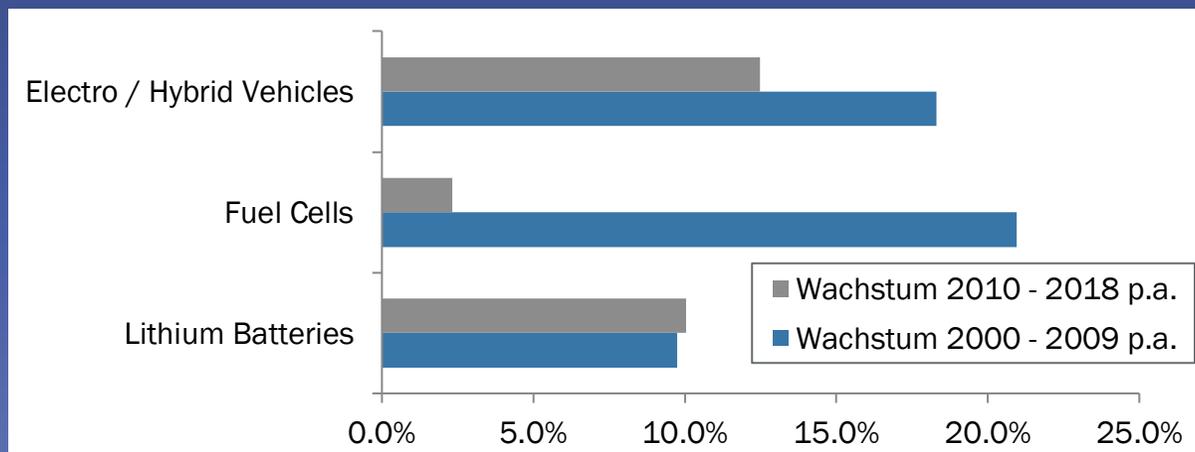
- Die Kategorie Green Energy ist die grösste Green Tech Kategorie hinsichtlich des Patentbestands. Im Jahr 2018 gab es weltweit mehr als 50 Tsd. aktive Green Energy Patente. Green Mobility ist jedoch nur knapp dahinter mit knapp 45 Tsd. Patenten.
- Der Patentbestand in Green Biotech und Recycling / Purification / Filtering ist mit jeweils rund 20 Tsd. Patenten wesentlich kleiner.

# Überblick Green Mobility

## Zahl der Patente im Jahr 2018



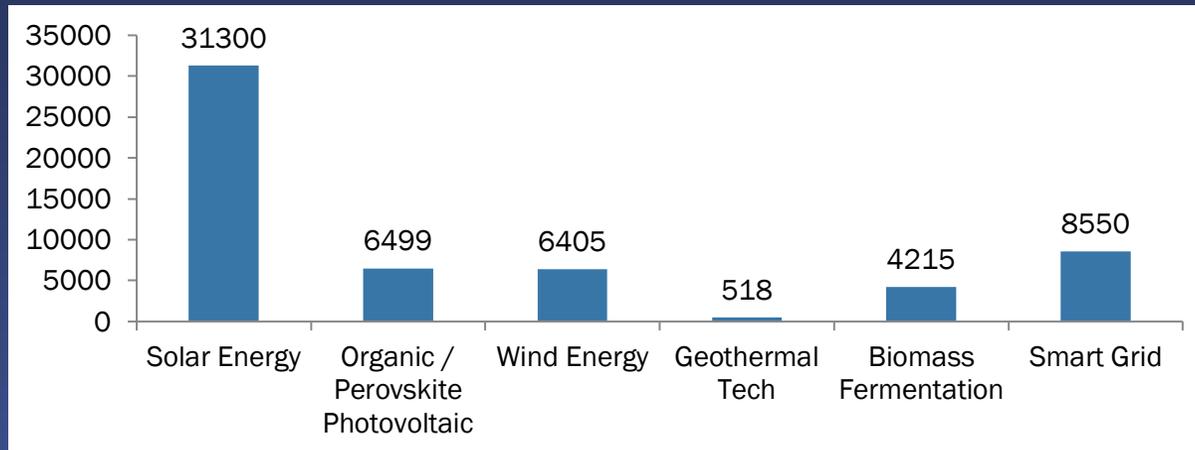
## Patentwachstum pro Jahr



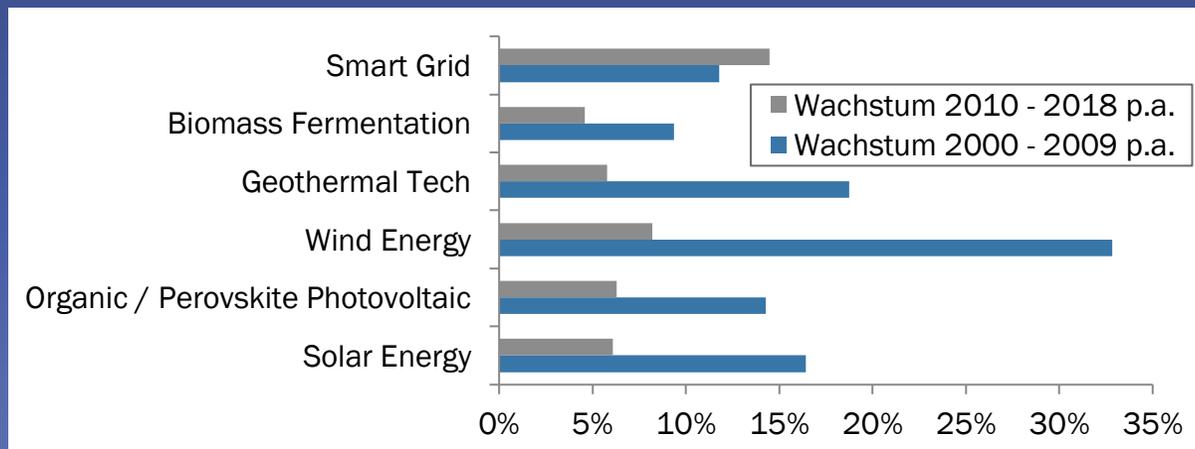
- Im Bereich Green Mobility gab es 2018 weltweit am meisten Patente in der Technologie Electro / Hybrid Vehicles mit mehr als 20 Tsd. Patenten. Grossen Autohersteller (Toyota, Nissan, VW) sowie Automobilzulieferer (Bosch) verfügen hier über die meisten Patente.
- Die Zahl der Patente für Fuel Cells und Lithium Batteries lag 2018 auf einem vergleichbaren Niveau. LG Chem und Samsung SDI verfügen über die grössten Patentportfolios bei Lithium Batteries, während Toyota und Panasonic bei Fuel Cells führend sind.
- Das Patentwachstum war zwischen 2010 und 2018 bei Electro / Hybrid Vehicles am höchsten.
- Bei Fuel Cells hat sich die Patentdynamik zwischen 2010 und 2018 im Vergleich zu den 2000er Jahren deutlich abgeschwächt.

# Überblick Green Energy

## Zahl Patente im Jahr 2018



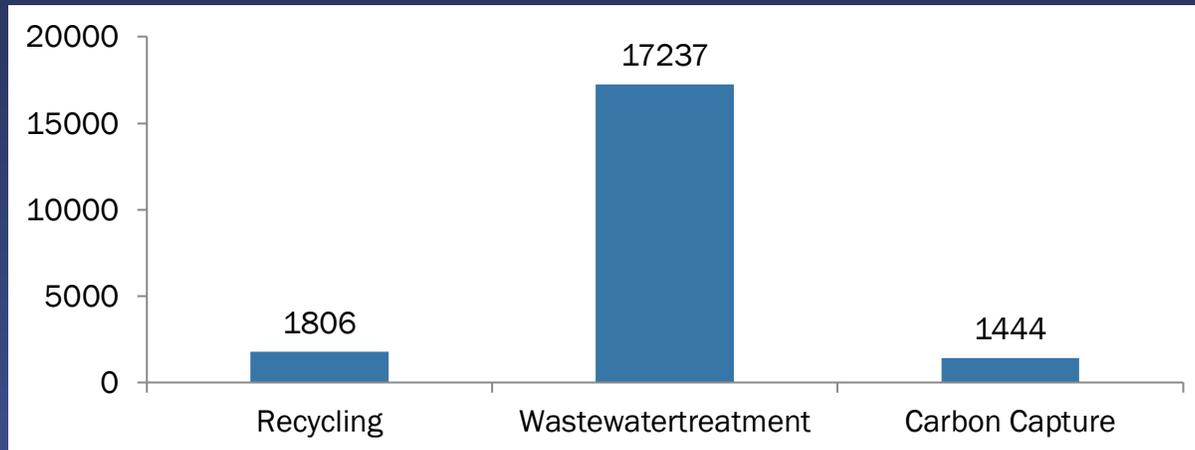
## Patentwachstum pro Jahr



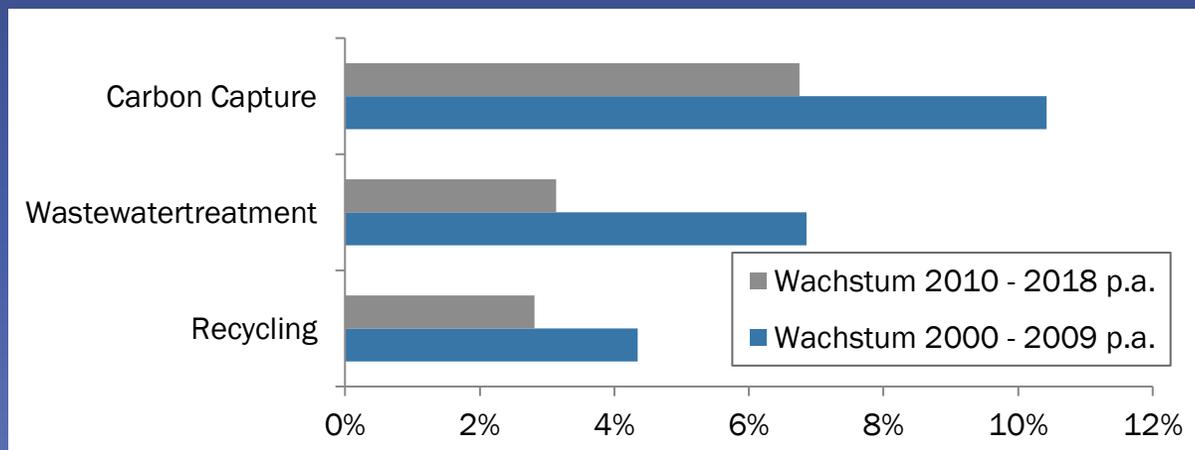
- Bei Green Energy gibt es mit Abstand am meisten Patente in Solar Energy (mehr als 30 Tsd. Patente im Jahr 2018). Osram und Panasonic sind zwei wichtige Forschungsunternehmen in Solar Energy.
- Auf Platz zwei folgt die Technologie Smart Grid. GE, Siemens und ABB besitzen die meisten Smart Grid Patente.
- Dagegen gibt es weltweit nur wenige Patente in Geothermal Technology.
- Seit 2010 ist die Zahl der Smart Grid Patente weltweit am stärksten gestiegen mit fast 15% pro Jahr.
- Auch in den anderen Green Energy Technologien war ein schwungvolles Patentwachstum zu verzeichnen, wenngleich sich die Patentdynamik im Vergleich zu den 2000er Jahren abgeschwächt hat.

# Überblick Recycling / Purification / Filtering

## Zahl Patente im Jahr 2018



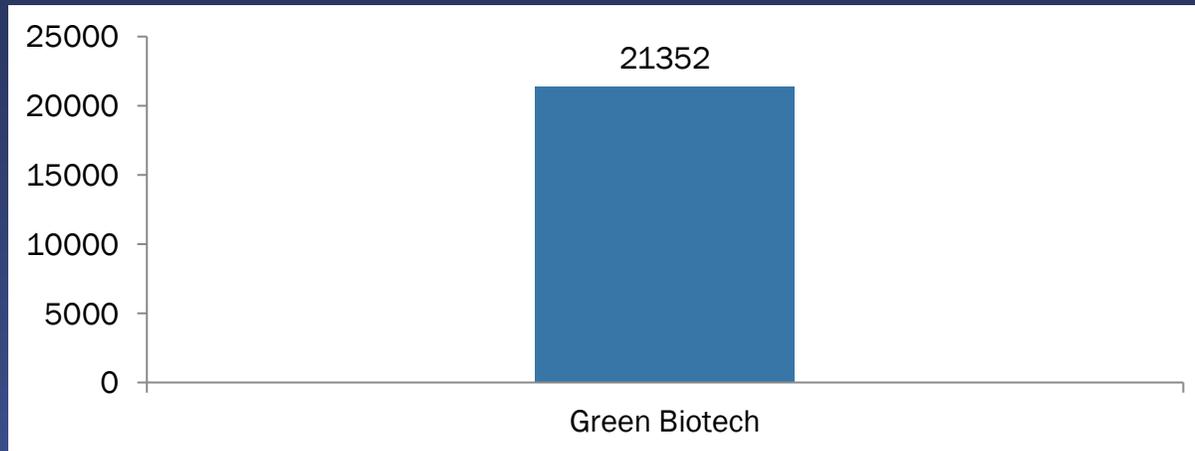
## Patentwachstum pro Jahr



- Im Bereich Recycling / Purification / Filtering ist die Technologie Wastewater Treatment mit Abstand die dominierende Technologie mit mehr als 17 Tsd. Patenten weltweit im Jahr 2018. Das japanische Unternehmen Kurita Water besitzt das grösste Patentportfolio in Wastewater Treatment.
- In den beiden anderen Technologien Recycling und Carbon Capture ist die Zahl der Patente noch überschaubar.
- Im Bereich Carbon Capture war das höchste Patentwachstum in der Vergangenheit zu verzeichnen. Allerdings erfolgte dieses dynamische Wachstum von einem tiefen Niveau aus, da sich die Technologie noch im Entwicklungs- und Pilotstadium befindet.

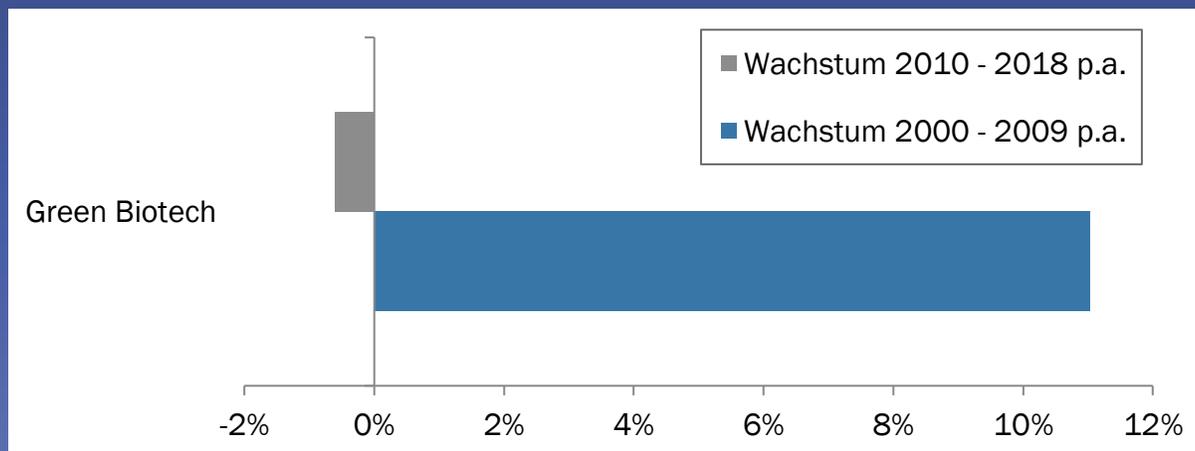
# Überblick Green Biotech

## Zahl der Patente im Jahr 2018



- Green Biotech ist eine der grössten Green Tech-Technologien in Bezug auf die Patenzahlen. Im Jahr 2018 gab es weltweit mehr als 20 Tsd. Patente in Green Biotech. Das DowDuPont Spin-Off Corteva besitzt die meisten Green Biotech Patente, gefolgt von Bayer und BASF.

## Patentwachstum pro Jahr

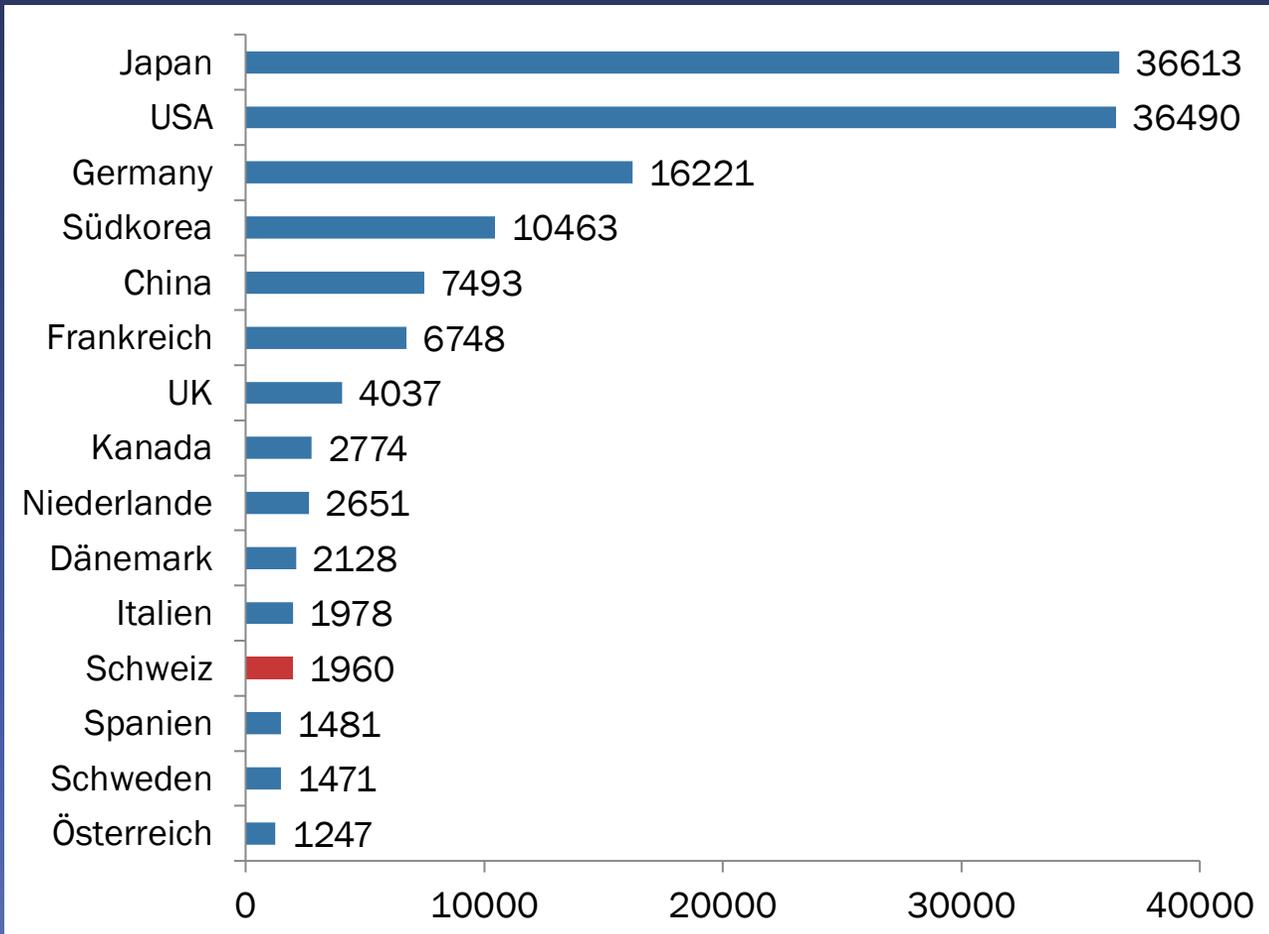


- Das Patentwachstum hat sich jedoch deutlich verlangsamt in Green Biotech. Während in den 2000er Jahren ein Patentwachstum von mehr als 10% pro Jahr zu beobachten war, ist der Patentbestand seit 2010 sogar leicht geschrumpft. Eine bremsende Rolle auf die grüne Gentechnikforschung dürfte dabei die in vielen Ländern strenge Regulierung ausgeübt haben.

# Wichtigste Forschungsländer

# Wichtigste Forschungsländer: Japan und USA vorne

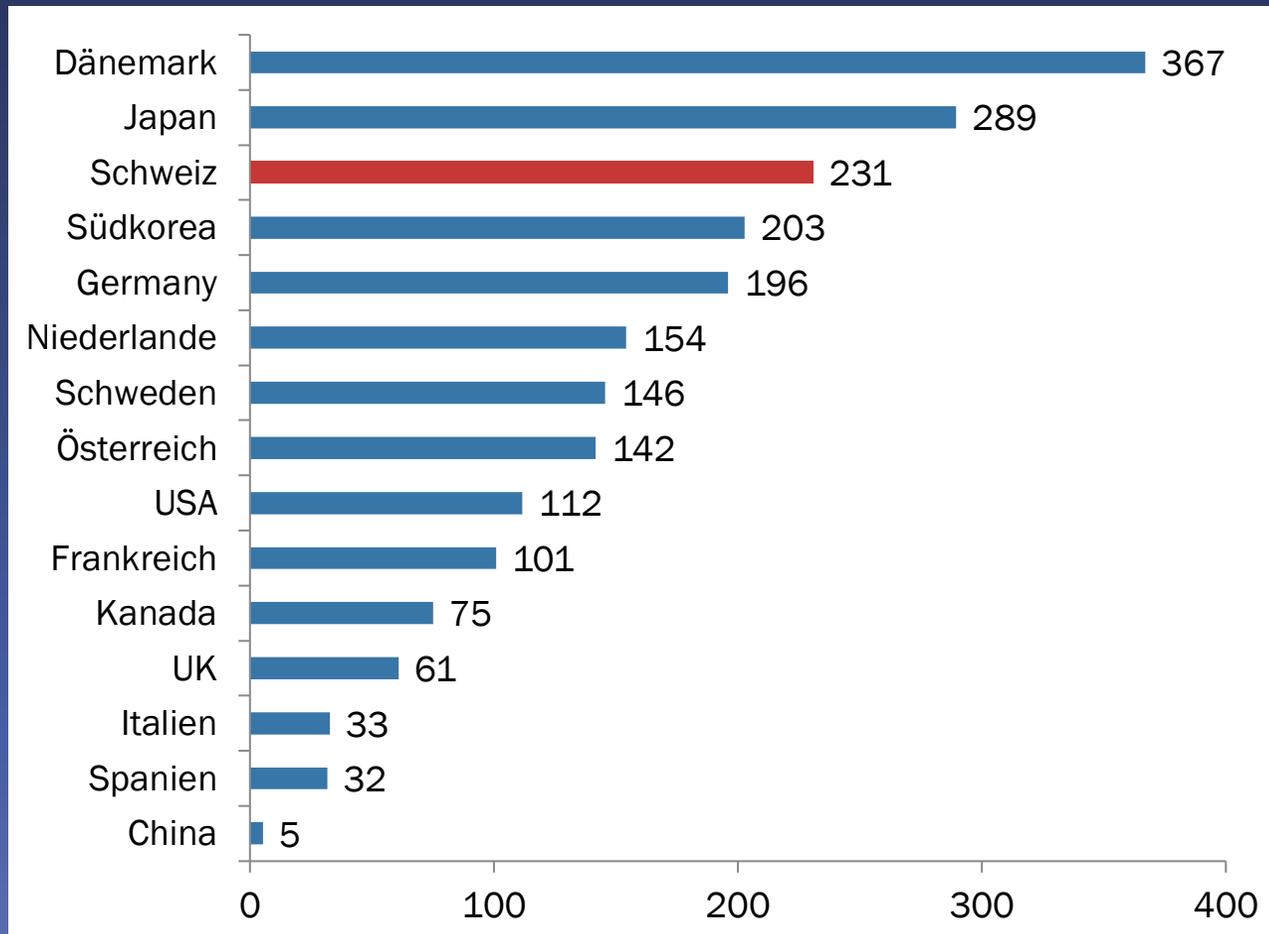
## Zahl der Green Tech Patente im Jahr 2018



- Japan und die USA verfügen über die meisten Green Tech-Patente weltweit mit jeweils etwas mehr als 36 Tsd. Patenten im Jahr 2018.
- Deutschland folgt mit deutlichem Abstand dahinter auf Rang 3
- In der Schweiz gab es 2018 knapp 2000 Tsd. Green Tech Patente. Damit liegt die Schweiz auf dem 12. Rang weltweit.

# Wichtigste Forschungsländer: Pro Kopf schneidet die Schweiz gut ab

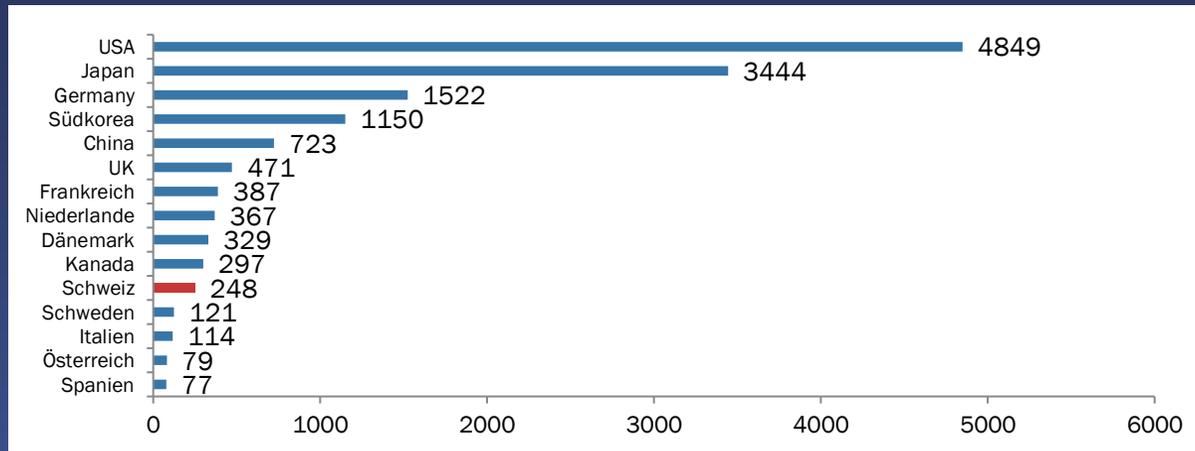
Zahl der Green Tech Patente pro eine Mio. Einwohner im Jahr 2018



- Korrigiert man die Ergebnisse um die Bevölkerungsgrösse liegt Dänemark an der Spitze mit 367 Green Tech Patenten pro einer Mio. Einwohner. Dank dem weltweit grössten Windkraftanlagen-Herstellers Vestas Wind Systems ist Dänemark vor allem im Bereich Wind Energie gut aufgestellt.
- Auch die Schweiz schneidet bei den Pro Kopf Ergebnissen sehr gut ab und liegt insgesamt auf dem dritten Rang weltweit.

# Wichtigste Forschungsländer: Hoher Anteil an Weltklassepatenten in der Schweiz

## Zahl der Green Tech Weltklassepatente 2018



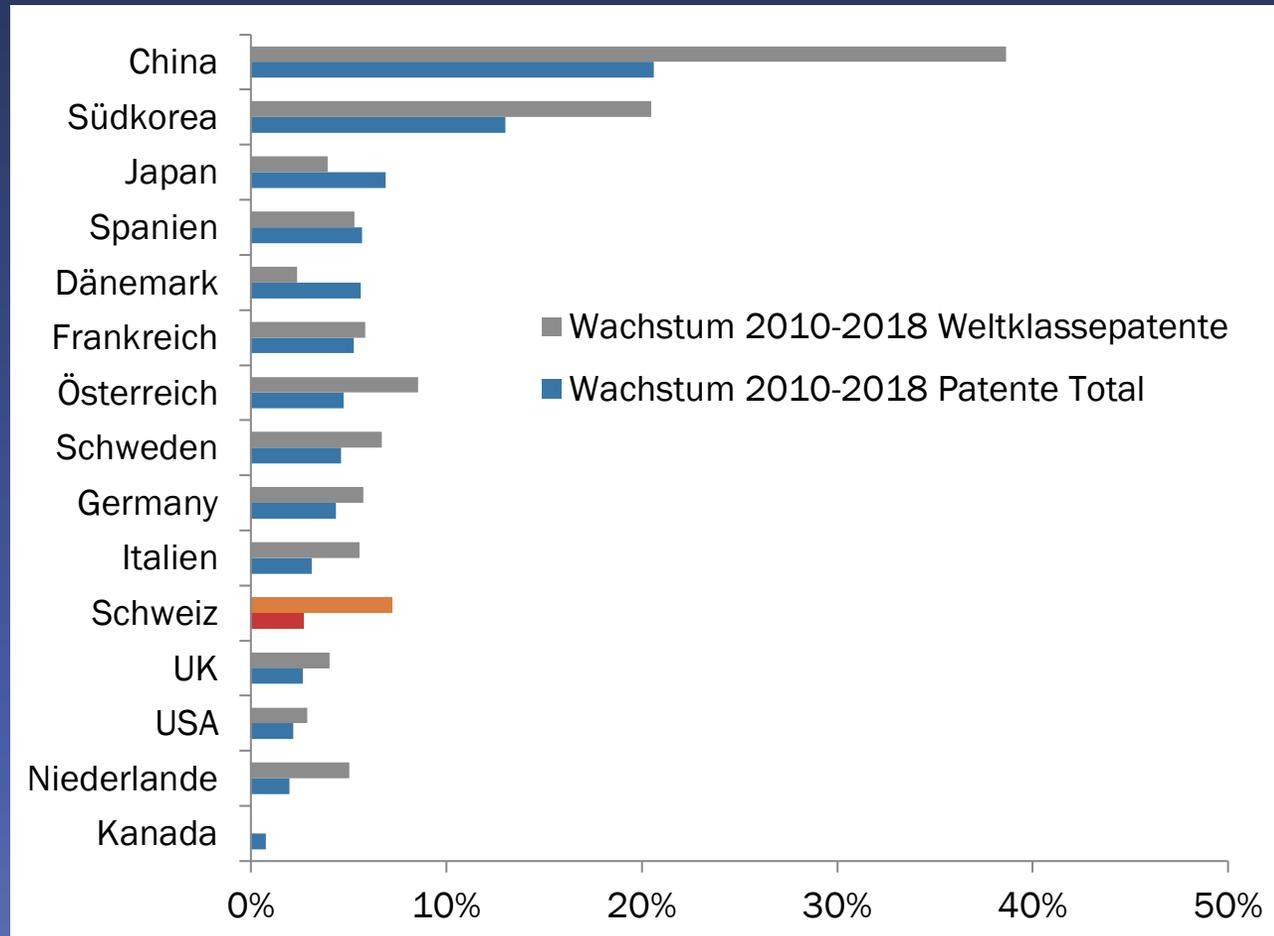
## Anteil Weltklassepatente

Land	Anteil Weltklassepatente 2018 in %
Dänemark	15.5%
Niederlande	13.8%
USA	13.3%
Schweiz	12.7%
UK	11.7%
Südkorea	11.0%
Kanada	10.7%
China	9.6%
Japan	9.4%
Germany	9.4%
Schweden	8.2%
Österreich	6.3%
Italien	5.8%
Frankreich	5.7%
Spanien	5.2%

- Die USA liegen klar an der Spitze bei den Green Tech-Weltklassepatenten mit fast 5000 Weltklassepatenten im Jahr 2018.
- Japan und Deutschland folgen auf den Rängen 2 und 3.
- Der Anteil der Weltklassepatente ist jedoch am höchsten in Dänemark. Mehr als 15% aller Green Tech-Patente aus Dänemark sind als Weltklasse bewertet.
- Die Schweiz liegt in dieser Rangliste an vierter Stelle mit einem Weltklasse-Anteil von 12.7%. Dies ist ein Beleg für die hohe Forschungsqualität in der Schweiz in Green Tech.

# Wichtigste Forschungsländer: Hohes Patentwachstum in Asien

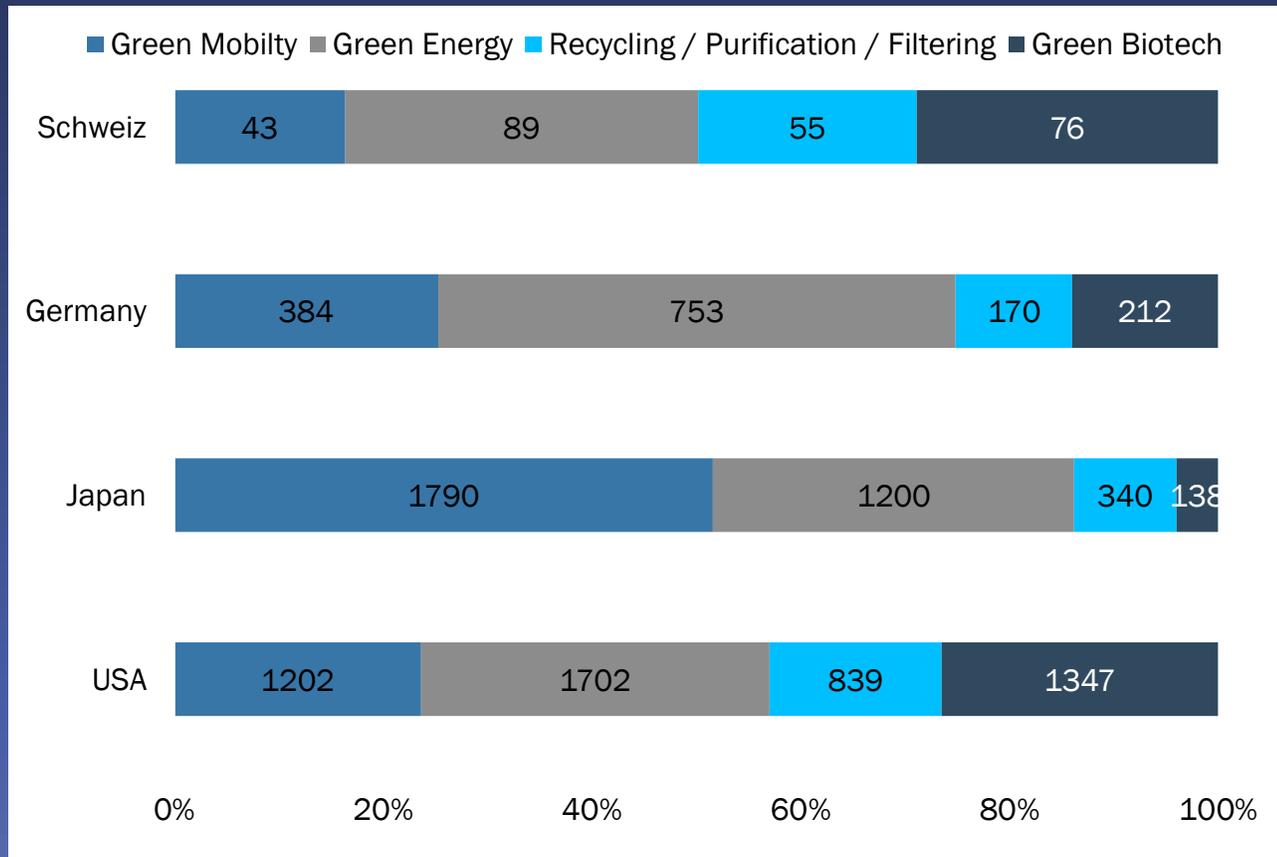
Wachstum Green Tech Patente und Weltklassepatente 2010 – 18 p.a.



- In den Top 15 Forschungsländern ist das Patentwachstum in Green Tech-Technologien zwischen 2010 und 2018 am dynamischsten in asiatischen Ländern ausgefallen. China und Südkorea liegen klar an der Spitze sowohl bei den Weltklassepatenten als auch bei den gesamten Patenten.
- In der Schweiz fiel das Wachstum der Patente zwar leicht unterdurchschnittlich aus, doch die Zahl der Weltklassepatente ist seit 2010 klar überdurchschnittlich gewachsen.

# Wichtigste Forschungsländer: Forschungsschwerpunkte

## Anteile der Oberkategorien an den gesamten Green Tech-Weltklassepatenten

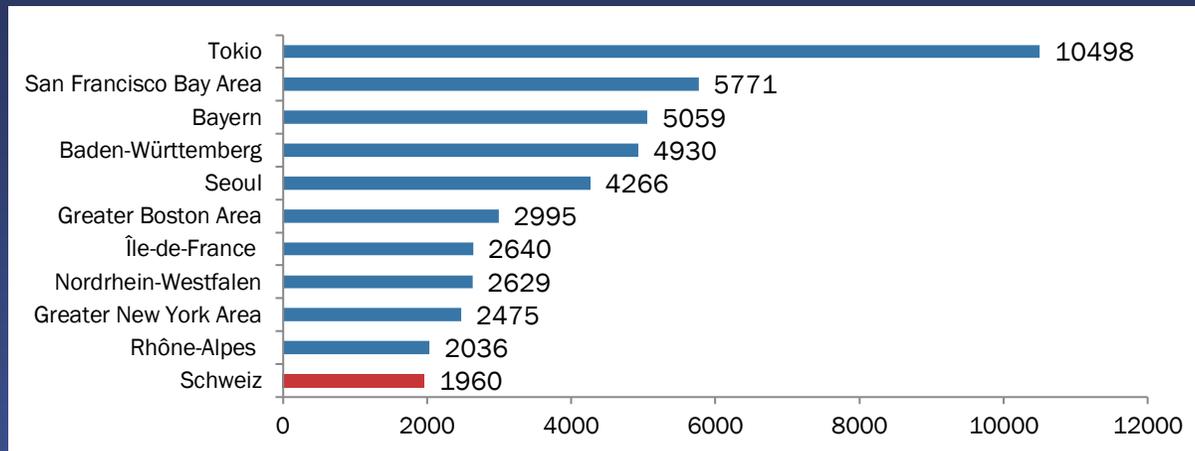


- In der Schweiz sind die Green Tech Forschungsschwerpunkte recht ausgewogen verteilt. In allen vier Oberkategorien verfügt die Schweiz über zahlreiche Weltklassepatente, wobei Green Energy vorne liegt mit 89 Weltklassepatenten.
- In Deutschland kommen etwa die Hälfte der Weltklassepatente aus dem Bereich Green Energy (753 Weltklassepatente).
- In Japan gibt es dagegen am meisten Weltklassepatente im Bereich Green Mobility (1790 Weltklassepatente).
- In den USA sind die Forschungsschwerpunkte ebenfalls recht ausgewogen verteilt.

# Wichtigste Forschungsregionen im Vergleich zur Schweiz

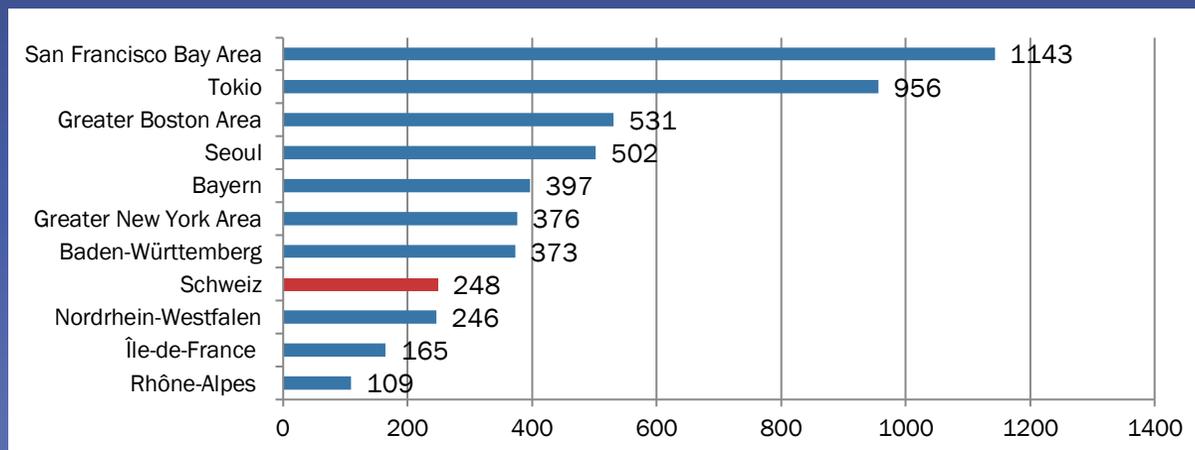
# Wichtigste Forschungsregionen: Tokio und San Francisco sind die innovativsten Green Tech Regionen

## Zahl der Green Tech Patente im Jahr 2018



- Die Region Tokio verfügt mit grossem Abstand über die meisten Green Tech Patente. Im Jahr 2018 gab es fast 10500 Patente in Tokio. Toyota und Panasonic betreiben beide Forschungszentren in der Region. Dadurch ist Tokio vor allem in Electro / Hybrid Vehicles, Lithium Batterien, Fuel Cells und Solar Power stark.

## Zahl der Green Tech Weltklasse Patente im Jahr 2018



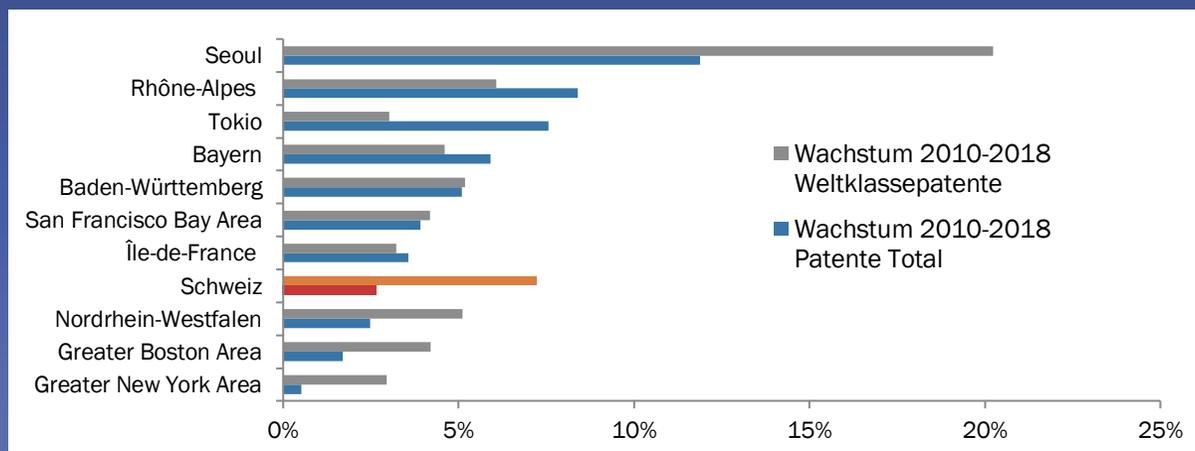
- Die San Francisco Bay Area, Bayern und Baden-Württemberg folgen auf den Plätzen 2-4 was die absoluten Green Tech Patentzahlen angeht.
- Bei den Weltklassepatenten liegt dagegen die San Francisco Bay Area noch vor Tokio auf Platz 1 mit fast 1150 Green Tech Weltklassepatenten.

# Wichtigste Forschungsregionen: US-Regionen mit hoher Forschungseffizienz, Seoul mit hohem Patentwachstum

## Anteil Weltklasse

Region	Anteil Weltklassepatente 2018 in %
San Francisco Bay Area	19.8%
Greater Boston Area	17.7%
Greater New York Area	15.2%
Schweiz	12.7%
Seoul	11.8%
Nordrhein-Westfalen	9.4%
Tokio	9.1%
Bayern	7.8%
Baden-Württemberg	7.6%
Île-de-France	6.3%
Rhône-Alpes	5.4%

## Wachstum (Weltklasse-) Patente 2010 bis 2018 p.a.



- Die US-Regionen verfügen über die höchste Forschungseffizienz der betrachteten Green Tech Regionen. Die San Francisco Bay Area, Greater Boston und Greater New York Area weisen jeweils einen Anteil an Weltklassepatenten zwischen 15 und 20% auf.
- Das höchste Patentwachstum war jedoch zwischen 2010 und 2018 in Seoul zu beobachten, sowohl was Gesamtpatente als auch Weltklassepatente angeht. Die Forschungsaktivitäten von LG Chem, Samsung und Samsung SDI in den Technologien Lithium Batterien, Electro / Hybrid Vehicles und Solar Power waren für das hohe Wachstum verantwortlich.

# Wichtigste Forschungsunternehmen

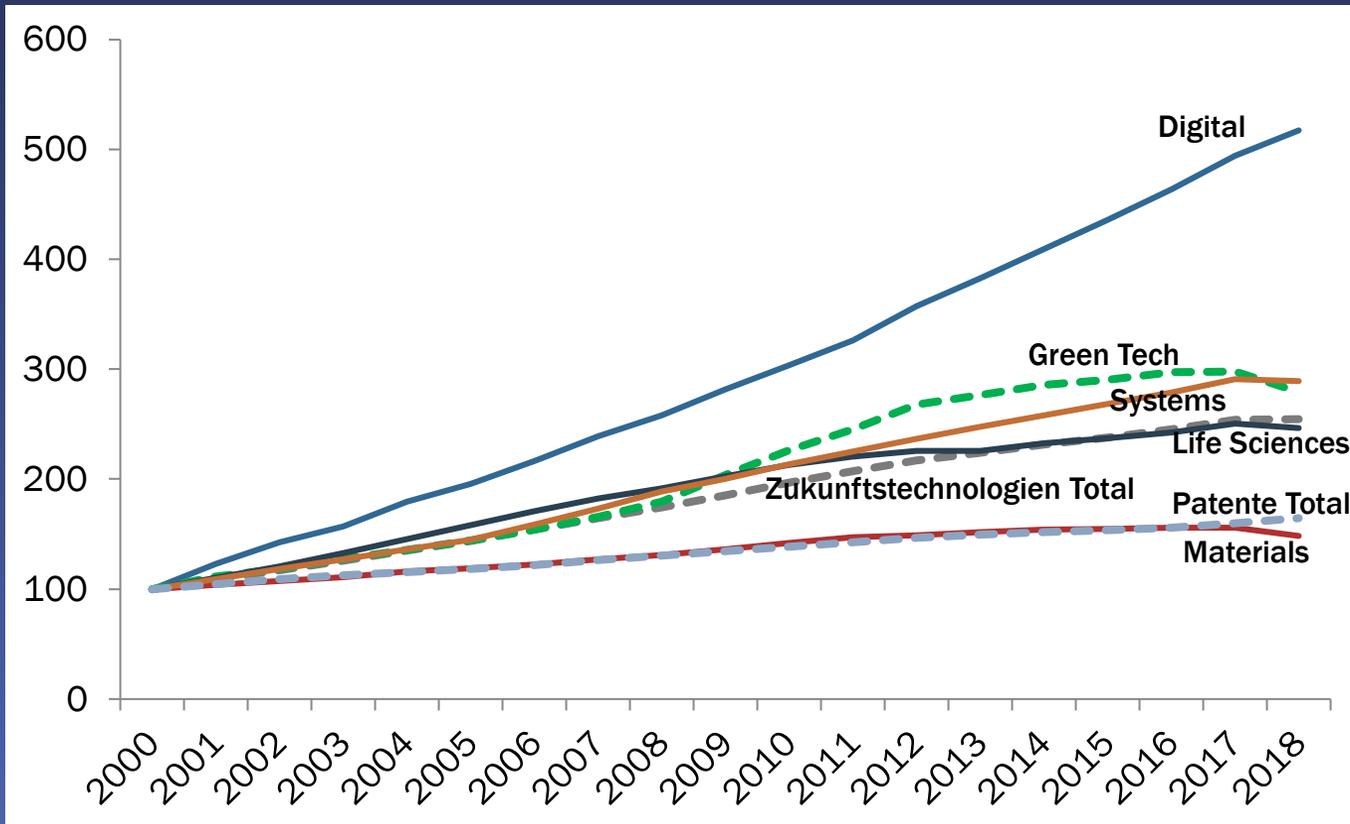
## Wichtigste Forschungsunternehmen: Toyota, Panasonic und GE besitzen die umfangreichsten Green Tech Patentportfolios

UNTERNEHMEN	GREEN TECH FOCUS	PATENTE (2018)	WELTKLASSE-PATENTE (2018)	PATENTWACHSTUM (2010-18 P.A.)
Toyota Motor	Electro / Hybrid Vehicles, Fuel Cells, Lithium Batteries	3'913	432	6.2%
Panasonic	Solar Energy, Electro / Hybrid Vehicles, Fuel Cells	2'429	235	7.1%
GE	Wind Energy, Smart Grid, Wastewater Treatment	1'797	252	8.5%
Bosch	Electro / Hybrid Vehicles, Fuel Cells, Lithium Batteries	1'714	79	14.2%
LG Chem	Electro / Hybrid Vehicles, Fuel Cells, Lithium Batteries	1'700	341	16.1%
Siemens	Wind Energy, Smart Grid, Electro / Hybrid Vehicles	1'516	109	10.9%
Hitachi	Electro / Hybrid Vehicles, Solar Energy, Lithium Batteries	1'499	132	14.1%
Nissan Motor	Electro / Hybrid Vehicles, Fuel Cells, Lithium Batteries	1'341	150	10.5%
Osram	Solar Energy, Perovskite Organic Photovoltaics, Smart Grid	1'120	156	7.8%
VW Group	Electro / Hybrid Vehicles, Fuel Cells, Lithium Batteries	1'053	35	15.1%

# Schweizer Position im Bereich Green-Tech

# Green Tech Patente sind auch in der Schweiz stark angestiegen

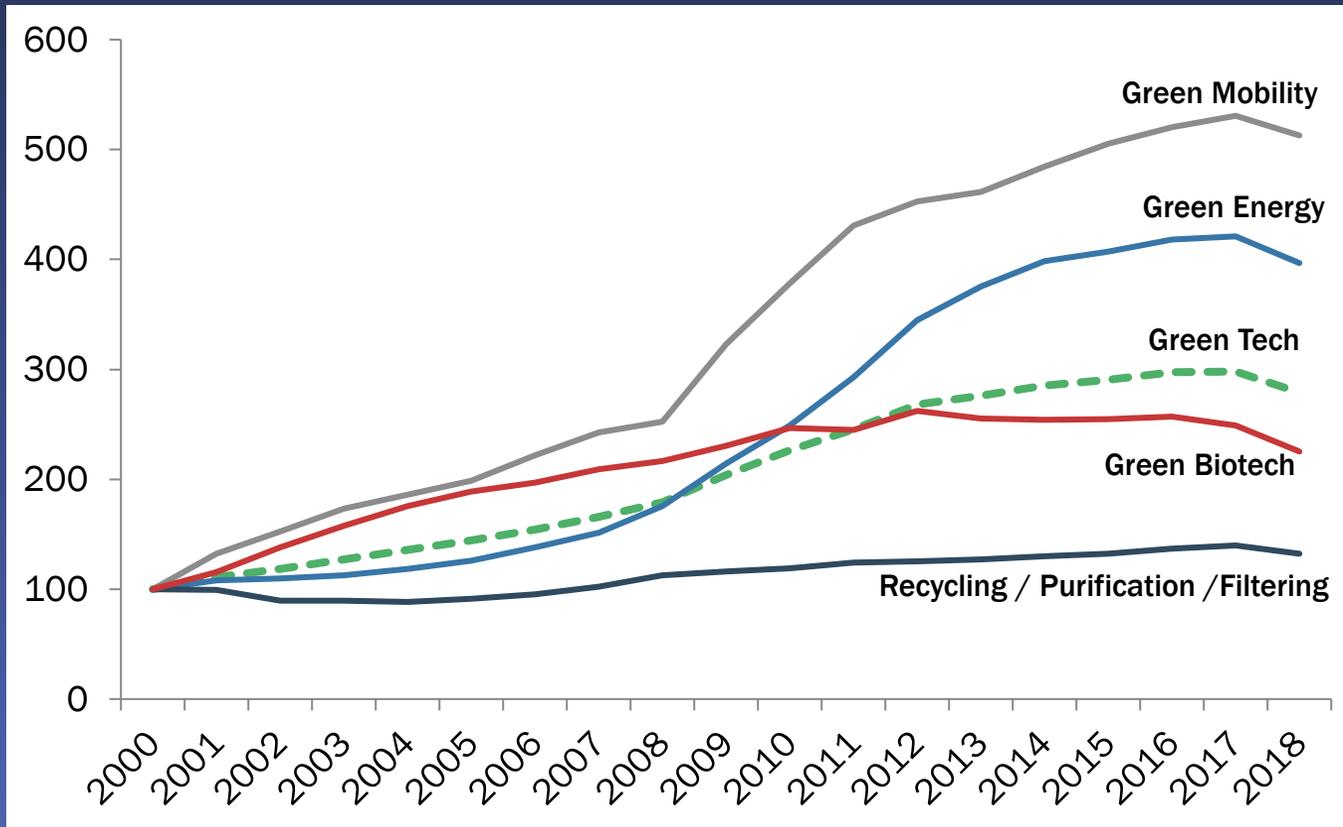
## Entwicklung Patentbestand 2000 - 2018



- Die Zahl der Schweizer Green Tech Patente hat sich seit dem Jahr 2000 fast verdreifacht. Damit sind die Patente etwas dynamischer gewachsen als der Durchschnitt der Zukunftstechnologien in der Schweiz.
- Seit 2012 war jedoch eine Abschwächung beim Wachstum der Green Tech Patente in der Schweiz zu verzeichnen.
- Der in den meisten Kategorien erkennbare Wachstumsknick im Jahr 2018 ist darauf zurückzuführen, dass für dieses Jahr noch nicht alle Patentanmeldungen aller Länder in der OECD Regpat erfasst wurden. Für 2018 wird es also nachträglich noch eine leichte Revision nach oben geben.

# Sehr hohe Dynamik in Green Mobility in der Schweiz

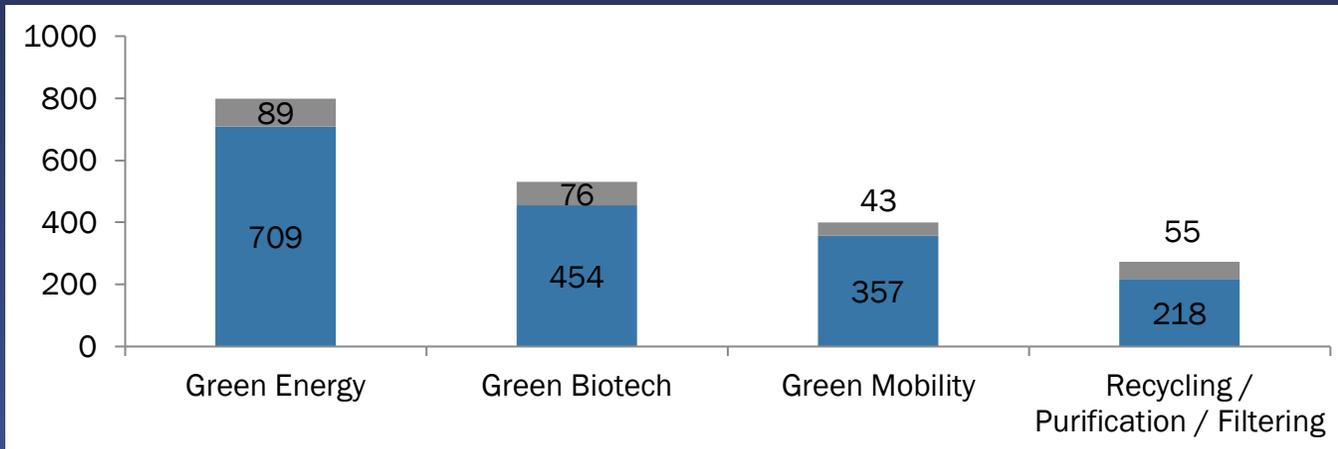
## Entwicklung Patentbestand 2000 - 2018



- Am stärksten sind in der Vergangenheit die Green Mobility Patente in der Schweiz gewachsen. Der Patentbestand hat sich verfünffacht seit 2000.
- Auch die Zahl der Green Energy Patente ist dynamisch gestiegen.
- Bei den Green Biotech Patenten war dagegen nach starkem Wachstum in den 2000er Jahren seit 2009 eine Stagnation des Patentbestandes zu verzeichnen. Die strenge Regulierung gegenüber GMO dürfte hierbei eine Rolle gespielt haben.
- Am schwächsten war die Performance im der Kategorie Recycling / Purification / Filtering. Hier war nur ein Patentanstieg um rund 30% seit 2000 zu verzeichnen.

# Green Energy ist die grösste Green Tech Kategorie in der Schweiz

## Patentbestand 2018



## Schweizer Weltmarktanteil

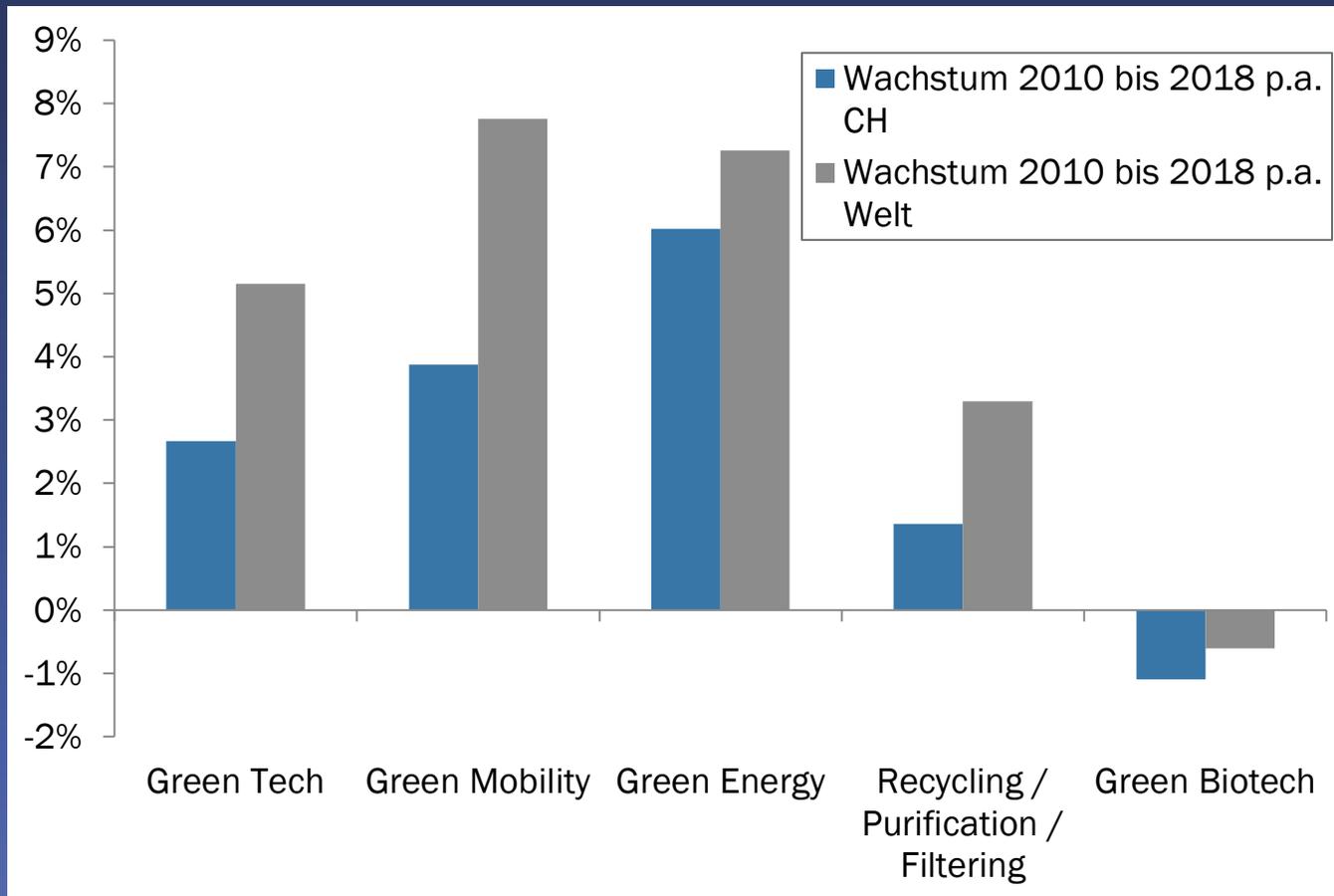
	Schweizer Weltmarktanteil Patente 2018	Schweizer Weltmarktanteil Weltklassepatente 2018
Green Tech	1.5%	1.8%
Green Energy	1.5%	1.7%
Green Biotech	2.5%	3.6%
Green Mobility	0.9%	1.0%
Recycling / Purification / Filtering	1.3%	2.7%

Quelle: BAK Economics, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum, PatentSight

- Hinsichtlich des absoluten Patentbestandes ist Green Energy die wichtigste Green Tech Kategorie in der Schweiz. Im Jahr 2018 gab es insgesamt 798 Patente, wovon 89 als Weltklasse eingestuft waren. Dies entspricht einem Weltklasseanteil von 11.2%.
- Recycling / Purification / Filtering ist die kleinste Kategorie beim Patentbestand, doch der Anteil Weltklasse an den Gesamtpatenten ist mit 20.1% klar am höchsten.
- Insgesamt hat die Schweiz in Green Tech einen Anteil an den weltweiten Patenten von 1.5%. Der Anteil an den globalen Green Tech Weltklassepatenten lag 2018 mit 1.8% etwas höher.
- Von den Green Tech Kategorien erreicht Green Biotech den höchsten Weltmarktanteil bei den Patenten mit 2.5%. Der Anteil an den globalen Weltklassepatenten ist mit 3.6% in Green Biotech sogar noch höher.

# Green Tech Patente sind weniger dynamisch als im weltweiten Schnitt gestiegen

## Patentwachstum 2010 – 2018 pro Jahr

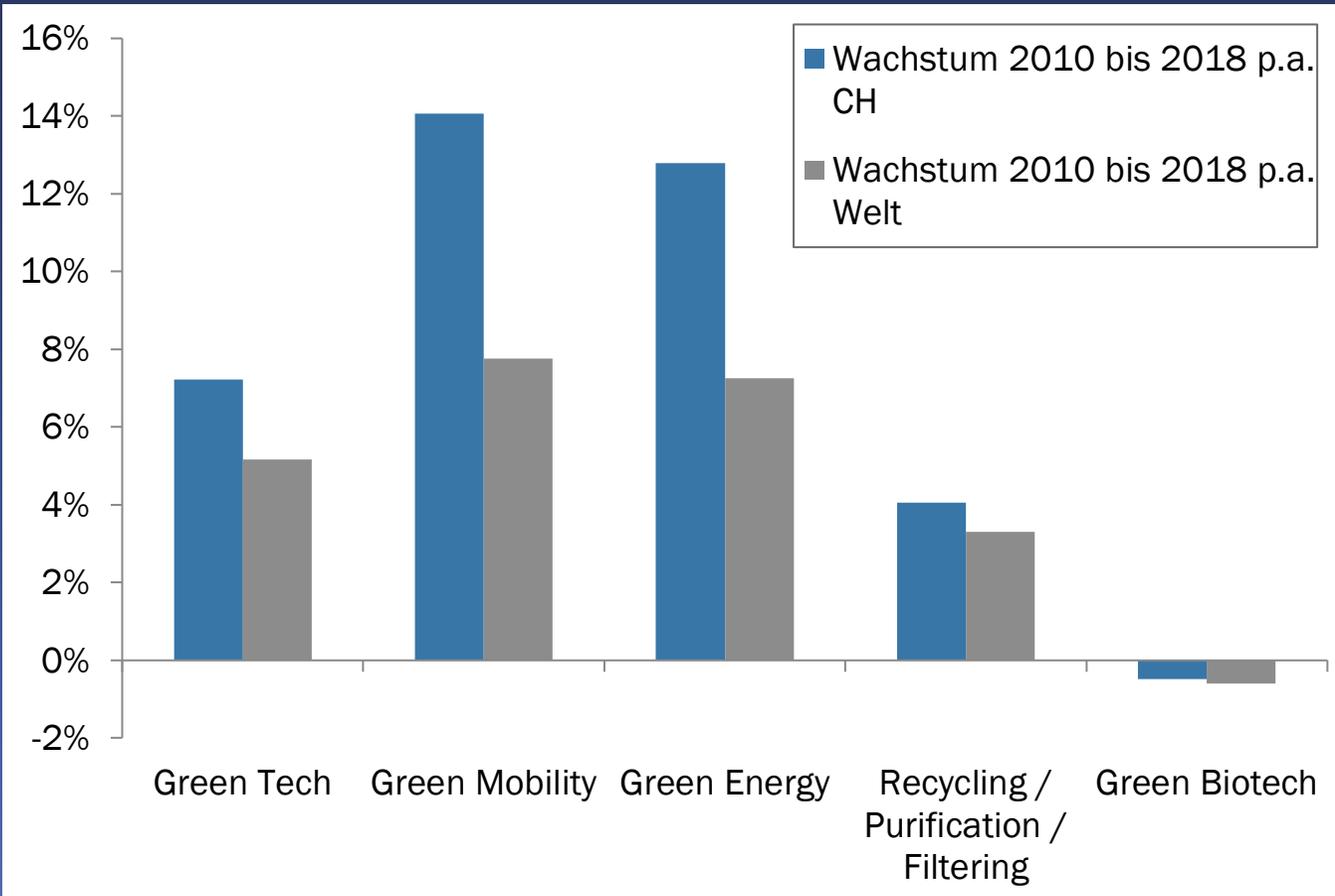


- In der Schweiz sind die Green Tech Patente seit 2010 zwar in den meisten Kategorien schwungvoll gewachsen. Die Dynamik fiel jedoch insgesamt weniger hoch aus als im globalen Schnitt. In der Schweiz betrug das durchschnittliche Patentwachstum 2.7% pro Jahr, weltweit lag das Wachstum mit 5.2% pro Jahr fast doppelt so hoch.
- Im Bereich Green Energy konnte die Schweiz fast die globale Dynamik erreichen.

Quelle: BAK Economics, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum, PatentSight

# Schweizer Weltklassepatente sind dagegen klar überdurchschnittlich gewachsen

Patentwachstum Weltklassepatente 2010 – 2018 pro Jahr

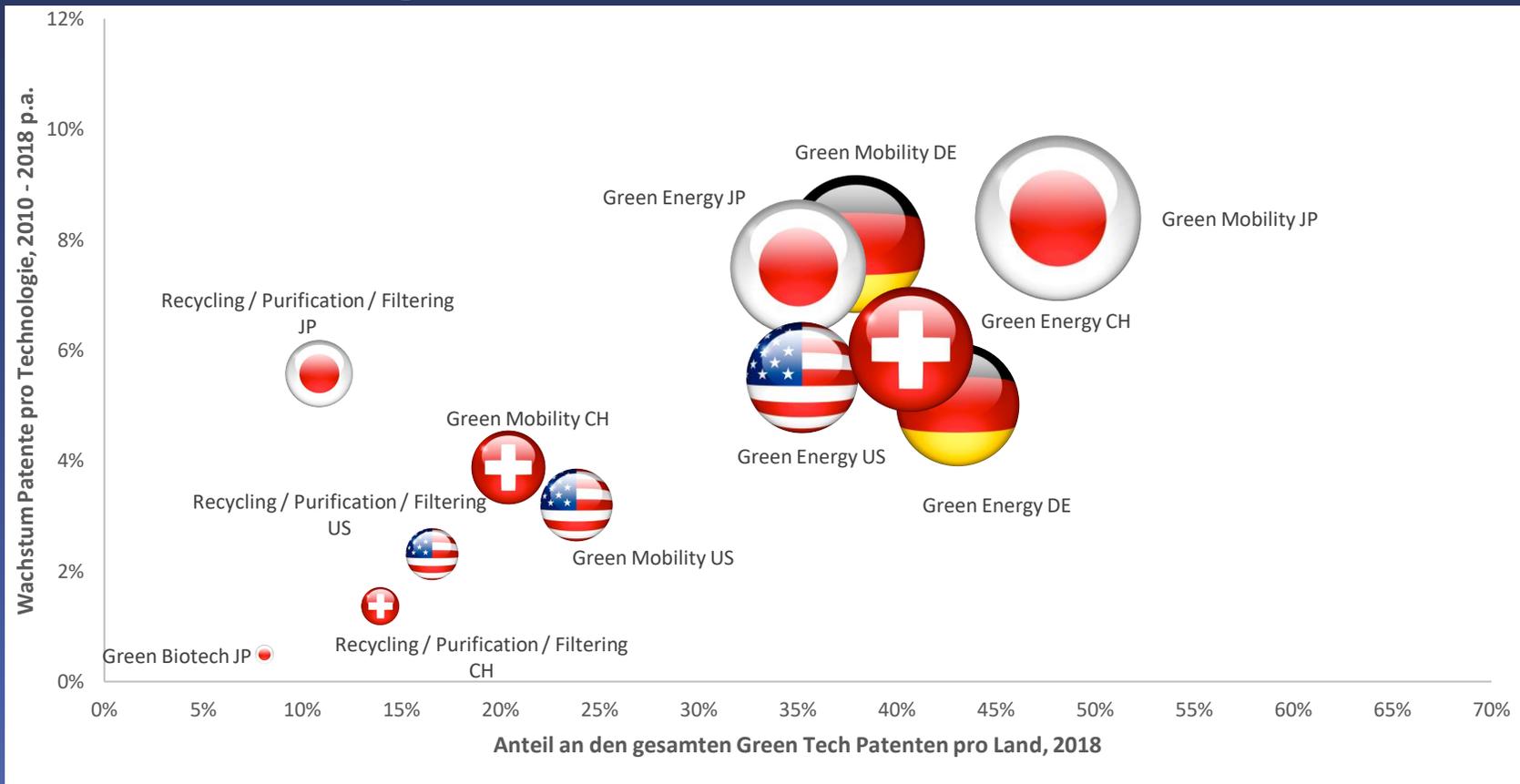


- Bei den Weltklassepatenten zeigt die Schweiz dagegen eine hervorragende Performance. In allen Green Tech Kategorien sind die Weltklassepatente stärker gewachsen als der globale Durchschnitt. In der Schweiz betrug das durchschnittliche Patentwachstum 7.2% pro Jahr, weltweit lag das Wachstum nur bei 5.2% pro Jahr.
- Besonders stark ist die Zahl der Weltklassepatente in der Schweiz in den beiden Kategorien Green Mobility und Green Energy gewachsen. BASF und ABB haben einige neue Weltklassepatente in diesen Green Tech Kategorien entwickelt in der Schweiz in den letzten Jahren.

Quelle: BAK Economics, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum, PatentSight

# Vergleich Top 3 Green Tech Länder und Schweiz

## Green Tech Technologieprofil Patente



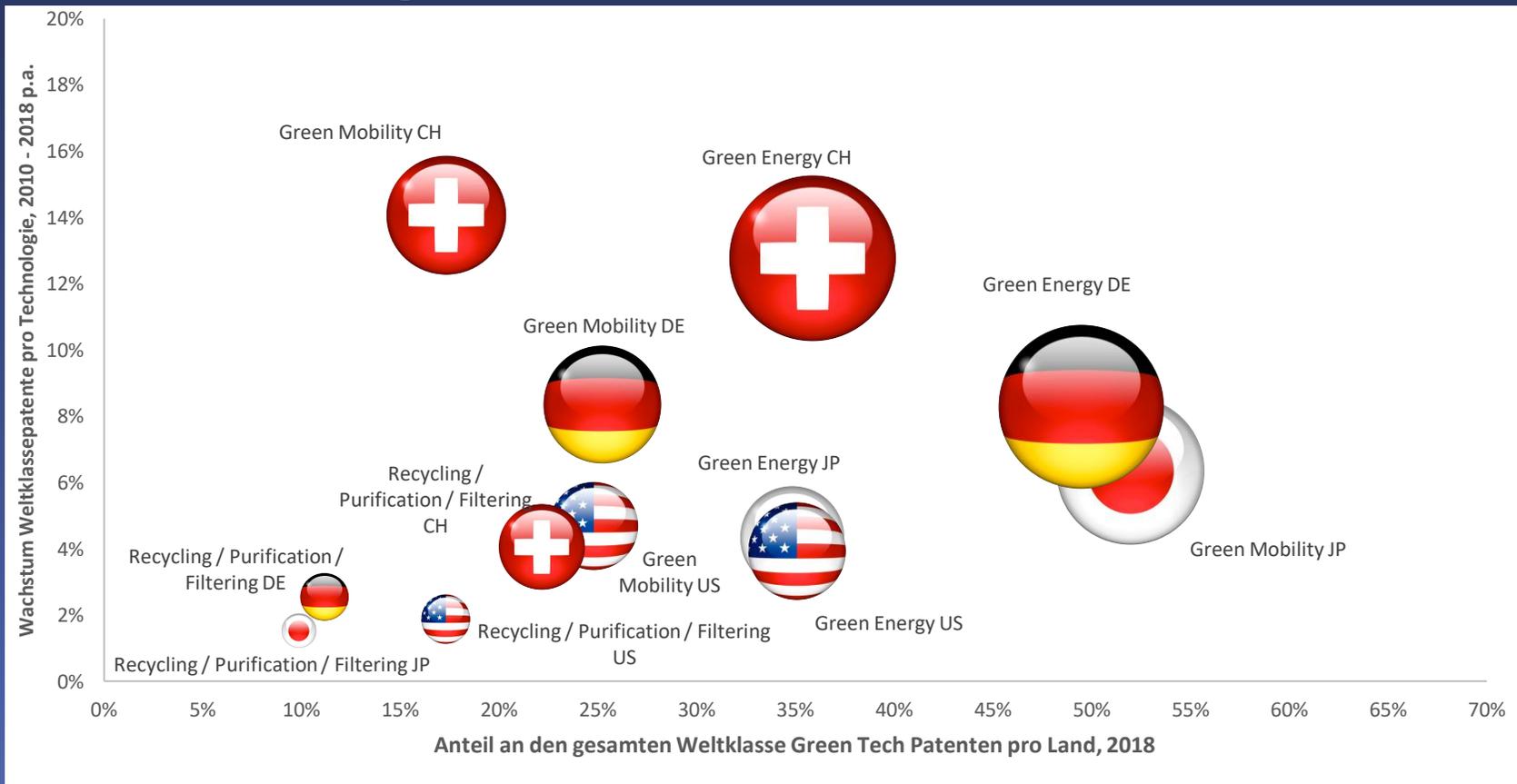
Green Tech Patentwachstum 2010-2018 p.a.	
USA	2.2%
Japan	6.9%
Germany	4.3%
Schweiz	2.7%

- Das nebenstehende Technologieprofil zeigt auf der X-Achse den Anteil der Green Tech Kategorien an allen Green Tech Patenten pro Land im Jahr 2018 und auf der Y-Achse das Wachstum der Patente pro Technologie im Zeitraum 2010 bis 2018 p.a. Die Grösse der einzelnen Bubbles spiegelt den Wachstumsbeitrag der Kategorien am Wachstum der Green Tech Patente wider.
- Green Biotech taucht nur bei Japan in der Grafik aus, da der Wachstumsbeitrag am Patentwachstum in den anderen drei Ländern negativ oder null war.

Quelle: BAK Economics, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum, PatentSight

# Vergleich Top 3 Green Tech Länder und Schweiz

## Green Tech Technologieprofil Weltklassepatente



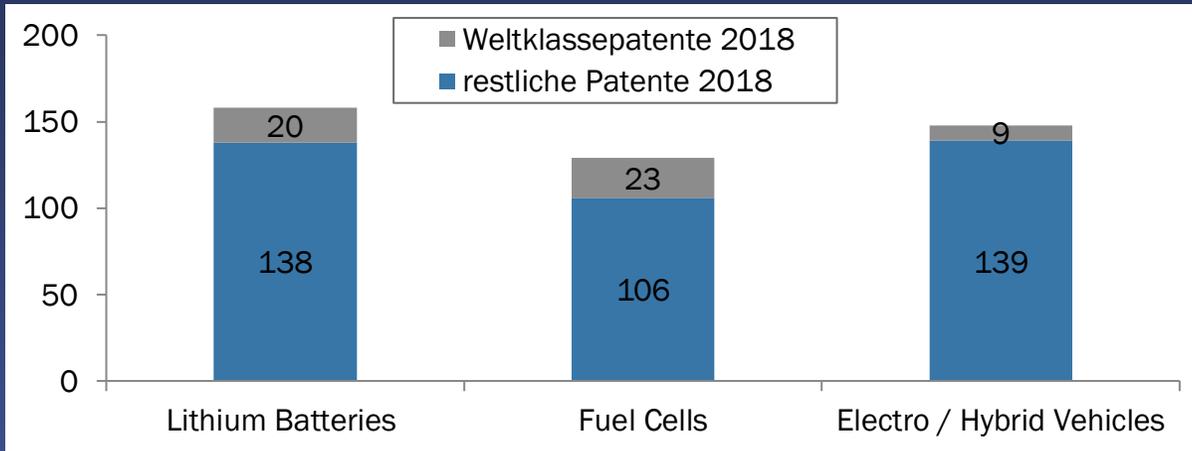
Green Tech Weltklasse-Patentwachstum 2010-2018 p.a.	
USA	2.9%
Japan	3.9%
Germany	5.8%
Schweiz	7.2%

- Das nebenstehende Technologieprofil zeigt auf der X-Achse den Anteil der Green Tech Kategorien an allen Green Tech Weltklassepatenten pro Land im Jahr 2018 und auf der Y-Achse das Wachstum der Weltklassepatente pro Technologie im Zeitraum 2010 bis 2018 p.a. Die Grösse der einzelnen Bubbles spiegelt den Wachstumsbeitrag der Kategorien am Wachstum der Green Tech Weltklassepatente wider.
- Green Biotech taucht nicht in der Grafik aus, da der Wachstumsbeitrag am Weltklasse-Patentwachstum in allen vier Ländern negativ oder null war.

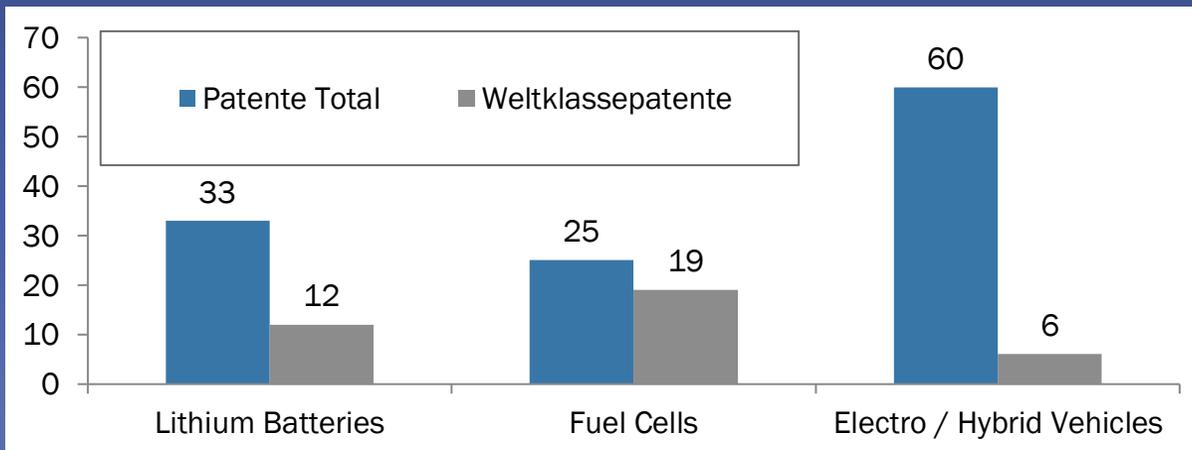
Quelle: BAK Economics, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum, PatentSight

# Green Mobility in der Schweiz

## Zahl der (Weltklasse-) Patente in der Schweiz im Jahr 2018



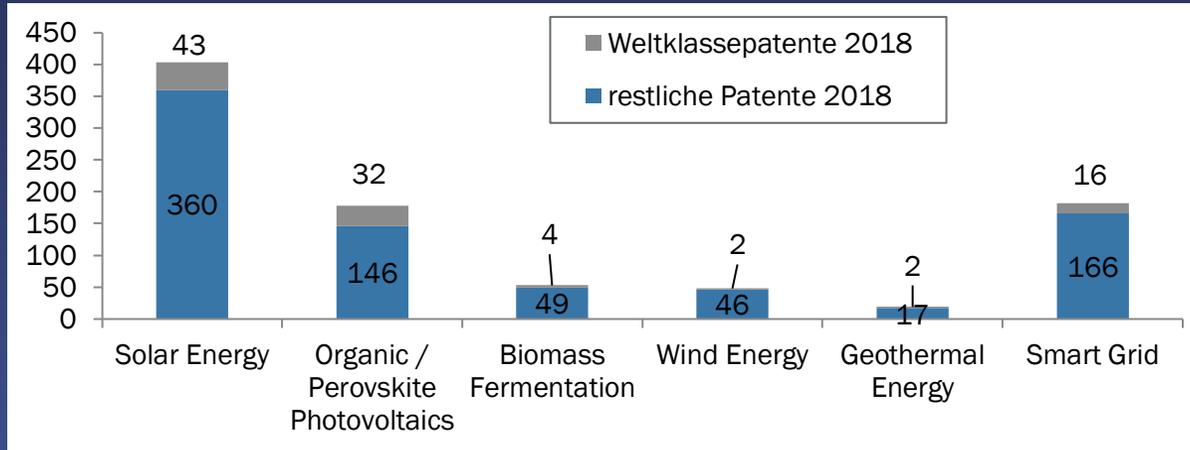
## Entwicklung (Weltklasse-)Patentbestand 2010 bis 2018



- Im Bereich Green Mobility gab es 2018 in der Schweiz am meisten Patente in der Technologie Lithium Batteries (insgesamt 158 Patente). Swatch hat einige Patente in dieser Technologie.
- Die meisten Weltklassepatente (23) gab es jedoch in Fuel Cells. Der Anteil an Weltklassepatenten ist mit 17.8% besonders hoch.
- Zwischen 2010 und 2018 ist der Patentbestand am stärksten in der Technologie Electro / Hybrid Vehicles gestiegen (60 Patente). BRUSA Elektronik, Michelin, Bombardier und ABB haben zahlreiche neue Patente in dieser Technologie in den letzten Jahren entwickelt. Die Zahl der Weltklassepatente in der Schweiz ist jedoch nur um 6 Patente gestiegen.
- Der Bestand an Fuel Cells Weltklassepatenten konnte dagegen um 19 Patente zulegen. Michelin, Swatch, das Paul Scherrer Institut und Viessmann sind wichtige Akteure in der Brennstoffzellenforschung in der Schweiz.

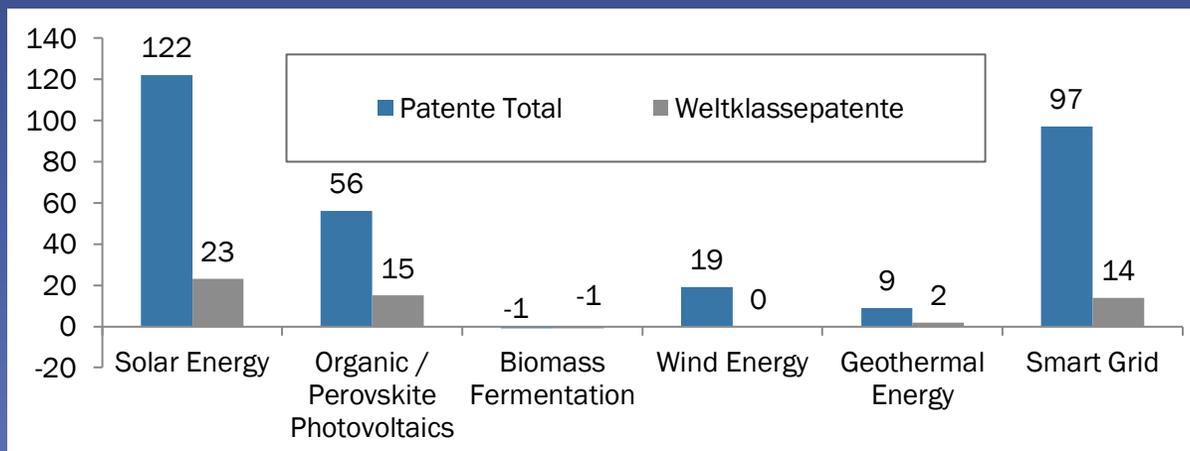
# Green Energy in der Schweiz

## Zahl der (Weltklasse-) Patente in der Schweiz im Jahr 2018



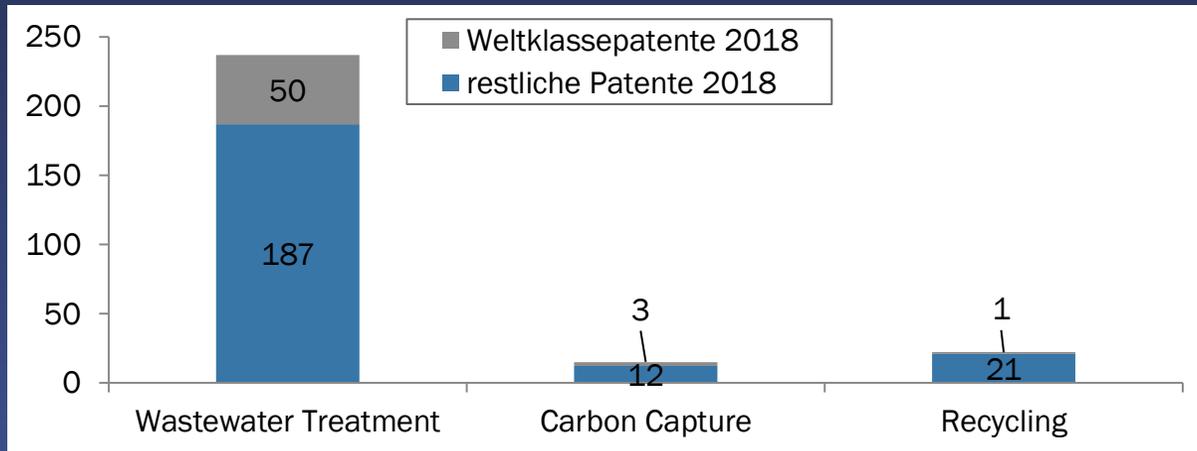
- Im Bereich Green Energy liegt Solar Energy bei den Patentzahlen klar vorne in der Schweiz (403 Patente im Jahr 2018). AMS, Flisom, EPF Lausanne, General Electric und Meyer Burger sind die wichtigsten Forschungsakteure in Solar Energy in der Schweiz.
- Die EPF Lausanne und BASF sind die Top Forschungsplayer in Organic / Perovskite Photovoltaics. In dieser Technologie ist der Anteil an Weltklassepatenten besonders hoch ( 18%).
- Smart Grid ist eine weitere wichtige Green Energy Technologie in der Schweiz. ABB hat mit weitem Abstand das grösste Patentportfolio in dieser Technologie.
- Zwischen 2010 und 2018 ist der Patentbestand am stärksten in Solar Energy (122 neue Patente) und Smart Grid (97 neue Patente) gestiegen.
- Der Bestand an Biomass Fermentation Patenten hat in der Schweiz dagegen in den letzten Jahren stagniert.

## Entwicklung (Weltklasse-)Patentbestand 2010 bis 2018

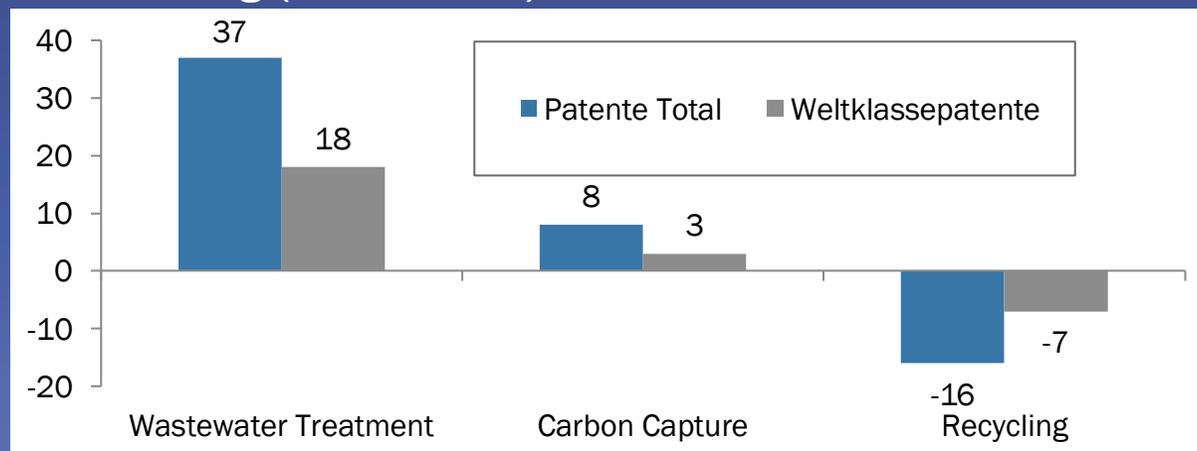


# Recycling / Purification / Filtering in der Schweiz

## Zahl der (Weltklasse-) Patente in der Schweiz im Jahr 2018



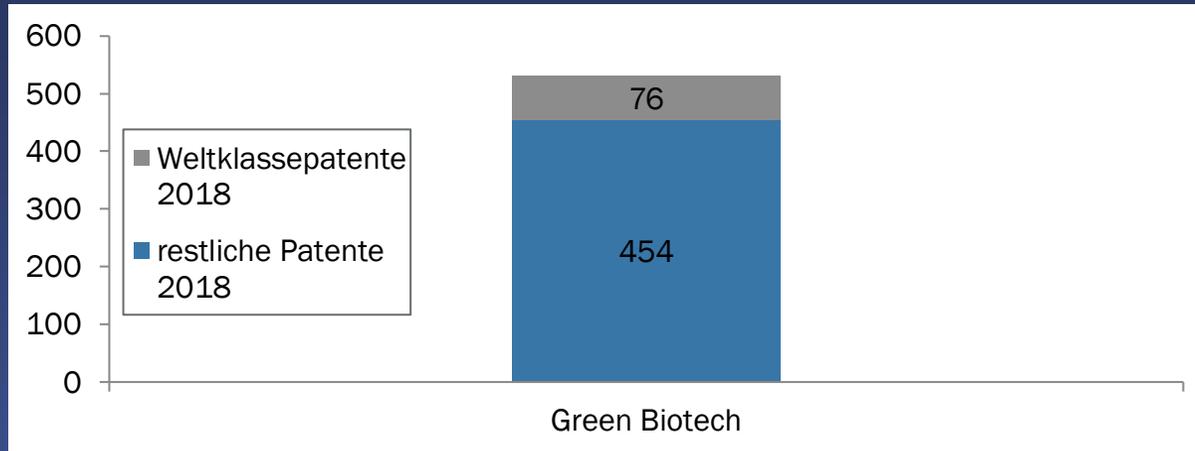
## Entwicklung (Weltklasse-)Patentbestand 2010 -2018



- Im Bereich Recycling / Purification / Filtering ist Wastewater Treatment die dominierende Technologie in Bezug auf die Patentzahlen. 2018 gab es insgesamt 237 Patente, wovon 50 Weltklasse waren. Dies entspricht einem sehr hohen Anteil an Weltklassepatenten von 21.1%. Omya, Aquis und Nestlé haben die meisten Patente in dieser Technologie in der Schweiz entwickelt.
- Die Patentzahlen in Carbon Capture und Recycling sind dagegen überschaubar in der Schweiz, insbesondere gibt es kaum Weltklassepatente.
- Zwischen 2010 und 2018 ist der Patentbestand in Wastewater Treatment insgesamt um 37 Patente angestiegen und auch der Bestand an Weltklassepatente hat sich um 18 Patente erhöht.
- Der Anstieg bei den Carbon Capture Patenten war dagegen eher klein und der Bestand an Recycling Patenten ist sogar gesunken.

# Green Biotech in der Schweiz

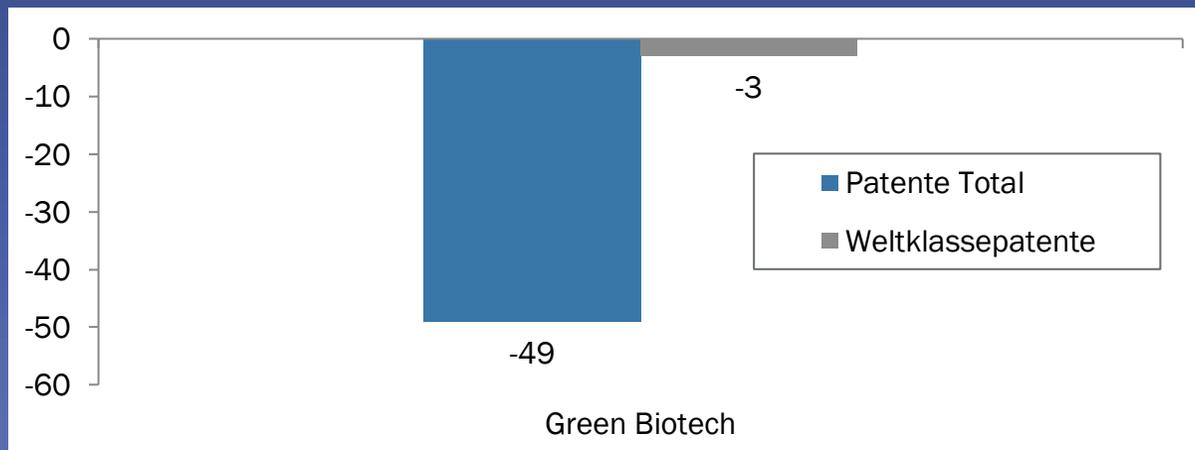
## Zahl der (Weltklasse-) Patente in der Schweiz im Jahr 2018



- Green Biotech ist ein grosses Technologiefeld in der Schweiz. Im Jahr 2018 gab es insgesamt 530 Patente, wovon 76 als Weltklasse eingestuft waren. Nestlé ist mit über 200 Patenten der mit Abstand wichtigste Forschungsakteur in Green Biotech in der Schweiz.

- Zwischen 2010 und 2018 ist allerdings der Patentbestand in Green Biotech um 49 Patente gesunken. Zumindest ist die Anzahl der Weltklassepatente nahezu konstant geblieben.

## Entwicklung (Weltklasse-)Patentbestand 2010 bis 2018

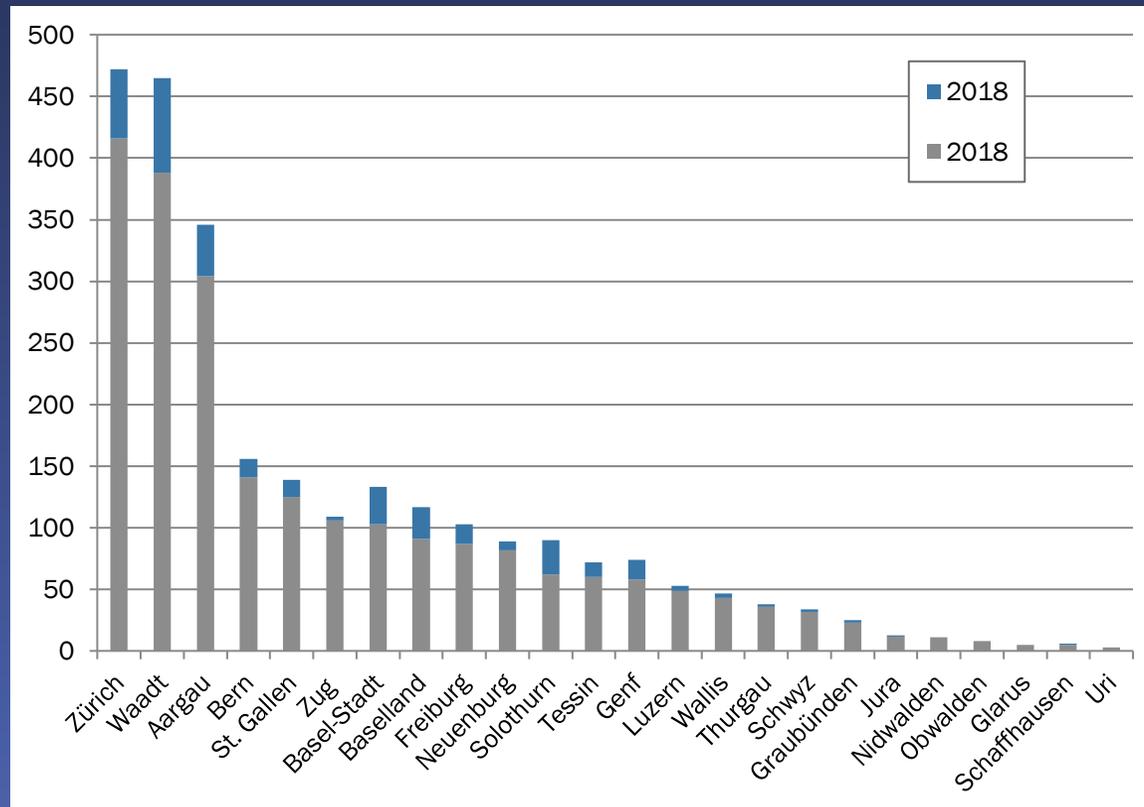


- Ein Grund für die verhaltene Patententwicklung dürfte sein, dass einige Firmen Forschungsaktivitäten in Green Biotech in anderen Ländern mit weniger strengen gesetzlichen Vorgaben durchführen. Beispielsweise ist das Patentportfolio von Syngenta in Green Biotech in der Schweiz zwischen 2010 und 2018 von 20 auf 10 gesunken.

# Schweizer Kantonsvergleich

# Kantonaler Vergleich

## Zahl der (Weltklasse-) Patente in den Kantonen im Jahr 2018



- Im kantonalen Vergleich verfügen die Kantone Zürich, Waadt und Aargau mit Abstand über die meisten Green Tech (Weltklasse-)Patente in der Schweiz.
- Die Kantone Zürich und Aargau sind insbesondere im Bereich Green Energy stark vertreten.
- Waadt hat dagegen aufgrund der Forschungsaktivitäten von Nestlé den Fokus auf Green Biotech.

# Top Forschungsunternehmen in der Schweiz

## Nestlé, ABB, EPF Lausanne und BASF entwickeln die meisten Green Tech Patente in der Schweiz

UNTERNEHMEN	GREEN TECH FOCUS	PATENTE (2018)	WELTKLASSE-PATENTE (2018)	PATENTWACHSTUM (2010-18 P.A.)
Nestlé	Green Biotech, Wastewater Treatment	214	39	0.0%
ABB	Smart Grid, Electro / Hybrid Vehicles, Solar Energy	128	14	11.4%
EPF Lausanne	Solar Energy, Perovskite Organic Photovoltaics, Wastewater Treatment	63	17	8.4%
BASF	Solar Energy, Perovskite Organic Photovoltaics, Green Biotech	56	24	3.1%
GE	Wind Energy, Smart Grid, Solar Energy	47	3	15.3%
Swatch	Lithium Batteries, Fuel Cells, Solar Energy	47	6	1.4%
ams AG	Solar Energy, Electro / Hybrid Vehicles	36	7	22.7%
Omya	Wastewater Treatment, Green Biotech, Carbon Capture	35	14	17.0%
DSM	Green Biotech, Biomass Fermentation, Fuel Cells	33	2	4.1%
Michelin	Electro / Hybrid Vehicles, Fuel Cells	31	3	0.8%

# Ausblick: Wachstumspotenziale in den Green Tech Kategorien

## Green Energy: Weltweit starker Ausbau der erneuerbaren Energien nötig, um Pariser Klimaziele erreichen zu können

Das Übereinkommen von Paris sieht die Begrenzung der menschengemachten globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten vor. Um dieses Ziel zu erreichen, haben sich alle teilnehmenden Länder verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Eine zentrale Massnahme hierbei ist der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien. Auch die Schweiz plant im Rahmen der Energiestrategie 2050 eine deutliche Ausweitung der erneuerbaren Energien.

Die Internationale Energieagentur (IEA) hat ein Sustainable Development Scenario (SDS) erstellt, welches prognostiziert, wie stark sich der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2030 erhöhen müsste, um die Pariser Klimaziele zu erreichen. Gemäss diesem Szenario muss sich der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2030 fast verdoppeln, von 27% im Jahr 2019 auf fast 50% im Jahr 2030. Besonders hohes Wachstumspotenzial wird dabei Solar- und Windenergie attestiert. Die Nutzung von Wasserkraft, Geothermie und Biomasse zur Energieerzeugung dürfte gemäss dem SDS-Szenario zwar auch zunehmen, der Anstieg dürfte aber weniger hoch als bei Solar- und Windenergie ausfallen.

Die vorliegende Technologieanalyse zeigt, dass die Schweiz grundsätzlich in einer guten Position ist, um von diesem Green Energy Boom zu profitieren. Insbesondere im Bereich Solar Energy verfügt die Schweiz über viele (Weltklasse-)Patente und somit über viel Know How. Zudem war auch die Patentdynamik bei den Weltklassepatenten in Green Energy seit 2010 deutlich höher als im globalen Durchschnitt.

Der Anstieg der erneuerbaren Energien stellt zugleich die Strominfrastruktur vor grosse Herausforderungen, da Solar- und Windkraftanlagen nur unregelmässig Strom in die Netze speisen. Daher wird die Relevanz von Smart Grids, also intelligenten Stromnetzen, weiter zunehmen, die die Anbindung von erneuerbaren Energiequellen ermöglichen und ein Gleichgewicht zwischen Stromverbrauch und –angebot gewährleisten können. Mit ABB ist eins der weltweit führenden Unternehmen im Bereich Smart Grid in der Schweiz ansässig.

## Green Mobility: In der Mobilität sind grosse Umwälzungen in Gang

Im Transportsektor sind grosse Veränderungen bei den Antriebstechnologien im Gang. Um die Pariser Klimaziele zu erreichen, ist die Abkehr von Verbrennungsmotoren hin zu umweltfreundlicheren Antriebstechnologien notwendig.

Die Zahl der Elektroautos ist in den letzten Jahren weltweit deutlich gestiegen, doch der Anteil an allen Fahrzeugen ist immer noch überschaubar. Im Jahr 2018 lag der Anteil von Elektroautos an allen verkauften Fahrzeugen weltweit nur bei knapp über 2%. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Verkäufe von Elektroautos in den nächsten Jahren stark anziehen werden. Hierzu beitragen sollte, dass der Kauf von Elektroautos in vielen Ländern mit hohen Zuschüssen subventioniert wird. Zudem verkünden immer mehr Städte und auch Länder Verbote von Verbrennungsmotoren, welche kurz- bis mittelfristig in Kraft treten sollen. Laut einer Studie der Boston Consulting Group könnten weltweit im Jahr 2030 erstmals mehr Autos mit Elektro- bzw. Hybridantrieb als mit Verbrennungsmotoren verkauft werden. Vom Wachstum der Elektroautos könnten Zulieferer in der Schweiz wie z.B. BRUSA Elektronik profitieren.

Einer der grössten Profiteure vom Wandel hin zu Elektroautos sind Batteriehersteller. Ein wichtiger Teil der Wertschöpfung eines Elektroautos entfällt auf die Batterie. Die grossen asiatischen Batteriehersteller wie Panasonic, LG Chem oder Samsung SDI investieren seit vielen Jahren grosse Summen in die Batterieforschung und -produktion. Die vorliegende Technologieanalyse bestätigt die führende Rolle der asiatischen Firmen. Gleichzeitig versuchen die europäischen Länder mit Hilfe von umfangreicher staatlicher Förderung aufzuschliessen. Die EU hat beispielsweise 2017 die europäische Batterie-Allianz gegründet. Ziel ist die Schaffung einer wettbewerbsfähigen, innovativen und nachhaltigen Wertschöpfungskette in Europa mit nachhaltigen Batteriezellen in ihrem Mittelpunkt. Auch die Schweiz verfügt über innovative Firmen in der Batterietechnik wie z.B. Swatch. Zudem verfügen Schweizer Universitäten und Forschungsinstitute über viel Know how in der Batterieforschung.

Die Abkehr vom Verbrennungsmotor wird auch die wasserstoffbasierte Brennstoffzellentechnik ankurbeln. Im Transportsektor haben Brennstoffzellen insbesondere grosses Potenzial im Langstrecken- und Schwerlastverkehr, da hier reine Elektroantriebe an Kapazitätsgrenzen stossen. Mittelfristig könnten Brennstoffzellen auch im Schienen-, Flug- und Schiffsverkehr eingesetzt werden. Zudem gibt es auch Anwendungsmöglichkeiten von Brennstoffzellen für die Versorgung von Gebäuden mit Wärme und Strom sowie in der Industrie. Insbesondere Japan hat sehr ambitionierte Ziele was den zukünftigen Einsatz von Brennstoffzellen angeht.

## Recycling / Purification / Filtering: Gute Wachstumsaussichten

Auch der Bereich Recycling / Purification / Filtering verspricht im Zuge der angestrebten Reduktion der weltweiten Treibhausgasemissionen gute Wachstumsaussichten.

In den Industrieländern sind Technologien zur Wasseraufbereitung schon seit langem im Einsatz. Zwar dürfte es weiterhin technologische Fortschritte und Effizienzverbesserungen geben, doch das Wachstumspotenzial erscheint hier begrenzt. In den Entwicklungsländern wird dagegen ein Grossteil des verbrauchten Wassers noch nicht wieder aufbereitet. Laut Angaben der UN werden aktuell nur etwa 20% des gesamten Abwassers weltweit behandelt. Unbehandeltes Abwasser, das in die Umwelt freigesetzt wird, erzeugt einen Treibhausgas-Fußabdruck, der etwa dreimal so hoch ist wie wenn dasselbe Abwasser in einer Kläranlage behandelt wird. Die UN hat daher das Ziel ausgegeben bis 2030 den Anteil des weltweit aufbereiteten Abwassers auf 60% zu erhöhen. Hier besteht somit grosses Wachstumspotenzial für die Anbieter von Lösungen zur Wasseraufbereitung. Die Schweiz verfügt in dieser Technologie über eine grosse Zahl an Weltklassepatenten dank Unternehmen wie Omya oder Aquis.

Im Bereich Recycling besteht ebenfalls beträchtliches Wachstumspotenzial, da der weltweit produzierte Müll jedes Jahr ansteigt. Gerade in den Schwellenländer besteht grosser Nachholbedarf. Die Schweiz verfügt in der Technologie Recycling allerdings nur über sehr wenige Patente.

Auch die Technologie Carbon Capture könnte zukünftig dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Allerdings befindet sich die Technologie im Entwicklungs- und Pilotstadium und es sind noch weitere technologische Fortschritte notwendig, bevor Carbon Capture kommerziell in Kraftwerken oder der Industrie eingesetzt werden kann. Es ist daher derzeit noch offen, ob sich diese Technologie mittelfristig durchsetzen wird.

## Green Biotech: Grosses Potenzial, aber auch einige Hürden

Die Landwirtschaft des 21. Jahrhunderts steht vor großen Herausforderungen. Die Weltbevölkerung wird bis 2050 voraussichtlich auf über 10 Milliarden Menschen ansteigen und der Klimawandel macht den Anbau von Pflanzen nicht einfacher. Gleichzeitig ist die Landwirtschaft einer der Verursacher des Klimawandels durch hohe Treibhausgasemissionen. Green Biotech könnte zukünftig entscheidend dazu beitragen, die steigende Weltbevölkerung zu ernähren und zugleich die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Ein wichtiger Bereich der grünen Biotechnologie ist der Einsatz von gentechnisch modifizierten Organismen (GMO). GMOs werden in vielen Ländern schon seit langem genutzt und Weiterentwicklungen von GMOs versprechen höhere Erträge bei einem niedrigeren Bedarf an Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln.

Die Nutzung von Gentechnologie in der Landwirtschaft ist jedoch gerade in den Industrieländern sehr umstritten. Insbesondere in Europa stehen die meisten Konsumenten und auch die Politik grüner Gentechnik ablehnend gegenüber. Dies hat zu strikten Regulierungen gegenüber GMO in vielen Ländern geführt. Diese kritische Haltung dürfte auch den wissenschaftlichen Fortschritt auf dem Gebiet der grünen Biotechnologie in der Vergangenheit gebremst haben. Nach einem starken Anstieg der weltweiten Patente in den 2000er Jahren, war zwischen 2010 und 2018 weltweit eine deutlich verhaltenere Patententwicklung in der Green Biotech zu beobachten.

Die in den letzten Jahren gemachten Fortschritte bei der Genom-Editierung z.B. durch die CRISPR-Cas9-Genschere haben der grünen Gentechnik-Forschung jedoch wieder Rückenwind gegeben. Diese Technologien zielen darauf ab, die Präzision eingeführter Veränderungen im Pflanzengenom und / oder die Effizienz der Pflanzenzüchtung zu verbessern. Angesichts der strengen gesetzlichen Vorgaben in Europa und auch in der Schweiz gegenüber GMO und Genom-Editierung ist es jedoch wahrscheinlich, dass die ein Grossteil der Forschung in diesem Bereich in den USA und Asien stattfinden wird.

Aber es gibt noch andere Bereiche der Biotechnologie im Lebensmittelbereich, die ein hohes Wachstumspotenzial haben und in denen die Schweiz gut aufgestellt ist. Hier ist insbesondere der Bereich Nutraceuticals zu nennen, der Nahrungsmittel beschreibt, die mit zusätzlichen Inhaltsstoffen angereichert sind und positive Effekte auf die Gesundheit haben sollen. Nestlé ist eines der weltweit führenden Forschungsunternehmen in diesem Bereich.

# MODUL 3 Potenzialanalyse

# Einleitung

## Zielsetzung

Am 25. September 2020 fand die Schlussabstimmung zur Totalrevision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes statt. Mit dem revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetz sollen Massnahmen umgesetzt werden, welche die aus dem Übereinkommen von Paris für die Schweiz entstehenden Verpflichtungen in die nationale Gesetzgebung überführen. Nachdem das Referendum ergriffen wurde, wird das Schweizer Volk am 13. Juni 2021 über das Gesetz entscheiden.

Mit dem CO<sub>2</sub>-Gesetz würde ein ganzes Bündel unterschiedlicher Massnahmen umgesetzt. Neben umweltpolitischen Aspekten hat dies auch wirtschaftliche Auswirkungen, welche namentlich zu einer Stärkung des Umweltsektors in der Schweiz führen können. Im Rahmen des dritten Moduls der vorliegenden Studie wird untersucht, welche volkswirtschaftliche Effekte im Umweltsektor durch das revidierte CO<sub>2</sub>-Gesetz zu erwarten sind.

## Vorgehen

Die zu untersuchenden volkswirtschaftlichen Effekte werden mittels einer Modellierung der verschiedenen Effekte und im Rahmen einer Differenzial-Analyse evaluiert. Dabei dient ein Baseline-Szenario auf Basis der Strategie «Weiter wie bisher» als Grundlage, in welchem die bisherige Politik weitergeführt wird, ohne dass die zusätzlichen Massnahmen des CO<sub>2</sub>-Gesetzes umgesetzt werden. Demgegenüber wird im alternativen Szenario eine Fortführung der bisherigen Politik und zusätzlich die Umsetzung des revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes unterstellt. Für die Analyse wird auf eine umfassende Simulation beider Szenarien verzichtet; vielmehr werden die volkswirtschaftlichen Auswirkungen, die durch Differenzen in einzelnen Massnahmen in den beiden Szenarien entstehen, untersucht und davon die volkswirtschaftlichen Effekte abgeleitet.

In den nächsten Folien werden zuerst das methodische Vorgehen sowie die getroffenen Annahmen beschrieben. Danach folgen die Ergebnisse und deren Diskussion.

# Methodisches Vorgehen und Annahmen

# Szenarien (I)

In einer ersten Phase des Projektes, wurde in Zusammenarbeit mit dem BAFU Eckwerte zu den zwei Szenarien «Weiter wie bisher (WWB)» und «Revision CO2-Gesetz (CO2-G)» definiert. Die beiden Szenarien unterscheiden sich ab dem Jahr 2022 (Umsetzung des CO2-Gesetzes) und die Entwicklung wird bis 2030 modelliert.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Eckwerte der zwei Szenarien, welche auf der nachfolgenden Seite erläutert werden.

		Weiter wie Bisher	Revision CO2-Gesetz
Sektorübergreifend	CO2-Abgabe auf Brennstoffe	120 CHF ab 2022	120 CHF - 210 CHF
	Klimafonds (ohne Technologiefonds, Gebäudeprogramm)	30 Mio. Geoth.	30 Mio. CHF Geoth. 30 Mio. CHF Förderzwecke
	Technologiefonds		
Industrie	Abgabebefreiung mit Verminderungsverpflichtung		
	Emissionshandel	Gleiche Preisentwicklung in beiden Szenarien	
	Gebäudeprogramm	Keine Steigerung zwischen beiden Szenarien	
Gebäude	Emissionsgrenzwerte		0.8 Mio. T CO2 bis 2030
	CO2-Vorschriften PW CO2-Vorschriften S/LNF		
Verkehr	Kompensationspflicht Inland	12%	20%
	Kompensationspflicht Ausland		
Übrige Massnahmen	Anpassung an den Klimawandel		65 Mio. CHF
	Bildung und Kommunikation		
Freiwillig	Unterstützung der freiwilligen Massnahmen von Finanzmarktakteuren		

## Szenarien (II)

- Die CO<sub>2</sub>-Abgabe wird in beiden Szenarien für das Jahr 2022 auf 120 CHF gesetzt. Im Szenario «CO<sub>2</sub>-G» erhöht sich diese dann bis 2030 auf 210 CHF, während sie im Szenario «WWB» ab 2022 konstant gehalten wird.
- Beim Klimafonds (exkl. Gebäudeprogramm und Technologiefonds) wird davon ausgegangen, dass in beiden Szenarien ein Volumen von 30 Mio. CHF/a für die Geothermie reserviert sind. Damit bleiben rund 30 Mio. CHF/a, welche im Szenario «CO<sub>2</sub>-G» zusätzlich für Förderzwecke gemäss Art. 55 Ziff. 2 verwendet werden.
- Von den Massnahmen Technologiefonds, Emissionshandel und Gebäudeprogramm werden keine zusätzlichen Impulse erwartet, da sich die Rahmenbedingungen in beiden Szenarien nicht wesentlich unterscheiden.
- Von den Emissionsgrenzwerten im Gebäudebereich, welche neu im Szenario «CO<sub>2</sub>-G» eingeführt werden (im Referenzszenario «WWB» bestehend diese gar nicht), wird von einer gesamthaften Wirkung bis 2030 von 0.8 Mio.t CO<sub>2</sub> Reduktion ausgegangen.
- Die Vorschriften für Personenwagen und Nutzfahrzeuge werden in diesem Bericht nicht betrachtet, da volkswirtschaftliche Effekte für den Schweizer Umweltsektor in diesem Bereich (bspw. als Zulieferer für die Automobilindustrie) nicht durch die Entwicklung in der Schweiz geprägt werden (dies hängt vorrangig von den Entwicklungen in Europa ab).
- Die Kompensationspflicht für Treibstoffe wird im Szenario «WWB» auf 12 Prozent fixiert. Im Szenario «CO<sub>2</sub>-G» erhöht sich die Kompensationspflicht ab 2022 auf 20 Prozent. Grundsätzlich gilt eine Übergangsfrist mit einer Kompensationshöhe von 15 Prozent bis 2024, jedoch dürften Projekte für die Kompensationsverpflichtungen ab 2024 bereits in den Vorjahren starten. Es wird daher direkt von einer Kompensationspflicht von 20 Prozent ausgegangen. Dies entspricht in etwa einer Kompensationspflicht von 27 Mio.t CO<sub>2</sub> (KliK 2019). Unter Berücksichtigung, dass bereits 10 Mio.t CO<sub>2</sub> bescheinigt sind und etwa 2/3 der restlichen Kompensation über den Import von biogenen Treibstoffen erzielt wird, resultiert ein Restbetrag von rund 5.7 Mio.t CO<sub>2</sub>. Davon würden im Szenario «WWB» rund 2.3 Mio.t CO<sub>2</sub> ebenfalls anfallen, wodurch sich der Zusatzimpuls im Szenario «CO<sub>2</sub>-G» auf 3.4 Mio.t CO<sub>2</sub> reduziert.
- Für die Massnahme «Anpassung an den Klimawandel» werden im Szenario «CO<sub>2</sub>-G» 65 Mio. CHF/a angesetzt. Diese setzen sich aus erwarteten 15 Mio. CHF Erlöse aus dem EHS und 50 Mio. CHF aus den Sanktionen für Fahrzeuge zusammen.
- Für die restlichen Massnahmen (Kompensation Ausland, Bildung & Kommunikation, freiwillige Massnahmen Finanzmarktakteure) wird auf eine Simulation/Quantifizierung verzichtet.

## Szenarien (III)

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
CO2 Abgabe	CHF/tCO2	96	120	120	144	144	168	168	192	192	210
Klimafonds	Mio.CHF	0	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Emissionsgrenzwerte	Mio.t CO2	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Kompensationspflicht	Mio. t CO2	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Anpassung an den Klimawandel	Mio. CHF	0	65	65	65	65	65	65	65	65	65

- Die Tabelle zeigt die verwendeten Kennzahlen pro Massnahme im zeitlichen Verlauf.
- Für die CO2-Abgabe wurde zu Beginn eine Erhöhung um 24 CHF alle zwei Jahre gesetzt, was dem Erhöhungsbetrag zwischen 2010 und 2016 entspricht.
- Bei den Emissionsgrenzwerten wird von einer linearen Anpassung im Gebäudepark der Schweiz ausgegangen, bis 2030 dann die erwartete Emissionsreduktion um 0.8 Mio.t CO2 resultiert.
- Bei der Kompensationspflicht wird von einer linear verteilten Erfüllung der Kompensationspflicht ausgegangen.

# Überblick: Relevante betroffene Sektoren und Analysestrategie

In einem ersten Schritt wurde ex ante ermittelt, welche Wirtschaftssektoren von den Massnahmen wesentlich direkt betroffen sind, und in welchen Sektoren erhebliche indirekte Effekte zu erwarten sind. Die Analyse fokussiert auf diese relevanten Sektoren.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Sektoren sowie die jeweils gewählte Schätzstrategie: Die einzelnen Analyseschritte werden in den nachfolgenden Folien detaillierter beschrieben. Alle Analysen fokussieren auf die Wertschöpfung des Umweltsektors (vgl. Modul 1 des Berichtes). Die Beschäftigungseffekte wurden im Anschluss auf Basis der im Umweltsektor beobachteten Arbeitsproduktivität abgeleitet.

Sektor	Ansatz
C Verarb. Gewerbe	Direkte Schätzung der Wirkungen CO2-Abgabe; EHS; Gebäudeprogramm
F Baugewerbe	
J Information, Kommunikation	
M Unternehmensbez. DL	Abgeleitet von Sektor F
D Energieversorgung	Approx. gemäss Endenergieverbrauch Erneuerbare (Energieperspektive 2050+)
L Immobilienwesen	Abgeleitet von Sektor D
O Öffentliche Verwaltung	Als Anteile Overhead Öffentliche Verwaltung simuliert

- Die Analyse wurde auf die in der Tabelle links ersichtlichen Sektoren begrenzt (rund 85 Prozent des gesamten Umweltsektors).
- Die Sektoren Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe sowie Information und Kommunikation wurden als Referenzsektoren gewählt. Für diese Sektoren wurden die Effekte vergangener Massnahmen direkt geschätzt.
- Die Sektoren Unternehmensbezogene Dienstleistungen sowie Immobilienwesen werden von den Ergebnissen der Sektoren Baugewerbe und Energieversorgung abgeleitet.
- Für den Sektor Energieversorgung werden die Prognosen zu den erneuerbaren Energien aus den Energieperspektiven 2050+\* verwendet.
- Die Wirkung in der öffentlichen Verwaltung wird als Anteil Overhead auf Basis der Ergebnisse der restlichen Sektoren bestimmt.

\*Energieperspektiven 2050+: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html>  
Die Energieperspektiven 2050+ enthalten Szenarien für die Entwicklung erneuerbare Energien bei Umsetzung CO2-G sowie auch bei WWB

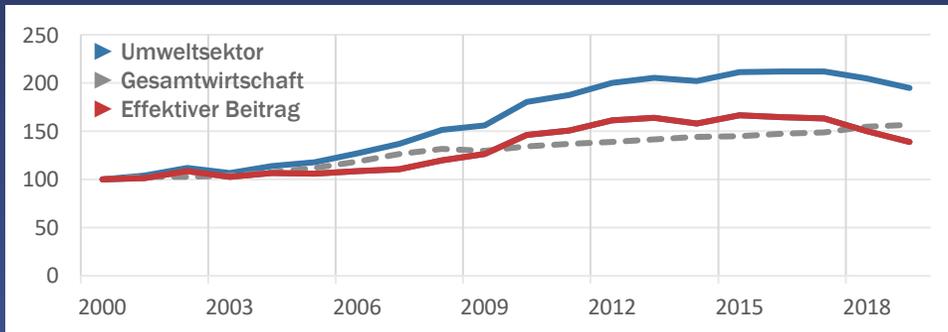
# Übersicht zu den einzelnen Schätz-Etappen für die Sektoren Baugewerbe, verarbeitendes Gewerbe und unternehmensbezogene Dienstleistungen

Die Schätzung der volkswirtschaftlichen Effekte aufgrund der Massnahmen des revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes stützt auf Wirkungszusammenhänge in der Vergangenheit ab (verfügbarer Zeitraum Umweltsektor-Statistik: 2000 bis 2019). Grundsätzlich wird dabei auf Veränderungen in der Dynamik der Umweltsektor-Anteile innerhalb der Wirtschaftssektoren abgestützt, die bei Einführung vergleichbarer Massnahmen aufgetreten sind. Wesentliche Punkte dabei werden nachfolgend kurz erläutert:

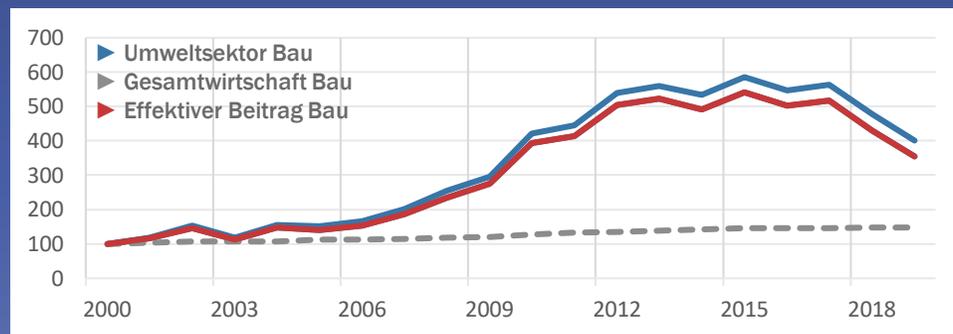
- Schätzung des effektiven historischen Beitrages durch den Umweltsektor: Trends und kurzfristige konjunkturelle Entwicklungen, welche grundsätzlich unabhängig vom Umweltsektor bestehen, sollen herausgefiltert werden. Beispielsweise wird das Bevölkerungswachstum als allgemeiner Trend, welcher allen Sektoren gemein ist, verstanden. Die Entwicklung des Umweltsektor wurde daher entsprechend bereinigt.
- Identifikation eines Trends vor der Einführung der Massnahmen, welche im Zusammenhang mit dem CO<sub>2</sub>-Gesetz stehen: Hier sollen Trends berücksichtigt werden, welche auch ohne die Massnahmen zu beobachten gewesen wären. Der autonome technologische Fortschritt, gesellschaftlicher Bewusstseinswandel sowie kantonale Massnahmen, wie die Mustervorschriften der Kantone im Gebäudebereich, sind Beispiele dafür.
- Aufteilung der historischen volkswirtschaftlichen Effekte auf die einzelnen Massnahmen: Historisch beobachtete Effekte in den einzelnen Sektoren sollen auf die bis anhin bestehende Massnahmen, wie beispielsweise die CO<sub>2</sub>-Abgabe oder das Gebäudeprogramm, aufgeteilt werden.
- Impulsgrössen definieren: Die Massnahmen, welche im Rahmen des revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes definiert wurden, stützen sich auf unterschiedliche Wirkungshebel und reichen von Vorschriften (bspw. Emissionsgrenzwerte für Gebäude) über Preis- und Mengenregulierungen (CO<sub>2</sub>-Abgabe, EHS) bis hin zu Förderinstrumenten (bspw. Klimafonds). Für diese unterschiedlichen Wirkungshebel werden Impulsgrössen definiert, welche eine Modellierung von Input (politische Massnahme) zu Wirkung (Wertschöpfungseffekt) erlauben.

# Effektive Dynamik Umweltsektor

Schätzung der effektiven spezifischen Dynamik des Umweltsektor: Trends und kurzfristige konjunkturelle Entwicklungen, welche grundsätzlich unabhängig vom Umweltsektor bestehen, werden herausgefiltert. Beispielsweise wird das Bevölkerungswachstum als allgemeiner Trend, welcher allen Sektoren gemein ist, verstanden und soll aus der Entwicklung des Umweltsektor ausgerechnet werden.



Anmerkung: Umweltsektor/Gesamtwirtschaft, indiziert: 2000=100  
Quelle: BAK Economics, BFS Umweltsektor



Anmerkung: Baugewerbe: Umweltsektor/Gesamtwirtschaft, indiziert: 2000=100  
Quelle: BAK Economics, BFS Umweltsektor

- Die Grafiken links veranschaulichen die Bereinigung für den gesamten Umweltsektor sowie für den Umweltsektor innerhalb des Baugewerbes.
- Für den gesamten Umweltsektor ist zu sehen, dass ein steigender Trend auch in der Gesamtwirtschaft zu beobachten war. Dieser Trend wird aus der Entwicklung des Umweltsektors herausgerechnet, um die effektive spezifische Dynamik des Umweltbereichs zu erhalten.
- Für das Baugewerbe zeigt sich die Bereinigung als gering und ein Grossteil der Entwicklung für als spezifische Dynamik beibehalten.

## Exkurs: Korrektur der Wertschöpfung im Baugewerbe

- Für das Baugewerbe wurde eine zusätzliche Korrektur vorgenommen. Im Baugewerbe des Umweltsektor entfällt ein Grossteil der Wertschöpfung auf Neubauten mit energieeffizienten Standards (bspw. Minergie-P-Neubauten). Dabei werden jedoch nicht nur die Umwelt-relevanten Arbeiten, welche bei diesen Neubauten anfallen, dem Baugewerbe im Umweltsektor zugewiesen, sondern die gesamten mit dem Neubau verbundenen Aktivitäten. Es wird davon ausgegangen, dass das CO2-Gesetz keine zusätzlichen Neubauten auslöst, sondern nur zu vermehrtem energiesparendem Bauen führt. Um die Wirkung von energiepolitischen Massnahmen nicht zu überschätzen, wurde daher die Wertschöpfung entsprechend angepasst.
- Um die Wertschöpfung zu korrigieren wurde folgender Zusammenhang unterstellt: Die relevante Wertschöpfung steht im gleichen Verhältnis wie die Mehrinvestitionen, welche zwischen Bauten mit energetischen Massnahmen und ohne entstehen.
- Um dieses Verhältnis zu eruieren wurde einerseits auf die im HFM 2015 definierten Mehrinvestitionen sowie auf die Studie der FHNW/Stokar + Partner AG zu den Mehrkosten für MINERGIE-P Neubauten gestützt.
- Insgesamt resultierte über alle Massnahmen (Sanierungen, Neubau, Wechsel Energieträger) ein Anteil von 25 Prozent, welches als Mehrinvestition und somit als Zusatzwertschöpfung ermittelt wurde.

# Identifikation der Trends vor Einführung der Massnahmen

Trends, welche auch ohne die Massnahmen zu beobachten gewesen wären, sollen identifiziert und herausgerechnet werden. Der autonome technologische Fortschritt sowie kantonale Massnahmen, wie die Mustervorschriften der Kantone im Gebäudebereich, sind Beispiele dafür.

Corresponding to breakdates:

m = 1	2009			
m = 2	2009	2016		
m = 3	2008	2012	2016	
m = 4	2006	2009	2013	2016
m = 5	2002	2006	2009	2013

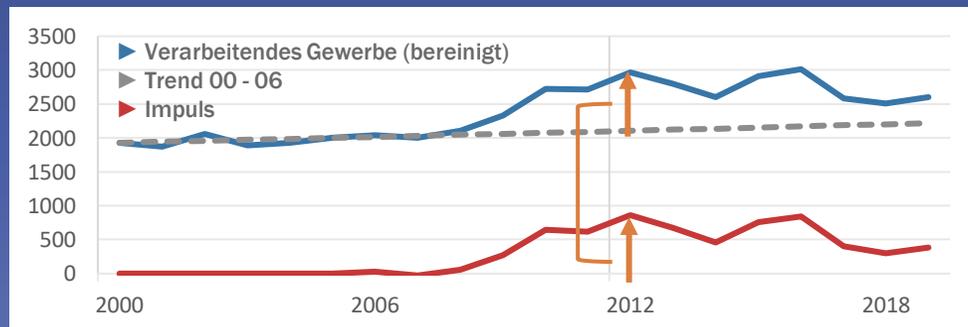
Fit:

m	0	1	2	3	4	5
RSS	2650.6	837.2	494.8	295.5	184.0	145.7
BIC	163.5	149.4	147.9	146.6	146.1	150.4

Anmerkung: Trendbruchanalyse für das verarbeitende Gewerbe (Sektor C),

R: strucchange

Quelle: BAK Economics



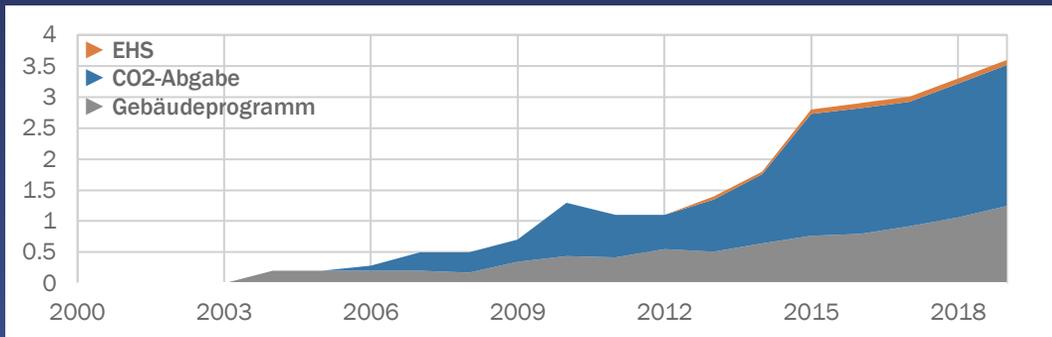
Anmerkung: Verarbeitendes Gewerbe (Sektor C, Umweltsektor) Mio. CHF (nominal)

Quelle: BAK Economics, BFS Umweltsektor

- Um einen geeigneten Trend zu identifizieren, wurde für die einzelnen Sektoren eine Trendbruchanalyse ausgeführt. Diese untersucht, ob sich der Wachstumstrend ab einem bestimmten Zeitpunkt (breakdate) signifikant verändert. Um die optimale Einteilung zu finden, wurde darauf geachtet, dass ein Minimum im Bayesian Informationskriterium bezüglich der Anzahl Trendbrüche erreicht wird.
- Im Beispiel des verarbeitenden Gewerbes (Grafik links) wird das Minimum bei vier Brüchen identifiziert, was einem ersten Bruch im Jahr 2006 entspricht.
- Der somit identifizierte Basis-Trend zwischen 2000 und 2006 wurde bis 2019 fortgeschrieben. Die Differenz zwischen der aktuellen Entwicklung des verarbeitenden Gewerbes (bereinigt um allgemeine konjunkturelle Entwicklungen, siehe vorangehende Folie) und dem Trend ergibt den Impuls, welchen wir den klimapolitischen Massnahmen zuweisen.

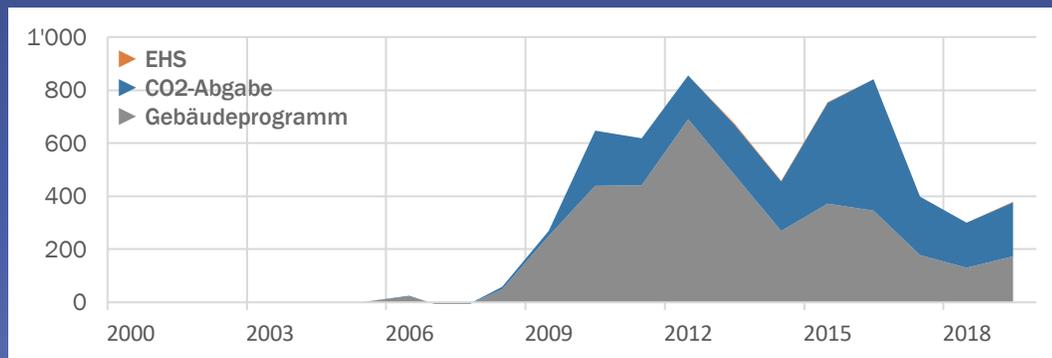
# Aufteilung der Wirkung nach Massnahmen

Historisch beobachtete Effekte in den einzelnen Sektoren sollen auf die bis anhin bestehende Massnahmen, wie beispielsweise die CO2-Abgabe oder das Gebäudeprogramm, aufgeteilt werden.



Anmerkung: CO2-Wirkung der Massnahmen, Mio.t CO2

Quelle: BAK Economics, EPFL 2017



Anmerkung: Verarbeitendes Gewerbe: Wertschöpfungswirkung

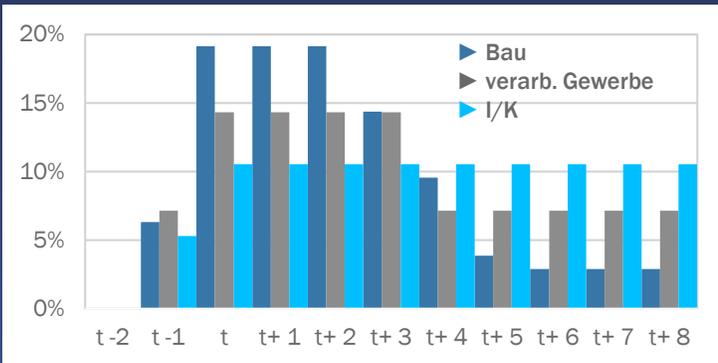
Massnahmen, Mio. CHF

Quelle: BAK Economics

- Die Grafiken links veranschaulichen die Zuordnung der Wertschöpfungswirkung auf die einzelnen Massnahmen für das verarbeitende Gewerbe.
- Um die Wertschöpfungswirkung aufzuteilen, wurden die CO2-Wirkungen der einzelnen Massnahmen (gemäss EPFL 2017) als Proxy für wertschöpfungswirksame Tätigkeiten verwendet.
- Zusätzlich zur CO2-Wirkung wurden durchschnittliche Vermeidungskosten gemäss Ecoplan 2016 unterstellt, um unterschiedliche Kosten pro CO2-Wirkung zu berücksichtigen. Dies ist relevant, da sich unterschiedliche Kosten auch in differenzierten Wertschöpfungsentwicklungen niederschlagen werden.
- Das Ergebnis ist in der Grafik links unten ersichtlich. Das Total der gestapelten Flächen stellt den gesamten Wertschöpfungseffekt der Massnahmen im verarbeitenden Gewerbe dar. Dieser wurden entsprechend den oben beschriebenen Ansätzen auf die Massnahmen aufgeteilt.
- Die Wirkung des EHS verschwindet beinahe, da bereits die CO2-Wirkung tief war. Kombiniert mit tiefen Vermeidungskosten führt zum tiefen Effekt.

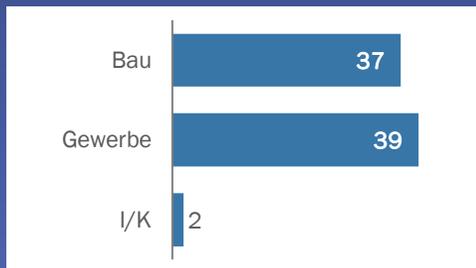
# Definition der Impulsgrössen

Die Massnahmen, welche im Rahmen des revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes definiert wurden, stützen sich auf unterschiedliche Wirkungshebel und reichen von Vorschriften (bspw. Emissionsgrenzwerte für Gebäude) über Preis- und Mengenregulierungen (CO<sub>2</sub>-Abgabe, EHS) bis hin zu Förderinstrumenten (bspw. Klimafonds).



Anmerkung: Verteilfunktion des Wertschöpfungseffektes; rechts:

Quelle: BAK Economics



Anmerkung: Wertschöpfungseffekt pro Erhöhung CO<sub>2</sub>-Abgabe um 1 CHF, in Mio. CHF

Quelle: BAK Economics

- Die zwei Grafiken links oben veranschaulichen die eruierten Impulsgrössen für die CO<sub>2</sub>-Abgabe. Pro Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe um 1 CHF resultiert kumuliert über 11 Jahre (2 Jahre vor Erhöhung + 9 Jahre mit höherem CO<sub>2</sub>-Satz) zwischen 39 Mio. CHF (verarbeitendes Gewerbe, Sektor C) und 2 Mio. CHF (Information/Kommunikation «I/K», Sektor J) zusätzliche Wertschöpfung. Dieser kumulierte Effekt wurde je nach Sektor nach einem eingeschätzten «Investitionsplan» aufgeteilt. Es ist zu sehen, dass im Baugewerbe (Sektor F) insbesondere am Anfang hohe Anteile anfallen und die Effekte auch wieder rasch ablassen, während im verarbeitenden Gewerbe und insbesondere in der Information & Kommunikation die Effekte eine längere Wirkungsdauer aufweisen.
- Für das Baugewerbe werden somit rund 5 Prozent des Effektes bereits im Jahr vor der Erhöhung wirksam. Jeweils knapp 20 Prozent folgen im Jahr der Erhöhung und in den nachfolgenden zwei Jahren. Anschliessend reduziert sich der Effekt laufend.
- Demgegenüber fallen im Sektor Information/Kommunikation in allen Jahren nach der Einführung rund 10 Prozent des Effektes an.

# Methodische Anmerkung

- Die gegebenen Umstände machen es notwendig, anhand einer relativ geringen Anzahl historischer Datenpunkte eine Vielzahl von Parametern zu bestimmen. Der damit einhergehende Mangel an Freiheitsgraden macht ein rein ökonometrisches Vorgehen unmöglich. Die Analysen wurden daher mit einem pragmatischen Vorgehen in einer Mischung von ex ante Bestimmung wesentlicher Zusammenhänge, theoretischer Überlegungen und Definition daraus abgeleiteter Zusammenhänge und einer empirischen Anpassung (Optimierung) an die tatsächlich beobachteten historischen Zusammenhänge vorgenommen und einer gesamthaften Plausibilitätsüberprüfung unterzogen. Die schwache Informationslage führt zu einer gesteigerten Unsicherheit (Vertrauensintervall) der ermittelten Effekte, jedoch besteht keine Veranlassung, eine systematische Verzerrung zu vermuten.

# Definition der Impulsgrössen

Die Massnahmen, welche im Rahmen des revidierten CO<sub>2</sub>-Gesetzes definiert wurden, stützen sich auf Unterschiedliche Wirkungshebel und reichen von Vorschriften (bspw. Emissionsgrenzwerte für Gebäude) über Preis- und Mengenregulierungen (CO<sub>2</sub>-Abgabe, EHS) bis hin zu Förderinstrumenten (bspw. Klimafonds).

Gebäudeprogramm	Bau	458
	v.Gewerbe	442
	I/K	20
CO <sub>2</sub> Abgabe	Bau	146
	v.Gewerbe	156
	I/K	7

Anmerkung: Wertschöpfung in CHF pro t CO<sub>2</sub> nach Massnahme  
Quelle: BAK Economics

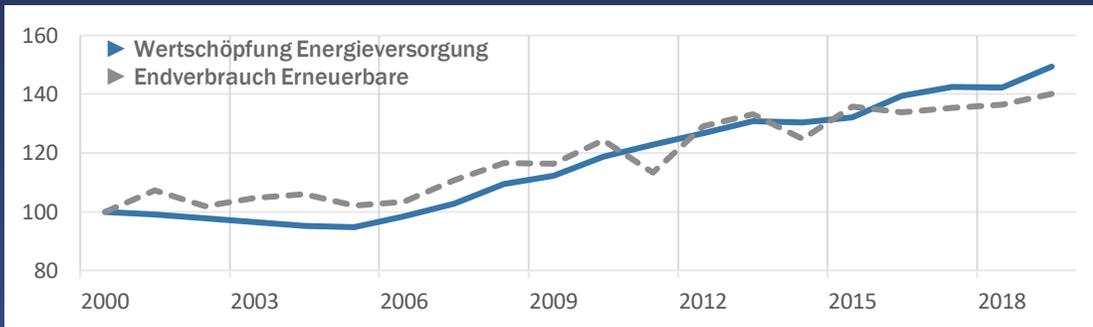


Anmerkung: Wirkungsfluss Fördermittel Gebäudeprogramm  
Quelle: BAK Economics

- In der Grafik links sind die Ergebnisse zur Wertschöpfungswirkung pro Emissionsminderung ersichtlich. Für das Gebäudeprogramm liegen die Effekte je nach Sektor zwischen knapp 460 bis 20 CHF pro t CO<sub>2</sub>. Zusammengerechnet ergibt sich eine Wertschöpfung von rund 900 CHF pro t CO<sub>2</sub>. Für die CO<sub>2</sub>-Abgabe wurden tiefere Werte zwischen 160 und 7 CHF pro t CO<sub>2</sub> ermittelt. Dies scheint im Vergleich zu den üblichen Vermeidungskosten, welche in der Literatur gefunden werden, hoch. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass die unterstellte CO<sub>2</sub>-Wirkung gemäss EPFL 2017 die andauernde CO<sub>2</sub>-Wirkung pro Jahr ausweist. Typischerweise werden die Vermeidungskosten jedoch pro CO<sub>2</sub>-Wirkung einer Massnahme über deren Lebensdauer betrachtet. Beispielsweise ist in der vorliegenden Studie die CO<sub>2</sub>-Wirkung einer Sanierung nur bis zum Jahr 2019 (also maximal 9 Jahre für eine Sanierung zu Beginn des Gebäudeprogrammes im Jahr 2010) berücksichtigt, während über die Lebensdauer dieser Massnahme (ca. 30 – 40 Jahre) deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Wirkungen erzielt werden.
- In der unteren Grafik ist der Wirkungseffekt von Fördermitteln dargestellt. Die Ergebnisse deuten auf eine Relation von 2.30 CHF Wertschöpfung pro Franken Fördermittel. Die Relationen wurden aus den registrierten Förderwirkungen im Gebäudeprogramm abgeleitet.

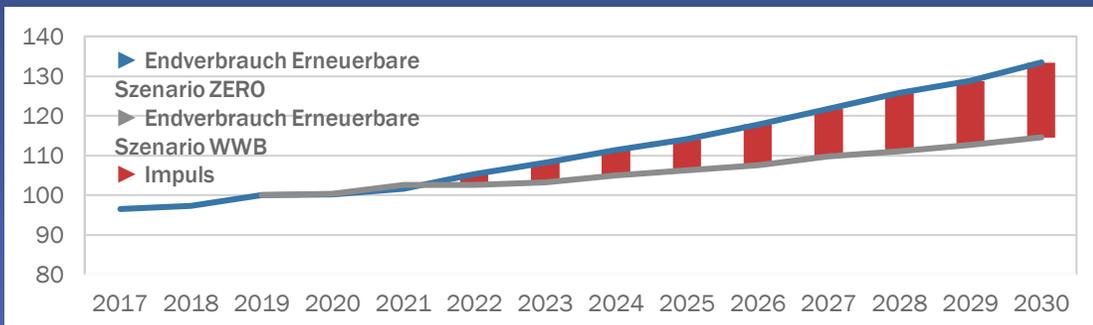
# Methodischer Ansatz Sektor D (Energieversorgung)

Die Effekte im Sektor Energieversorgung leiten sich von der Entwicklung des Endverbrauchs erneuerbarer Energien ab.



Anmerkung: Indexiert 2000=100

Quelle: BAK Economics, BFS



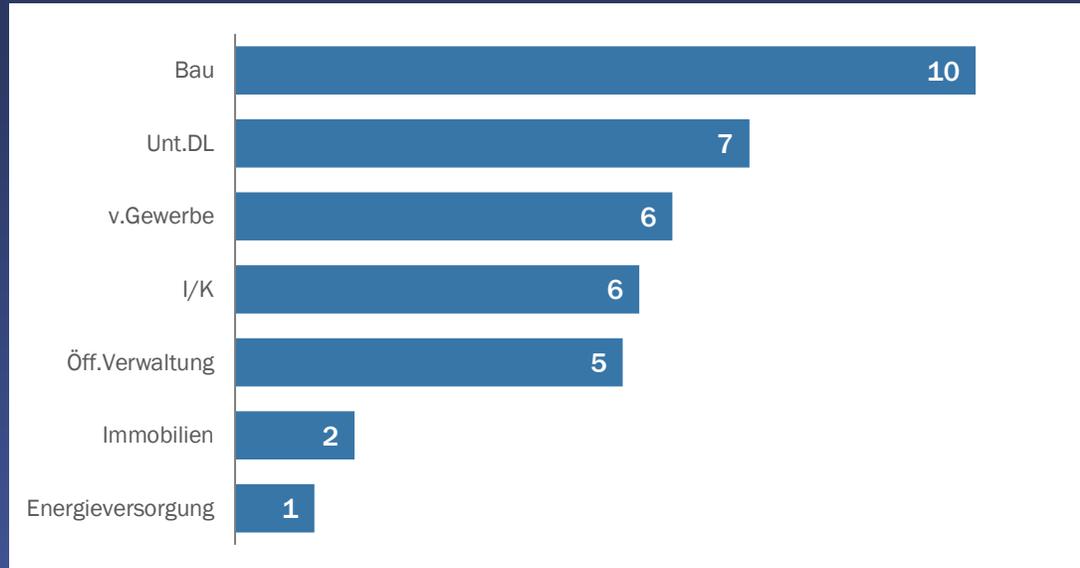
Anmerkung: Indexiert: 2007=100

Quelle: BAK Economics, BFE, BFS

- Die Grafik links veranschaulicht die Korrelation zwischen dem Endverbrauch Erneuerbare und der Wertschöpfungsentwicklung des Sektors D.
- Die Prognosen zur Entwicklung des Endverbrauchs Erneuerbare gemäss Energieperspektive 2050+ wurden zur Schätzung der Wertschöpfungsentwicklung unterstellt.
- Dabei diene die Differenz zwischen den Szenarien ZERO und WWB (weiter wie bisher) als Impuls zur Schätzung der zusätzlichen Wertschöpfung (vgl. Grafik links unten).
- Da es sich beim Umweltanteil des Sektors Immobilienwesen um die Produktion von erneuerbaren Energien von privaten Immobilien (bspw. Photovoltaikanlagen) handelt, wird dieser Sektor als Multiplikator des Sektors Energieversorgung behandelt.

# Methodischer Ansatz Beschäftigung

Beschäftigungseffekte wurden von der im Umweltsektor beobachteten Arbeitsproduktivität abgeleitet



Anmerkung: in Vollzeitstellen

Quelle: BAK Economics, BFS Umweltsektor

- Die Grafik zeigt die inverse Arbeitsproduktivität, welche pro Sektor im Umweltsektor des BFS beobachtet wurde.
- Entgegen der Arbeitsproduktivität, welche ein Mass für die Wertschöpfungsleistung pro Arbeitsinput darstellt, ist hier die Anzahl an Vollzeitstellen pro Mio. CHF Wertschöpfung dargestellt.
- Nach Abschluss der Schätzung der Wertschöpfungseffekte aufgrund der Revision des CO2-Gesetzes werden diese Relationen verwendet, um den Beschäftigungseffekt zu berechnen.

# Zusammenfassung: Schätzstrategie

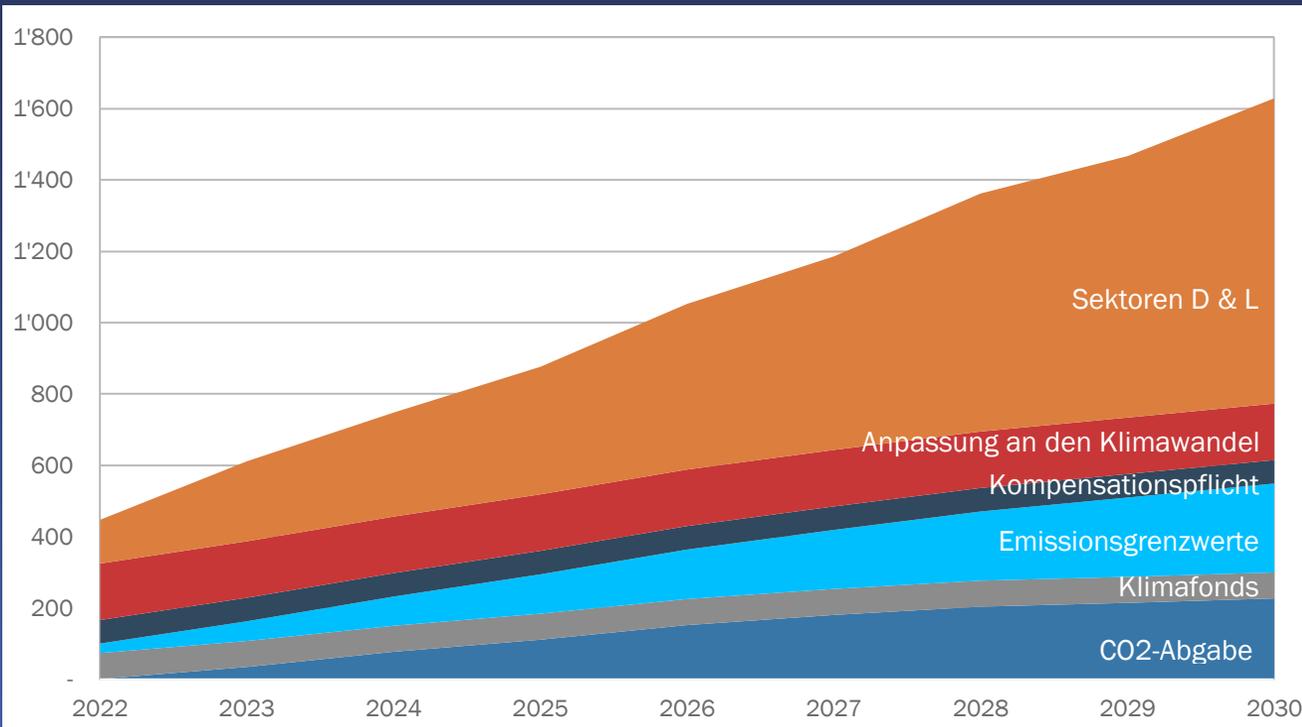
	Impuls Revision	SEKTOREN						
		v.Gewerbe (C)	Bau (F)	I/K (J)	Unt.DL (M)	Energie (D)	Immobilien (L)	
CO2 Abgabe	20 - 210 CHF/tCO2	Impulsgrösse CO2-Abgabe	Impulsgrösse CO2-Abgabe	Impulsgrösse CO2-Abgabe	Multiplikator von Bau		Multiplikator von Energiev.	Overhead-Zuschlag: 1.5%
Klimafonds	30 Mio.CHF/a	Impulsgrösse Förderbeiträge	Impulsgrösse Förderbeiträge	Impulsgrösse Förderbeiträge	Multiplikator von Bau		Multiplikator von Energiev.	Overhead-Zuschlag: 5%
Emissionsgrenzwerte	0.8 Mio.t CO2	Impulsgrösse Gebäude- programm	Impulsgrösse Gebäude- programm	Impulsgrösse Gebäude- programm	Multiplikator von Bau		Multiplikator von Energiev.	Overhead-Zuschlag: 5%
Kompensationspflicht	3.4 Mio. t CO2	88%	88%	88%				
		Impulsgrösse CO2-Abgabe	Impulsgrösse CO2-Abgabe	Impulsgrösse CO2-Abgabe	Multiplikator von Bau		Multiplikator von Energiev.	Overhead-Zuschlag: 2%
Anpassung an den Klimawandel	65 Mio. CHF/a	12% Gebäude- programm	12% Gebäude- programm	12% Gebäude- programm	Multiplikator von Bau		Multiplikator von Energiev.	Overhead-Zuschlag: 5%
		Impulsgrösse Förderbeiträge	Impulsgrösse Förderbeiträge	Impulsgrösse Förderbeiträge	Multiplikator von Bau		Multiplikator von Energiev.	Overhead-Zuschlag: 5%

- In der Tabelle sind für alle Massnahmen und Sektoren nochmals die einzelnen Wirkungsgrössen aus dem Szenario «CO2-G» sowie die verwendeten Impulsgrössen aus den Schätzungen dargestellt.
- Beispielsweise wurde für die Simulation der zukünftigen Wirkung der CO2-Abgabe die Impulsgrössen aus der historischen Schätzung der Wirkungszusammenhänge zwischen CO2-Abgabe und Wertschöpfung verwendet. Diese Impulsgrössen wurden für die Sektoren verarbeitendes Gewerbe, Bau und Information/Kommunikation ermittelt. Die Sektoren unternehmensbezogene Dienstleistungen und Immobilien ergeben sich als Multiplikator aus den Ergebnissen in den Sektoren Bau und Energieversorgung. Für den Sektor öffentliche Verwaltung wurde ein pauschaler Overhead-Zuschlag von 1.5 Prozent definiert (BAFU, interne Evaluation). Dies bedeutet, dass 1.5 Prozent der Wertschöpfungseffekte in den anderen Branchen der öffentlichen Verwaltung als Wertschöpfungseffekt zugewiesen werden.
- Für die Emissionsgrenzwerte wurde aufgrund der ähnlichen Wirkungszusammenhänge die Impulsgrössen aus dem Gebäudeprogramm als Proxy für den Wirkungsimpuls verwendet.
- Die Massnahmen Klimafonds und Anpassung an den Klimawandel sind als finanzielle Beiträge definiert. Entsprechend wurden die Impulsgrössen für Förderbeiträge verwendet.

# Ergebnisse

# Zusätzliche Wertschöpfung Umweltsektor durch CO2-Gesetz nach Massnahmen

## Bruttowertschöpfung



Anmerkung: Nominal, in Mio. CHF

Quelle: BAK Economics

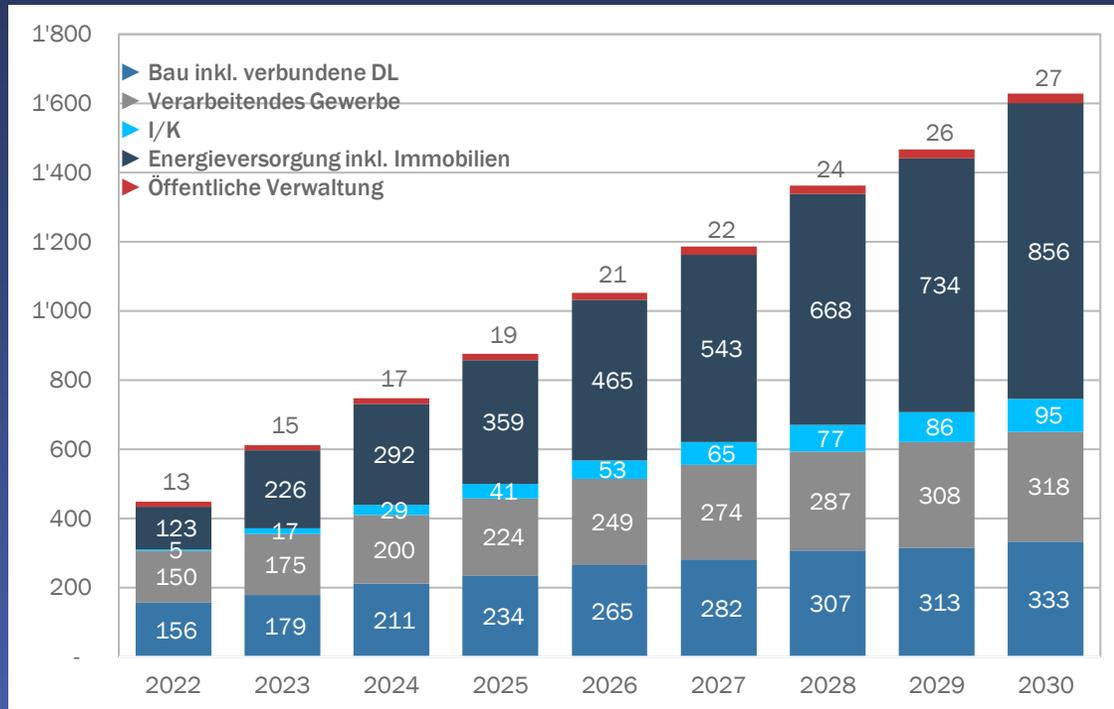
### Lesehinweis:

Aufgrund der gewählten Vorgehensweise und unterschiedlicher Schätzansätze konnten die Wertschöpfungseffekte der Sektoren Energieversorgung und Immobilien (D und L) nicht auf die einzelnen Massnahmen verteilt werden. Sie werden daher hier separat als zusätzlicher Effekt aller Programme gemeinsam ausgewiesen. Die für die einzelnen Massnahmen ausgewiesenen Effekte sind somit die Effekte in allen Sektoren ausser D und L.

- Bis zum Jahr 2030 resultiert ein nominaler Wertschöpfungszuwachs von rund 1.6 Mrd. CHF.
- In der Anfangsphase leisten insbesondere der Klimafonds, die Emissionsgrenzwerte, die Anpassung an den Klimawandel sowie die Energieversorgung (Sektor D) einen bedeutenden Beitrag.
- Bis zum Jahr 2030 gewinnen die Energieversorgung sowie die CO2-Abgabe deutlich an Bedeutung.
- Im Jahr 2030 entfallen rund 50 Prozent der Wertschöpfungseffekte auf die Sektoren Energieversorgung und Immobilien. Mit Anteilen von jeweils knapp 14 Prozent folge die CO2-Abgabe sowie die Emissionsgrenzwerte.

# Zusätzliche Wertschöpfung Umweltsektor durch CO2-Gesetz nach Sektor

## Bruttowertschöpfung

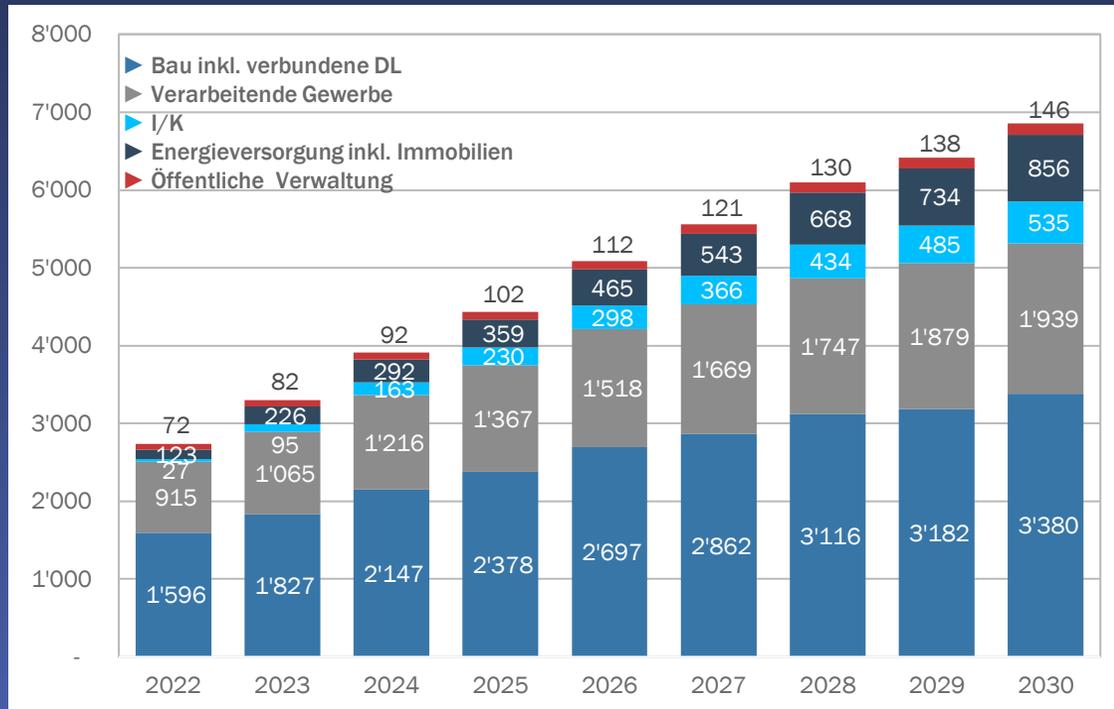


Anmerkung: Wertschöpfung (nominal) in Mio. CHF  
Quelle: BAK Economics

- In Bezug auf die Wertschöpfung trägt die Energieversorgung (inkl. Immobilien) am stärksten zum Wertschöpfungseffekt bei. Danach folgen das verarbeitende Gewerbe sowie das Baugewerbe inkl. verbundene Dienstleistungen (Sektor M).
- Kleiner fällt der Beitrag der Informations-Kommunikationsdienstleistungen aus. Deren Bedeutung nimmt jedoch mit der Zeit zu. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Effekte aufgrund der CO<sub>2</sub>-Abgabe zwar kleiner als bspw. im Baugewerbe ausfallen, mit der Zeit jedoch konstant bleiben, während es sich im Baugewerbe vor allem um Impulse während der frühen Investitionsphase handelt und diese somit mit der Zeit wieder abnehmen. Ähnliche Zusammenhänge wären auch zwischen dem Baugewerbe und dem verarbeitenden Gewerbe zu beobachten. Im betrachteten Zeitraum werden sie jedoch von wiederkehrenden Erhöhungen der CO<sub>2</sub>-Abgabe überdeckt, da diese immer wieder starke Impulse im Baugewerbe auslösen.

# Zusätzliche Wertschöpfung Umweltsektor durch CO2-Gesetz nach Sektor

## Beschäftigung



Anmerkung: Beschäftigung in VZÄ  
Quelle: BAK Economics

- In Bezug auf die Beschäftigungseffekte dominiert klar das Baugewerbe, da dieses im Vergleich zu den restlichen Sektoren deutlich beschäftigungsintensiver ist. Demgegenüber verliert die Energieversorgung dank ihrer hohen Produktivität überproportional an Bedeutung.
- Bis 2030 wird ein gesamter Beschäftigungseffekt von rund 7'000 Vollzeitstellen verzeichnet.

# Zusammenfassung Ergebnisse (I)

- Die Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes löst in allen beobachteten Sektoren einen positiven Wertschöpfungs- wie Beschäftigungseffekt aus.
- Für das Jahr 2030 wird die aufgrund der Revision zusätzlich generierte Wertschöpfung auf 1.6 Mrd. CHF geschätzt. Dies entspricht im Jahr 2030 rund 0.2 Prozent des BIP.
- Den grössten absoluten Wachstumsschub erfährt die Energieversorgung (Sektor F) mit dem Ausbau der Produktion an erneuerbaren Energien, welche dann kontinuierlich Wertschöpfung generieren. Mit deutlichem Abstand folgen das verarbeitende Gewerbe (Sektor C) sowie das Baugewerbe und damit verbundene Dienstleistungen (Sektor F&M). Diese beiden liegen bis 2030 nahezu gleichauf; in der weiteren Entwicklungen nach 2030 wäre jedoch damit zu rechnen, dass das produzierende Gewerbe an Gewicht gewinnt, da hier im Vergleich zum Baugewerbe mehr längerfristiges Wertschöpfungspotenzial entsteht.
- Durch die Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes entstehen bis 20'30 rund 7'000 Vollzeitstellen zusätzlich. Dies entspricht knapp 0.2 Prozent der dazumal erwarteten vollzeitäquivalenten Beschäftigung.
- Das Baugewerbe und das verarbeitende Gewerbe leisten die grössten Beiträge bei den zusätzlichen Beschäftigungseffekten.

## Zusammenfassung Ergebnisse (II)

- Das Jahr 2030 bildet jedoch nur eine Momentaufnahme. Auch wenn nach 2030 alle Massnahmen eingestellt würden, wären noch mehrere Jahre später zusätzliche Wertschöpfungseffekte aufgrund der anhaltenden Wirkung in den einzelnen Sektoren zu beobachten. Dies wäre insbesondere in den Sektoren Information & Kommunikation und dem verarbeitenden Gewerbe zu erwarten.
- Noch grösser werden die nach 2030 zu erwartenden Effekt des CO<sub>2</sub>-Gesetzes dadurch, dass die Massnahmen weitergeführt werden. Einige Massnahmen, namentlich der Emissionshandel (vgl. Energieperspektiven 2050+), würden gemäss den Annahmen für die Szenarien überhaupt erst nach 2030 erste Wirkungen entfalten.
- In Relation zum Volumen des Umweltsektors im Jahr 2019 entsprechen die zusätzlichen Effekte einem Wachstum der Wertschöpfung bis 2030 um 8 Prozent und der Beschäftigung um 5 Prozent.
- Dies entspricht einer substanziellen Stärkung des Schweizer Umweltsektors, zeigt aber auch, dass das CO<sub>2</sub>-Gesetz bei weitem nicht der einzige Treiber für den Umweltsektor ist.
- In Bezug auf die Massnahmen zeigen bis 2030 die Emissionsgrenzwerte sowie die CO<sub>2</sub>-Abgabe die grössten Impulse.
- Daneben leistet die Energieversorgung jedoch einen bedeutenden Beitrag zu den Wertschöpfungseffekten. Da der Sektor Energieversorgung jedoch separat geschätzt wurde, können diese ebenfalls bedeutenden Effekte nicht auf die einzelnen Massnahmen zugeordnet werden.

# Literatur

- Arvanitis et al. (2010): Arvanitis, Spyros; Ley, Marius; Wörter, Martin. Cleantech-Sektor: Abgrenzungen, Innovationsaktivitäten, Humankapitaleinsatz. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Bildung und Technologie, KOF Studien, No. 15, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute, Zurich.
- Arvanitis et al. (2011): Arvanitis, Spyros; Bolli, Thomas; Ley, Marius; Wörter, Martin; Soltmann, Christian. Potenziale für Cleantech im Industrie- und Dienstleistungsbereich in der Schweiz. KOF Studien, No. 27, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute, Zurich.
- BFS Umweltsektor: Konto des Sektors der Umweltgüter und -dienstleistungen.
- EBP & NET (2009): Ernst Basler + Partner & NET Nowak Energie & Technologie AG. Cleantech Schweiz. Studie zur Situation von Cleantech-Unternehmen in der Schweiz.
- EBP (2014): Ernst Basler + Partner. Beschäftigung und Wertschöpfung des Cleantech-Bereichs in der Schweiz. Aktualisierung der Schätzung volkswirtschaftlicher Kenngrößen im Rahmen des Masterplans Cleantech.
- ECOPLAN (2015): Wirkungsabschätzung zur CO2-Abgabe.
- ECOPLAN (2016): Externe Evaluation der Zielvereinbarungen. Umsetzung, Wirkung, Effizienz und Weiterentwicklung.
- EPFL (2017): Vielle M., Thalmann P. Updated emissions scenarios without measures 1990-2035. Final report.
- FHNW & Stokar + Partner AG (2010): Studie zur Untersuchung von Mehrkosten von MINERGIE-P-Bauten.
- HFM (2015): Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2015). Schlussbericht.

## Kontakt



BAK Economics AG  
Güterstrasse 82  
4053 Basel

BAK Economics AG  
Zürichbergstrasse 21  
8032 Zürich

BAK Economics AG  
Via Cantonale 36  
6928 Manno



+41 61 279 97 00

+41 44 521 58 58

+41 91 291 58 58



[info@bak-economics.com](mailto:info@bak-economics.com)

[consult@bak-economics.com](mailto:consult@bak-economics.com)

[ufficio@bak-economics.com](mailto:ufficio@bak-economics.com)



[www.bak-economics.com](http://www.bak-economics.com)