

# Policy Brief

## Wie kann die Marktdiffusion von klimafreundlichen Technologien beschleunigt werden?

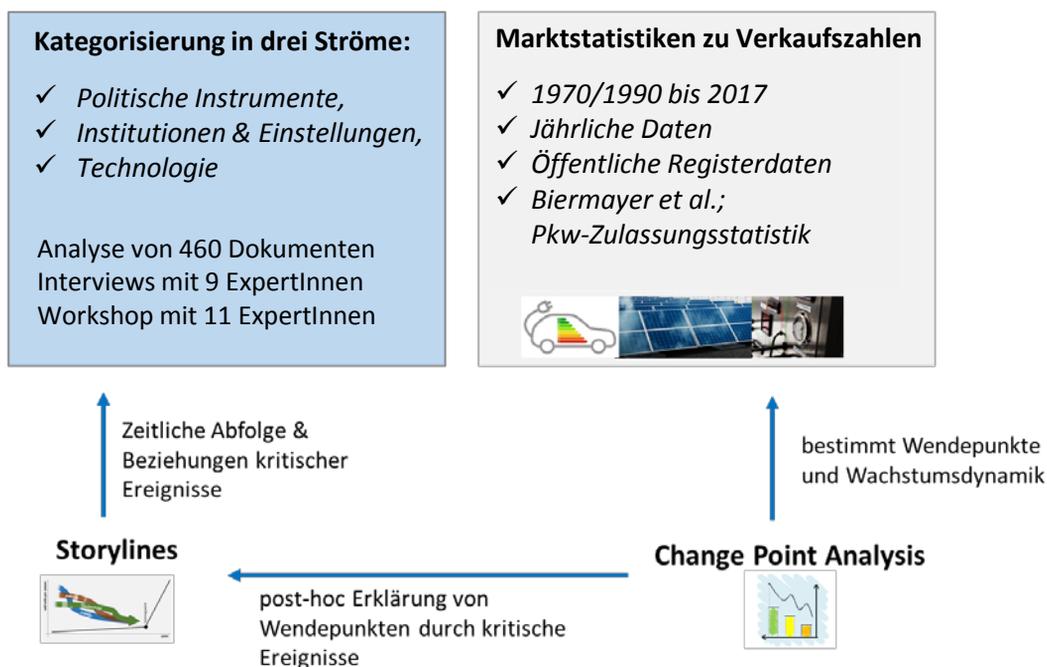
### Problemstellung

Der Klimawandel erfordert unter anderem eine rasche Marktdurchdringung energieeffizienter, kohlenstoffarmer Technologien anstelle von auf fossilen Brennstoffen basierenden Produkten. Die **Identifikation und Analyse gesellschaftspolitischer und technologischer Prozesse zur Stimulation des Marktwachstums**, ist ein Grundpfeiler von zukünftigen Transformationspfaden.

Das reale Marktwachstum innovativer Technologien ist in der Regel kein kontinuierlicher Prozess, sondern durch wechselnde Phasen der Beschleunigung, Stagnation oder Verzögerung gekennzeichnet. Daher sind gezielte politische Maßnahmen erforderlich, um **Wendepunkte für eine beschleunigte Marktverbreitung kohlenstoffarmer Technologien** auszulösen oder zu ermöglichen. In diesem Sinne trägt das TIMELAG-Projekt zur Diskussion über Dynamik und Geschwindigkeit der Technologiediffusion bei.

### Projektziel und Methode

TIMELAG untersucht die zeitliche Dynamik der Marktdiffusion kohlenstoffarmer Technologien anhand der drei Technologien Elektroautos, Wärmepumpen und Photovoltaik. Die Analyse dieser drei Fallbeispiele zeigt auf, **wie die Marktdiffusion klimafreundlicher Technologien künftig beschleunigt werden kann**.



### Integration qualitativer und quantitativer Methoden





### Bestimmung der Wendepunkte

Von 1990 bis 2010 hatten E-Autos einen vernachlässigbaren Anteil am gesamten Fahrzeugbestand. **2011**, dem ersten Wendepunkt, begann ein exponentielles Wachstum. Nach dem zweiten Wendepunkt **2015** folgte das Wachstum einer logistischen Funktion.

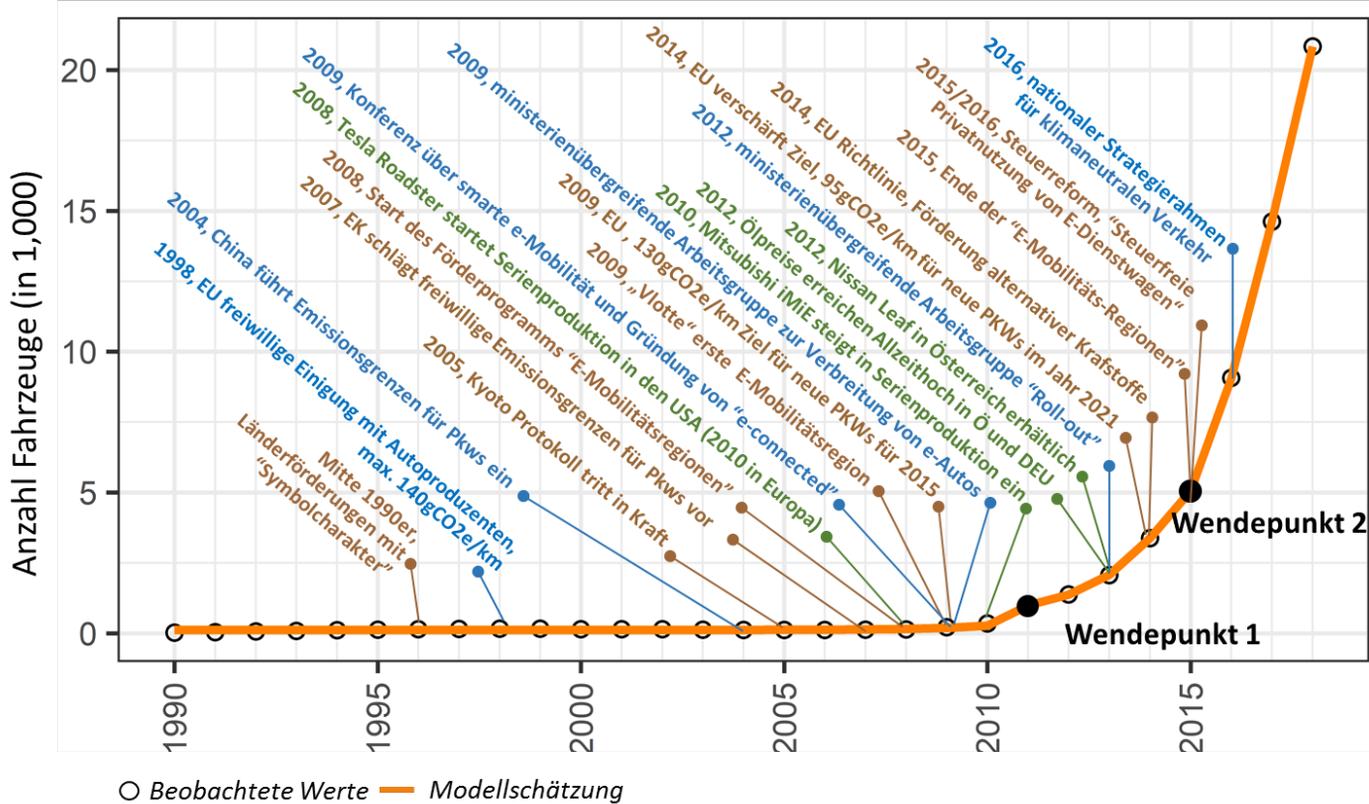
### Kategorisierung der kritischen Ereignisse in drei sozio-politisch-technologische Ströme

Institutionen & Einstellungen

Politische Instrumente

Technologie

Vollständige Zeitreihe mit 128 Ereignissen in den Strömen: <https://timelag.ioanneum.at/results/>



### Erklärung der Wendepunkte

Immer strengere EU-Abgasnormen ab 2009 gaben den Anstoß für nationale Programme zur Förderung von E-Autos und den Aufbau einer Ladeinfrastruktur. Der Wendepunkt 2011 scheint die direkte Folge der **umfangreichen Fahrzeuganschaffungen der E-Mobilitätsregionen** zu sein. Als das Programm der E-Mobilitätsregionen 2015 eingestellt wurde, ließ dieser **Vorzieheffekt** nach und die Marktentwicklung fiel auf ihr ursprüngliches logistisches Wachstum zurück.

Der Marktzuwachs nach dem zweiten Wendepunkt ist vorwiegend auf folgende Ereignisse zurückzuführen: (i) die Autohersteller haben ihre Produktpalette erweitert, um die strengeren Emissionsbeschränkungen zu erfüllen, und (ii) die Einführung von Steuervorteilen bei der Anschaffung von E-Autos für Unternehmen

# Wärmepumpen für Raumwärme

## Marktdiffusion 1970 bis 2018



### Bestimmung der Wendepunkte

Wärmepumpen sind die ausgereifteste unter den untersuchten kohlenstoffarmen Technologien. Sie kamen bereits in den 1970er Jahren auf den Markt, mit einem deutlichen Marktaufschwung ab 1980. Im Jahr **1985** ging die Diffusion jedoch für 20 Jahre auf ein bescheidenes lineares Wachstum zurück. **2005** setzte dann ein schnelles exponentielles Wachstum ein.

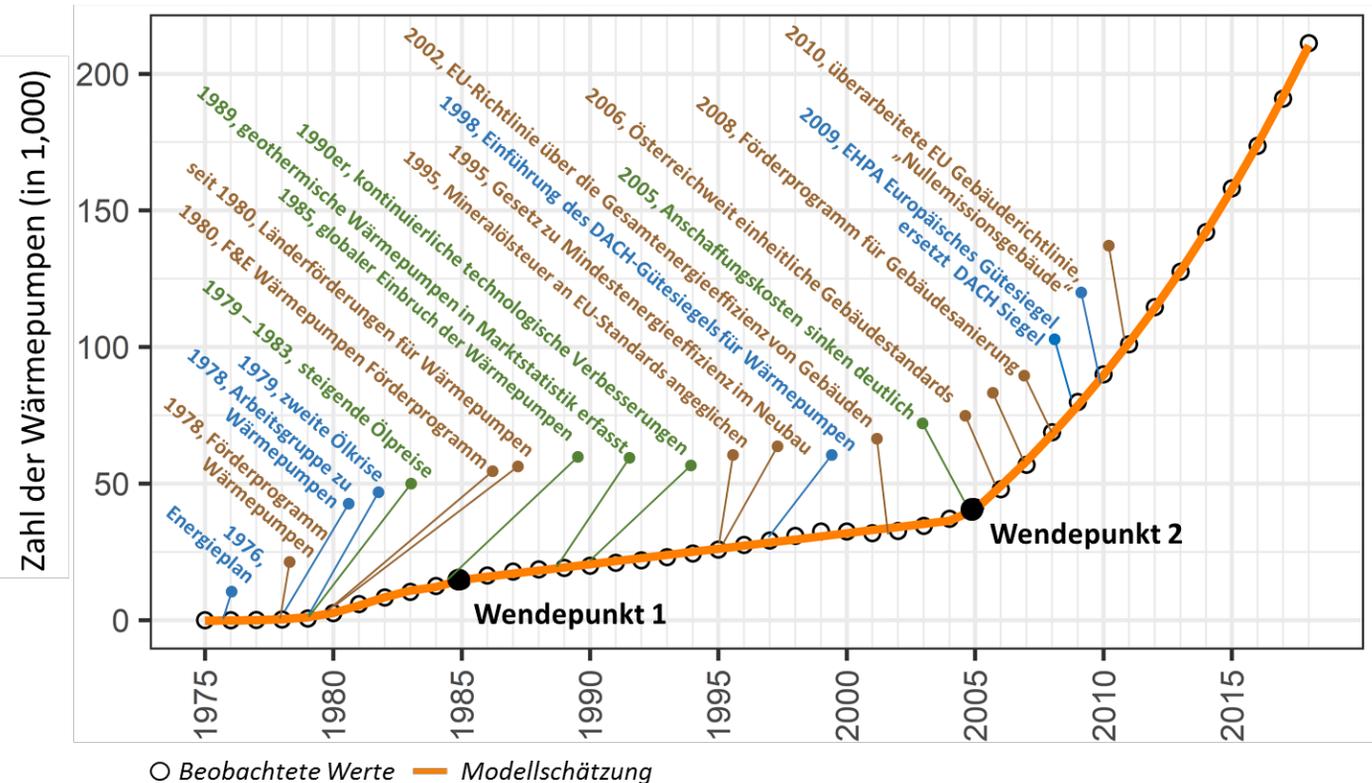
### Kategorisierung der kritischen Ereignisse in drei sozio-politisch-technologische Ströme

Institutionen & Einstellungen

Politische Instrumente

Technologie

Vollständige Zeitreihe mit 79 Ereignissen in den Strömen: <https://timelag.joanneum.at/results/>



### Erklärung der Wendepunkte

Die **frühe Beschleunigung der Marktdiffusion** bis zum Jahr 1985 geht auf die Nachwirkungen der Ölkrise von 1973 und 1979 zurück. Wärmepumpen boten damals Kostenvorteile und eine geringere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffimporten. Staatliche F&E-Programme und Subventionierung von Anschaffungen spielten in dieser Phase eine ergänzende Rolle. Diese vielversprechende Entwicklung ging jedoch in eine **20-jährige Durststrecke** mit langsamer Diffusion über, da in allen drei Strömen hemmende Faktoren auftraten: Unsicherheit wegen mangelhafter Produktqualität, schwächeres Image als erneuerbare Energie im Vergleich zu Biomasse, sowie fehlende politische Instrumente.

Der zweite Wendepunkt im Jahr 2005 zeigt, wie hemmenden Faktoren durch die Einführung von Energiestandards für Gebäude, die Förderung der Wärmepumpentechnologie durch Qualitätssiegel, und technologische Weiterentwicklung überwunden wurden.



### Bestimmung der Wendepunkte

Um das Jahr 2000 herum gewann die Photovoltaik (PV) an Marktpräsenz und begann ein langsames, aber exponentielles Wachstum. Im Jahr **2004** wechselte die Diffusionsdynamik zu einem schnellen logistischen Wachstum. Im Jahr **2014** verschob sich die Diffusionskurve wieder zu weniger schnellem, aber immer noch logistischem Wachstum.

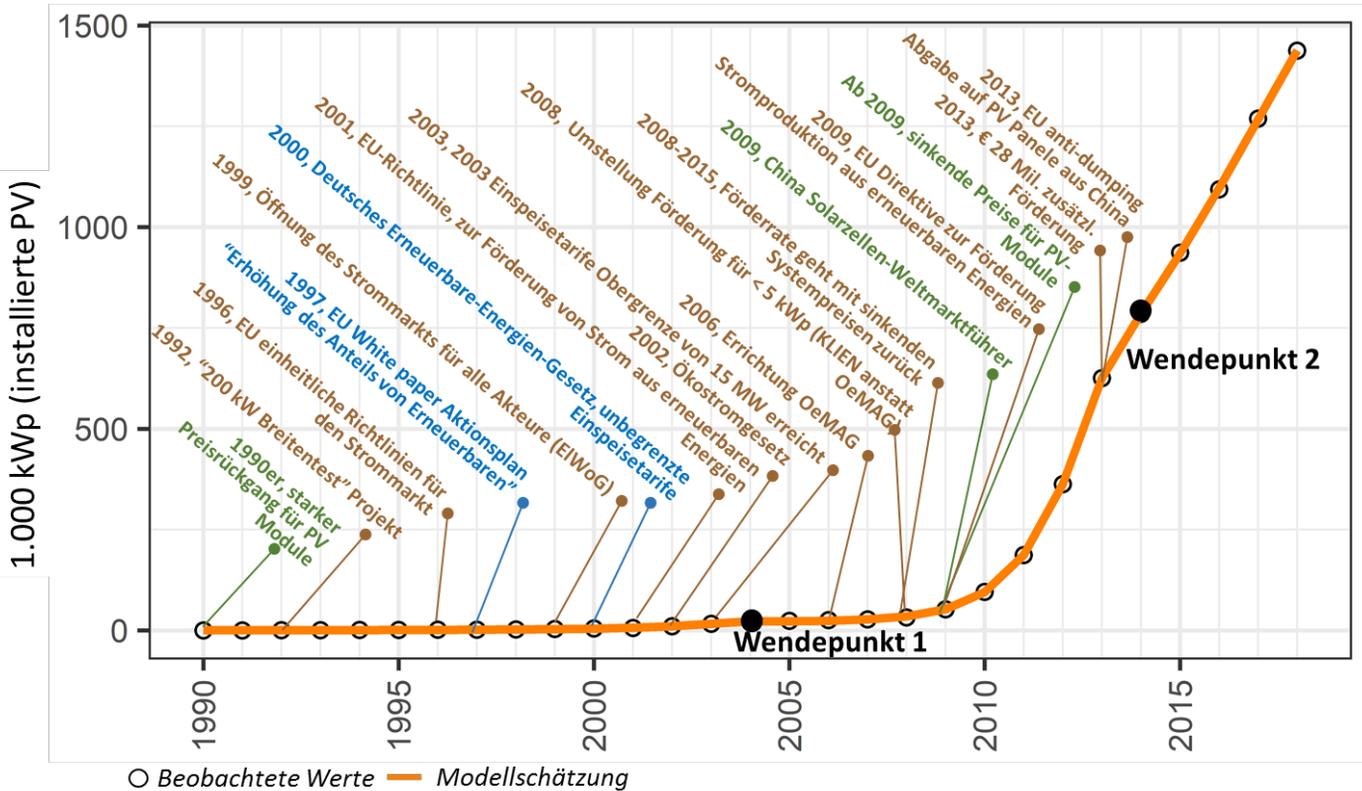
### Kategorisierung der kritischen Ereignisse in drei sozio-politisch-technologische Ströme

Institutionen & Einstellungen

Politische Instrumente

Technologie

Vollständige Zeitreihe mit 102 Ereignissen in den Strömen: <https://timelag.joanneum.at/results/>



### Erklärung der Wendepunkte

Die Regelung von Einspeisung im Ökostromgesetz 2002 erlaubte der Photovoltaik einen Zuwachs. Das exponentielle Wachstum schlug 2004, dem ersten Wendepunkt, in ein logistisches Wachstum um und deutet höchstwahrscheinlich darauf hin, dass die **Begrenzung der Einspeisetarife auf 15 MW** im Jahr 2003 die Nachfrage „erstickte“.

Die Subventionsbudgets blieben mehrere Jahre lang hinter der Nachfrage zurück; der zweite Wendepunkt im Jahr 2014 markiert den Zeitpunkt, an dem PV-Anlagen aufgrund **einmaliger Zusatzfinanzierung ihren Höhepunkt** bei Neuerrichtungen und Stromproduktion erreichten, aber auch, als die Subventionszuschüsse angesichts sinkender Weltmarktpreise für PV-Paneele reduziert wurden.

Bei Fortschreibung des Trends von 2004-2014, einer Periode von schwer überschaubarer Investitions- und Einspeiseförderung, wäre eine Marktsättigung bereits kurz nach 2020 zu erwarten gewesen.



## Vergleich der Technologien

### **Klimaziele und ordnungspolitische Standards stoßen Handeln an**

Übergreifende Klimaziele müssen in **verbindliche Standards** übersetzt werden, die entweder (i) technologischen Fortschritt auslösen, da die Automobilhersteller gezwungen waren, ihr Produktportfolio um elektrische Kompaktwagen zu erweitern, oder (ii) den Marktzugang bereits wettbewerbsfähiger Technologien erleichtern, da die neue Generation von Wärmepumpen ihre hohe Leistung und Zuverlässigkeit für die Erfüllung von Gebäude-Effizienzrichtlinien einbringen kann.

### **Zusätzliche Anreize für die Beschleunigung von Diffusion**

- ✓ F&E Programme und Qualitätssiegel bei Produkten (z.B. DACH Label bei Wärmepumpen)
- ✓ Positiver Spillover durch Entwicklungen in **Nachbarstaaten** (z.B. Erneuerbare-Energien-Gesetz 2000 in Deutschland) und **globale Einflüsse** (z.B. strikte Emissionsvorgaben für Pkws in China)
- ✓ Institutionalisierung von **ebenen- und politikfeldübergreifenden Koordinationsgremien**, sowohl um systematisch zu beobachten und um diese Beobachtungen zu bündeln, als auch um abgestimmte Maßnahmen zu entwickeln und deren Umsetzung einzuleiten

### **Förderungen alleine sind nicht ausreichend**

Subventionen haben geringen Einfluss auf die Marktdiffusion. Positive Wirkungen sind oft auf **Vorzieh-Effekte** beschränkt, wie der vorübergehende Anstieg bei E-Autos durch die Mobilitätsregionen zeigt. Das Beispiel PV zeigt die **kontraproduktive Wirkungen** von Förderungen, da die laufenden Änderungen und Kürzungen in den Förderungen zu großen Unsicherheiten geführt haben.

## Schlussfolgerungen für die nationale Klimapolitik

### **Gesamthafte Betrachtung über Technologien hinweg**

Integration von komplementären Technologien in einem Förderprogramm, z.B. Photovoltaikanlagen, die den Strom für Wärmepumpen oder E-Mobilität bereitstellen.

### **Technologiebeitrag zur Dekarbonisierung: Optimum statt Maximum**

Technologien alleine werden nicht ausreichen, um die Erderwärmung auf unter 2°C bzw. 1,5°C zu begrenzen. Die Markteinführung innovativer Technologien (phase-in) sollte koordiniert mit der Marktausführung konventioneller Technologien gestaltet werden (phase-out). Lösungen auf Systemebene in Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele sind erforderlich.

### **Gezielte Politikinterventionen erforderlich**

Selbstregulatorische Marktprozesse sind nicht ausreichend. Es sind maßgeschneiderte Interventionen notwendig, die ohne verpflichtende Vorgaben nicht auskommen.