

# **Diffusion of Solar Photovoltaics: Consumer Preferences, Peer Effects and Implications for Clean Energy Marketing**

DISSERTATION  
of the University of St. Gallen,  
School of Management,  
Economics, Law, Social Sciences  
and International Affairs  
for the application to obtain the title of  
Doctor of Philosophy in Management

submitted by  
**Hans Christoph Curtius**

from  
Germany

Doctoral advisors:

**Prof. Dr. Rolf Wüstenhagen**  
and  
**Prof. Dr. Sven Reinecke**

July 2017

## **Abstract**

This doctoral thesis identifies and examines factors that determine the adoption of solar photovoltaics (PV) in the built environment in general, and of building-integrated photovoltaics (BIPV) in particular. Accordingly, it contributes to promoting the widespread diffusion of these technologies which can help decarbonize electricity generation, and thus respond to the challenges of climate change. The cumulated dissertation consists of three papers and an introductory section. The first paper identifies product-specific, adopter-specific and institutional barriers to and facilitators of BIPV adoption based on qualitative semi-structured interviews. The second paper focuses on the consumer preferences of homeowners with regard to a number of product-specific characteristics of (BI)PV and examines their willingness to pay for these. In the third paper, peer effects are examined and thus the questions whether, why and how behavioral factors influence the decision to adopt PV. The second and third paper are both based on a large quantitative survey, using *inter alia* adaptive choice-based conjoint (ACBC) method. The most important determinants of PV adoption are found to be the complexity of the product, the size and calculation of initial and life-cycle costs, aesthetic issues (including the color of the modules), awareness among relevant stakeholders, the country of origin of the modules, and the design of government incentives. Furthermore, peer effects in form of two types of social norms, descriptive and injunctive norms, and their underlying interaction play an important role in explaining decisions related to PV adoption. The findings have significant implications for policy and marketing. Policymakers should consider facilitating the creation of regional hotspots to induce peer effects, disclosing returns from feed-in tariffs transparently over an aggregated time frame, and striving to include (BI)PV in building codes or labels. As for marketing, offering turn-key solar roofs would help overcome the complexity involved in BIPV-related decision-making, and “Solarize campaigns” can utilize the power of peer effects for a facilitated diffusion of PV within local communities.

---

## **Zusammenfassung**

Diese Doktorarbeit identifiziert und untersucht finanzielle und nicht-finanzielle Faktoren, welche die Investitionsentscheidung für Photovoltaik (PV) im Gebäudesektor im Allgemeinen und für gebäudeintegrierter Photovoltaik (BIPV) im Spezifischen bestimmen. Folglich unterstützt diese Arbeit die weitere Verbreitung dieser Technologien, welche dazu beitragen können die Elektrizitätsversorgung zu dekarbonisieren und somit auf die dringende Herausforderung der globalen Erwärmung zu reagieren. Die kumulierte Dissertation besteht aus drei wissenschaftlichen Artikeln und einem einführenden Dachbeitrag. Im ersten Artikel werden basierend auf qualitativen teilstrukturierten Interviews produktspezifische, akteursspezifische und institutionelle Barrieren und Treiber der Verbreitung von BIPV identifiziert. Der zweite Artikel fokussiert auf Konsumentenpräferenzen von Hauseigentümern unter Berücksichtigung einiger produktspezifischer Eigenschaften von (BI)PV und untersucht die Zahlungsbereitschaft dieser. Im dritten Artikel werden Nachbarschaftseffekte untersucht und damit die Frage ob, warum und wie Verhaltensfaktoren die Entscheidung, PV zu installieren, beeinflussen. Der zweite und der dritte Artikel stützen sich beide auf eine große quantitative Studie, bei der u.a. die Methode Adaptive Choice Based Conjoint (ACBC) angewendet wurde. Als wichtigste Determinanten der Investitionsentscheidung konnten folgende identifiziert werden: die Komplexität des Produktes, die Höhe der Investitionskosten und die Berechnung von Lebenszykluskosten, die Ästhetik von PV inklusive der Farbe der Module, das Bewusstsein und Vorwissen unter den relevanten Akteuren, das Herkunftsland der Module, und die Ausgestaltung finanzieller Fördermechanismen. Darüber hinaus spielen Nachbarschaftseffekte manifestiert durch deskriptive und injunktive Normen und deren zugrundeliegende Interaktion eine wichtige Rolle, um Investitionsentscheidungen für PV zu erklären. Die Ergebnisse der Arbeit haben signifikante Implikationen für Politik und Marketing. Politische Entscheidungsträger sollten in Erwägung ziehen, das Entstehen regionaler Hotspots zu unterstützen um Nachbarschaftseffekte anzuregen, Erträge aus Einspeisevergütungen über die gesamte Förderdauer kumuliert zu präsentieren und (BI)PV in Gebäudevorschriften oder Zertifizierungen zu integrieren. In puncto Marketing können schlüsselfertige Solardächer helfen, die Komplexität des BIPV-Entscheidungsprozesses zu überwinden und Photovoltaik-Aktionen können die Kraft von Nachbarschaftseffekten nutzen, um die Verbreitung von PV innerhalb von Gemeinden zu fördern.

---

## Résumé

Cette thèse de doctorat identifie et examine les facteurs qui déterminent l'adoption du photovoltaïque (PV) dans l'environnement construit en général, et de systèmes photovoltaïques intégrés aux bâtiments (BIPV) en particulier. Elle contribue à promouvoir la diffusion à large échelle de ces technologies qui permettent de générer de l'électricité en réduisant la production de carbone et répondent ainsi aux défis du changement climatique.

La thèse est constituée de trois articles et d'une section introductive. Le premier article identifie les barrières et leviers institutionnels à l'adoption de BIPV, ainsi que ceux liés plus spécifiquement au produit et au consommateur sur la base d'entretiens qualitatifs semi-structurés. Le deuxième se concentre sur les préférences des consommateurs propriétaires et examine leur disposition à payer pour le BIPV. Dans le troisième article, l'accent est mis sur l'influence des pairs, c'est-à-dire la manière dont les facteurs comportementaux impactent la décision d'adopter du PV. Ces deux derniers articles sont basés sur une enquête quantitative utilisant notamment une méthode adaptative d'analyse conjointe à base de choix (ACBC).

Il a été identifié que les déterminants les plus importants de l'adoption de PV sont la complexité des produits, la taille et le calcul des coûts (initiaux et sur l'ensemble du cycle de vie), les enjeux esthétiques (notamment la couleur des modules), la sensibilisation des acteurs concernés, le pays d'origine des panneaux et la formulation de mesures incitatives gouvernementales. En outre, l'influence des pairs joue un rôle prépondérant pour expliquer les décisions relatives à l'adoption de PV, et ceci sous la forme de deux types de normes sociales : descriptive et injonctive. Les résultats ont des implications significatives pour le cadre politique et le marketing. Les décideurs auraient tout intérêt à faciliter la création de hotspots régionaux pour encourager les effets d'influence des pairs, communiquer de manière transparente sur les retours liés au tarifs de rachat sur une période agrégée et lutter pour l'intégration du (BI)PV dans les règlements de construction et les labellisations. En termes de marketing, une offre de toitures solaires clés en main contribuerait à dépasser la complexité liée à la prise de décision pour l'adoption de BIPV, et des campagnes de « solarisation » pourraient utiliser les effets de l'influence des pairs pour faciliter la diffusion du PV au sein des communautés locales.