

# Integration von Photovoltaik und Sonnenschutz für intelligente Beschattungssysteme

Alireza Estaji, alireza.estaji@tuwien.ac.at  
 Thilo Sauter, thilo.sauter@tuwien.ac.at  
 Stefan Wilker, stefan.wilker@tuwien.ac.at  
 Markus Kobelrausch, markus.kobelrausch@tuwien.ac.at

Gerald Lukasser, Tobias Schneider, Stephan Moser,  
 Robert Weitlaner, robert.weitlaner@hella.info  
 Jens Leibold, jens.leibold@technikum-wien.at  
 David Sengl, david.sengl@technikum-wien.at

## Motivation und Überblick

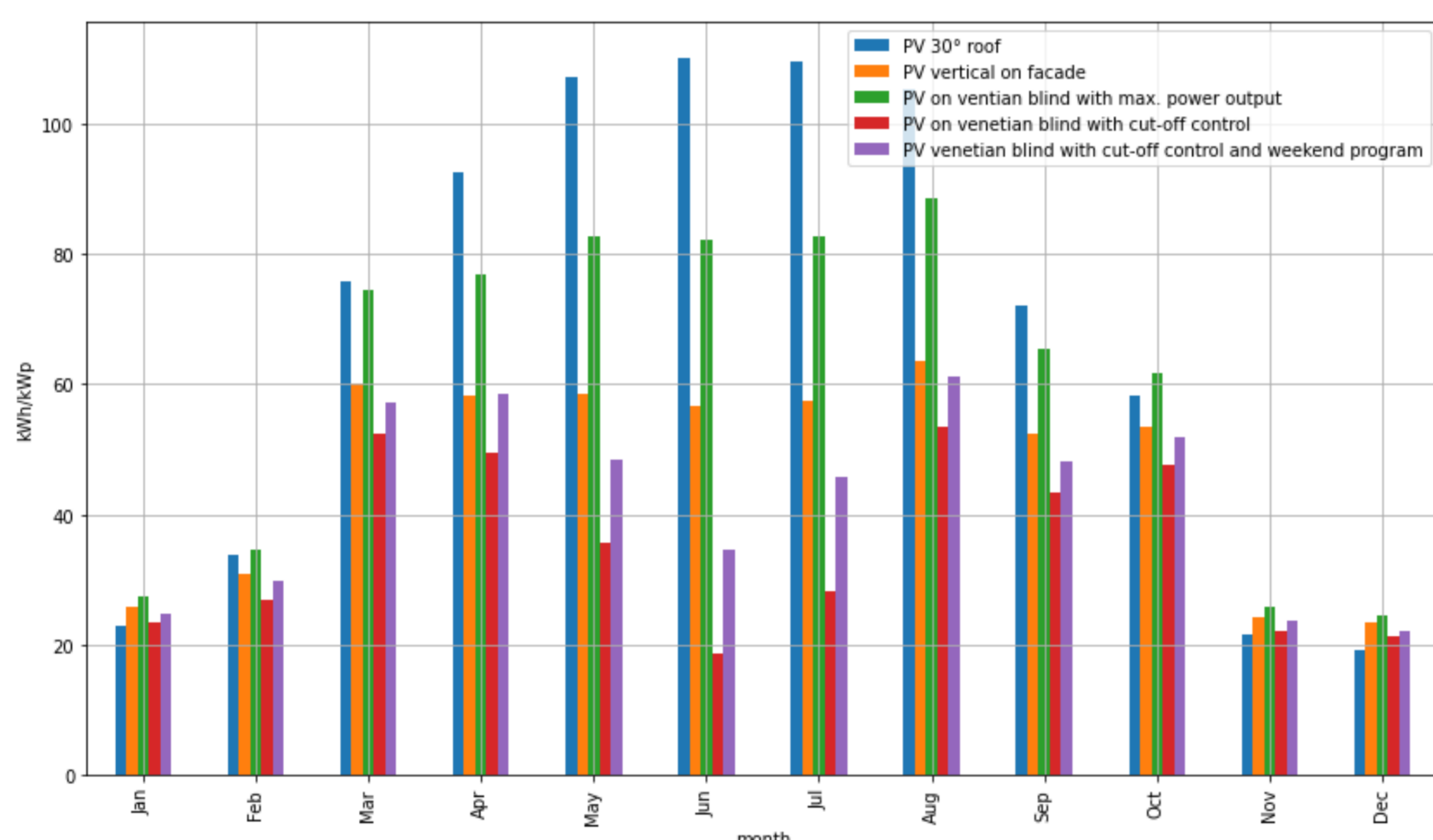
Bis 2030 sollen pro Jahr mind. 11 TWh Strom zusätzlich aus PV generiert werden. Die Realisierung des theoretischen PV Potentials von 10,7 TWh in Ein- und Zweifamilienhäusern, Fassadennutzung und Mehrgeschoßbauten muss über die heute (AEA, 2021) festgelegten 2,2 TWh deutlich gesteigert werden. Im technischen Potential sind Fensterflächen, bzw. die dort montieren Sonnenschutzprodukte nicht inkludiert. Das Projekt PowerShade erforscht effiziente, kostengünstige, zuverlässige und universell einsetzbare stromerzeugende Beschattungslösungen.

## Herausforderungen

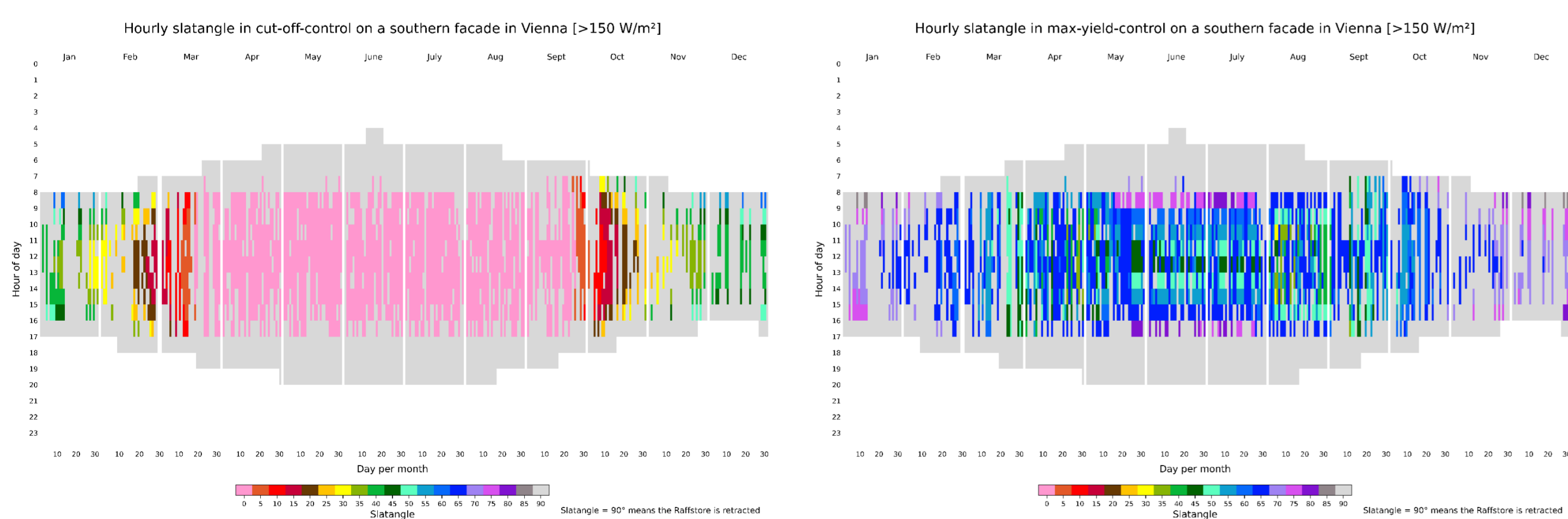
Die Integration von Photovoltaik in Sonnenschutzsysteme erfordert eine verformbare, leichte, robuste und wirtschaftliche Technologie mit guter Leistung und Langlebigkeit. Eine zusätzliche Herausforderung ist das optische Erscheinungsbild, da Sonnenschutzelemente ein zentrales architektonisches Element des Gebäudes und im ständigen Blickfeld der Gebäudenutzer\*innen sind.

## Simulation

Die Ertragsanalyse von PV- Raffstores in PV Sites vergleicht 30° Aufdach- und fassadenintegrierte- PV für die Standorte Wien, Rom und Hamburg. Sie zeigt, dass grundsätzlich großes Potential in automatisch gesteuertem PV Raffstores steckt. So kann der PV Raffstore in Maximier-Steuerung (Grün), trotz immanent hoher Eigenverschattungen benachbarter Lamellen, deutlich höhere Monatserträge liefern als die senkrechte Fassaden-PV (Orange). Die üblicherweise verwendete Cut-Off Steuerungen (Rot), bei der die direkte Solarstrahlung ins Gebäude unterbunden wird, ist deutlich ertragsärmer.

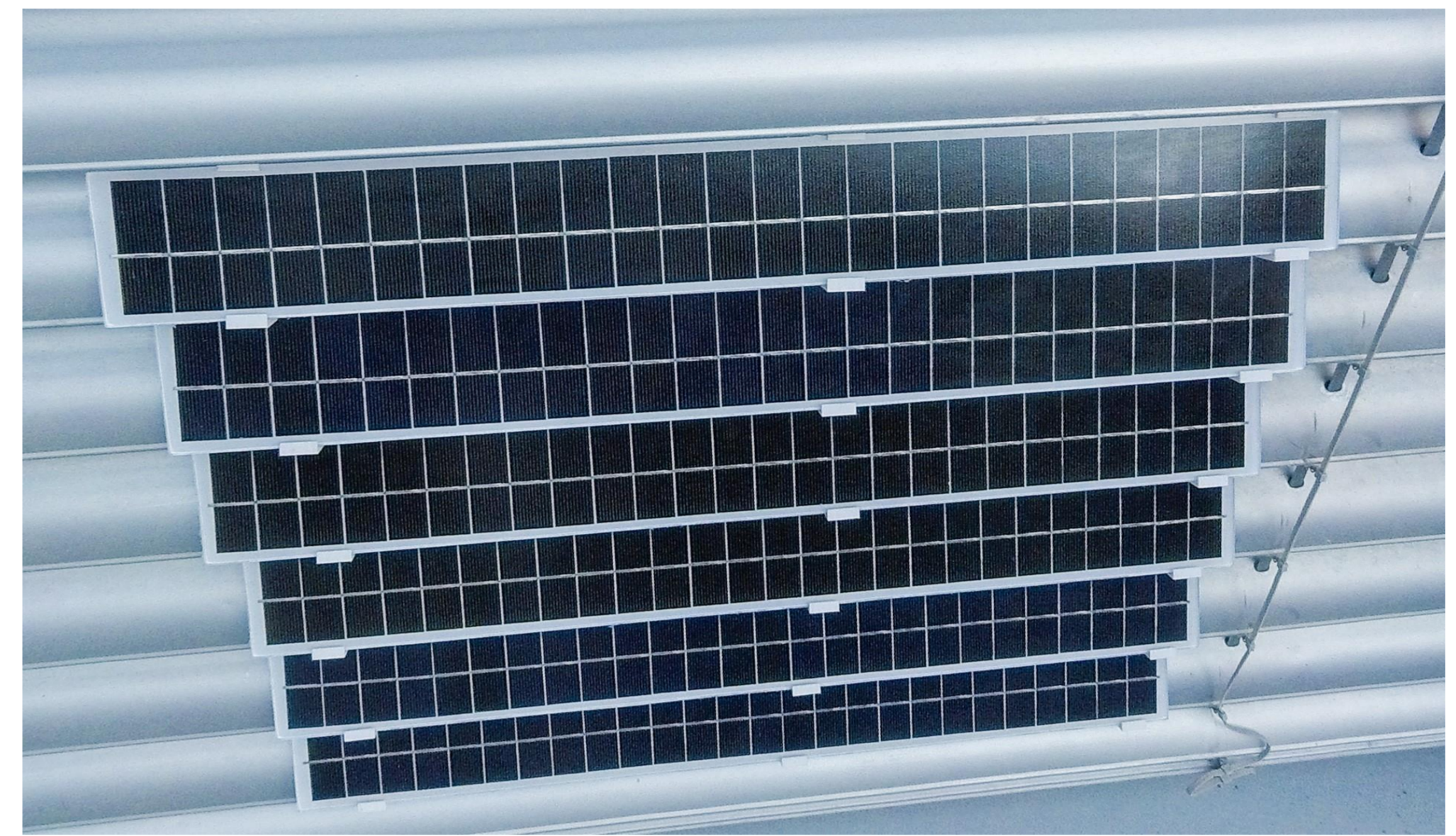


In der nachfolgenden Darstellung wird die Position eines PV-Raffstores betrachtet, der bei  $<150 \text{ W/m}^2$  an der Südfassade gemessen, wegfährt und sonst jeweils jene Winkelposition einnimmt, die links die direkte Sonnenpenetration blockiert (Cut-Off Steuerung) und rechts den maximalen PV Strom liefert. Am Standort Wien ist der Raffstore im Winter tagsüber häufig weggefahren, im Sommer ist die horizontale Lamelle blockierend für die direkte Sonne. Diese beiden Steuerungen vernachlässigen die Interdisziplinarität der Aufgabenstellung: Solare Gewinne im Winter maximieren sowie im Sommer reduzieren, Tageslichtverfügbarkeit optimieren und Kunstlichtbedarf reduzieren. Diese Simulation bildet die Basis für das Trainieren einer KI basierten intelligenten Steuerung um den thermischen Komfort, die Blendung sowie die Erträge der PV in die Lamellenregelung einfließen zu lassen..



## Versuchsaufbau

Ein Testaufbau bietet die Möglichkeit verschiedene PV-Technologien zu untersuchen und unterstützt das Generieren realistischer Datensätze um die Simulation möglichst an reale Bedingungen heranzuführen und zu verifizieren. Diese Daten dienen in weiterer Folge zusammen mit der Simulation zusätzlich als Input für das Anlernen der KI-basierten Steuerung.



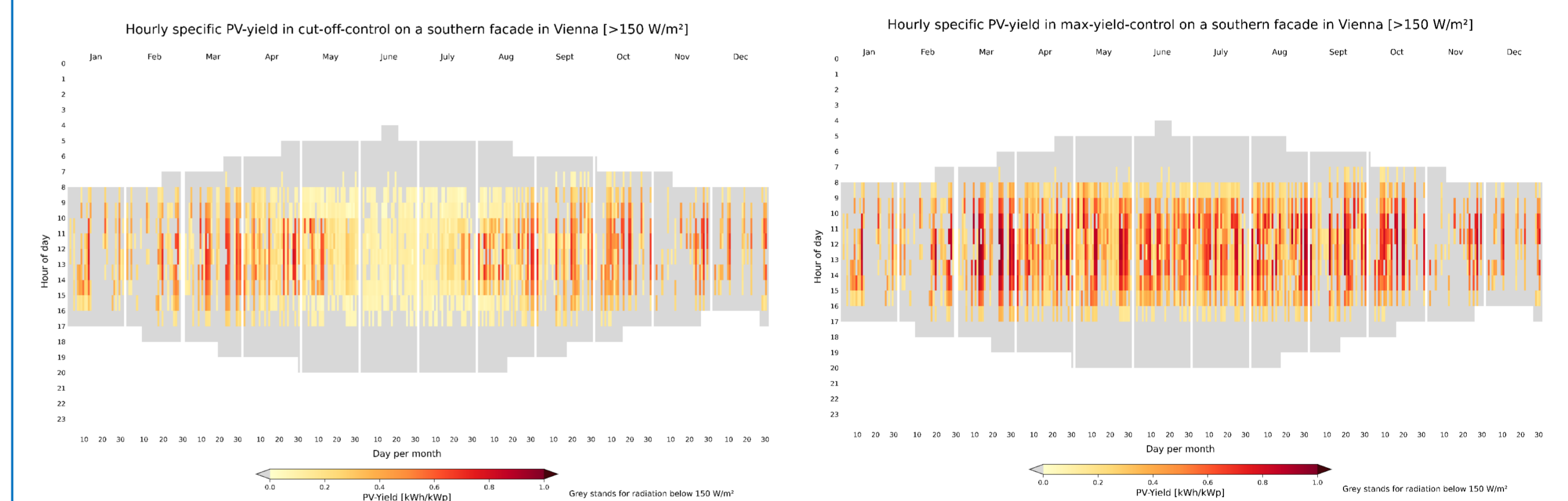
## KI-gestützte Regelung

Ein KI-gestütztes (Reinforcement Learning) Regelungssystem findet den optimalen Punkt unter verschiedenen und manchmal konträren Aspekten. Neben der PV- Erzeugung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen :

- Tageslichtsteuerung
- Blendungsbegrenzung (Arbeitsplatz)
- Passive solare Erträge (Winter)
- Elektrischer Energiebedarf (Erzeugung, Kunstlicht & Temperierung)

Die Hauptparameter der Regelung und Simulation sind Wetterbedingungen, An- oder Abwesenheiten sowie Präferenzen der Nutzer\*Innen.

## Ergebnisse



- Die Cut-Off Regelung der Raffstore erzielt ca. 500 kWh/kWp, der Maximalmodus liefert 750 kWh/kWp und die südseitige Vertikal-Fassaden PV ca. 700 kWh/kWp.
- Die Simulation stellt dar, dass durch das Ansteuern einer PV-Raffstore über eine KI-basierte Steuerung nicht nur der spezifische PV-Ertrag erhöht werden kann, sondern insbesondere in den Sommermonaten auch die Möglichkeit bietet die Gesamtleistung des Systems im Hinblick auf die Maximierung der PV-Produktion oder des Nutzer\*Innenkomforts bzw. die Minimierung des Energiebedarfs für die Temperierung des Gebäudes zu optimieren.
- Eine Gegenüberstellung der Simulation und des realen Systems ist ausständig

## Zusammenfassung

PV- Raffstore erweitern das technische Potential von PV an/auf Gebäuden. Die Steuerung von PV- Raffstores evaluiert die Wirkung der Lamellen hinsichtlich aller definierten Zielfaktoren. Die KI-basierte Steuerungsstrategie findet den idealen Winkel unter Berücksichtigung verschiedener Anforderungen, wie z. B. ausreichende Beleuchtungsstärke, thermischer Komfort oder geringen elektrischen Bedarf durch künstliche Beleuchtung oder Haustechniksysteme.