NPV-Balken

Nachführung für PV-Fensterbalken

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungprogramm 2025 (KLIEN AV 24)	**Status**	laufend
Projektstart	07.01.2026	**Projektende**	06.01.2027
Zeitraum	2026 - 2027	**Projektlaufzeit**	13 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 12.180		
Keywords	Wachsmotor, PV, Balken		

Projektbeschreibung

Motivation und Ausgangslage:
effiziente.st hat einfache Lösungen für den Ersatz von Fensterbalken durch PV vorgeschlagen und dabei Forschungsbedarf identifiziert. In Ergänzung soll daher eine automatische Drehung der PV sondiert werden.
Gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV) bietet erhebliches Potenzial zur dezentralen erneuerbaren Energieversorgung und zur Erhöhung der Eigenstromnutzung in urbanen Räumen. Eine lokal gesteigerte Eigenstromproduktion trägt wesentlich zur Netzstabilität, Versorgungssicherheit und Dekarbonisierung des Gebäudesektors bei. Insbesondere Fassadenflächen bleiben bislang unzureichend für die Solarstromproduktion genutzt. Fix montierte Systeme erreichen jedoch nicht das maximal mögliche Ertragspotenzial. Konventionelle motorisierte Nachführsysteme sind für BIPV-Anwendungen aufgrund von Komplexität, Kosten, Wartungsbedarf und Integrationsproblemen kaum geeignet. Daher besteht hoher Bedarf an robusten, wartungsfreien und kostengünstigen passiven Nachführsystemen, die sich auch in Bestandsgebäude einfach integrieren lassen.

Projektziel und Innovation:
Im Projekt NPV-Balken wird ein neuartiges, vollständig passives Nachführkonzept für BIPV-Fassaden entwickelt. Dabei wird die temperaturabhängige Volumenänderung von Phasenwechselmaterialien (PCM) genutzt, um eine kontrollierte Drehbewegung von PV-Balken entlang ihrer Längsachse zu erzeugen. Dies erlaubt eine autonome Anpassung des Einstrahlwinkels an den Sonnenstand ohne externe Sensorik, Steuerung oder Energieversorgung. Beim Abkühlen kehrt das System selbstständig in die Ausgangsposition zurück. Über das System mit Sturmhaken kann zusätzlich manuell umgestellt und fixiert werden.

Die Innovation liegt in der präzisen mechanischen Umsetzung dieser thermischen Ausdehnung mittels speziell entwickelter Hebel- und Kinematiksysteme sowie in der Integration passiver Dämpfungselemente, welche die Balken bei Starkwind sichern.

Ein weiterer Vorteil ist die modulare, architektonisch integrierbare Bauweise: Der NPV-Balken kann perspektivisch als direkt einsetzbares Fassadenelement entwickelt werden, das mit minimalem baulichen Aufwand konventionelle Fensterbalken ersetzt. Dies ermöglicht eine einfache Nachrüstung in Bestandsgebäuden und bietet damit erhebliches Marktpotenzial.

Vorgehensweise:

Identifikation und Charakterisierung geeigneter PCM hinsichtlich Temperaturbereich, Zyklenstabilität, Brandschutz und Umweltverträglichkeit

Entwicklung und Erprobung skalierbarer mechanischer Übersetzungsmechanismen

Entwicklung passiver Dämpfungskonzepte zur Stabilisierung der Bewegungen

Fertigung und Erprobung von Versuchsträgern unter laborähnlichen Bedingungen zur Funktionsprüfung

Erste technisch-ökonomische Bewertung hinsichtlich Herstellbarkeit, Lebenszykluskosten und Skalierbarkeit

Erwartete Ergebnisse und Verwertungspotential:
Die Sondierung soll die technische und wirtschaftliche Machbarkeit des PCM-basierten passiven Nachführprinzips für gebäudeintegrierte Photovoltaikanwendungen grundlegend bewerten. Durch die Ertragssteigerung bei wartungsfreier und robuster Systemarchitektur wird die Eigenstromversorgung von Gebäuden deutlich verbessert. Damit leistet das Vorhaben einen Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors, erhöht die Versorgungssicherheit und schafft eine Basis für spätere industrielle Forschungs- und Demonstrationsprojekte.

Abstract

Motivation and Background:
effiziente.st has proposed replacing window shutters by PV and identified research questions. Thus adding to that automated alteration of the orientation by turning of the PV shall be researched.
Building-integrated photovoltaics (BIPV) offer significant potential for decentralized renewable electricity generation and increased self-consumption in urban areas. Local solar energy production enhances grid stability, energy security, and supports the decarbonization of the building sector. Particularly façades remain a largely underutilized resource for solar power. However, fixed systems often fail to capture the maximum possible yield. Conventional motorized tracking systems are generally unsuitable for BIPV due to complexity, cost, maintenance requirements, and integration challenges. There is therefore a strong demand for robust, maintenance-free, cost-effective passive tracking solutions that can be easily integrated into both new and existing buildings.

Project Objective and Innovation:
The NPV-Balken project investigates a novel, fully passive tracking concept for BIPV façades. The approach utilizes the temperature-induced volumetric expansion of phase change materials (PCM) to generate controlled rotational movement of PV slats around their longitudinal axis. This allows for autonomous adjustment of the incidence angle to the sun’s position without the need for sensors, control systems, or external power supply. Upon cooling, the system returns automatically to

its original position.

The key innovation lies in the precise mechanical translation of thermal expansion into defined rotational movement through newly developed lever and kinematic systems, combined with passive damping elements to ensure stable motion even under strong wind conditions. Manual fixation options remain active.

An additional advantage is the modular and architecturally integrable design: The NPV-Balken system is envisioned as a directly applicable façade component that can easily replace conventional window shutters with minimal structural modifications. This offers significant retrofitting potential for existing buildings and opens up attractive market opportunities.

Approach:

Identification and characterization of suitable PCM formulations regarding temperature range, cycling stability, fire safety, and environmental compatibility

Development and testing of scalable mechanical transmission mechanisms

Design and evaluation of passive damping concepts for movement stabilization

Manufacturing and testing of test rigs under laboratory-like conditions for functional validation

Initial techno-economic assessment regarding manufacturability, life cycle costs, and scalability

Expected Results and Exploitation Potential:
This exploratory project will assess the technical and economic feasibility of the PCM-based passive tracking concept for building-integrated photovoltaics. By increasing solar yield through a maintenance-free and robust system architecture, self-sufficiency in building energy supply can be significantly improved. The project contributes to the decarbonization of the building sector, enhances energy resilience, and lays the foundation for subsequent industrial research and demonstration projects.

Projektpartner

- effiziente.st - Energie- und Umweltconsulting e.U.