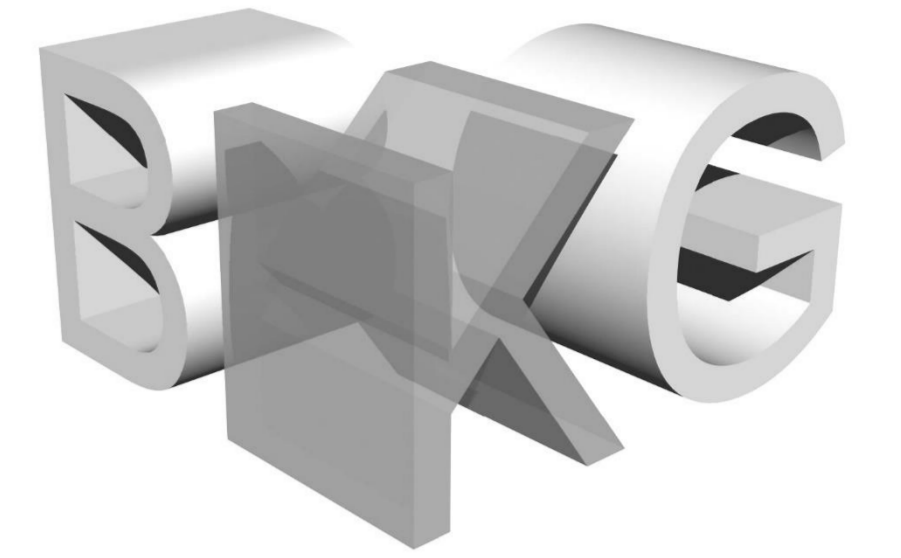


# Konstruktives Gestalten und Baukonstruktion



## Abschlussarbeit – Till, Fehling Photovoltaik via Plug-and-Play für das Eigenheim

### Motivation und Zielsetzung

Das Europäische Parlament definierte im April 2023 das Ziel, den EU weiten CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2030, um mind. 55 % im Vergleich zum Referenzjahr 1990 zu reduzieren. Eine zentrale Rolle nimmt dabei die Dekarbonisierung des Stromnetzes ein. Ziel dieser Arbeit war es, eine umfassende Bewertung des Systems „Plug-and-Play PV-Anlage“ aus ökonomischer sowie ökologischer Perspektive zu erarbeiten (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Darstellung einer Plug-and-Play PV-Anlage (eigene Abbildung)

### Kritische Aspekte

Wird der FI-Schalter des Hauses ausgelöst, könnte die Gefahr bestehen, dass das Balkonkraftwerk weitere 200 ms Strom in das Hausnetz einspeist, bis der Netz- und Anlagenschutz des Wechselrichters die Steckersolaranlage vom Hausanschluss trennt. Der NA-Schutz reagiert auf den Wegfall des 50 Hz Signales vom Netz, und löst somit erst nach dem Haupt-FI-Schalter aus. In der Theorie könnte somit ein zusätzlicher FI-Schalter am Anschluss des Balkonkraftwerkes die Abschaltzeit verkürzen. In der Praxis trenne laut mehreren befragten Experten der NA-Schutz des Wechselrichters die Steckersolaranlage nach Auslösen des FI-Schalters binnen 10 ms, weshalb der Einsatz eines zusätzlichen FI-Schalters keinen nennenswerten Mehrwert bietet.

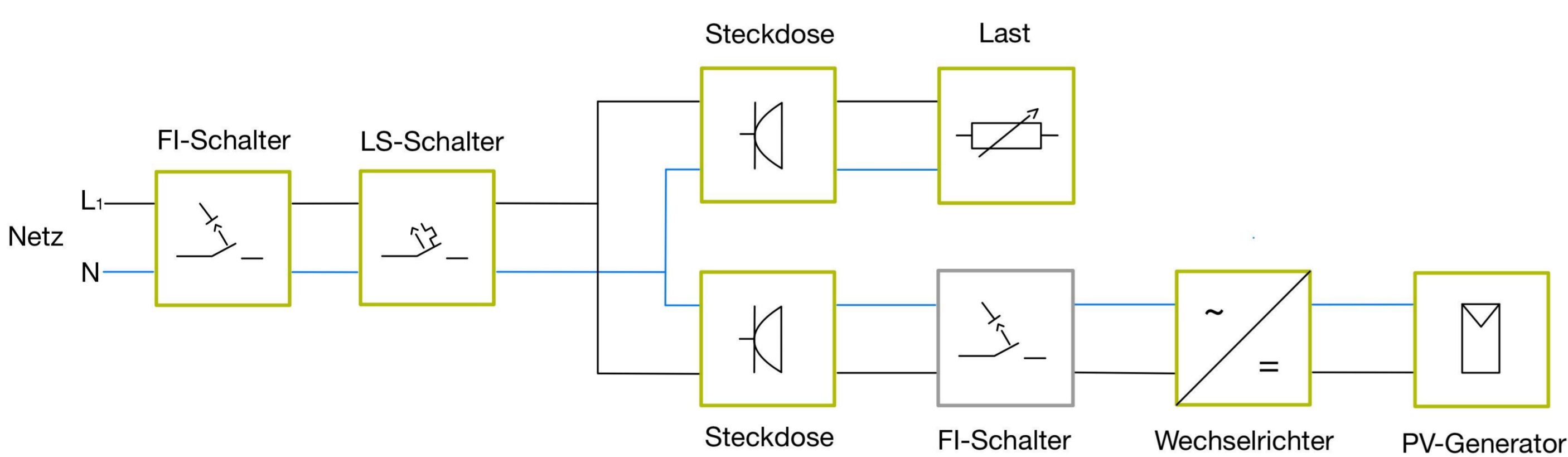


Abb. 5: Aufbau eines Endstromkreises mit einer angeschlossenen Steckersolaranlage (eigene Abbildung)

### Optimierungspotenzial

In der Zukunft besteht ein enormes Potenzial in der Entwicklung von organischen Solarzellen. Die halbleitenden Materialien von organischen Solarzellen bestehen im Wesentlichen aus Kohlenwasserstoffen und sind etwa 1.000-mal dünner als Siliziumsolarzellen. Hieraus ergibt sich eine bisher unerreichte Anpassungsfähigkeit, die weit über die bestehenden Anwendungsmöglichkeiten von Steckersolaranlagen hinaus geht.

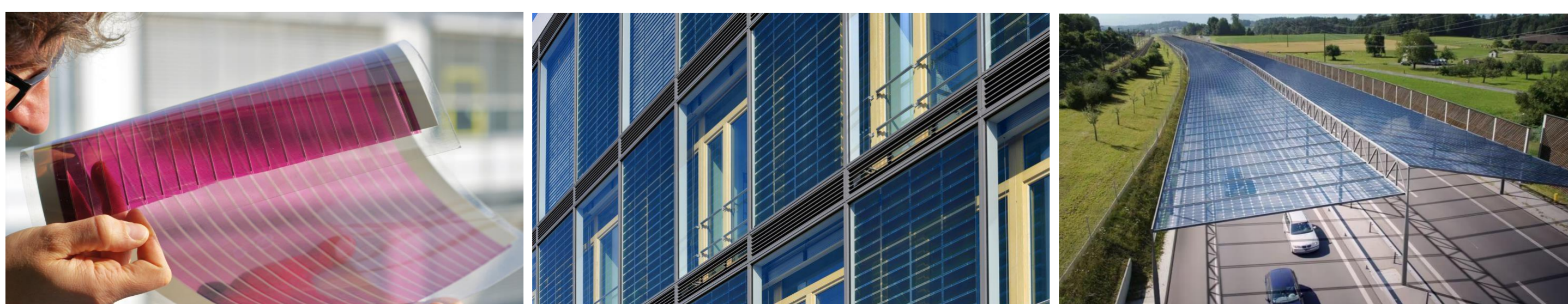


Abb. 8: Flexibilität einer organischen Solarzelle (www.solarwende-berlin.de)

Abb. 9: Organische Solarzelle als Fensterfassade (www.edison.media.de)

Abb. 10: Transparente organische Solarzelle (www.iaa-mobility.de)

### Technologien

Monokristalline Solarzellen weisen mit 20 – 23 % den aktuell höchsten Wirkungsgrad auf und bestehen aus einem homogenen Kristallgitter. Demgegenüber erzielen polykristalline Solarzellen, bestehend aus mehreren Einzelkristallen, einen Wirkungsgrad von 15 - 18 %. Dünnschichtmodule besitzen einen um den Faktor 100 geringere Schichtdicke im Vergleich zu kristallinen Solarmodulen und erreichen einen Wirkungsgrad von 8 – 14 %.



Abb. 2: Monokristallin (www.yuma.de)

Abb. 3: Polykristallin (www.mini-Solaranlagen.com)

Abb. 4: Dünnschicht (www.solaranlagen-portal.com)

### Optimierung des Neigungswinkels

Der optimale Neigungswinkel zur Erreichung des höchsten Stromertrages liegt in Süd-Ost/Mitteleuropa im gesamten Mittel bei etwa 33° gegenüber der Horizontalen. Mit einer 700 Wp Steckersolaranlage kann damit bei südlicher Ausrichtung ein Stromertrag von 789 kWh pro Jahr erzielt werden (siehe Abb. 6). Da sich der optimale Neigungswinkel zur Sonne über das Jahr hinweg stetig ändert, kann durch eine manuelle Nachführung des PV-Moduls der Gesamtertrag darüber hinaus gesteigert werden (siehe Abb. 7). Durch eine Verringerung des Neigungswinkels im April auf 15° und eine Steigerung im August auf 60° ließe sich ein Ertrag von 823 kWh erzielen. Bei acht Winkelanpassungen im Jahr beläuft sich der Stromertrag auf 831 kWh.

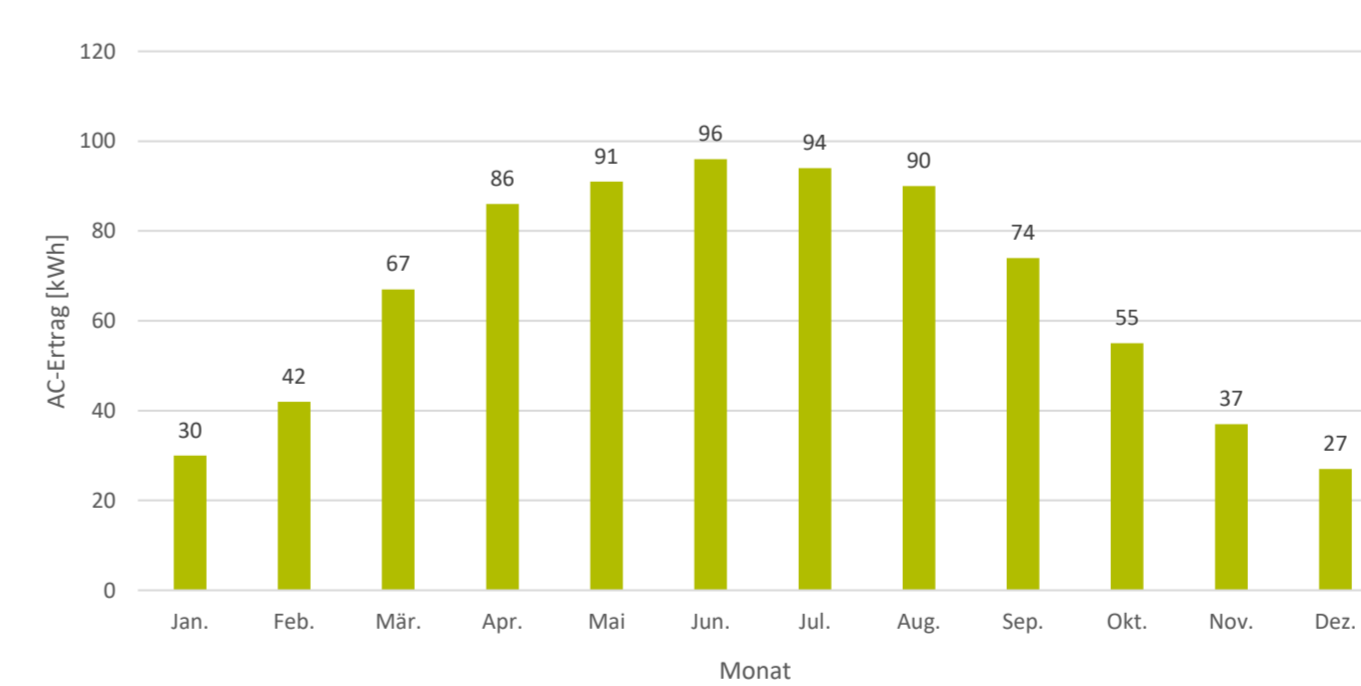


Abb. 6: AC-Ertrag einer 700 Wp PV-Anlage bei einem Neigungswinkel von 33° (Hottgenroth PV-Simulation)

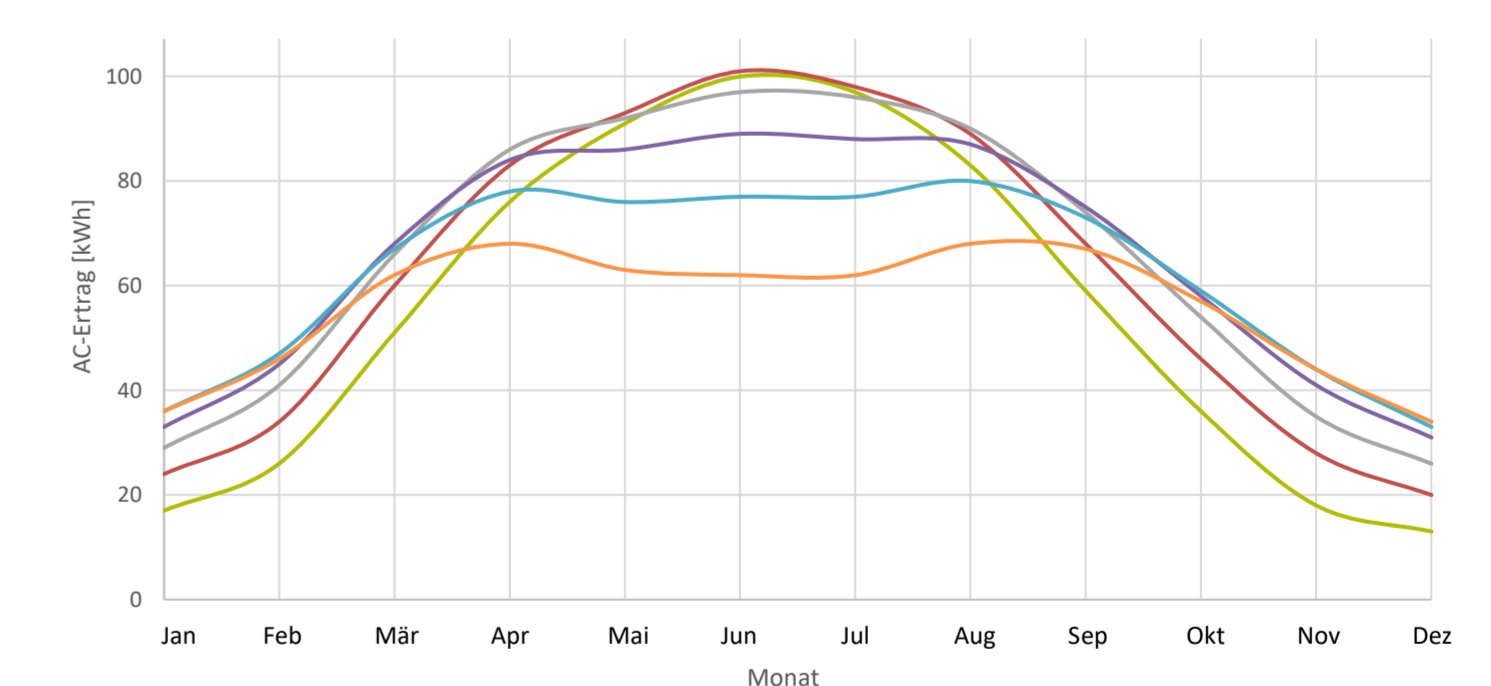


Abb. 7: AC-Ertrag einer 700 Wp PV-Anlage bei verschiedenen Neigungswinkeln (Hottgenroth PV-Simulation)

### Ökologische Betrachtung



Abb. 11: Einflussfaktoren auf die ökologische Bilanz einer Plug-and-Play PV-Anlage (eigene Abbildung basierend auf HENGSTLER/RUSS/STOFFEGEN 2021, S.141)

Die Emissionen, die während des Fertigungsprozesses einer Steckersolaranlage entstehen, summieren sich auf eine Masse von 953,2 Kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Unter der Berücksichtigung der Nutzungsparameter führt dies über den kompletten Lebenszyklus zu Emissionen von 63,8 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent/kWh<sub>el</sub>. Dies entspricht einem spezifischen Vermeidungsfaktor von 789 - 1.073 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent/kWh<sub>el</sub> gegenüber fossilen Energieträgern.