

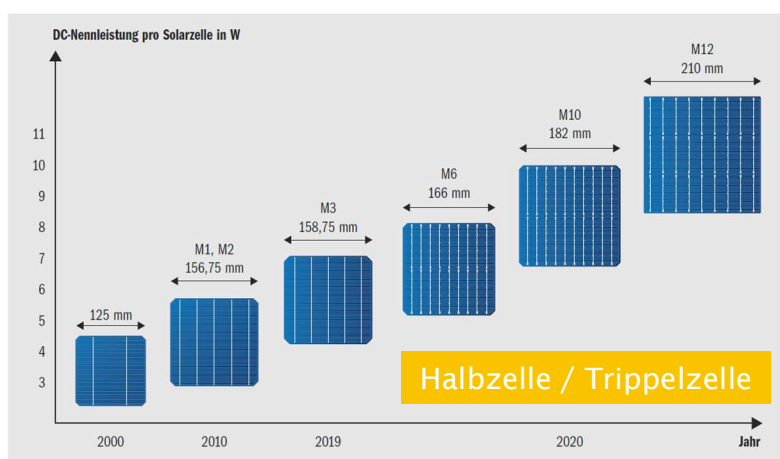


Inhalt

- Grundlagen: Warum Halbzellenmodule?
- Teilverschattung bei Halbzellenmodulen
- Temperaturerhöhung bei Teilverschattung
- Alte PV-Module mit leistungsstarken neuen PV-Modulen ersetzen



Evolution der Solarzellenformate



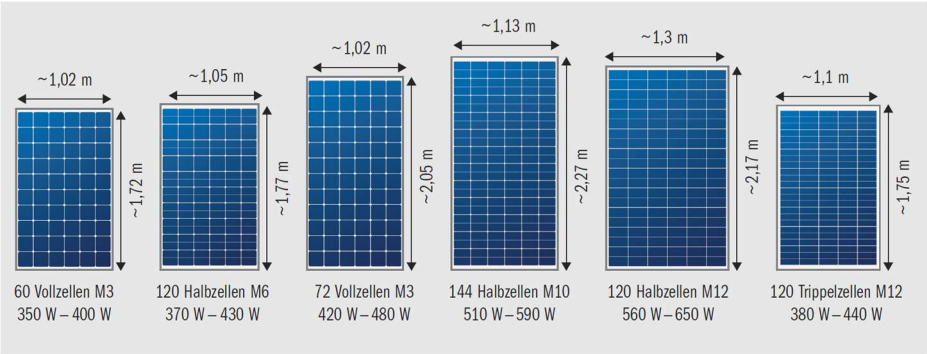
- Bis 2019 wenig Variation
- Seit 2019 viele neue Formate
- Grosse Formate = hohe Ströme, geringe Stabilität
- Konsequenz: Halbzellen, Trippelzellen

Christof Bucher, Photovoltaikanlagen, Faktor Verlag Zürich, November 2021

BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

4

Evolution der PV-Modulformate



Christof Bucher, Photovoltaikanlagen, Faktor Verlag Zürich, November 2021

- ▶ Neue Zellformate bedingen neue Modulformate
- ▶ Alte Formate nicht mehr verfügbar
- ▶ Trend: immer grössere Module



- ▶ Teilverschattung bei Halbzellenmodulen

Vor- und Nachteile Halbzellenmodule

Vorteile

- ▶ Kleinere Ströme → geringere Ohmsche Verluste → höherer Wirkungsgrad
- ▶ Weniger Verluste bei den meisten Teilverschattungen
- ▶ Bypassdioden verteilt (bessere Wärmeabgabe)
- ▶ Kürzere Kabel möglich

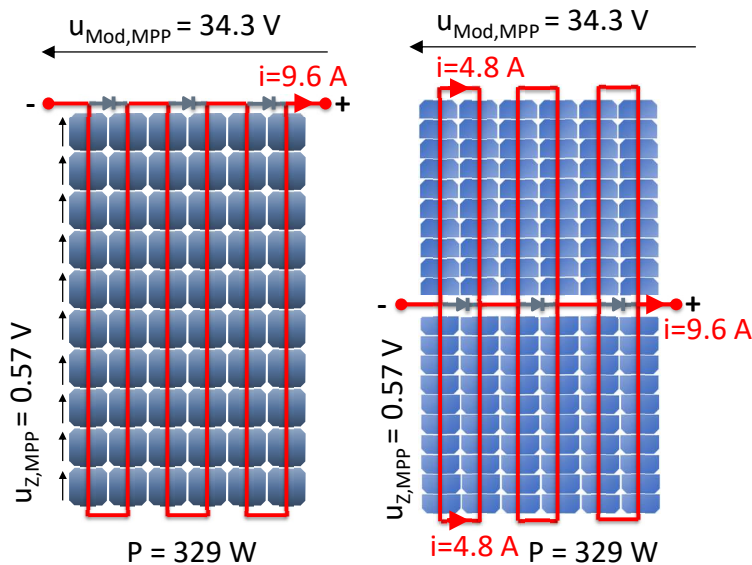
Nachteile

- ▶ Kabel zu kurz für Installation Querformat
- ▶ Vorteil geringerer Verluste insb. bei Starklicht
- ▶ In seltenen Fällen: Höherer Ertragsverlust bei Teilverschattung
- ▶ Halbzelle und bifacial: Position Anschlussdose
- ▶ Bedingt: Position Anschlussdose
- ▶ Bedingt: Ästhetik

BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

7

Vergleich Halbzelle und Vollzelle: Keine Verschattung

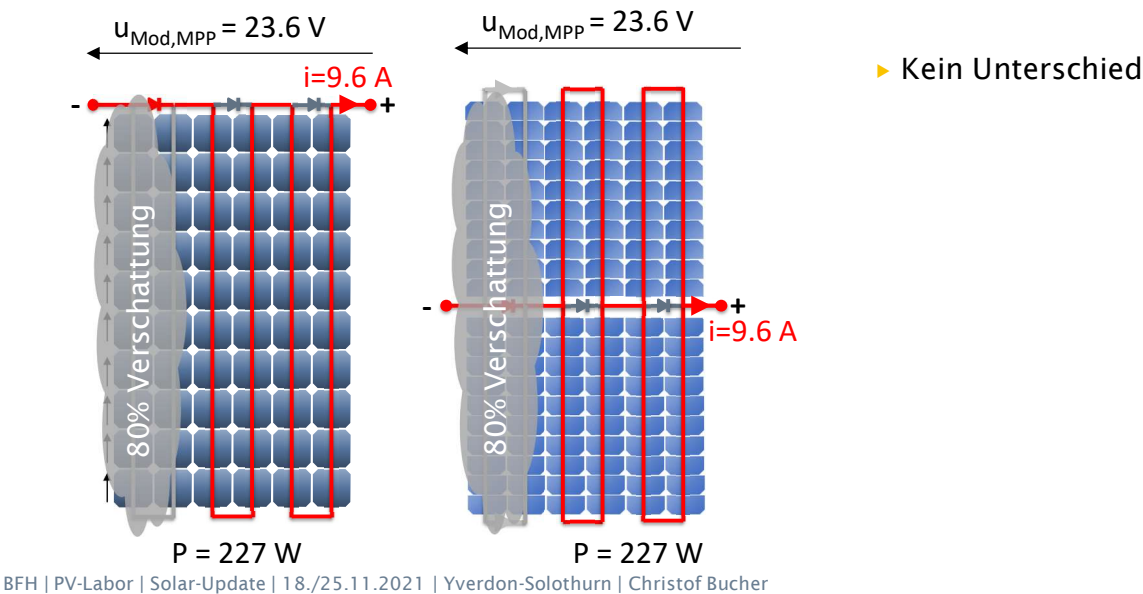


- ▶ Ohne Verschattung: Vergleichbare Leistung

BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

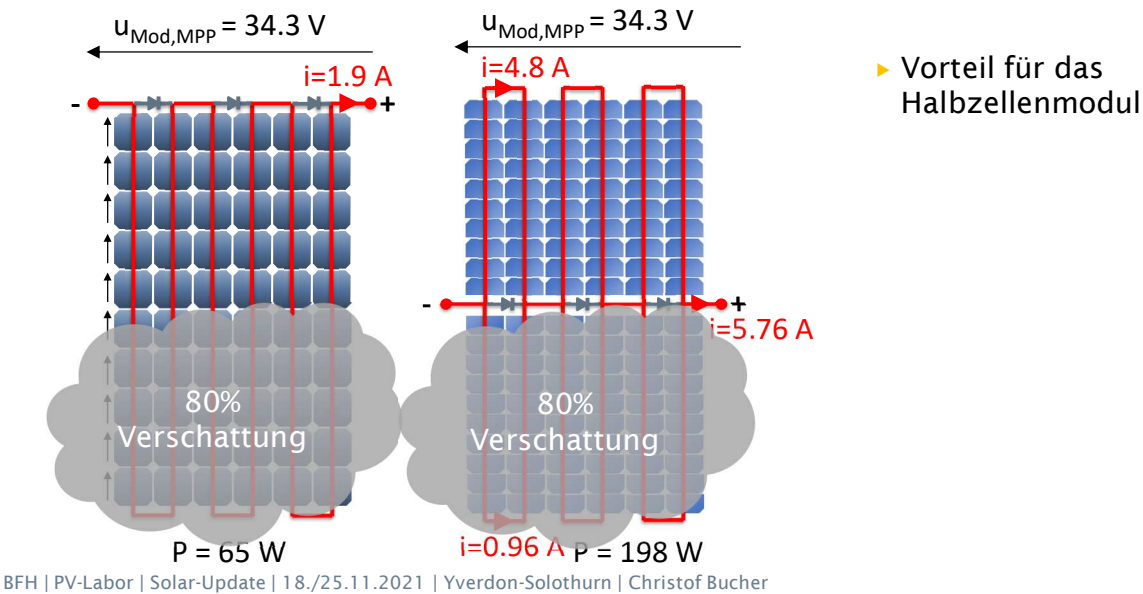
8

Vergleich Halbzelle und Vollzelle: Längsschatten



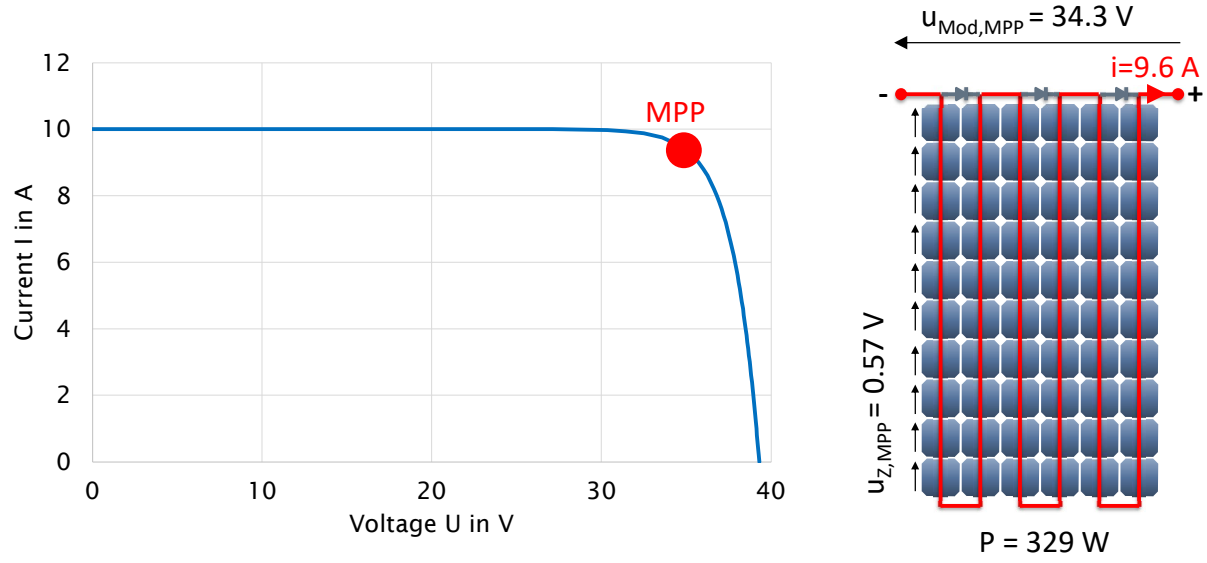
9

Vergleich Halbzelle und Vollzelle: Querschatten

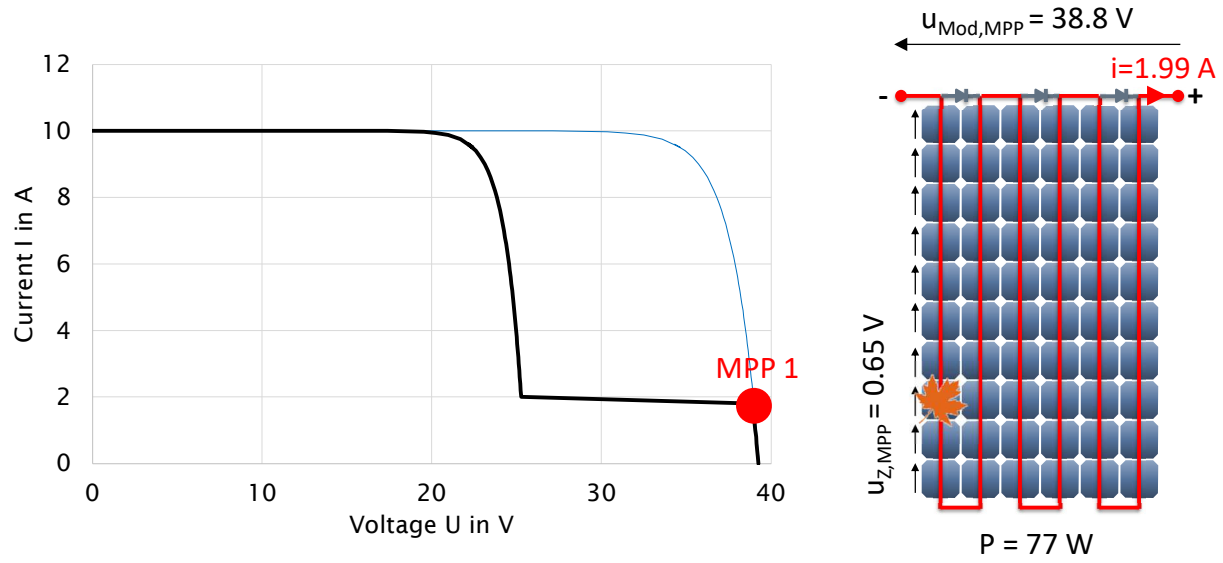


10

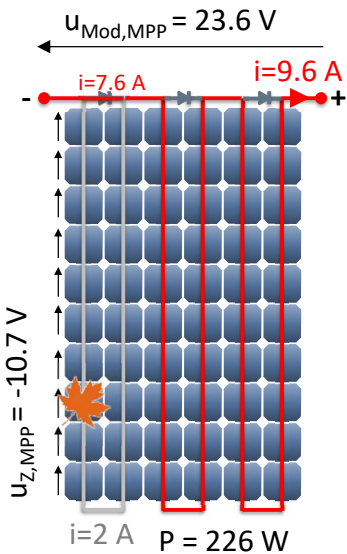
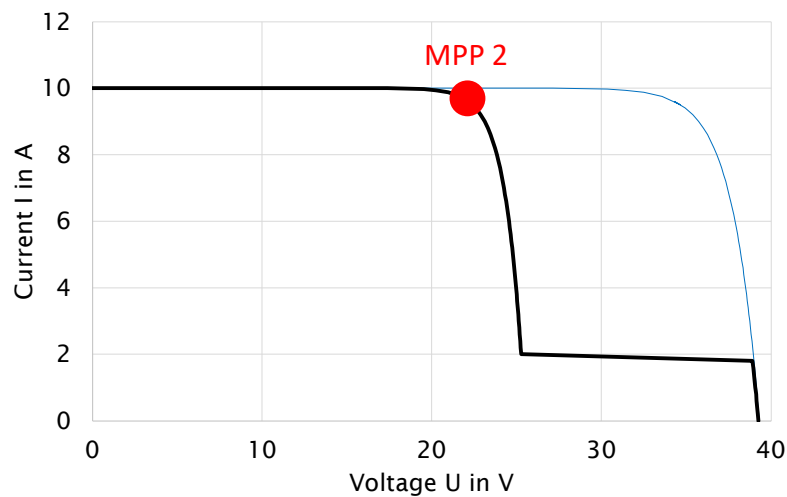
Vollzellenmodul, unverschattet



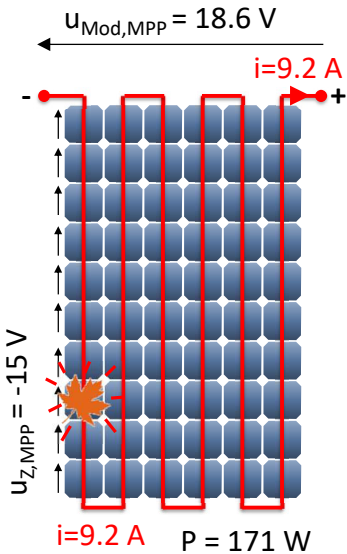
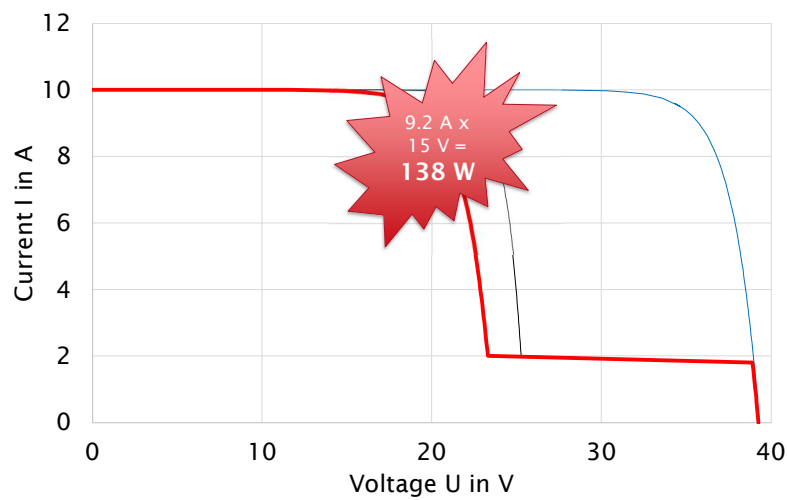
Vollzellenmodul, verschattet (BP leitet nicht)



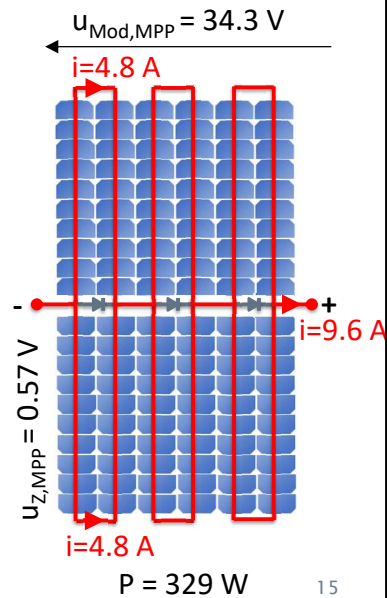
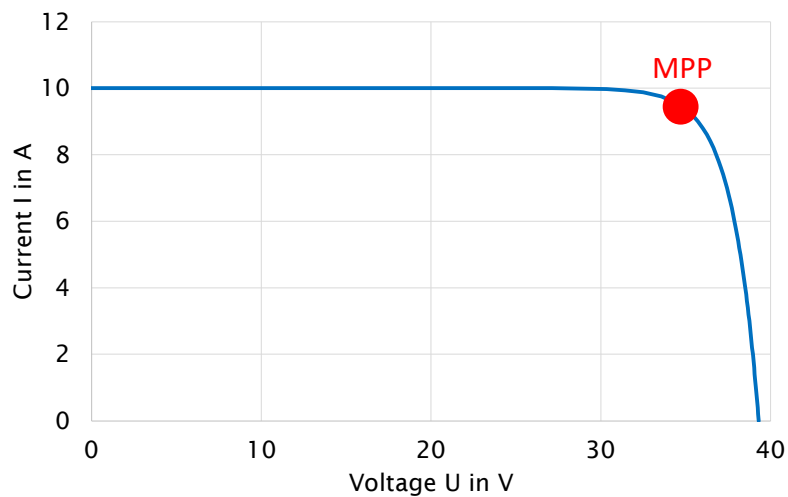
Vollzellenmodul, verschattet (BP leitet)



Vollzellenmodul, verschattet, defekte Bypassdiode



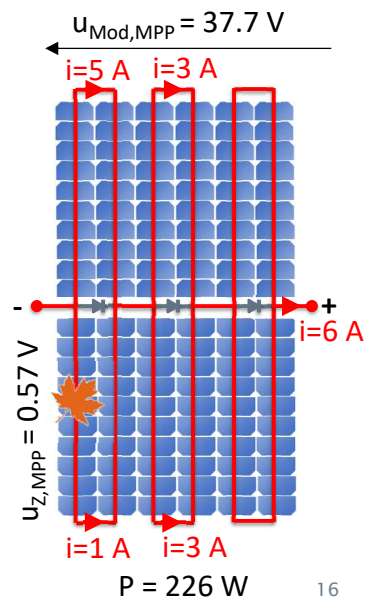
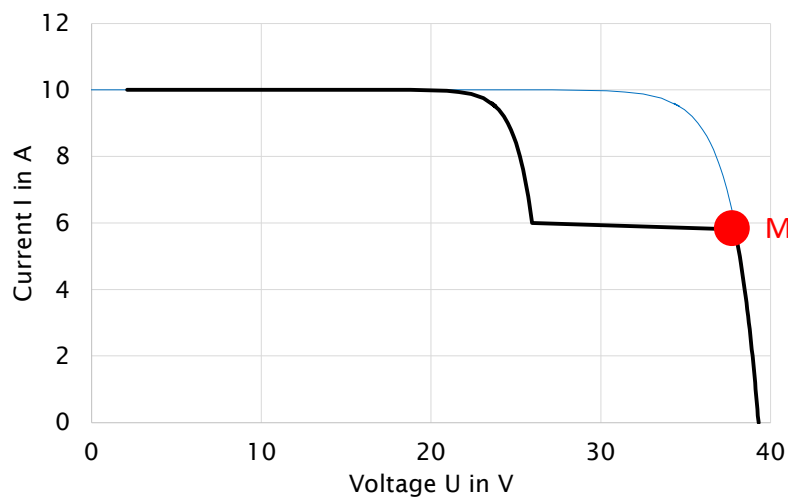
Halbzellenmodul, unverschattet



BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

15

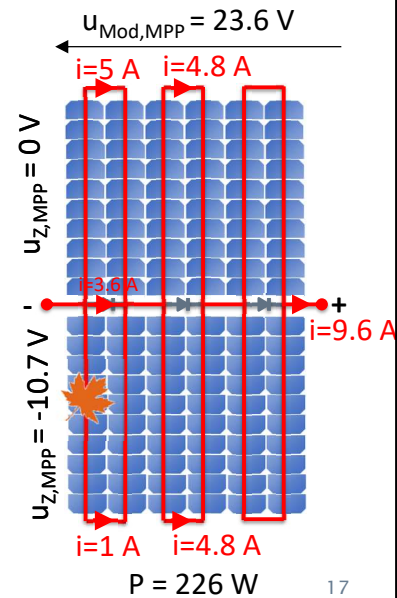
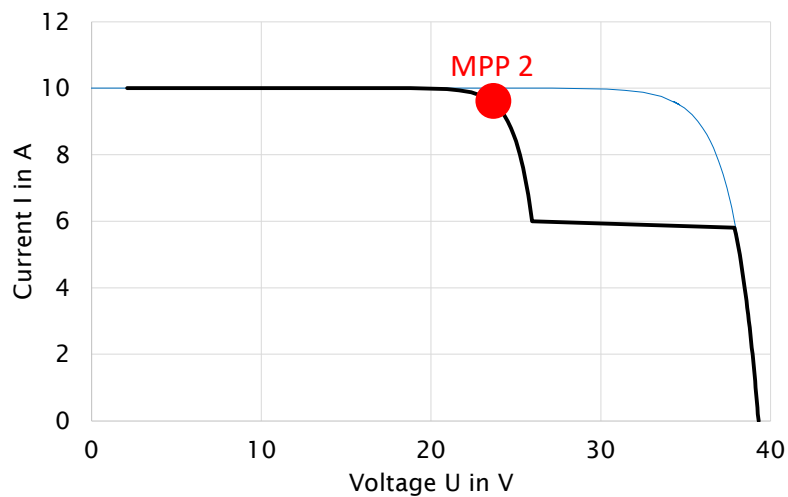
Halbzellenmodul, verschattet (BP leitet nicht)



BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

16

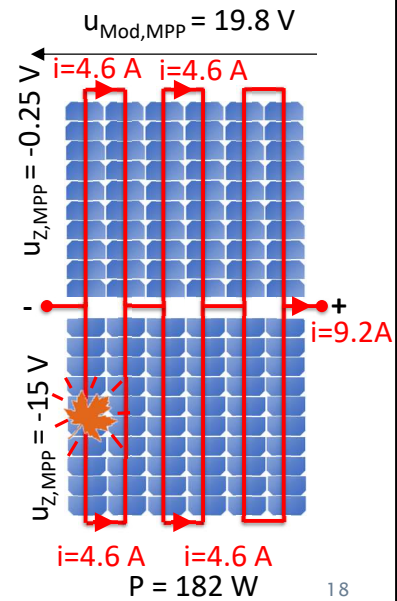
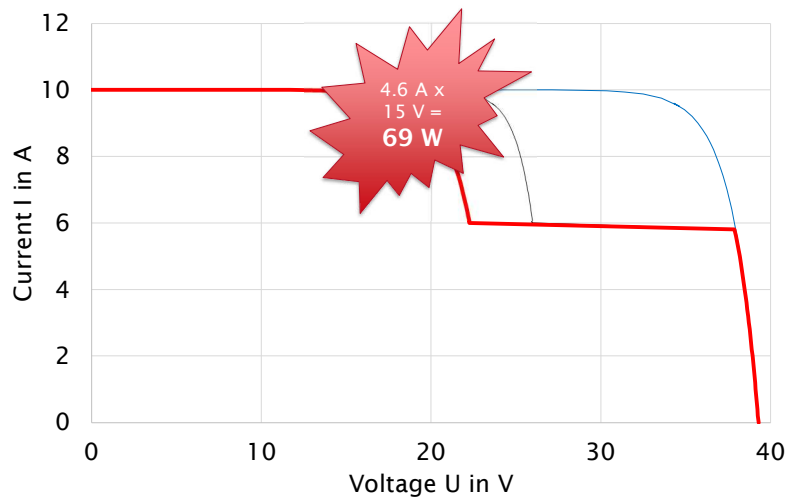
Halbzellenmodul, verschattet (BP leitet)



BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

17

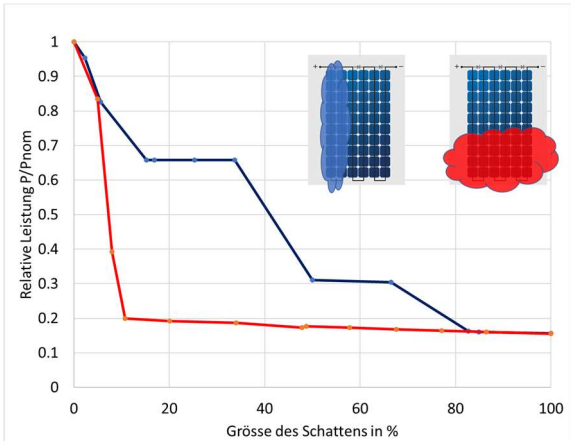
Halbzellenmodul, verschattet, defekte Bypassdiode



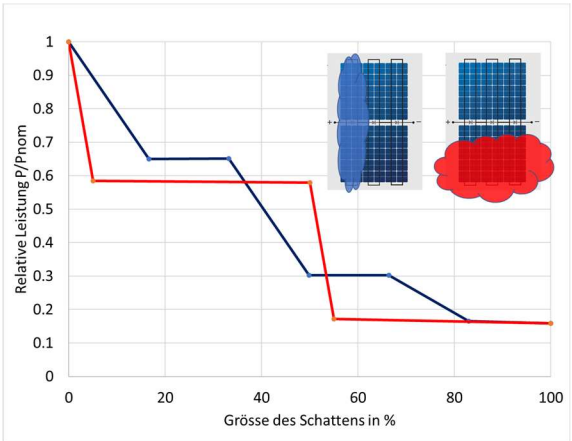
BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

18

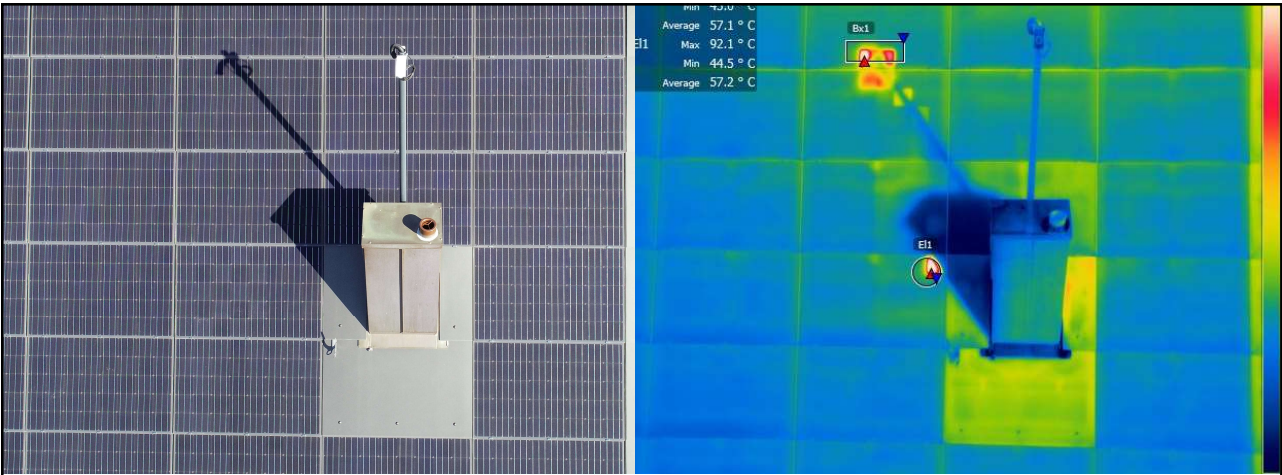
80% Verschattung: Vollzellenmodul vs. Halbzellenmodul



Vollzellenmodul

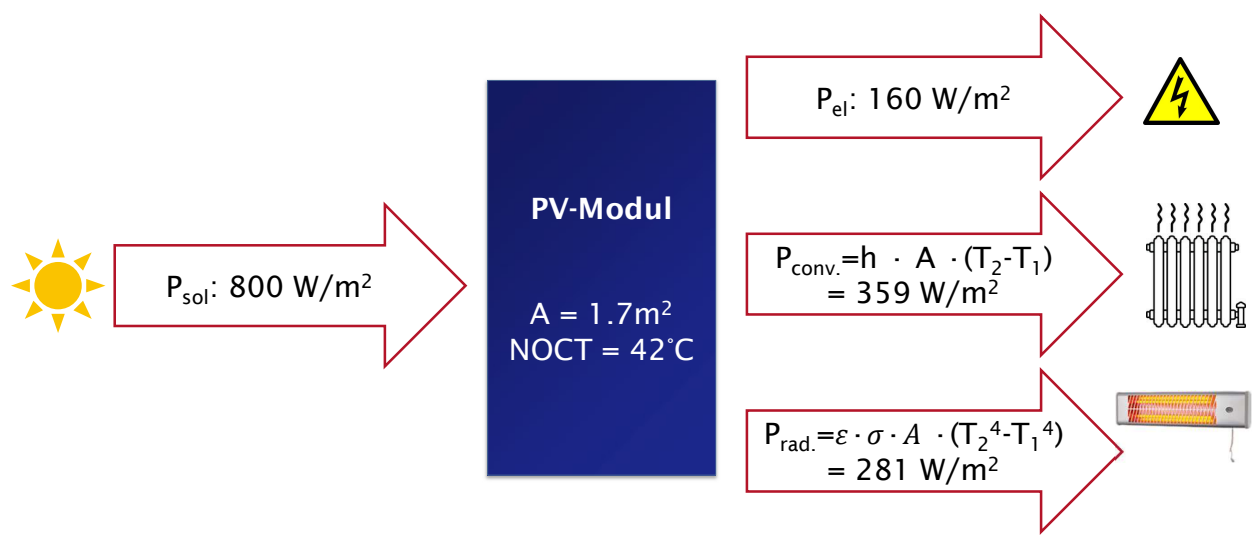


Halbzellenmodul

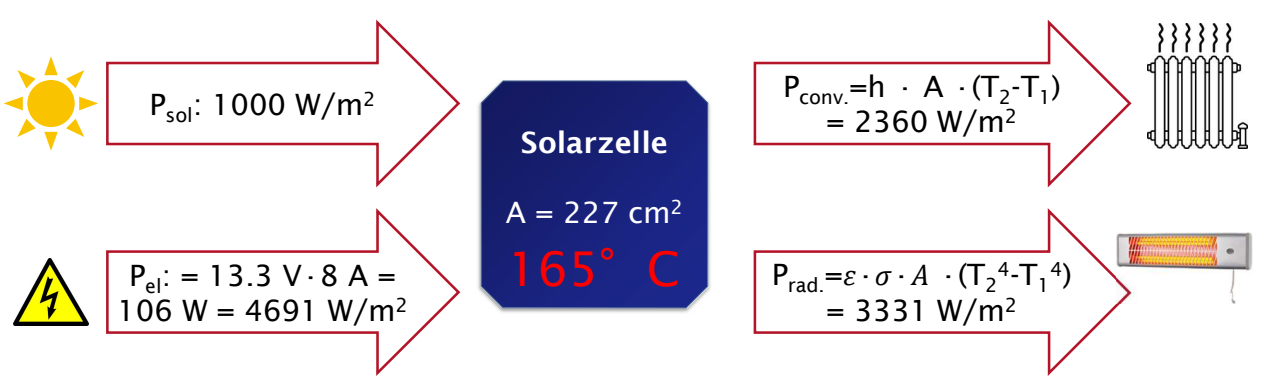


- ▶ Temperaturerhöhung bei Teilverschattungen

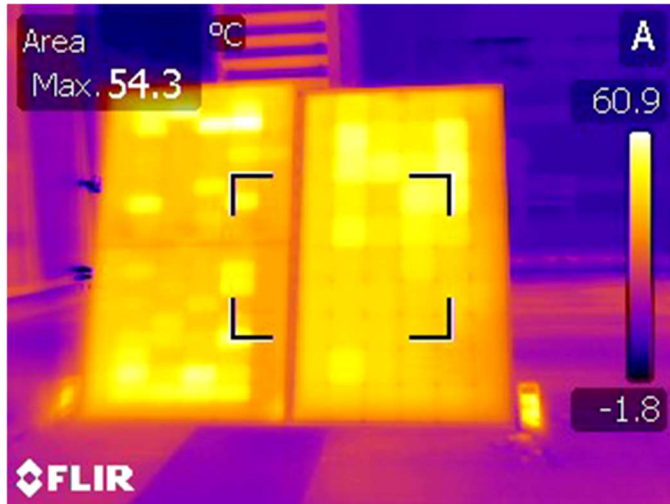
Energiebilanz PV-Modul @ NOCT (800 W/m², 42° C)



Energiebilanz Solarzelle, teilverschattet, 1000 W/m²



PV-Modul im Kurzschluss



1. Modul im Kurzschluss. Spannung aller Zellen ca. 0V. Kurzschlussstrom in allen Zellen.
2. Geringste Unterschiede in den Zellen führen zu einer grossen (pos. oder neg.) Spannungsdifferenz.
3. Bewusste Teilverschattung lässt die verschattete Zelle umpolen.
4. Verpolte Zellen werden heiss. Gemessen: ca. 140° C

BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

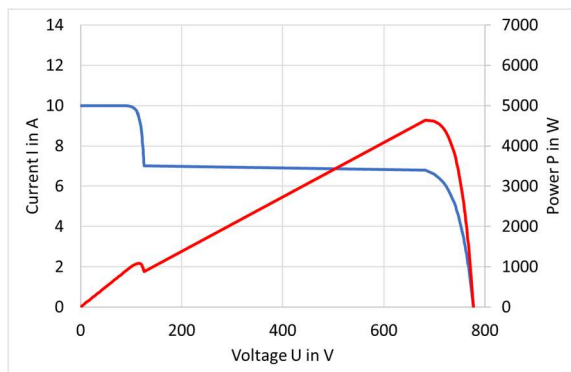
23



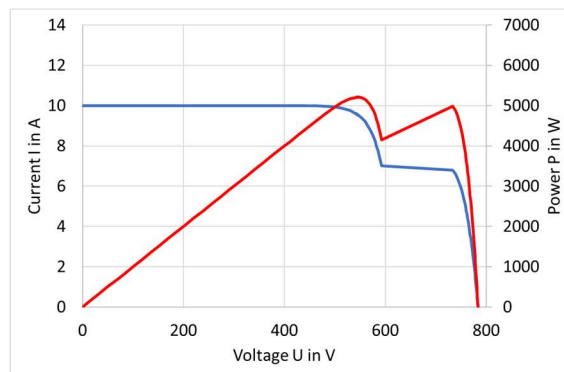
▶ Alte PV-Module mit leistungsstarken neuen PV-Modulen ersetzen

<https://www.solaranlage-ratgeber.de/solarenergie/recycling-von-photovoltaik-und-solarthermiemodulen>

Alte PV-Modulen mit neuen PV-Modulen ersetzen



- ▶ Fall 1: 3 neue Module (10A), 17 alte Module (7A).
- ▶ Kein Problem

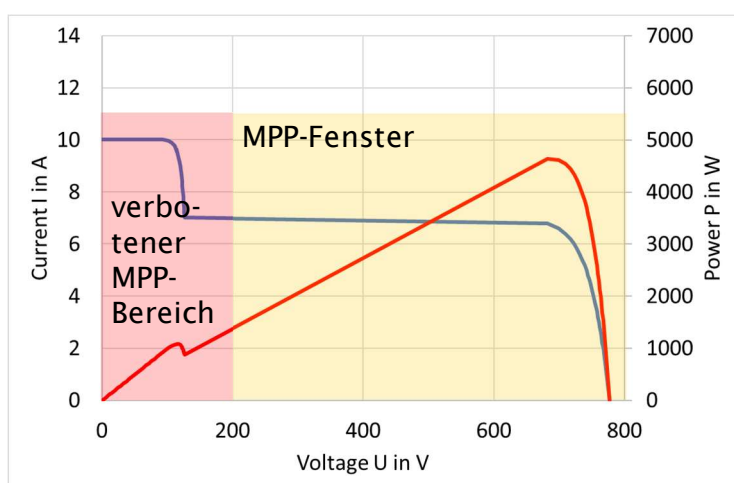


- ▶ Fall 2: 17 neue Module (10A), 3 alte Module (7A).
- ▶ Problem: Alte Module evtl. ständig im Bypass-Betrieb

BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

25

Alte PV-Modulen mit neuen PV-Modulen ersetzen: Fazit



- ▶ Stränge (parallel) sollen die gleiche Spannung haben.
- ▶ Nur so viele stärkere Module in einen Strang (in Serie) schalten, dass die stärkeren Module den Wechselrichter nicht alleine betreiben können.

BFH | PV-Labor | Solar-Update | 18./25.11.2021 | Yverdon-Solothurn | Christof Bucher

26



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

christof.bucher@bfh.ch