

Ertragsverluste durch Spannungsbegrenzung des MPP-Bereichs bei netzgekoppelten PV-Wechselrichtern

Durch eine Verringerung des MPP-Spannungsfensters von PV-Zentralwechselrichtern wird der Wirkungsgrad im Promillebereich erhöht, die übertragbare Leistung gesteigert und der Wechselrichtersystempreis verringert. Voraussetzung dabei ist, dass der optimale Betriebsspannungsbereich des PV-Generators gut mit dem des Wechselrichters übereinstimmt. Somit wird es auch schwieriger, die Anlage optimal auf alle standortabhängigen Bedingungen und Modulvarianten abzustimmen, wodurch Ertragsverluste bis in den Prozentbereich resultieren können.

Anhand der Sekundenmessdaten der 1-MW-PV-Anlage Solardach München-Riem auf der Messe München wurden erstmalig die Ertragsverluste durch ein verringertes MPP-Spannungsfenster betrachtet.

Einfluss auf den Ertragsverlust

Die Kennlinie des monokristallinen Moduls (Siemens Solar M-130L $U_{oc\ Max} = 600\ V$) wird nach dem effektiven Solarzellenmodell von Wagner nachgebildet. Deutlich wird, dass sich die Kurve bei sehr geringen Abweichungen aus dem MPP-Punkt hyperbelförmig verhält. Erst bei einer Abweichung über 3 % unterscheiden sich die Abregelungen an der oberen (U_{mppmax}) oder unteren Spannungsgrenze (U_{mppmin}) deutlich. Bei einer Verschiebung an der unteren Spannungsgrenze wird das Modul bei einer höheren Spannung als der U_{mpp} betrieben. Die Verluste steigen schnell an. An der oberen Spannungsgrenze hat eine Verschiebung zur Folge, dass die Leistung bei einer geringeren Spannung als der U_{mpp} eingespeist wird. Die Verluste sind bei gleicher Abweichung geringer als an der unteren Spannungsgrenze.

Abb. 2 zeigt, dass die Ertragsverluste stark durch die saisonalen Veränderungen der Kennlinie beeinflusst werden. So werden in den Sommermonaten durch die hohen Temperaturen und Einstrahlungen Abschneidungen bei ca. 80 % der Systemleistung an der unteren Spannungsgrenze deutlich, im Winter durch die kalten Temperaturen und geringeren Einstrahlungen hingegen bei 20 % der Systemleistung an der oberen Spannungsgrenze.

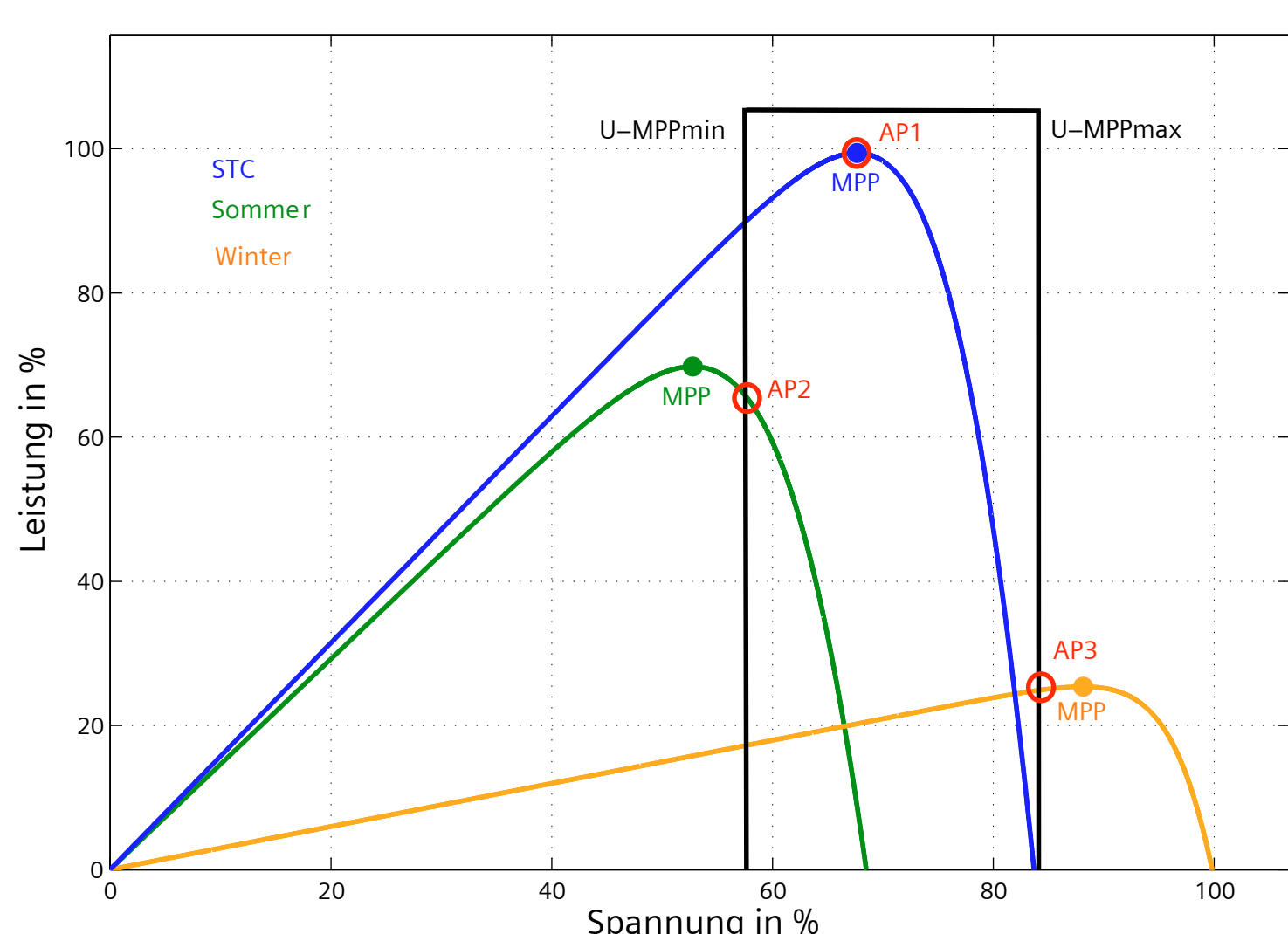


Abb. 2: Verschiebung des Arbeitspunktes auf der P(U)-Kennlinie durch ein reduziertes MPP-Spannungsfenster (schwarzes Rechteck).

Ertragsverluste

Mittels eines Modells wurden die theoretischen Ertragsverluste bei Verschieben der MPP-Spannungsgrenzen berechnet und auf den Monats- bzw. Jahresertrag bezogen.

Abb. 5 zeigt die jeweiligen prozentualen Ertragsverluste monatsweise auf. Die energetisch gewichteten Sekundenmessdaten im Betrachtungszeitraum von 12 Monaten werden in Abb. 4 dargestellt. Je nach rela-

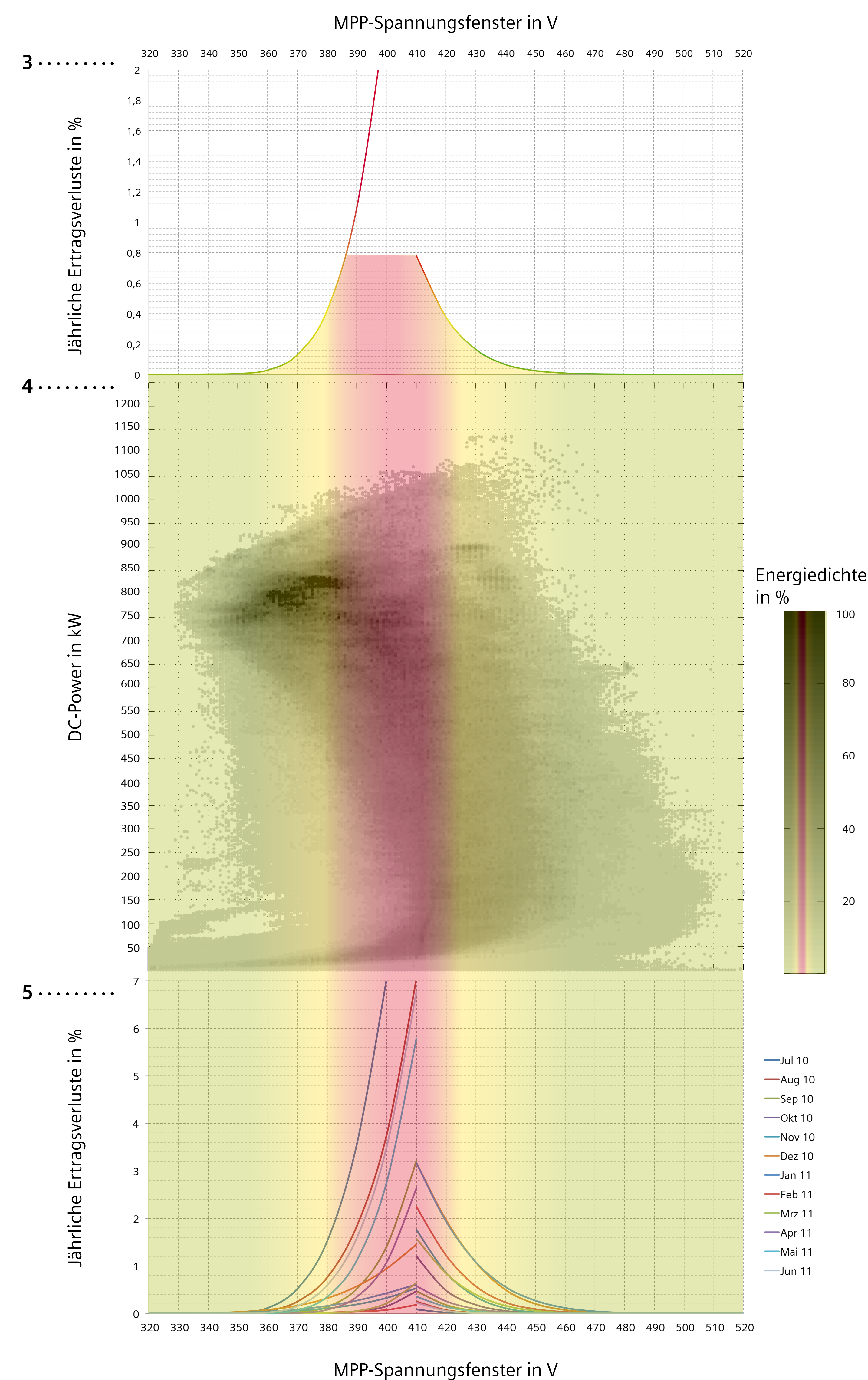


Abb. 3: Prozentuale Jahres-Ertragsverluste bei Eingrenzung des MPP-Spannungsfensters.

Abb. 4: Darstellung der Sekundenmessdaten der Messe München eines Jahres. Die Daten sind in Graustufen gewichtet, relativ zu deren energetischer Häufigkeit. Die relative Normierung ist zweistufig – über die Anzahl übereinanderliegender Messwerte und deren jeweilig energetische Gewichtung (bezogen auf den energetisch höchsten Wert). Werte im farblich markierten Bereich würden durch die Begrenzung des Spannungsfensters nicht mehr im MPP eingespeist.

Abb. 5: Prozentuale monatsweise Ertragsverluste bei Eingrenzung des MPP-Spannungsfensters. In den Sommermonaten treten die Verluste an der unteren Spannungsgrenze auf, in den Wintermonaten hingegen an der oberen Spannungsgrenze.

Kopfbild (Abb. 1): Luftaufnahme der Messe München mit der 1 MW PV-Anlage Solardach München-Riem auf den sechs mittleren Hallendächern (Foto: Messe München).

tem Energieinhalt und Häufigkeit der einzelnen Messpunkte sind die Werte dunkler gefärbt. Der Kernbereich hat fast die Form eines Wirbelwinds. Durch eine Verschiebung der unteren oder oberen Spannungsgrenze werden die Punkte im farblich markierten Bereich zu der neuen Spannungsgrenze hin verschoben. Die Verluste über das komplette Jahr führen zur Abb. 3.

Verschiebt man die untere bzw. obere MPP-Spannungsgrenze wird deutlich, dass die Ertragsverluste lange sehr gering sind. Erst ab einer unteren Spannungsgrenze von 360 V bzw. bei einer oberen Spannungsgrenze von 440 V werden die Verluste nennenswert.

2009 wurde die untere Spannungsgrenze des WR auf der Messe München auf ca. 350 V verschoben. Trotz dieser Einschränkung wurde eine PR von 83 % in diesem Jahr erreicht. Dies lässt sich mit den berechneten, geringen Ertragsverlusten bei dieser unteren Spannungsgrenze von 0,004 % erklären.

Da sich die Nennleistung des WR als Produkt der unteren MPP-Spannungsgrenze und des Nennstroms zusammensetzt, ermöglicht eine Erhöhung der unteren Spannungsgrenze aber auch eine Erhöhung der übertragbaren Leistung des Wechselrichters. Außerdem hat ein höheres Spannungsfenster auch einen höheren Euro-Eta-Wirkungsgrad zur Folge. So wird statt den berechneten Ertragsverlusten sogar noch eine Ertragssteigerung durch eine Einschränkung des MPP-Spannungsfensters erzeugt.

Zusammenfassung

Die Auswertung der 1-MW-Anlage auf der Messe München zeigt, dass die Ertragsverluste durch Verlassen der MPP-Spannungsgrenze lange sehr gering sind. Je nach Abschneidung in den Sommer- oder Wintermonaten werden Ertragsverluste an der unteren oder oberen MPP-Spannungsgrenze deutlich. Ein Spannungsfenster von 380 - 420 V hat lediglich einen Ertragsverlust von 1 % zur Folge.

Eine Begrenzung des unteren Spannungsfensters um bis zu 17 % erzeugt nur theoretische Ertragsverluste von 1 % im betrachteten 12-Monatszeitraum. Wird jetzt aber ein 17 % größerer Wechselrichter verwendet, sind höhere Betriebswirkungsgrade sowie deutlich geringere Leistungsbegrenzungen vorhanden, so dass statt Ertragsverlusten sogar Ertragssteigerungen im Prozentbereich auftreten.

⁽¹⁾ Siemens AG, I IA CE SE BD-PV, Würzburger Str. 121, D-90766 Fürth, Tel.: +49 (0)911 750-2717, bodo.giesler@siemens.com

⁽²⁾ Hochschule München, Fakultät für Elektrotechnik, Labor für Solartechnik, Arbeitsgruppe PV-Systeme, Lothstr. 64, D-80335 München

⁽³⁾ DGS Landesverband Berlin Brandenburg e.V., Wrangelstr. 100, D-10997 Berlin, www.dgs-berlin.de