



Bilder: BKW

Wie gut sind PV-Wechselrichter eingestellt?

Smart-Meter-Daten ermöglichen die Analyse der Blindleistungsregelung von Wechselrichtern

**Lukas Sollberger,
Philippe Rothermann**

Damit das Verteilnetz der BKW auch in Zukunft sicher und stabil betrieben werden kann, ist für neue PV-Anlagen eine spannungsabhängige Blindleistungsregelung, auch Q(U)-Regelung genannt, vorgeschrieben. Diese Regelung stabilisiert die Netzspannung, indem der Wechselrichter den Blindleistungsfluss abhängig von der Spannung am Netzanschlusspunkt einstellt. Je

nach Richtung der Blindleistung (induktiv oder kapazitiv) erhöht oder senkt sich die Spannung am Anschlusspunkt der PV-Anlagen.

Die Kennlinie der Q(U)-Regelung wird von der BKW als Verteilnetzbetreiberin in ihrem Versorgungsgebiet vorgeschrieben und durch den Installateur oder die Installateurin im Wechselrichter eingestellt. Dabei muss

IN
KÜRZE



beachtet werden, ob die Leistungsflüsse aus Sicht des Wechselrichters oder aus Netzsicht betrachtet werden. Diese Betrachtungsweise hängt von den Konventionen der einzelnen Wechselrichterhersteller ab und führt in der Praxis manchmal zu Verwirrung.

Erfahrungsgemäss wird die Kennlinie oft strikt gemäss BKW-Vorgaben eingestellt, ohne die unterschiedlichen Vorzeichenkonventionen der jeweiligen Wechselrichterhersteller zu beachten. Dadurch kann es vorkommen, dass die so invertierte Regelkennlinie der Wechselrichter die Spannung am Anschluss fälschlicherweise zusätzlich erhöht, statt sie zu senken. Es kommt auch vor, dass die Regelkennlinie am Wechselrichter bei der Installation gar nicht erst aktiviert wird.

Methodik

Um zu überprüfen, ob bei Wechselrichtern die Q(U)-Regelung gemäss den BKW-Vorgaben implementiert wurde, wurden Smart-Meter-Daten ausgewertet, bei denen in den letzten zwei Wochen eine Rückspeisung von über 1 kW während mehr als 4 Stunden aufgetreten ist. Die gemessenen Wirk- und Blindleistungen wurden dabei pro Smart Meter in ein kartesisches Koordinatensystem übertragen. Die Einstellung der Q(U)-Regelung wurde basierend auf der Steigung der Regressionsgerade durch die Wirk- und Blindleistungsmesswerte beurteilt. Es werden drei Fälle unterschieden:

- Korrekte Q(U)-Regelung: Bei einem richtig eingestellten Q(U)-Regler bezieht der Wechselrichter mit zunehmender Spannung induktive Blindleistung. Dies ist der Fall, wenn die Datenpunkte von P und Q einer PV-Anlage mehrheitlich im 2. Quadranten liegen (Bild 1). Die Regressionsgerade durch die Punktwolke hat hier eine negative Steigung.
- Keine Q(U)-Regelung: Sind die Punkte um die horizontale Nulllinie gestreut, speist der Wechselrichter nur Wirkleistung ins Netz, während der Blindleistungsfluss minimal ist. Die Regressionsgerade hat dabei eine Steigung von näherungsweise 0. Die Q(U)-Regelung ist in diesem Fall nicht eingestellt.

- Falsche Q(U)-Regelung: Wenn die Punkte hingen im 3. Quadranten liegen, speist der Wechselrichter kapazitive Blindleistung ins Netz, was die Spannung erhöht. Es resultiert eine Regressionsgerade mit einer positiven Steigung. Der Wechselrichter ist falsch eingestellt. Ausnahme: Das Verhalten wäre nur dann korrekt, wenn die Spannung am Anschluss der PV-Anlagen effektiv zu tief ist. Dieser Fall wurde in der Praxis aber noch nie beobachtet und gilt als selten. Dieser Umstand wird deshalb im Weiteren vernachlässigt.

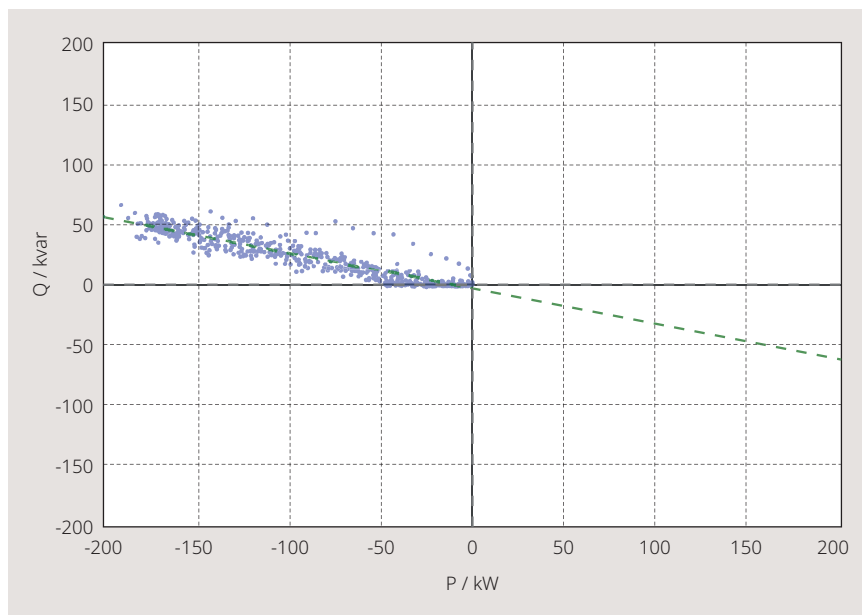


Bild 1 Beispielhafte Darstellung der Wirk- und Blindleistungsmessung einer PV-Anlage mit korrekter Q(U)-Regelung.

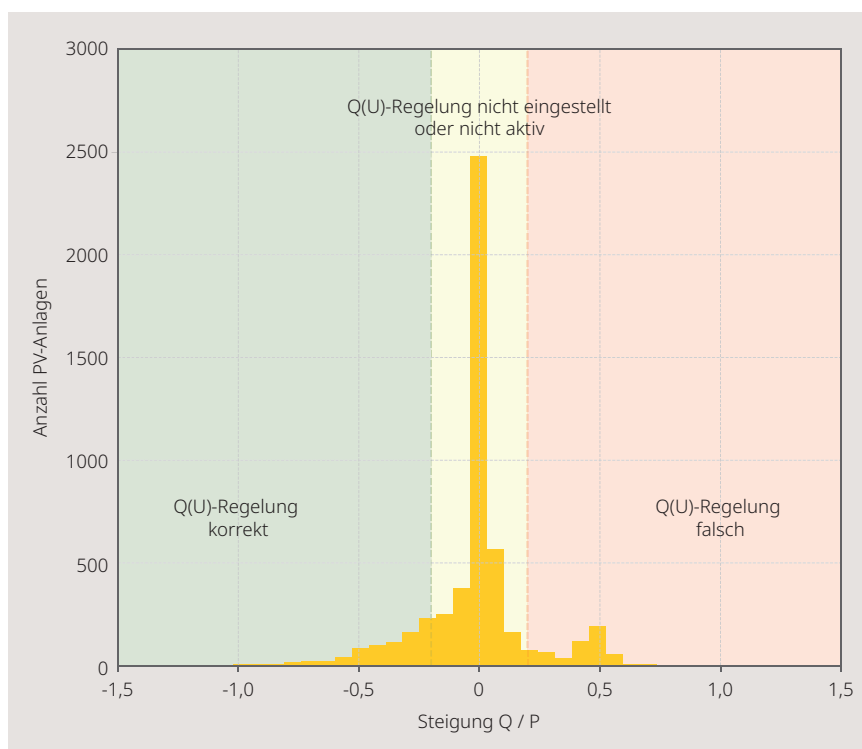


Bild 2 Verteilung der Steigung Q(P) von allen PV-Anlagen mit Q(U)-Regelung.

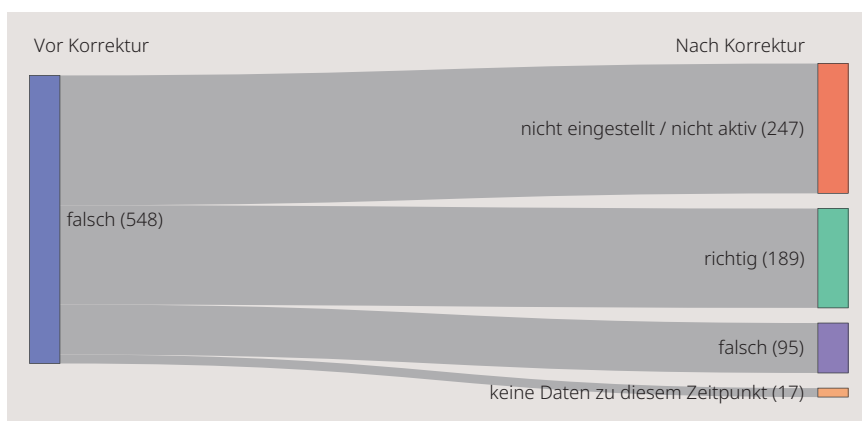


Bild 3 Q(U)-Regelung vor und nach der Briefkampagne.

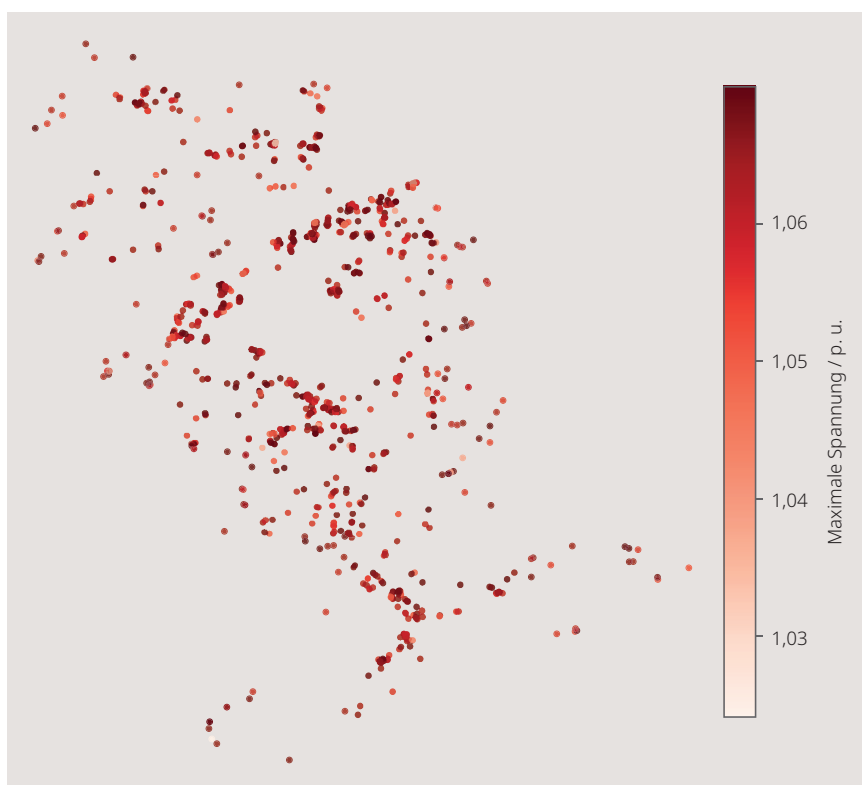


Bild 4 Verteilung der maximalen Spannungen, berechnet aus dem maximalen gemessenen Blindleistungswert mittels der Umkehrfunktion $U(Q)$. (Berechnung auf Basis der Daten vom April 2026).

Ergebnisse

Die beschriebene Methodik wurde sequenziell auf alle Smart-Meter-Daten von PV-Anlagen angewendet. Bild 2 zeigt die resultierende Verteilung der Steigungen von den Regressionsgeraden durch die Wirk- und Blindleistungsmesspunkte. Dabei wurden nur die Messdaten von Anlagen berücksichtigt, die gemäss Vorgabe auch eine Q(U)-Regelung aufweisen müssen.

Über 2000 Anlagen weisen eine Steigung von ungefähr 0 auf. Bei diesen wird vom Wechselrichter weder Blindleistung bezogen noch eingespeist – die Regelung ist entweder nicht aktiviert oder die Spannung bewegt sich konstant innerhalb des Tot-

bands ($\pm 3\%$), weshalb die Q(U)-Regelung nie aktiv wird. Als Annahme wurde eine Steigung von 0,2 definiert, ab welcher die Anlagen als falsch eingestellt betrachtet werden. Anlagen mit einer Steigung von unter $-0,2$ werden als korrekt eingestellt angenommen.

Die Analyse nach der beschriebenen Methodik zeigt, dass Stand November 2025 bei 548 Anlagen die Q(U)-Regelung falsch eingestellt war. Bei 3941 arbeitete die Q(U)-Regelung nicht. Nach aktuellem Stand der Daten kann nicht unterschieden werden, welche davon nicht eingestellt sind und welche nicht aktiv sind, weil die Spannung nie in den Regelbereich ansteigt.

Die geografische Betrachtung der PV-Anlagen bezüglich Q(U)-Einstellung zeigt, dass im gesamten Netzgebiet der BKW Anlagen mit falsch eingestellter Q(U)-Regelung vorhanden sind.

Als Massnahme hat die BKW alle Kundinnen und Kunden mit falsch eingestelltem Wechselrichter per Brief aufgefordert, die Einstellung des Wechselrichters durch einen Fachpartner überprüfen und korrigieren zu lassen. Der Vergleich der Q(U)-Einstellungen vor und nach dieser Briefkampagne zeigt, dass 189 Anlagen korrigiert wurden, 95 immer noch falsch sind und bei 247 Anlagen die Regelung nicht aktiv ist, weil die Spannung nie in den Regelbereich ansteigt (Bild 3). Daher lässt sich von dieser Gruppe nicht sagen, welche der Anlagen korrigiert wurden und welche nicht.

Monitoring

Für einen besseren Überblick über die Einstellqualität der Wechselrichter wurde bei der BKW ein internes Monitoring aufgebaut. Dabei werden wöchentlich alle notwendigen Smart-Meter-Daten aus der Datenbank abgerufen, um die Einstellung der Q(U)-Regelung von allen relevanten Anschlüssen zu beurteilen. Das Monitoring bietet eine Übersicht über die Einstellqualität im gesamten Netz sowie die Möglichkeit, die Wirk- und Blindleistungsflüsse von einzelnen Hausanschlüssen im Detail zu betrachten.

Spannungsabschätzung mittels Blindleistung

Die maximale Spannung an einem Anschluss erlaubt es, Rückschlüsse über den Netzzustand zu

résumé

Autoren

Lukas Sollberger ist Elektroingenieur Netzbetrieb bei BKW.

> BKW Energie AG, 3072 Ostermündigen

> lukas.sollberger@bkw.ch

Philippe Rothermann ist Leiter Netzbetrieb Planung & Engineering bei der BKW.

> philippe.rothmann@bkw.ch

Dans quelle mesure les onduleurs PV sont-ils correctement réglés?

Les données des compteurs intelligents permettent d'analyser la régulation de la puissance réactive des onduleurs

En se basant sur les données des smart meters, BKW a vérifié de manière systématique si la régulation Q(U) des onduleurs des installations photovoltaïques (PV) avait été correctement mise en œuvre. L'analyse montre qu'une part significative est incorrectement paramétrée ou inactive. Cela s'explique notamment par le fait que la courbe caractéristique est souvent réglée strictement selon les spécifications de BKW, sans tenir compte des différentes conventions de signe propres aux fabricants d'onduleurs. Il peut donc arriver que la courbe caractéristique de régulation des onduleurs soit inversée et qu'elle augmente ainsi la tension au niveau du raccordement au lieu de la réduire.

Afin de remédier à ce problème, BKW a envoyé un courrier à tous les clients dont l'onduleur était incorrectement paramétré, les invitant à faire vérifier et corriger le réglage par un partenaire spécia-

lisé. La comparaison des réglages Q(U) avant et après cette campagne montre que 189 installations ont été corrigées, que 95 sont toujours mal réglées et que, pour 247 installations, la régulation est inactive car la tension n'atteint jamais la plage de régulation. Il est donc impossible de déterminer, parmi ces dernières, quelles installations ont été corrigées et lesquelles ne l'ont pas été.

Afin de disposer d'une meilleure vue d'ensemble de la qualité des réglages des onduleurs sur la totalité du réseau, BKW a mis en place un monitoring interne. Chaque semaine, toutes les données nécessaires des compteurs intelligents sont extraites de la base de données afin d'évaluer le réglage de la régulation Q(U) des raccordements concernés. Ce monitoring permet en outre d'examiner en détail les flux de puissance active et réactive des différents raccordements domestiques.



Partner werden und profitieren

 electrosuisse.ch/partner

 electro
suisse