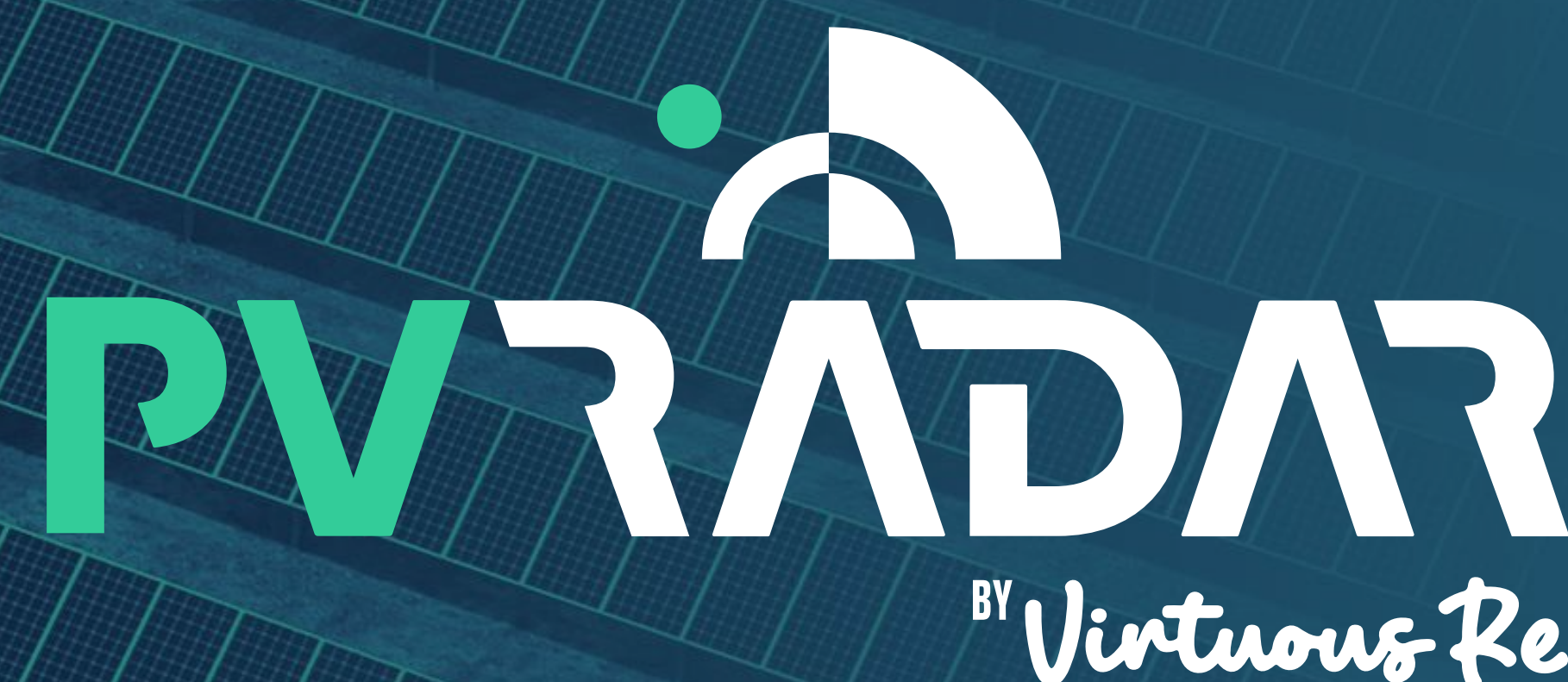


Techno-Ökonomische Bewertung des Repowering von bestehenden Photovoltaik-Anlagen in Deutschland

Thore Müller, Konstantin Pogorelov, Franco Clandestino

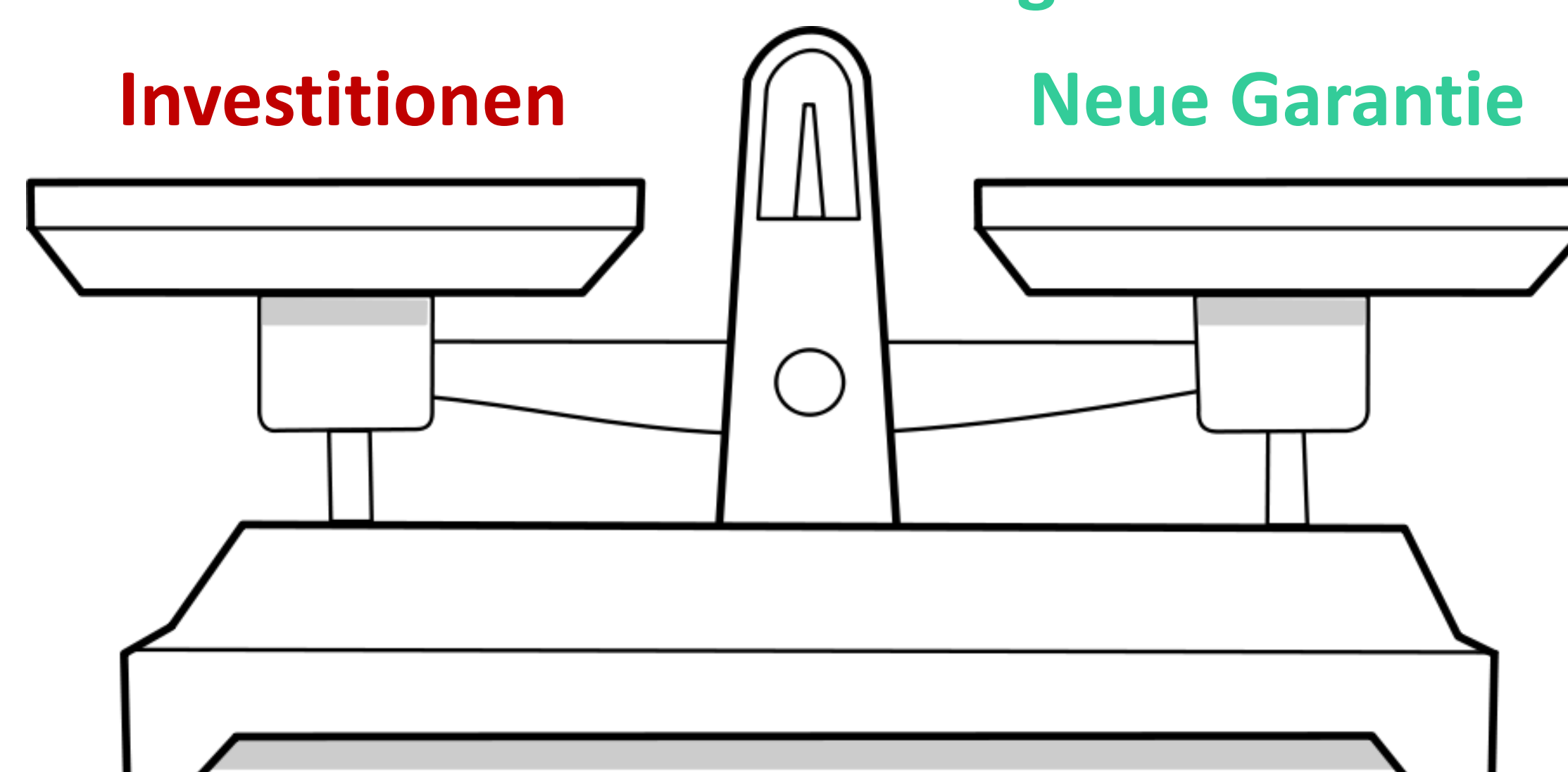


Warum “Repowering”?

Unter Repowering von PV-Kraftwerken versteht man die Aufrüstung oder den Austausch einiger oder aller Komponenten eines bestehenden Photovoltaik-Kraftwerks: Solarmodule, (Teile von) Wechselrichtern, Verkabelung oder auch das Hinzufügen von Energiespeicherlösungen wie Batterien beinhalten.

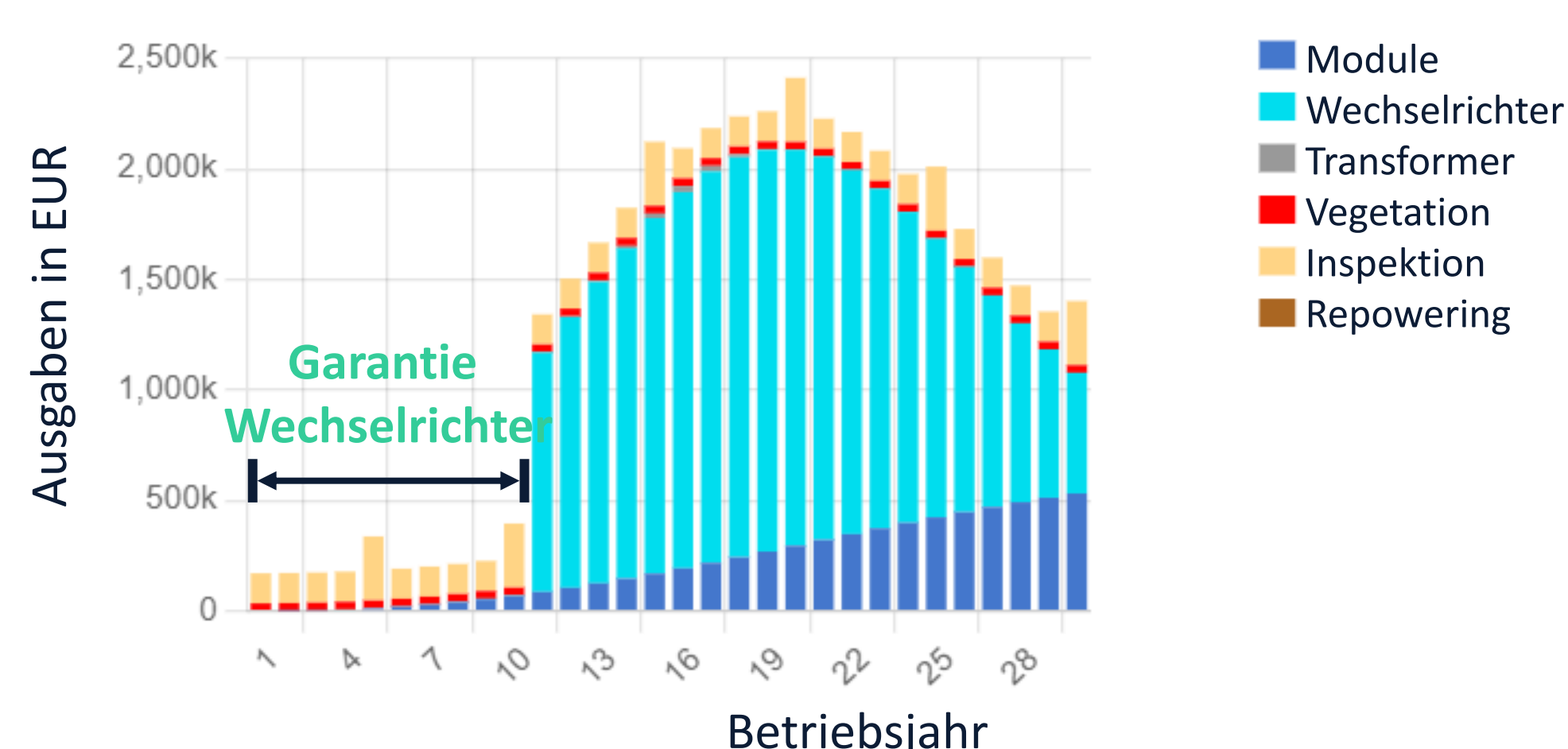
Richtig eingesetzt, kann Repowering die Effizienz steigern, die Energieausbeute verbessern, Wartungskosten reduzieren oder die Lebensdauer verlängern.

Weniger Ersatzteile Zusätzliche Erträge
Reduzierte Wartungskosten
Längere Lebensdauer

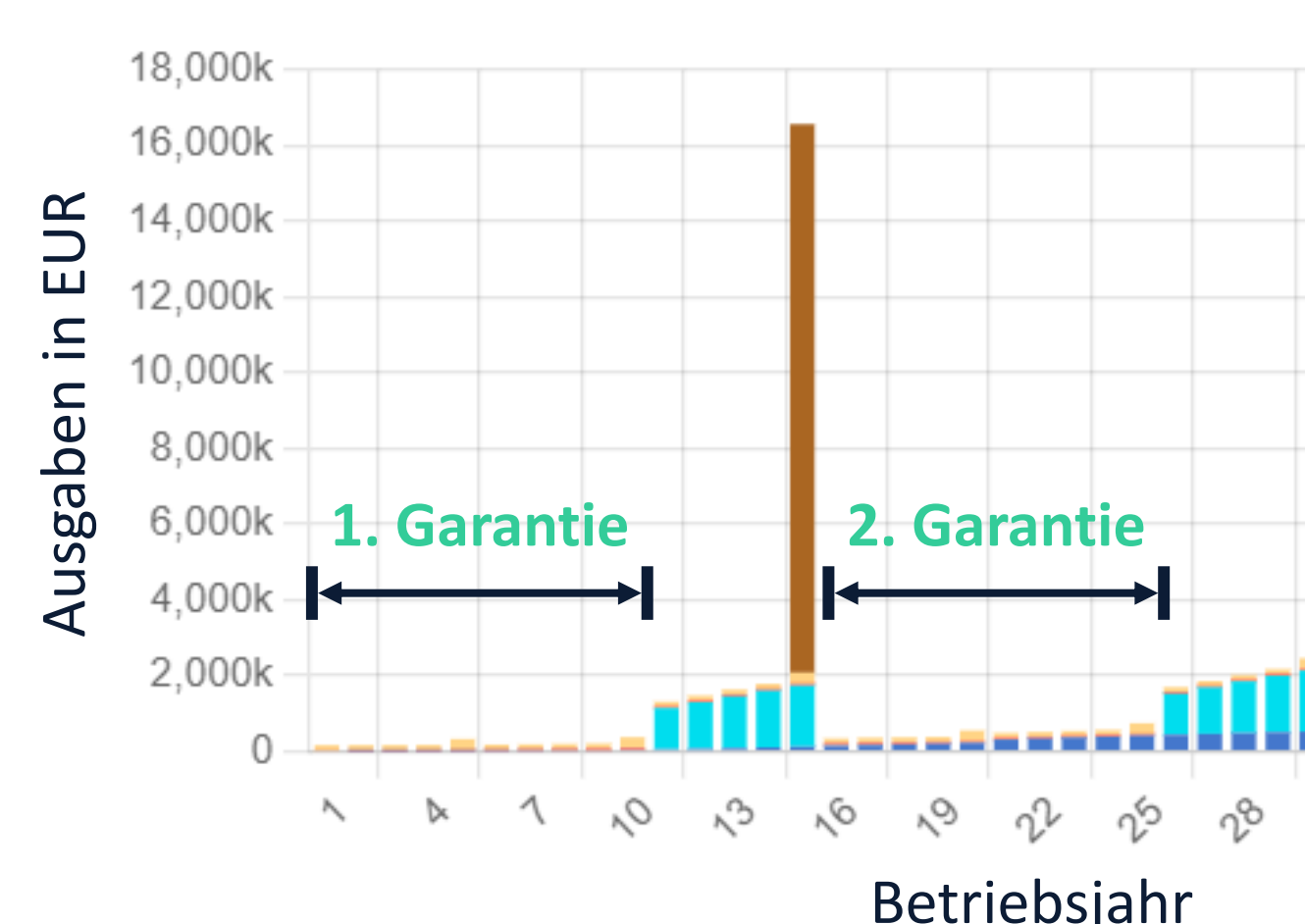


Eine Frage der Wirtschaftlichkeit

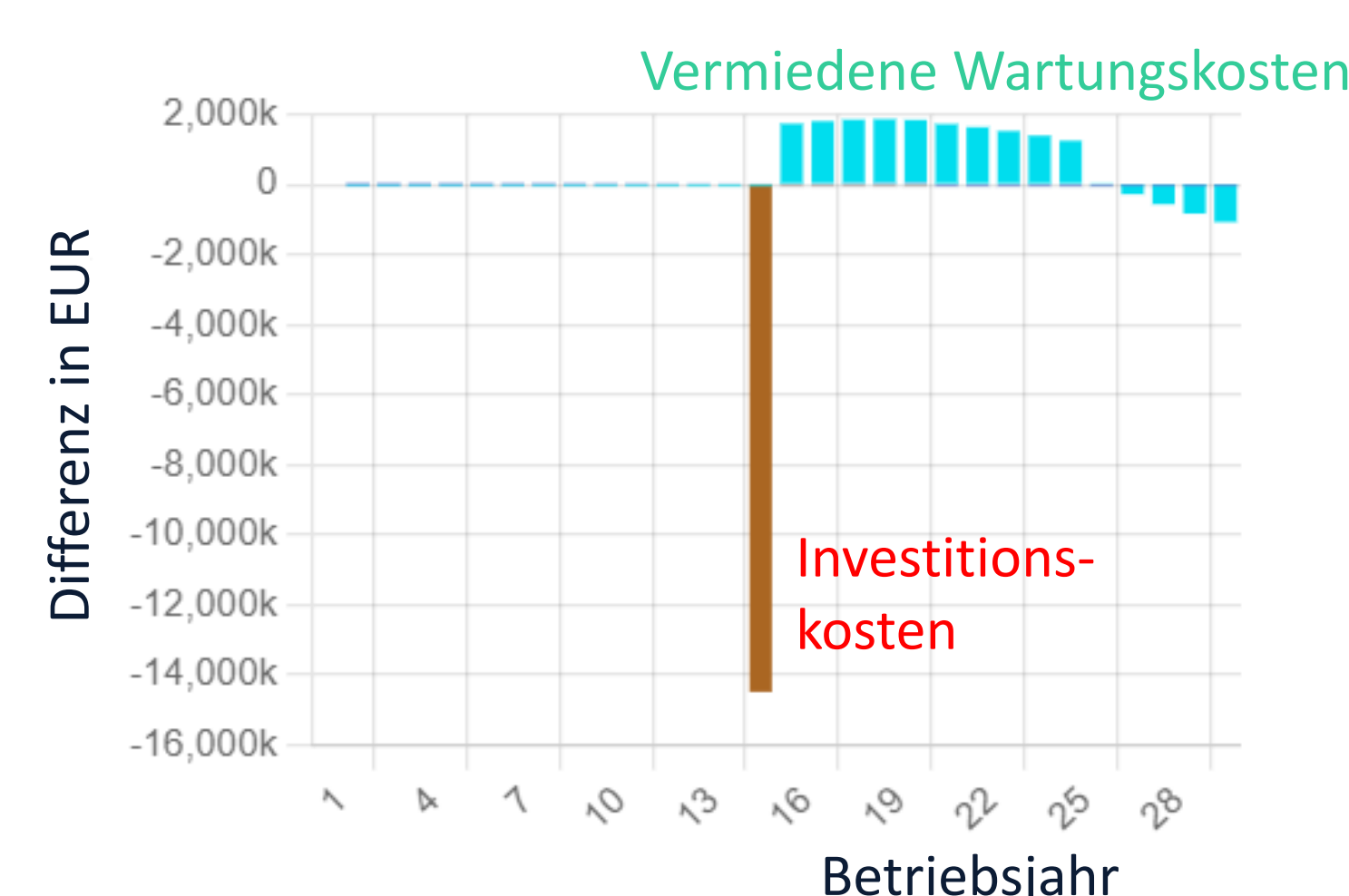
Schritt 1: Abschätzen der Lebensdauerkosten ohne Repowering.



Schritt 2: Abschätzen der Lebensdauerkosten mit Repowering

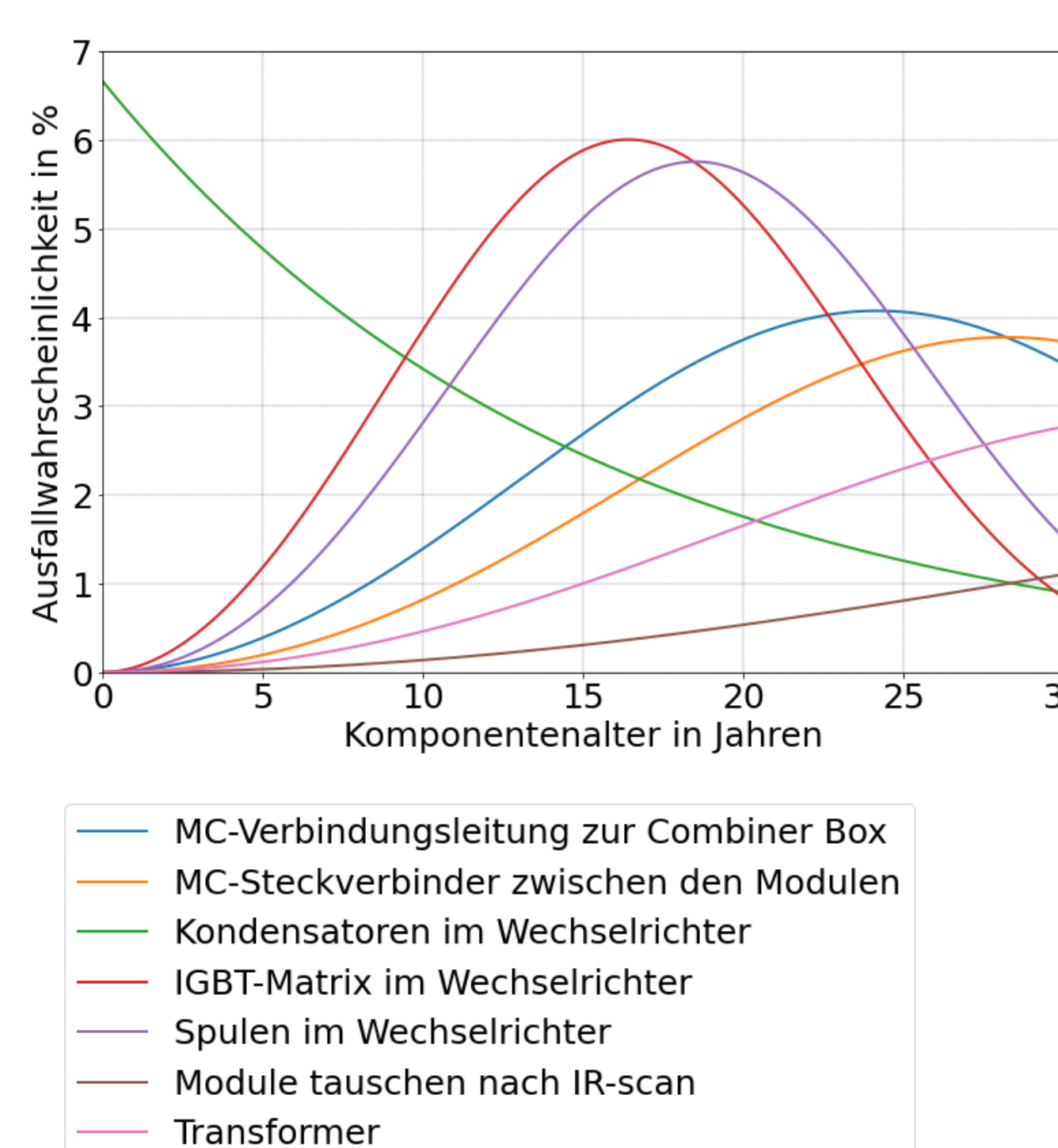


Schritt 3: Differenzieller Cashflow als Grundlage einer faktenbasierten Entscheidung.



Statistische Analyse

- Der Betrieb eines Solarkraftwerks bedarf Ausgaben für vorbeugende und korrektive Wartung (Reparaturen).
- Fällt eine Komponente aus, muss sie ersetzt oder repariert werden. Bis dies geschieht wird weniger Energie erzeugt. Für die Reparatur oder den Austausch fallen Lohn- und Materialkosten, bzw. Service-kosten an.
- In den ersten Betriebsjahren werden einige Komponenten bzw. Fehlermoden von Herstellergarantien abgedeckt. Normalerweise häufen sich die Ausfälle aber erst danach.
- Durch den Austausch von Wechselrichtern und Modulen durch neuere, leistungsfähigere und langlebigere Geräte können diese Kosten reduziert und die Abhängigkeit von verfügbaren Ersatzteilen reduziert werden.

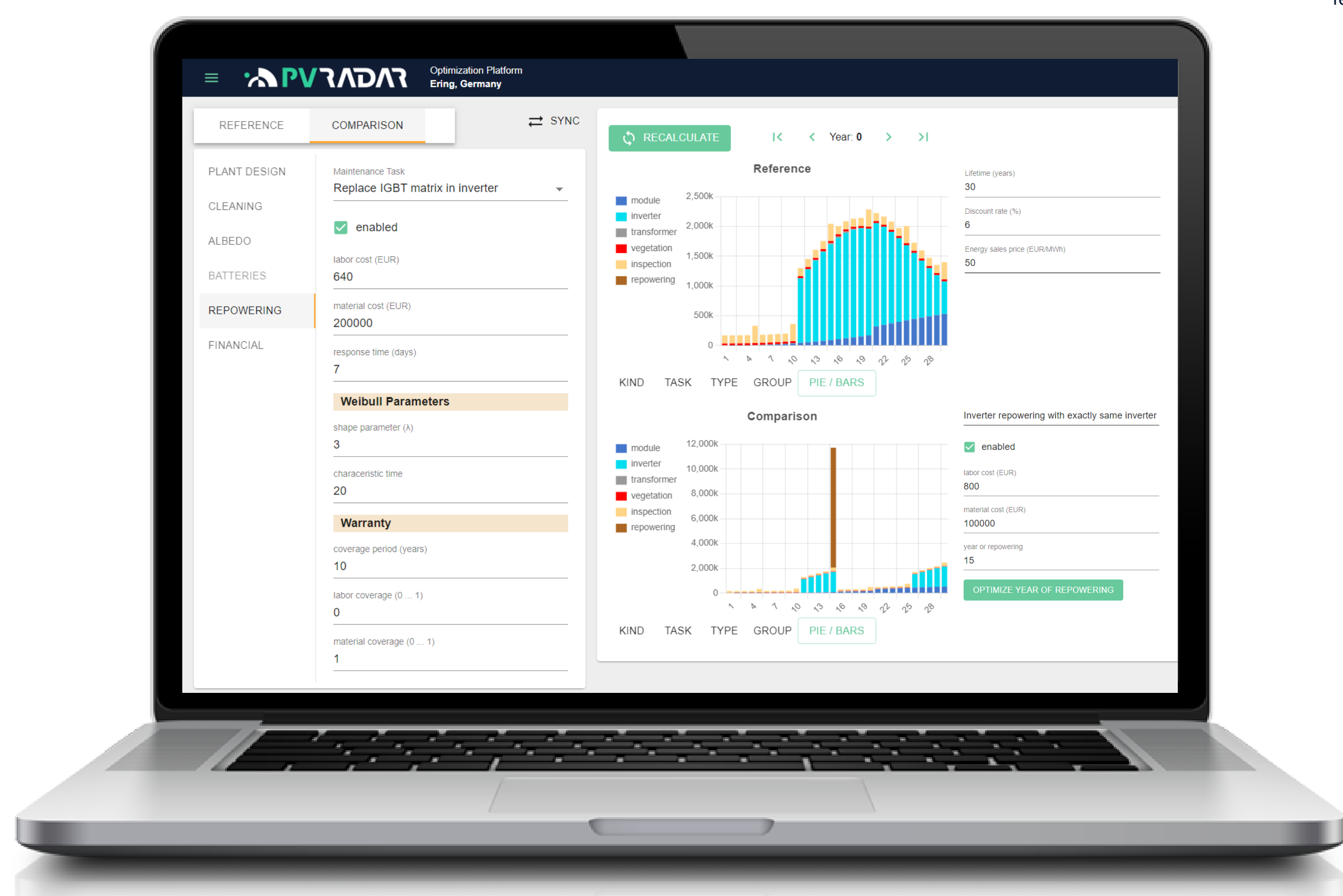


[1] Klise, G. T., Lavrova, O., & Gooding, R. (2018). SANDIA REPORT: PV System Component Fault and Failure Compilation and Analysis (SAND2018-1743).
[2] Walker, A., Lockhart, E., Desai, J., Ardani, K., Klise, G., Lavrova, O., Tansy, T., Deot, J., Fox, B., Pochiraju, A., Walker, A., Lockhart, E., Desai, J., Ardani, K., Klise, G., Lavrova, O., Tansy, T., Deot, J., Fox, B., & Pochiraju, A. (2020). Model of Operation-and-Maintenance Costs for Photovoltaic Systems, Technical Report NREL/TP-5C00-74840. Nrel, June.

Weibull-Verteilung

$$f(x; k; \lambda) = \frac{k}{\lambda^k} x^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k\right)$$

- Der Form-Parameter k bestimmt die Form der Verteilungskurve. Bei Fehlermoden mit $k < 1$ spricht man von sogenannten „Kinderkrankheiten“. Für $k > 1$ hängt nimmt die Ausfallwahrscheinlichkeit mit dem Alter zu.
- Skalenparameter λ bestimmt die Lage der Kurve auf der x-Achse. Er wird auch als die charakteristische Lebensdauer bezeichnet und entspricht der Zeit nach welcher 63.2% der Komponenten ausgefallen sind.
- Sowohl Form- als auch Skalenparameter sind abhängig von der Art der Komponenten, der Fehlermode und der Umgebung (und damit des Standorts des Kraftwerks)



PVRADAR Repowering App: Von der Eingabe der Kraftwerksparemeter bis zum detaillierten Ergebnis in wenigen Klicks.

Ganzheitliche Optimierung

Zur Beantwortung von technischen Fragen im wirtschaftlichen Kontext eines Solarkraftwerks bedarf es integrierte Modelle zur detaillierten Berechnung aller Erträge, Verluste, Einnahmen und Kosten. So wird es möglich Portfolios schnell nach Optimierungspotenzialen zu durchsuchen.

- Welchen Mehrwert hätte der Austausch alter Wechselrichter durch effizientere, neue Geräte?
- Wie lange kann (sollte) mit der Reparatur oder dem Austausch von Komponenten gewartet werden um Synergien auszunutzen?
- Welches Risiko ergibt sich aus verzögerten Lieferungen?
- Wie viele Ersatzteile sollten im Lager vorrätig sein?
- Welchen Wert hat eine Garantieverlängerung?