

Größer und besser: Sind neuere Windparks besser als ältere?

geschrieben von Andreas Demmig | 31. August 2025

Wattclarity Australien

Einleitung durch den Übersetzer

Hier bin ich auf eine Ausarbeitung aus Australien gestoßen, die das Thema Kapazität von Windkraftanlagen behandelt. „Kapazität“ kann man mit Nennleistung übersetzen. Nach dieser Kenngröße richten sich die Anschlüsse der Infrastruktur (Kabel, Trafos usw.) mit dem die Windräder an das Stromnetz angeschlossen werden. [Das diese Infrastruktur oft sehr teuer und aufwendig ist und von den „erneuerbare Energien“ Befürwortern gerne unterschlagen wird, ist hier nicht das Thema].

Wichtiger für den Verbraucher ist die Frage: „Wieviel Strom liefern die Windkraftanlagen tatsächlich?“. Wird von interessierten Journalisten und Investoren immer am liebsten die „Kapazität, ... damit können XY Haushalte versorgt werden“ propagiert, so ist es die tatsächlich abgegebene (eigentlich beim Verbraucher ankommende) Energie, die einzige wichtige Kenngröße, hier mit Kapazitätsfaktor bezeichnet. Beispiel: Eine 1MW Turbine liefert im Durchschnitt des Jahres 30% ihrer Nennleistung, also kann man mit 300 kW rechnen.

Darüber hinaus, wird davon ausgegangen, dass neue, vor allem größere Windräder einen höheren Kapazitätsfaktor realisieren. Dieses ist das Thema von Dan Lee.

Wattclarity, Dan Lee, 9. November 2023

Aktuelle Diskussionen und langfristige Modellierungen gehen davon aus, dass die Kapazitätsfaktoren von Windparks steigen. Dieser Optimismus ist vor allem auf technologische Verbesserungen zurückzuführen, die theoretisch die Effizienz steigern sollten, wie etwa verbesserte Rotorblattkonstruktionen, höhere Nabenhöhen und ausgefeilte Modellierungstechniken für Standortwahl und -planung. Eine aktuelle Studie geht davon aus, dass diese „größeren und besseren“ Fortschritte die Effizienz um bis zu 25 Prozent steigern werden .

Da Windenergie seit fast zwei Jahrzehnten Teil des Energieerzeugungsmix des NEM ist, wollte ich wissen, ob dies in der Vergangenheit auch der Fall war und welche zugrunde liegenden Aspekte dies beeinflussten.

[Der National Electricity Market NEM deckt etwa 80 % des australischen Stromverbrauchs ab, ist das größte zusammenhängende Stromnetz der Welt und

wird vom Australian Energy Market Operator (AEMO) betrieben.]

Erwartungen an Verbesserungen

Regelmäßige Leser kennen vielleicht meine früheren Bemühungen, zu zeigen, warum der Kapazitätsfaktor eine zunehmend zu stark vereinfachte und überdiskutierte Kennzahl ist. Obwohl ich fest davon überzeugt bin, dass dies immer noch der Fall ist, ist der Kapazitätsfaktor dennoch zu einer wichtigen Eingangsgröße für umfangreiche Arbeiten geworden – wie beispielsweise den GenCost-Bericht der CSIRO und den Integrated System Plan der AEMO. Diese Berichte sind einflussreich und prägen das Verständnis vieler Menschen für die zukünftige Entwicklung der Branche.

[Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation CSIRO ist die staatliche Behörde Australiens für wissenschaftliche und industrielle Forschung.]

[Australischer Energiemarktbetreiber AEMO, kontrolliert und betrieben durch die australische Regierung, Ministerium für Klimawandel, Energie, Umwelt und Wasser]

Diese langfristigen Modelle berücksichtigen gelegentlich die Entwicklung der Kapazitätsfaktoren im Laufe der Zeit. Insbesondere für die Windkraftanlagen gehen einige davon aus, dass diese in den kommenden Jahrzehnten deutlich ansteigen werden.

So versucht beispielsweise der jährliche GenCost-Bericht der CSIRO, die Stromgestehungskosten (LCOE) für jede Erzeugungsart zu berechnen – eine weitere Kennzahl, die wir bereits als ähnlich beliebt, aber begrenzt besprochen haben. In der Ausgabe 2019–20 dieses Berichts ging die CSIRO von einem erheblichen Anstieg des durchschnittlichen Kapazitätsfaktors von Windparks in Australien gegenüber dem heutigen Niveau aus. Sie modellierte hierfür einen durchschnittlichen Kapazitätsfaktor von 44,4 % für Onshore und 54,2 % für Offshore im Jahr 2050. Seitdem ist die CSIRO dazu übergegangen, LCOE-Schätzungen für eine breitere Palette von Szenarien bereitzustellen. In ihrem jüngsten Bericht für 2022–23 geht die „niedrige LCOE-Annahme“ (d. h. das beste Szenario) von einem Kapazitätsfaktor von 48 % für Onshore und 61 % für Offshore im Jahr 2050 aus, während die „hohe Annahme“ von Kapazitätsfaktoren ausgeht, die viel näher am aktuellen Niveau liegen.

Paul hat kürzlich einige Hintergrundinformationen zu diesen Annahmen gegeben. Wie immer kommentierte der erfahrene Marktanalyst Allan O’Neil den Artikel umgehend und lieferte nützliche Einblicke in die Grenzen und Komplexitäten der Vorhersage des Kapazitätsfaktors. Ein spezieller Kommentar von Allan regte mich jedoch dazu an, über die Entwicklung der Windkraftanlagen nachzudenken:

„Die bestehende Flotte ist über 20 Jahre alt (und die zugrunde liegenden Konstruktionsparameter sind sogar noch älter), daher erwarten wir natürlich nicht, dass diese Flotte die Leistung von

Neubauten erreicht, nicht einmal annähernd. Die heutigen Elektroautos sind wahrscheinlich deutlich leistungsfähiger als alles, was man vor fünf oder sogar drei Jahren kaufen konnte.“

Was die Daten sagen

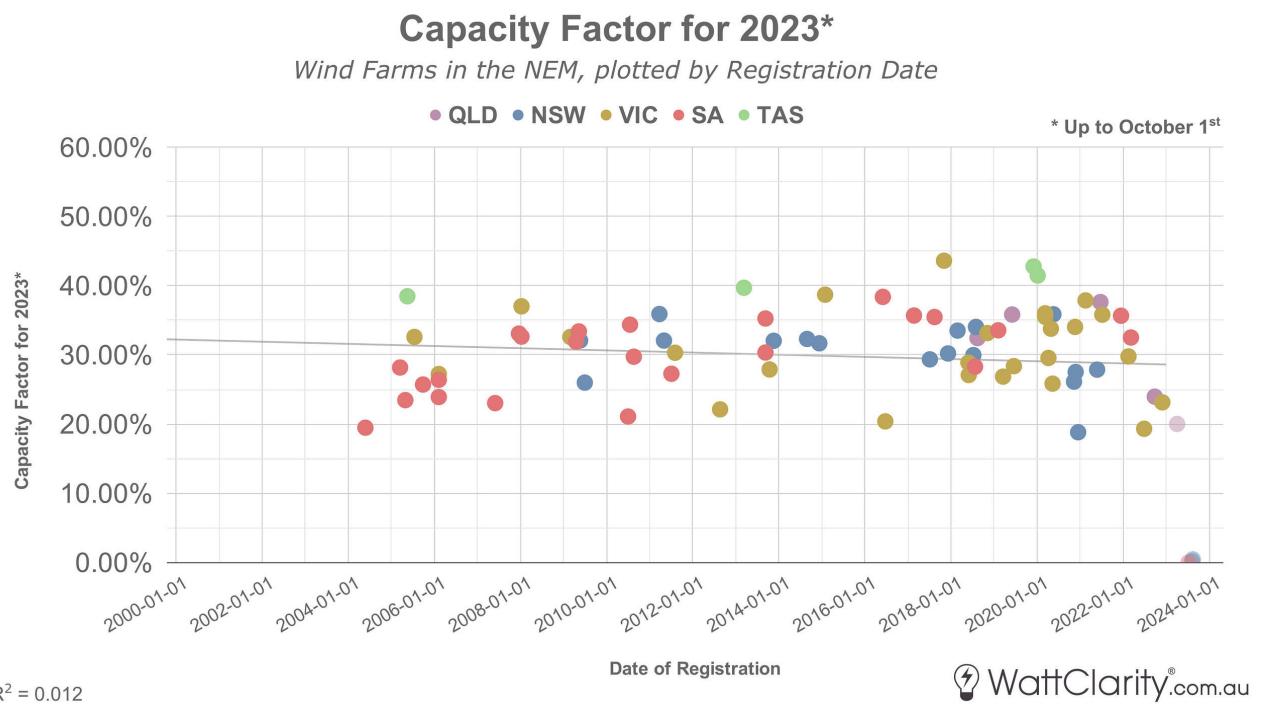
Um zu testen, ob wir auf dem Weg zur Effizienzsteigerung sind, wollte ich untersuchen, wie sich die Kapazitätsfaktoren für Windparks im NEM in den letzten zwei Jahrzehnten entwickelt haben.

In der Animation unten habe ich den jährlichen durchschnittlichen Kapazitätsfaktor jeder dieser Einheiten ab 2006 schrittweise grafisch dargestellt. Wenn mehr Einheiten angeschlossen werden, sollten Sie in der Lage sein, die Faktoren neuer Projekte mit denen bestehender Projekte zu vergleichen.

Hinweis: Kapazitätsfaktoren werden pro Einheit dargestellt. Es sind nur Einheiten mit einer maximalen Kapazität von 30 MW oder mehr enthalten.

Obwohl es einzelne Jahre gibt, in denen die Kapazitätsfaktoren nach oben oder sogar nach unten tendierten, scheint es keinen durchgängigen Trend zu geben, dass neuere Windparks eine höhere Auslastung aufweisen als die in den Vorjahren (oder sogar in den Jahrzehnten zuvor) gebauten.

Südaustralien scheint die einzige Ausnahme zu sein, obwohl die zugrunde liegende Ursache ohne umfassendere Untersuchung unklar bleibt. Man könnte argumentieren, dass in anderen Regionen die Kapazitätsfaktoren für neuere Windkraftprojekte mit der Zeit sogar leicht abnehmen könnten.



Es gibt keine schlüssigen Beweise dafür, dass neuere Windkraftprojekte

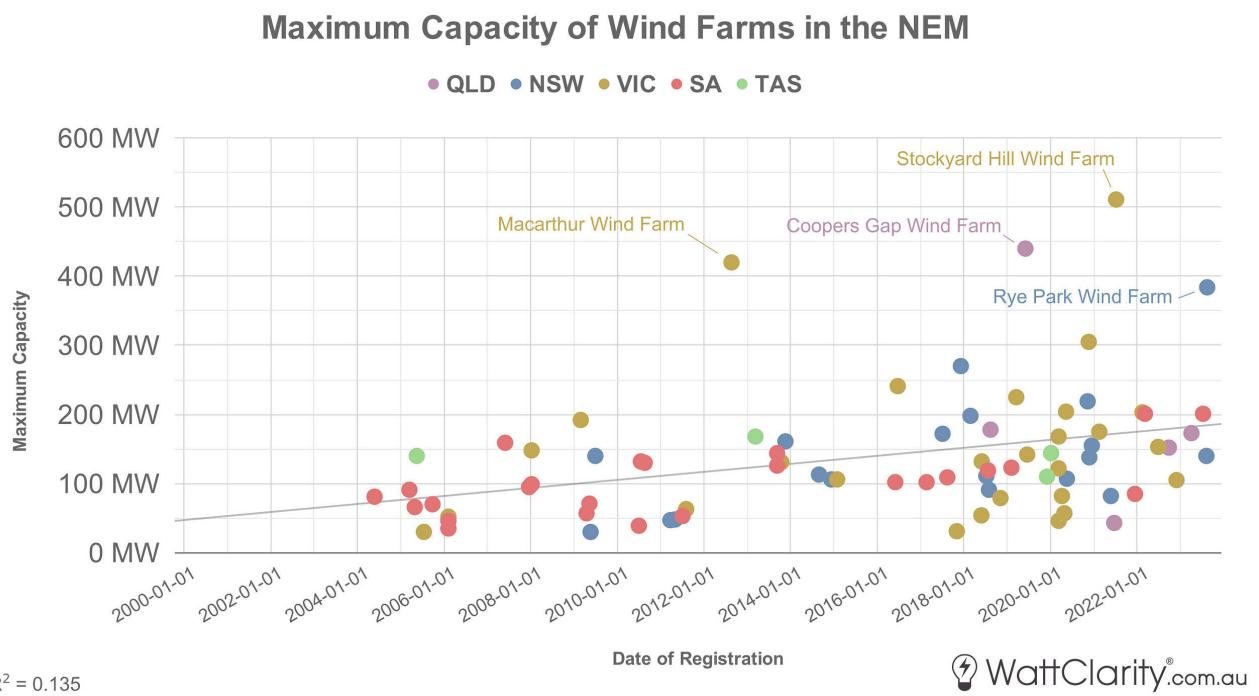
im gesamten NEM höhere Kapazitätsfaktoren liefern.

Hinweise: Daten nur bis 1. Oktober 2023. Trendlinie und R-Quadrat-Wert werden nur für Einheiten berechnet, die vor Beginn des Jahres 2023 registriert wurden.

Windparks erbringen in der Inbetriebnahmephase typischerweise eine geringere Leistung, weshalb ihr Kapazitätsfaktor vorübergehend niedriger ist als üblich. Um diesen Effekt bis zu einem gewissen Grad zu berücksichtigen, habe ich Anlagen, die bis 2023 registriert wurden, aus dem berechneten R-Quadrat-Wert und der Trendlinie im obigen Diagramm ausgeschlossen.

Skalierung

Ein Trend, der sich im Entwicklungsbereich deutlicher abzeichnet, ist die stetige Zunahme von Anzahl und Größe der Projekte. Die folgende Grafik zeigt den Anstieg der maximalen Kapazität dieser Anlagen und die Zunahme von Projekten mit Kapazitäten über 200 MW in den letzten Jahren.



Die Kapazitäten der Windkraftanlagen im gesamten NEM sind in den letzten zwanzig Jahren langsam gestiegen.

Quelle: Generator Statistical Digest 2022.

Hinweis: Maximale Kapazität pro Einheit dargestellt. Nur Einheiten mit einer maximalen Kapazität von 30 MW oder mehr sind enthalten.

Gewichtet nach der maximalen Kapazität jeder einzelnen Einheit, hatte

die Windkraftanlage des NEM im Jahr 2022 einen kollektiven Kapazitätsfaktor von 31,04 % und im Jahr 2023 (bis zum 1. Oktober) bereits 30,93 %. Das ist weit entfernt von den Kapazitätsfaktoren von über 40 %, die in den oben diskutierten Modellen angenommen wurden.

Warum flacht der Kapazitätsfaktor ab?

Während einige erwartet haben, dass sich die Effizienz durch die jüngsten technologischen Fortschritte verbessert hat, gibt es eine Reihe von Gegenfaktoren, die wahrscheinlich zu dieser Abflachung des Trends beigetragen haben, darunter, aber nicht beschränkt auf:

1. **Standortknappheit**. Mit der Errichtung neuer Windparks könnte der Bestand an unbebauten Standorten, die hinsichtlich Windressourcen und Netzstandort optimal geeignet sind, abnehmen.
2. **Kürzung aus wirtschaftlichen Gründen**. Dies könnte Auswirkungen haben, insbesondere angesichts der Zunahme negativer Preise in letzter Zeit.
3. **Drosselung aufgrund von Netzbeschränkungen**. Allan untersuchte Anfang des Jahres die allgemeinen Auswirkungen dieses Faktors auf Wind- und Solaranlagen, auch als „erzwungene Drosselung“ bezeichnet .
4. **Der zunehmende Wert der Winddiversität** . Im Zuge der Energiewende erwarte ich, dass der Wert der Standortdiversifizierung (sowohl aus Portfolio- als auch aus Systemsicherheitssicht) mit der Zeit steigt. Da sich Projektentwickler nicht unbedingt auf die optimale Nutzung der verfügbaren Windressourcen konzentrieren, kann dies einen geringen, aber dennoch negativen Effekt auf die Windkapazitätsfaktoren insgesamt haben. Unsere frühere Arbeit zur Bewertung der Diversität und Korrelation der Windgeschwindigkeiten im NEM hat sich mit diesem Thema befasst.

Auch andere Aspekte wie die Optimierung der Kapitalkosten und die Vermeidung von FCAS-Regulierungskosten bei Extremwetterereignissen sollten berücksichtigt werden.

Die wichtigsten Erkenntnisse

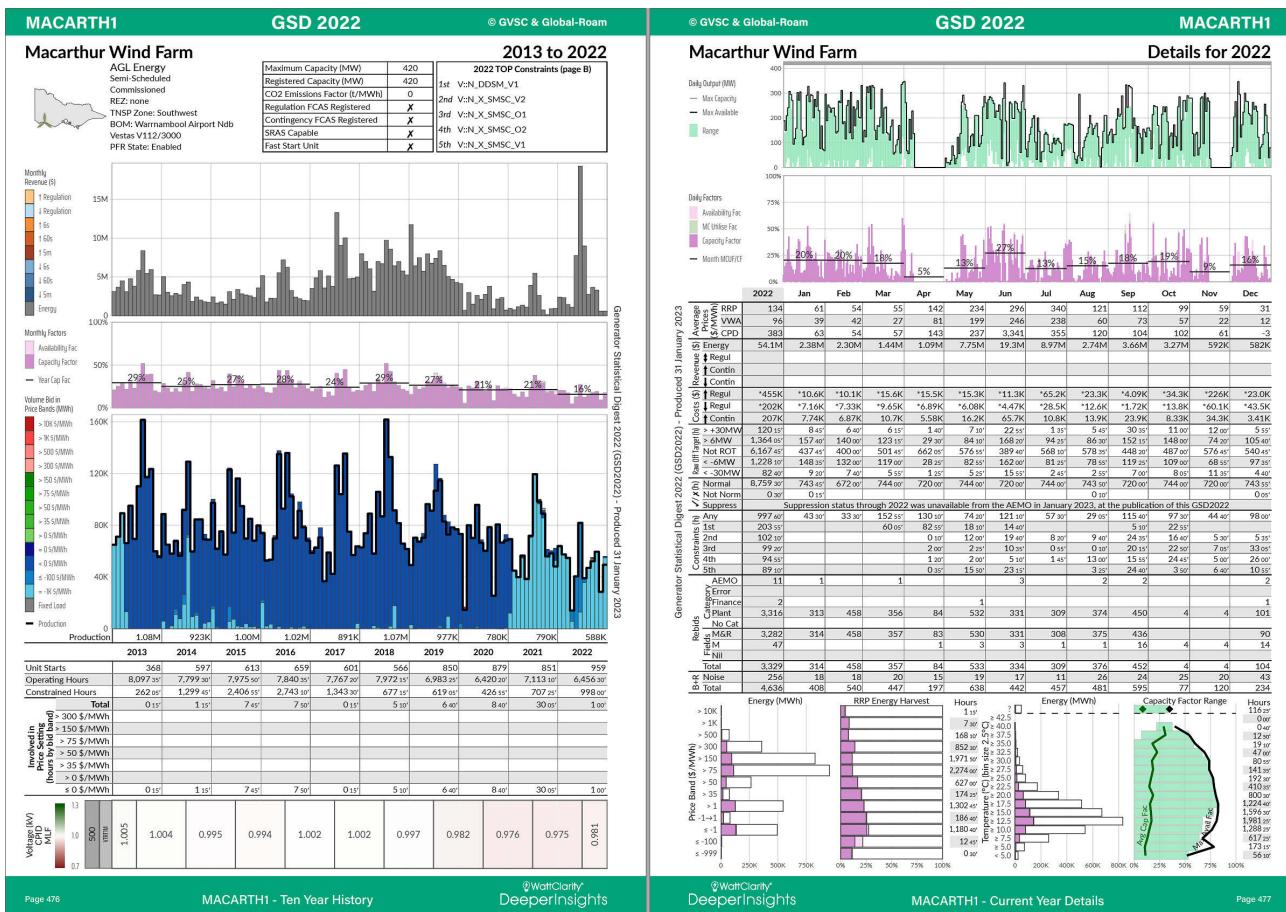
Der Kapazitätsfaktor ist zwar eine beliebte, aber bei weitem keine umfassende Kennzahl. Weitere Analysen zu Verfügbarkeit, Umsatz, Gebotsvolumen usw. sind erforderlich, um die zugrunde liegenden technischen und betrieblichen Faktoren voneinander zu trennen. Dennoch sollten sich aus dieser Analyse einige klare Erkenntnisse ergeben:

- **Größer heißt nicht immer besser**. Zwar nehmen Zahl und Größe neuer Windkraftprojekte im NEM zu, doch gibt es keinen schlüssigen Beweis dafür, dass die Kapazitätsfaktoren neuerer Windparks im Vergleich zu Windparks, die vor 5, 10 oder vielleicht sogar 15 Jahren gebaut wurden, deutlich besser sind.
- **Kapazitätsfaktor: Die zugrunde liegenden Faktoren und Gegenfaktoren sind von Bedeutung**. Zwar haben neuere Projekte sicherlich vom technologischen Fortschritt profitiert, doch scheinen Gegenfaktoren

wie Standortknappheit, Leistungseinschränkungen usw. die Effizienzgewinne in dieser Hinsicht auszugleichen.

Weitere Informationen

Die für diese Analyse verwendeten Daten stammen aus unserem Generator Statistical Digest (GSD)-Datenauszug aus aufeinanderfolgenden Jahren. Für jede Erzeugungseinheit im NEM liefert der GSD detaillierte Betriebs- und Finanzstatistiken wie Spot- und FCAS-Umsätze, Gebotsvolumina, Grenzverlustfaktoren, Preisertrag, Kapazitätsfaktorspanne usw. Die folgende Abbildung zeigt das Profil des Macarthur Windparks aus der letztjährigen Ausgabe.



Die nächste Ausgabe unseres GSD erscheint voraussichtlich Anfang Februar 2024. Mit diesem Formular können Sie Ihr Exemplar schon heute vorbestellen.

<https://wattclarity.com.au/articles/2023/11/bigger-or-better-are-newer-wind-farms-outperforming-older-ones/>

Weitere Artikel zum Thema: Langfristige Markttrends und Prognosen