



**Stichworte:** Stromerzeuger, Erneuerbare Energien, PV, Windkraft, Biomasse, Energieeffizienz, strombasiert, Stromsektor, Energiespeicher, Stromspeicher



### Beschreibung:

Ein virtuelles Kraftwerk ist ein Zusammenschluss mehrerer einzelner, dezentraler Stromerzeuger, Speicher und Verbraucher. Zu einem virtuellen Kraftwerk zusammengeschlossen werden können z.B. Windräder, Photovoltaikanlagen, Blockheizkraftwerke, Biogasanlagen, Wasserkraftwerke, Batteriespeicher und weitere Stromerzeuger und Speicher. Auch Stromverbraucher und Power-to-X-Anlagen können Teil eines virtuellen Kraftwerks sein.

Die einzelnen Einheiten des virtuellen Kraftwerks sind dabei dezentral und müssen sich nicht an einem Ort gebündelt befinden, wie bei einem konventionellen Kraftwerk. Die einzelnen Stromerzeuger werden gemeinsam genutzt, um den Energiebedarf zu decken. Mit diesem Ansatz kann der Fokus auf volatilen erneuerbaren Energien liegen, welche in jeden Fall genutzt werden können und mithilfe von Speichern und regelbaren Kraftwerken ausgeglichen werden.

Der Strom aus den Anlagen wird über den Strommarkt verkauft oder als Regelleistung gehandelt. Auch eine Direktvermarktung von Anlagen ist über ein virtuelles Kraftwerk möglich. Über ein zentrales Leitsystem werden die Einheiten mittels eines Algorithmus koordiniert und können somit auf Regelenergieabrufbefehle oder Netzzustände reagieren. Auch Wetterdaten werden miteinbezogen, um abschätzen zu können, wann welche Energieanlage am besten genutzt wird. Anbieter bündeln und steuern mit ihrer Software die verschiedenen Anlagen und vertreiben das gewerblich.

Um auch in Zeiten erneuerbarer Erzeugung den Strom sinnvoll nutzen zu können, werden Speicher beladen oder Verbrauch zugeschaltet oder hochgefahren. Durch die zentrale Steuerung kann ein virtuelles Kraftwerk schnell und flexibel auf Veränderungen im Strommarkt reagieren. Regelbare Anlagen wie Biogas- und Biomasseanlagen oder KWK-Anlagen auf Basis von Biomasse und Biogas und Speicher, gleichen PV- und Windkraftanlagen aus, wenn diese keinen Strom liefern können. Ein virtuelles Kraftwerk kann in Zukunft auf diese Weise Großkraftwerke ersetzen, die dezentrale Stromerzeugung intelligent steuern und so die Stromversorgung sicherstellen.

Ein virtuelles Kraftwerk kann effizienter auf Laständerungen reagieren als große Kraftwerke, die im ineffizienteren Teillastbereich laufen müssten. Virtuelle Kraftwerke stattdessen können bei geringem Strombedarf einzelne kleine Anlagen abstellen. Erneuerbare Energien werden unabhängiger von konventionellen Kraftwerken, weil sie in einem virtuellen Kraftwerk flexibel und schnell reguliert werden können, sie können nach Wetterverhältnissen dazuschaltet werden, und es kann auf die ständigen Preisänderungen am Strommarkt reagiert werden.

Für Verbraucher ist die Anbindung in ein virtuelles Kraftwerk sinnvoll, da sie ihre Produktion an Strompreise und Stromangebot auf dem Markt anpassen und Strom dann nutzen können, wenn er am günstigsten ist. So kann beispielsweise ein Industriebetrieb, der in ein virtuelles Kraftwerk integriert ist, seine Produktion hochfahren, um überschüssige Energie zu verbrauchen und umgekehrt. Zudem können Anlagen mit einer Pflicht zur Direktvermarktung in einem virtuellen Kraftwerk vermarktet werden.



Stadtwerke können ein eigenes virtuelles Kraftwerk anbieten und damit zur Energiewende beitragen. Sie können aber auch eigene Anlagen in einem virtuellen Kraftwerk eines anderen Betreibers vermarkten. Für Stadtwerke bietet sich die Chance, die Kommunikations- und Steuerungszentrale für Virtuelle Kraftwerke zu werden. Mit Hilfe eines Lastmanagements bieten virtuelle Kraftwerke zusätzlich den Vorteil, durch Reduzierung von Spitzenlasten die Strombezugsbedingungen der Stadtwerke zu verbessern. Virtuelle Kraftwerke sichern die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit durch die Bereitstellung flexibler Erzeugungskapazitäten. Durch virtuelle Kraftwerke können neue Technologien integriert werden, da nur in kleine Anlagen investiert werden muss und sie sind zukunftsorientiert, da erneuerbare Energien gut eingebunden werden können.

### Aktuelle Fragestellungen & Herausforderungen

- Für private Haushalte hat ein virtuelles Kraftwerk noch keine große Bedeutung. Zukünftig sollen aber auch Haushalte durch Smart Meter mit virtuellen Kraftwerken vernetzt werden können. Dadurch sollen stromintensive Geräte abhängig vom Stromangebot und den Strompreisen genutzt werden.

Herausforderungen bei der Umsetzung von virtuellen Kraftwerken:

- Es wird eine optimale Steuerung von tausenden Anlagen an unterschiedlichen Standorten benötigt. Diese komplexen Informationen erfordern hohe Anforderung an die IT.
- Es sind genaue Prognosen (Wetter, Erzeugung und Verbrauch) nötig, um die Pläne für das virtuelle Kraftwerk zu erstellen. Diese müssen täglich durch den aktuellen Strombedarf ergänzt werden.
- Je mehr Anlagen in das virtuelle Kraftwerk integriert werden, umso besser können erneuerbare Energien ausgeglichen werden, desto komplexer wird jedoch dann auch die Koordination der Anlagen des Systems.
- Unsicherheiten bezüglich der regulatorischen Rahmenbedingungen und deren Entwicklungen erschweren die schnelle Umsetzung von virtuellen Kraftwerken und die Einbindung von Anlagen.
- Zukünftig könnten auch regionale virtuelle Kraftwerke eine Relevanz gewinnen. Hierbei sind die Anlagen auf Nieder- oder Mittelspannungsebene an das Verteilnetz angeschlossen. So können Systemdienstleistungen im Verteilnetz bereitgestellt werden. Hierzu müssen jedoch zunächst regulatorische Hürden, wie die Doppelbelastung von Speichern durch Entgelte und Umlagen abgebaut und Mechanismen zur Vergütung von Flexibilitätsbereitstellung auf lokaler Ebene geschaffen werden.
- Smart Markets können eine mögliche Konkurrenz für virtuelle Kraftwerke darstellen.

### Weiterführende Informationen

- Praxisbeispiel der Stadtwerke München:
  - <https://www.swm.de/geschaeftskunden/virtuelles-kraftwerk>
- Ausführliche Informationen:
  - [https://www.energie-lexikon.info/virtuelles\\_kraftwerk.html](https://www.energie-lexikon.info/virtuelles_kraftwerk.html)
  - [https://www.pwc.de/de/energiewende/assets/virtuelle-kraftwerke.pdf#%5B%7B%22num%22%3A81%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22Fit%22%7D%5D%20\(S.%2037%20bis%2043\)](https://www.pwc.de/de/energiewende/assets/virtuelle-kraftwerke.pdf#%5B%7B%22num%22%3A81%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22Fit%22%7D%5D%20(S.%2037%20bis%2043))



### Verwandte Steckbriefe:

#### Technologien:

- Zentraler Stromspeicher
- Freiflächen-PV
- KWK zentral in Netzen und Industrie
- Heizstab
- Elektrodenkessel
- Elektrolyseur

#### Verwandte Konzepte:

- KWK-basierte Quartiersversorgung
- iKWK-basierte Quartiersversorgung
- Wärmepumpenbasierte Quartiersversorgung
- Quartiersbatteriepeicher
- Öffentliche Ladesäulen
- EE-Anlagen