

## Anhang A: Entwicklung Energiekonzept

### 1. Annahmen

#### 1.1 Annahme Stromverbrauch

Für die Erstellung des Energiekonzepts wurden die folgenden Annahmen getroffen. Im Jahr 2016 betrug der Energieverbrauch im Landkreis 448 GWh. Im Jahr 2021 wurde ein Energiebedarf von etwa 846 GWh berechnet [Quelle: Energiemonitor Bayernwerke]. Aufgrund der Elektromobilität und dem Ausbau von Wärmepumpen bei Heizungen, wird im Jahr 2030 eine Verdoppelung des Strombedarfs zum heutigen Verbrauch angenommen. Darin nicht enthalten ist eine Transformation / Elektrifizierung der Energiewirtschaft. Abbildung 3 zeigt den bisherigen Stromverbrauch im Landkreis und die Annahme für das Jahr 2030. Aufgrund des linearen Verlaufs wird die Annahme als plausibel angesehen. In diesem Konzept fokussiert sich der Blick auf den Bedarf von elektrischer Energie aus regenerativer Erzeugung als Ersatz für fossile Energieträger

#### Annahme: Ausblick Stromverbrauch

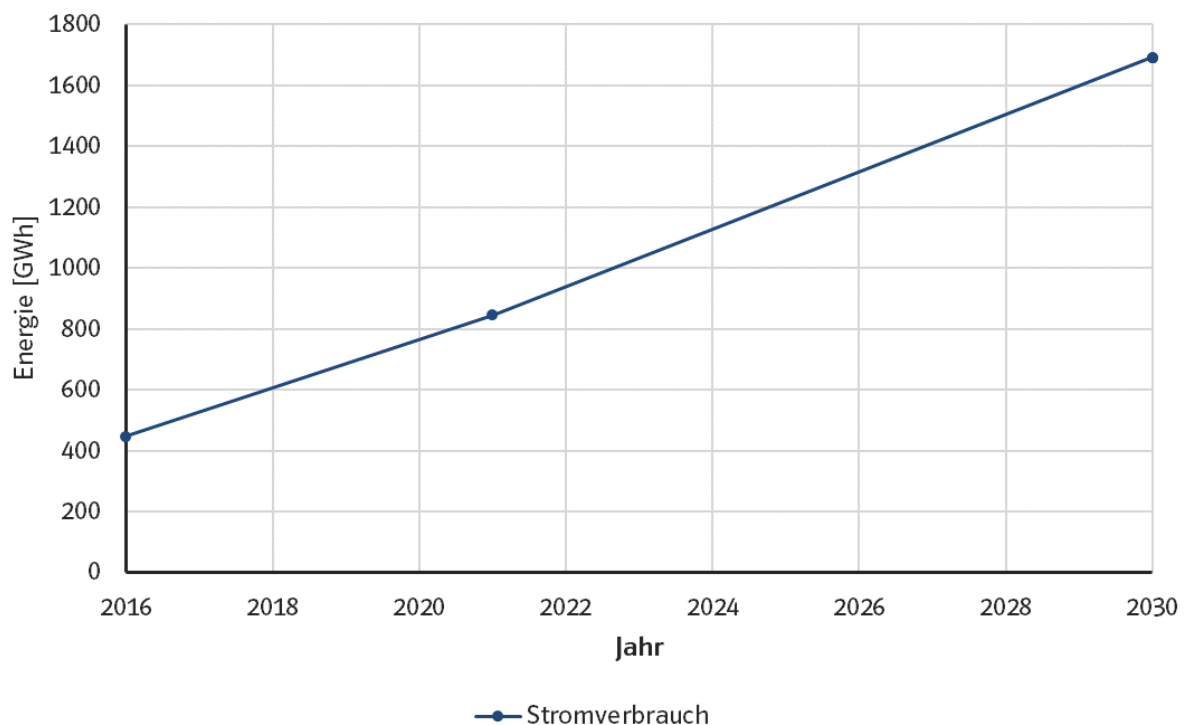


Abbildung 3: Annahme für den zukünftigen Strombedarf

## 1.2 Status Quo: Energieerzeugung und Energiebedarf

Als Basis für das Energiekonzept wird das Verhalten der Energieerzeugung und des Stromverbrauchs aus dem Jahr 2021 wie in Abbildung 4 dargestellt, herangezogen.

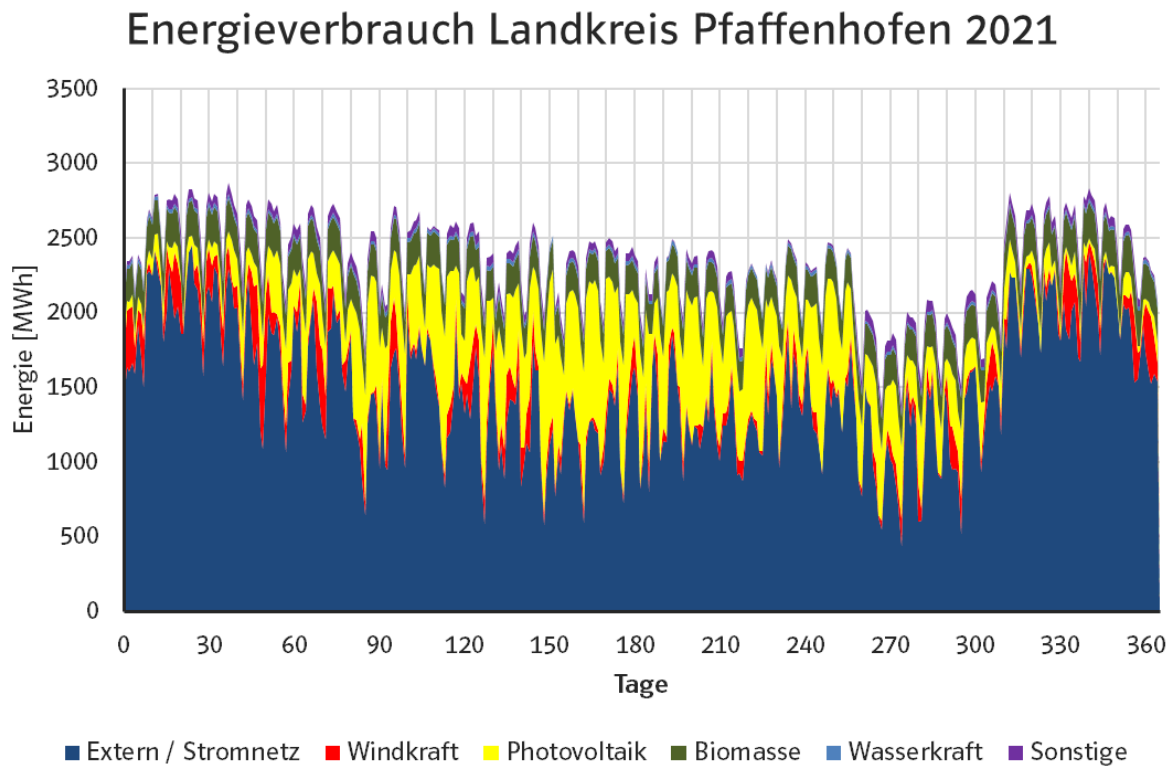


Abbildung 4: Ausgangslage Energieerzeugung und Energieverbrauch im Jahr 2021

## 2. Entwicklung Energiekonzept (Fokus auf Stromgewinnung)

### 2.1 Verdoppelung regenerative Energien

Zu Beginn der Energiekonzeptentwicklung wurden die Stromgestehungskosten der einzelnen Energieerzeuger auf Basis von wissenschaftlichen Studien über die Laufzeit der Anlagen betrachtet. Die Kosten sind in Tabelle 1 gezeigt. Dort wird deutlich, dass die regenerativen Energien (Freiflächen PV-Anlagen und Windkraftanlagen am Land) die niedrigsten Kosten aufweisen. Zudem wurden Batterien in die Betrachtung aufgenommen, die im Vergleich zu den anderen Energieerzeugern kostengünstig sind (siehe gelbe Markierung in der Tabelle).

Tabelle 1: Stromgestehungskosten für die verschiedenen Energieerzeuger [Quelle: Studie: Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, Dr. Christoph Kost, Fraunhofer ISE | Juni 2021]

Energieerzeuger	Stromgestehungskosten €/kWh
Kleine PV-Dachanlage	5.8 bis 8.0
Kleine PV-Dachanlage mit Batterie	8.3 bis 19.7
Große PV-Dachanlage	4.6 bis 7.1
Freiflächen PV-Anlagen	3.1 bis 4.2
Freiflächen PV-Anlagen mit Batterie	5.2 bis 9.9
Windkraft Land	4.0 bis 8.3
Windkraft Meer inkl. Seekabel für Landverbindung	7.2 bis 12.1
Biogas	8.4 bis 17.2
Feste Biomasse	7.2 bis 15.3
Braunkohle	10.4 bis 15.3
Gas- und Dampfkraftwerke	7.8 bis 13.0
Gasturbine	11.4 bis 29.0

Aus diesem Grund wurde im ersten Schritt im Jahr 2021 eine fiktive Verdoppelung der regenerativen Energieerzeugung (Photovoltaik und Windkraft) im Landkreis berechnet. Das Ergebnis ist in Abbildung 5 dargestellt. Die blaue Fläche zeigt den externen Strombezug im Landkreis, sodass eine Verdoppelung der regenerativen Energieerzeugung nicht ausreichend ist.

### Energieverbrauch Landkreis Pfaffenhofen 2021 (2x Windkraft, 2x PV)

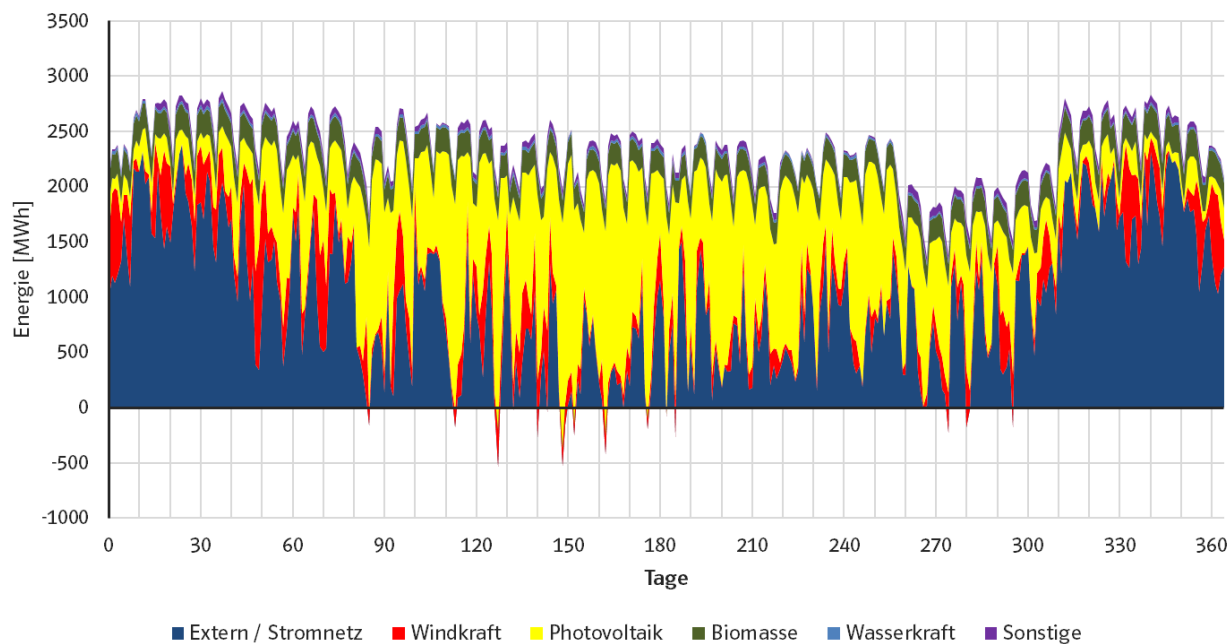


Abbildung 5: Fiktive Verdoppelung der regenerativen Energieerzeugung im Landkreis

## 2.2 Verdreifachung regenerative Energien

Im folgenden Schritt wurden aufgrund der geringen Kosten die regenerativen Energien (Photovoltaik und Windkraft) verdreifacht. Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, wird an sonnigen Tagen ein Energieüberschuss im Landkreis produziert. Dennoch ist eine Verdreifachung nicht ausreichend, denn im Winter wird Strom von extern benötigt.

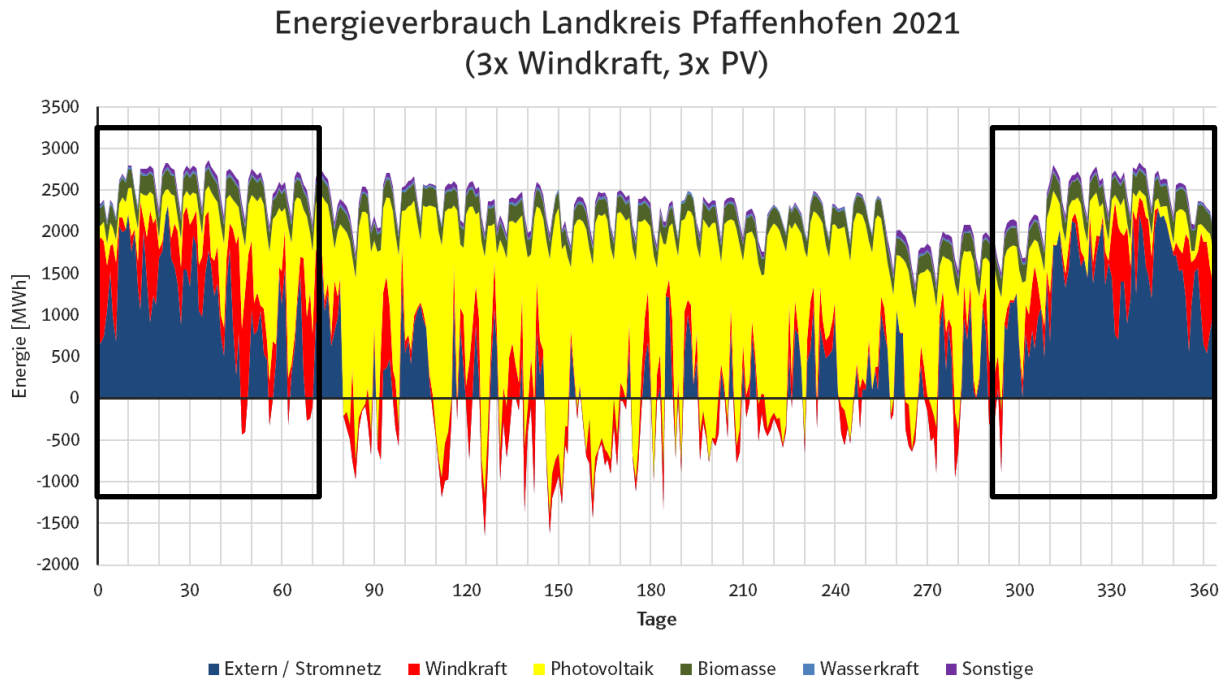


Abbildung 6: Fiktive Verdreifachung der regenerativen Energieerzeugung im Landkreis

### 2.3 Verdreifachung regenerative Energien mit 100 MW KWK-Kraftwerk

Im nächsten Schritt wurde ein zusätzliches KWK-Kraftwerk (Kraft-Wärme-Kopplung) ergänzt. KWK Kraftwerke weisen hohe Wirkungsgrade auf, da die Wärme in Nah- oder Fernwärmenetzen genutzt werden kann. Zudem bieten die Kraftwerke eine hohe Flexibilität und können so die Grundversorgung der Energie sicherstellen. Für die Berechnung wurde ein 100 MW Kraftwerk bestehend aus 10 mal 10 MW Erzeugungseinheiten betrachtet. In Abbildung 7 wird dargestellt, dass der externe Strombezug nicht mehr notwendig ist, denn das Kraftwerk schließt die Versorgungslücken. Zudem läuft das Kraftwerk im Winter und die Wärme kann beispielsweise zum Heizen verwendet werden.

#### Energieverbrauch Landkreis Pfaffenhofen 2021 (3x Windkraft, 3x PV, 10x 10 MW KWK)

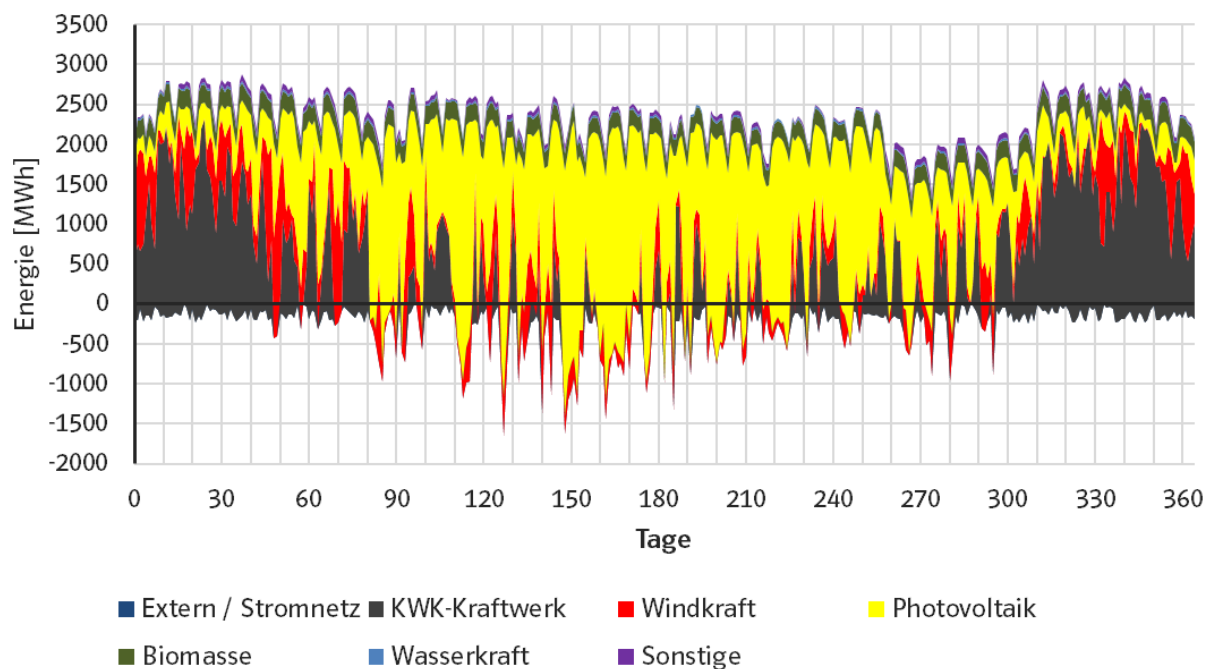


Abbildung 7: Fiktive Verdreifachung der regenerativen Energieerzeugung im Landkreis mit 100 MW Kraftwerk

## 2.4 Übertragung auf das Jahr 2030

Eine Annahme ist, dass sich der Energiebedarf im Vergleich zu 2021 im Jahr 2030 verdoppelt. Aus diesem Grund wurde die Konfiguration aus verdreifachter regenerativer Energie und dem Kraftwerk auf das Jahr 2030 angewandt. Das Ergebnis ist in Abbildung 8 dargestellt. Es ist sichtbar, dass das Kraftwerk nun dauerhaft läuft. Es treten Versorgungslücken auf, besonders im Winter.

### Energieverbrauch Landkreis Pfaffenhofen 2030 (3x Windkraft, 3x PV, 100 MW KWK)

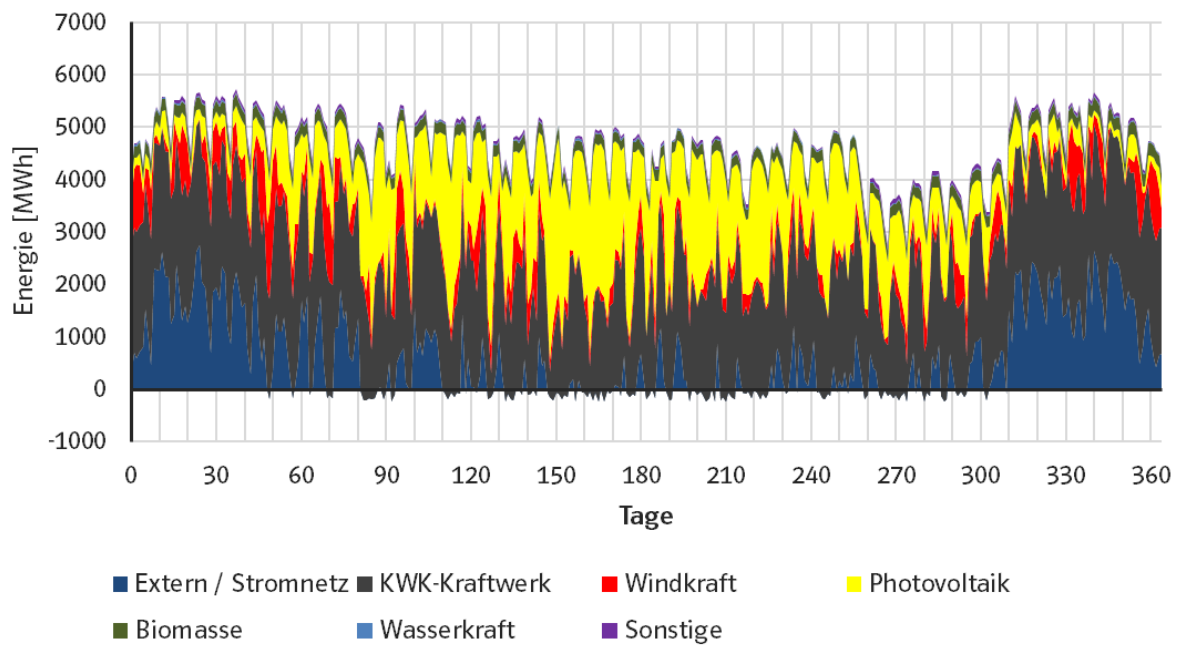


Abbildung 8: Annahme der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs im Jahr 2030

## 2.5 Versechsfachung regenerativer Energien mit 200 MW KWK-Kraftwerk

Aufgrund der erwarteten Versorgungslücken im Jahr 2030 wurden die regenerativen Energien (Photovoltaik und Windkraft) im Vergleich zur Ausgangsbasis im Jahr 2021 versechsfacht. Außerdem wurde ein KWK-Kraftwerk mit einer Leistung von 200 MW angenommen. Mit diesem Ansatz können Überschüsse produziert werden und im Winter wird vom Kraftwerk Strom und Wärme ohne Versorgungslücken erzeugt. Im Weiteren wird diese Konfiguration übernommen.

### Energieverbrauch Landkreis Pfaffenhofen 2030 (6x Windkraft, 6x PV, 200 MW KWK-Kraftwerk)

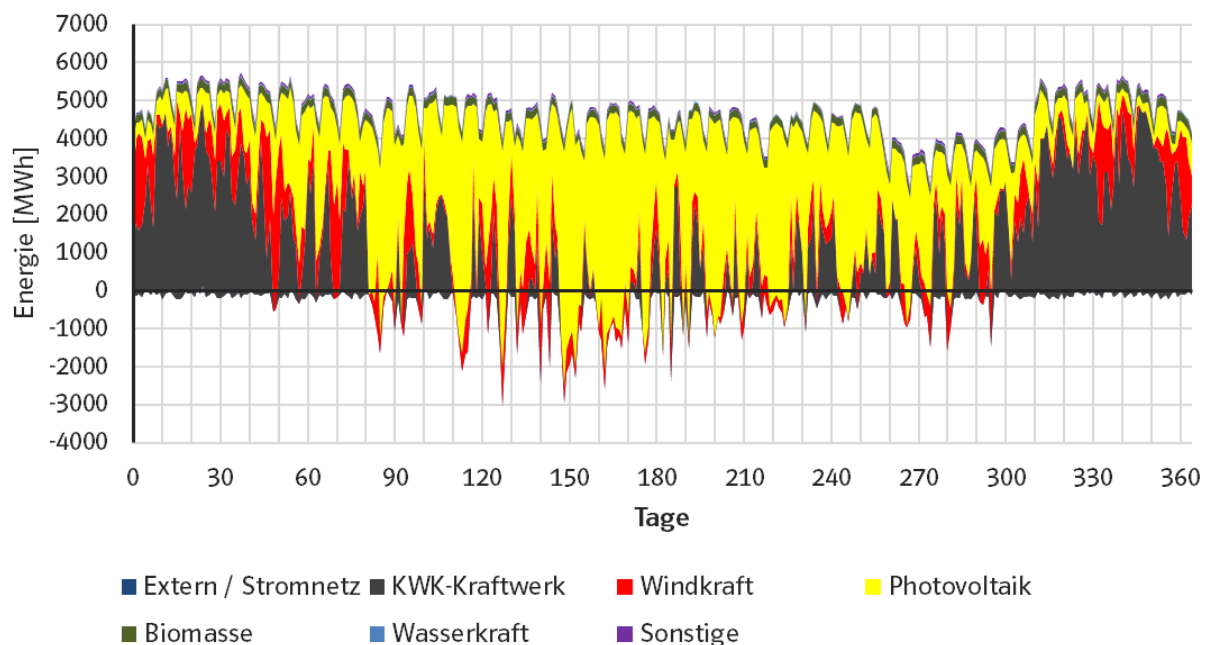


Abbildung 9: Annahme der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs im Jahr 2030



## 2.6 Energiespeicher zur Zwischenspeicherung der regenerativen Energie

Regenerative Energien haben den Nachteil, dass sie fluktuierend sind und sowohl Sonnen- als auch Windenergie nicht permanent verfügbar sind. Aus diesem Grund wurde in der erwähnten Fraunhofer Studie die Ergänzung eines Energiespeichers betrachtet. Dieser Energiespeicher ist in diesem Konzept ebenfalls notwendig, um den am Tag erzeugten regenerativen Strom mit hohen Wirkungsgraden zu speichern.

Das Zusammenspiel ist schematisch in Abbildung 10 gezeigt. Am Tag, wenn die Sonne scheint, werden damit die Verbraucher im Landkreis bedient, sowie dezentralen Energiespeicher aufgeladen. In der Nacht, wenn keine Sonne scheint, wird der Energiespeicher entladen, sodass damit die Grundversorgung kurzzeitig sichergestellt werden kann. Wenn der Speicher leer ist, kann das Kraftwerk einspringen oder es wird Strom von extern bezogen.

### Zusammenspiel Photovoltaik-Energiespeicher

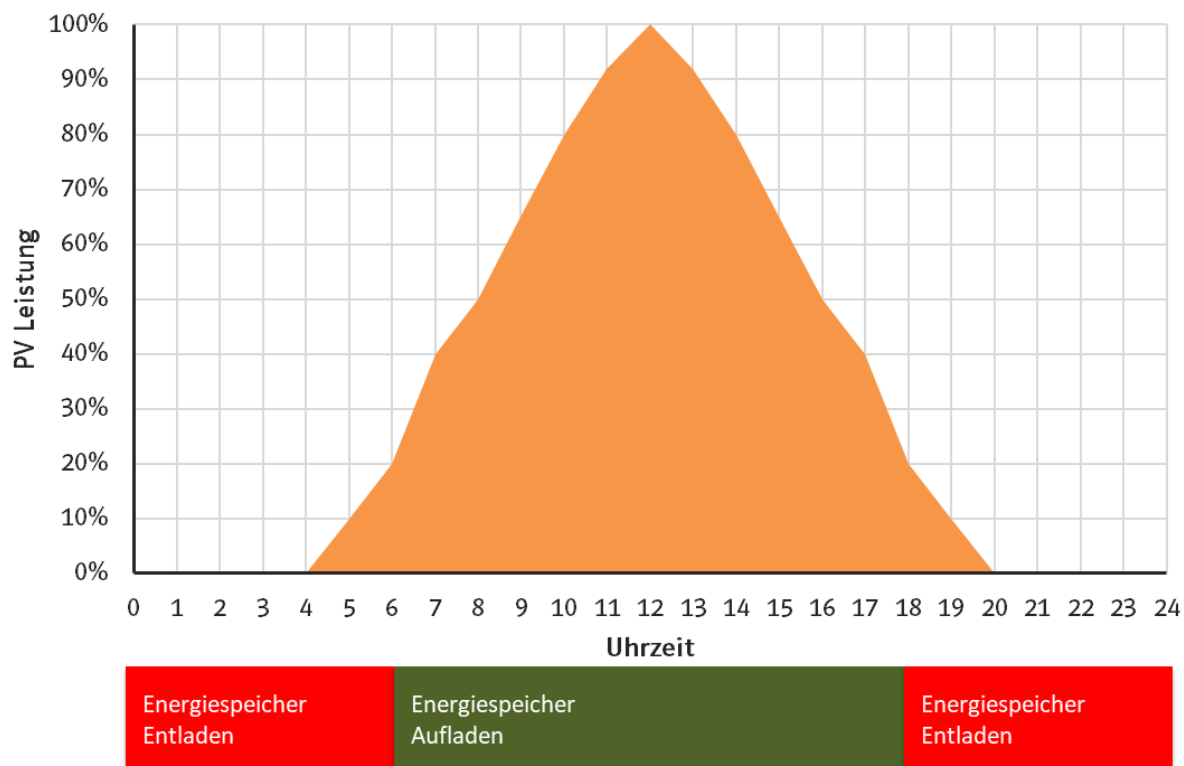


Abbildung 10: Zusammenspiel zwischen Photovoltaik Anlagen und Energiespeicher

### 3. Flächenabschätzung: Photovoltaik Anlagen

Die Versechsfachung regenerativer Energien bedeutet für Photovoltaik Anlagen der Ausbau von ca. 158 MW [Quelle: Energieatlas, Stand 1.1.2020] auf ca. 948 MW.

Installierte Leistung pro ha: 0.67 MW / ha (konservativ)

Benötigte zusätzlicher PV Fläche:  $(948-158)/0.67 = 1180$  ha

Fläche Landkreis Pfaffenhofen = 76.000 ha

→ 1.5% Prozent der Landkreisfläche wird für PV Anlagen benötigt

#### Prüfung landwirtschaftliche Fläche

Die Errichtung der PV Anlagen soll nicht mit landwirtschaftlichen Flächen konkurrieren. Deshalb wurde geprüft, ob es Flächen mit verminderter Ertragsqualität gibt. Die Recherche hat ergeben, dass ca. 10% der Fläche mit sehr geringer, geringer und mittlerer natürlicher Ertragsfähigkeit vorhanden ist [Quelle: [https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/ifu\\_boden\\_ftz/index.html?lang=de&stateId=d0c50803-3e0b-4010-8508-033e0b5010f9](https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/ifu_boden_ftz/index.html?lang=de&stateId=d0c50803-3e0b-4010-8508-033e0b5010f9)]. Aus lizenzrechtlichen Gründen können keine Grafiken gezeigt werden. Über den oben gezeigten Link kann die Karte geöffnet werden.

Des Weiteren gibt es Möglichkeiten die mit PV-Anlagen bebaute Flächen weiterhin für landwirtschaftliche Zwecke zu nutzen.

#### Eignung PV-Fähigkeit nach EEG

**20 bis 30% der Landkreisfläche sind nach EEG im Norden und in der Landkreis Mitte geeignet.**

(In landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten sind PV-Freiflächenanlagen nach EEG zusammen mit der bayerischen Verordnung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen förderfähig im Rahmen einer erfolgreichen Teilnahme an den EEG-Ausschreibungen der Bundesnetzagentur (nur für Anlagen mit einer Nennleistung größer 750 kWp und bis 20 MWp möglich) [Quelle: <https://v.bayern.de/BYVn9>]. Aus lizenzrechtlichen Gründen können keine Grafiken gezeigt werden. Über den oben gezeigten Link kann die Karte geöffnet werden.