

Potential für überschüssige erneuerbare Energie in der Schweiz

Mit dem Beschluss des Ausstiegs aus der Kernenergie im Jahre 2011 wurde im Auftrag des Bundesrates verschiedene Szenarien für die Energieversorgung im Jahr 2050 entworfen [1]. Zentraler Bestandteil dieser Szenarien ist die Förderung erneuerbarer Energien, allen voran Photovoltaik und Windkraft. Bedingt durch die Tageszeit- und Wetterabhängigkeit dieser Technologien wird dies unweigerlich zu einem zeitweisen Überschuss an Strom führen. Die Simulation dieser Szenarien soll dies illustrieren.

1 Einleitung

Auf Basis gemessener Lastkurven für Produktion und Verbrauch elektrischer Energie kann sowohl die heutige Nutzung elektrischer Energie, als auch die zukünftige nachgebildet werden. Die Daten von Windgeschwindigkeiten und Sonneneinstrahlung entsprechen realen Messwerten. Die Messwerte haben eine Auflösung von 15 Minuten.

Das Programm wurde von Supercomputing Systems AG entwickelt. Die Wetterdaten stammen von METEONORM. Die prognostizierten Werte für den Energieverbrauch im Jahr 2050 stammen aus [2], die verwendeten Szenarien und Daten zur installierten Leistung der Kraftwerke entstammen dem Dokument [1], [3] oder wurden mithilfe dergleichen berechnet. Werte zum aktuellen (2013) Verbrauch an Energie entstammen [4] und [5].

2 Szenarien und Varianten

Szenario: Weiter Wie Bisher (WWB) Ausbau und Förderung von erneuerbarer Energie geschieht nur in moderatem Rahmen wie bisher und wird nicht gezielt gefördert. Die gesetzliche Situation passt sich wie bisher dem technischen Fortschritt an. Das Nachfrageverhalten bei der Energie bleibt unverändert.

Szenario: Politische Massnahmen (POM) Massnahmen basieren auf der Förderung bestehender Technologien sowie deren absehbaren Weiterentwicklungen (Wärmeerkopplung, Holz, Biogas, Solar- und Windkraft, etc.). Die Nachfrage nach Energie soll gleichzeitig durch Steigerung der Effizienz gemindert werden (z. B. Häuserisolationen, weniger Verluste bei Produktionsanlagen).

Szenario: Neue Energiepolitik (NEP) Ist das Zielszenario aus dem Beschluss des Bundesrates im Jahr 2011. Die

Nachfrage nach Energie wird gezielt gemindert durch eine weiterreichende Steigerung der Effizienz und Förderung erneuerbarer Energien als in Szenario POM.

Variante C Die Stromlücke wird mit dem Einsatz von Gas- und Dampf-Kombikraftwerke (GuD) gedeckt. Diese zeichnen sich insbesondere durch einen hohen Wirkungsgrad von bis zu 60 % aus. Herkömmliche Kohle- oder Kernkraftwerke arbeiten mit einer maximalen Effizienz von rund 33 %.

Variante E Sämtliche erneuerbaren Energien werden gezielt gefördert, wobei gleichzeitig auf den Einsatz von GuD-Kraftwerke verzichtet wird.

Variante C&E Ist eine Kombination von Variante C und E. Erneuerbare Energien werden gefördert. Gleichzeitig werden auch zentrale GuD-Kraftwerke eingesetzt.

Grenzen der Technologiepotenziale Bei der Nutzung regenerativer Energietechniken wurde die natürliche Begrenztheit berücksichtigt. Beispielsweise lässt sich die Nutzung von Biomasse nicht beliebig steigern. Desweiteren ist das Potenzial der Wasserkraft in der Schweiz praktisch ausgeschöpft. Stromdefizite werden in allen Szenarien mit Importen gedeckt.

Szenario	En.Verbr.	Kernkraft	Wind	Solar		GuD	Therm.	Lauf-, Pump-, Speicherwasserkraft
	TWh	GW	GW	km ²	GW	GW	GW	GW
2013	63.7	3.3	0.06	1.6	1.6	0	0.7	3.9 + 1.4 + 8.1 = 13.4
WWB, Var. C	69.0	0	1.00	43	3.6	4.95	2.1	4.1 + 5 + 8.5 = 17.6
POM, Var. C&E	60.8		2.85	93	7.8	3.30		
NEP, Var. E	53.0		2.85	93	7.8	0		

Tabelle 1: Werte zur Energiesituation in den Jahren 2013 und 2050

Farbe	Technologiezugehörigkeit
Rot	Thermische Kraftwerke: KVA, Klärgas/Biogas, Geothermie, Holzenergie
Rosa	Kernkraft
Grau	Laufwasser- und Flusskraftwerke
Pink	Windkraft
Gelb	Photovoltaik
Braun	Gaskraftwerke
Dunkelblau	Speicherwasserkraftwerk
Hellblau	Pumpspeicherkraftwerk
Violett	Energiedefizit
Hellbraun	Energieüberschuss

Tabelle 2: Farbenlegende

sich auf 3.5 TWh. Dies entspricht im Jahr 2014 einem 10 %-igem Energieäquivalent des Verbrauchs an Erdgas (33.6 TWh), Benzin (33.1 TWh) oder Diesel (31.3 TWh) [4].

3 Simulationsergebnisse

Jahresenergiebilanz und Überschussenergie Auf der Abszisse (horizontale Achse) ist ein in Wochen unterteiltes Jahr aufgetragen. Auf der Ordinate (vertikale Achse) sind die jeweiligen täglichen Energiemengen in GWh aufgetragen.

Situation 2013 (Abbildung 1) Der Betrieb der Pumpspeicherwerke ist nicht korrekt simuliert, da in der Simulation der Handel mit ausländischem Strom noch nicht berücksichtigt ist (0.3 TWh anstatt 2.7 TWh).

WWB (Abbildung 2) Überschüssige elektrische Energie wird zu keinem Zeitpunkt produziert. Es ist zudem ein massiver Einsatz der GuD-Kraftwerke nötig (14.9 TWh) In den Wintermonaten sowie im Frühjahr ist ein Energiedefizit von total 5.2 TWh zu verzeichnen.

POM (Abbildungen 3, 4) Ein Energiedefizit existiert lediglich in den Wintermonaten Januar bis März, trotz dem Einsatz vom GuD-Kraftwerken (3.8 TWh). Das totale Energiedefizit beläuft sich auf 1.11 TWh. In den Sommermonaten wechselt die Situation und es kann ein Energieüberschuss von 1.4 TWh verzeichnet werden.

NEP (Abbildungen 5, 6) In diesem Szenario tritt kein Energiedefizit auf. Der totale Energieüberschuss fällt rund dreifach so hoch aus wie im Szenario POM-C&E und beläuft

Quellen

- [1] Ess Grebel Hofer Kemmler Ley Piegsa Schütz Strassburg Struwe Keller (Infras AG) Kirchner, Bredow. *Die Energieperspektiven für die Schweiz 2050*. Prognos AG, 2012.
- [2] Ecoplan AG. *Energiestrategie 2050 - volkswirtschaftliche Auswirkungen*. Ecoplan AG, 2012.
- [3] Bundesamt für Energie. *Statistik der Wasserkraftanlagen*. UVEK Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, 2013.
- [4] Bundesamt für Energie. *Gesamtenergiestatistik 2013*. UVEK Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, 2013.
- [5] Bundesamt für Energie. *Elektrizitätsstatistik 2013*. UVEK Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, 2013.

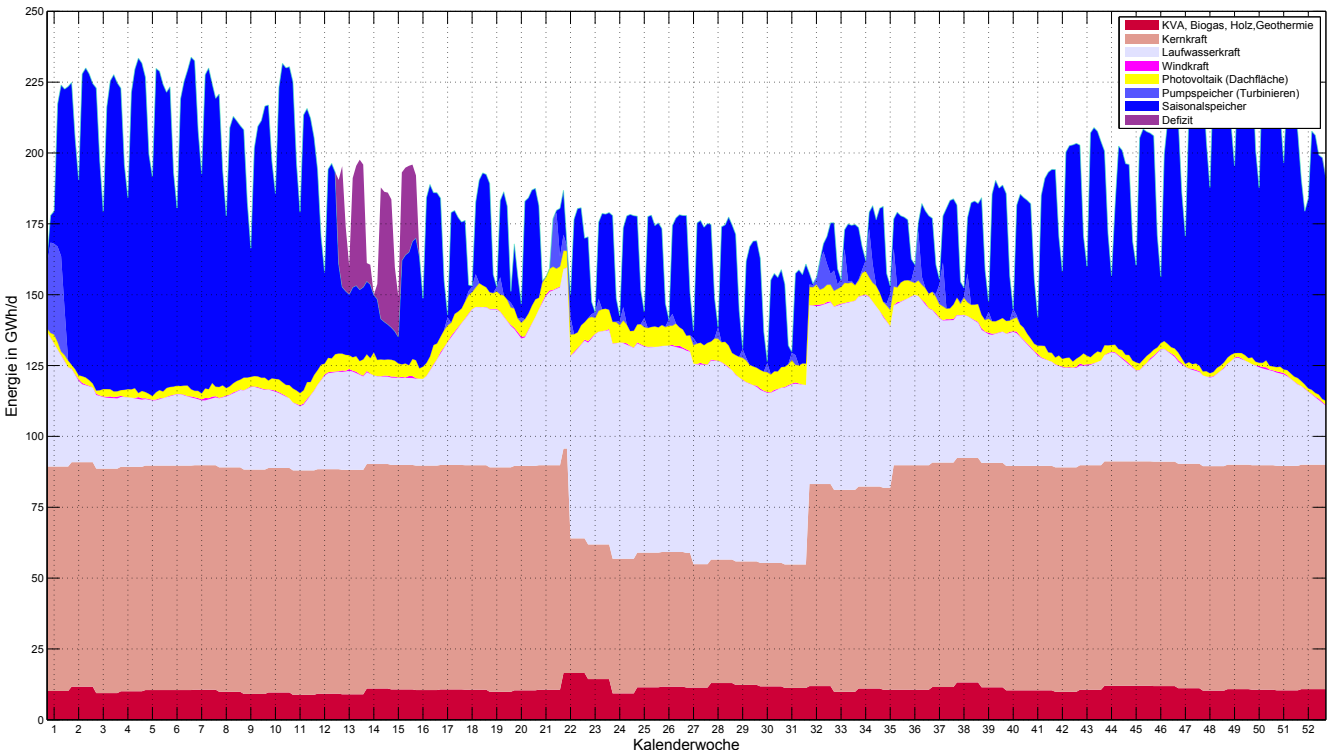


Abbildung 1: Jahresenergiebilanz 2013

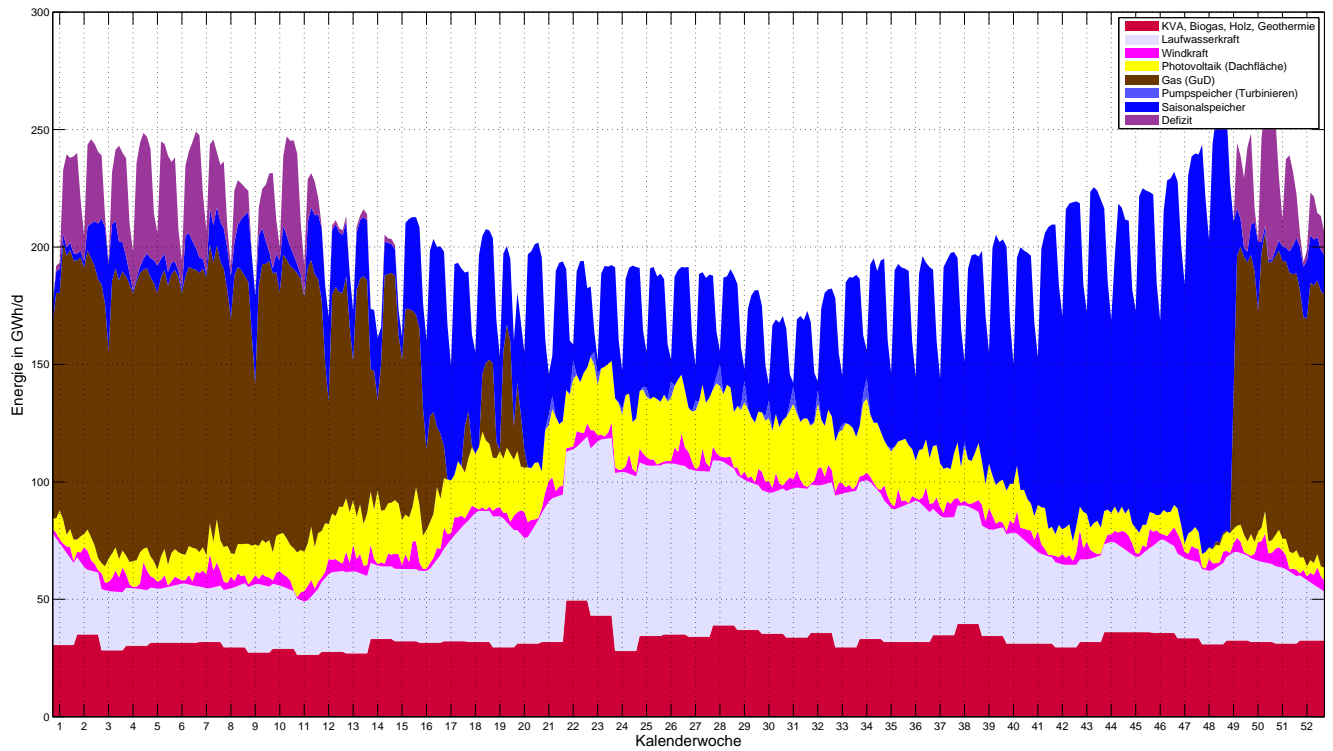


Abbildung 2: Jahresenergiebilanz 2050 nach WWB Var. C, kein Energieüberschuss

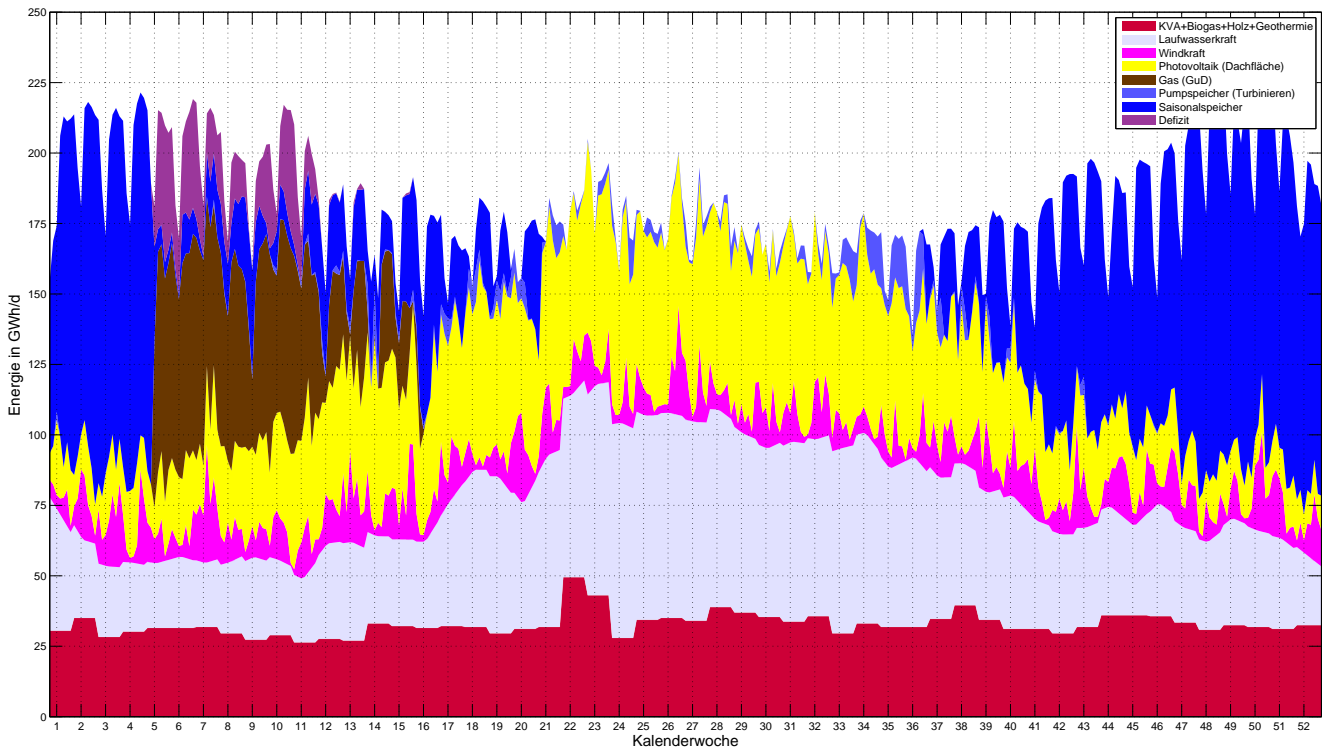


Abbildung 3: Jahresenergiebilanz 2050 nach POM Var. C&E

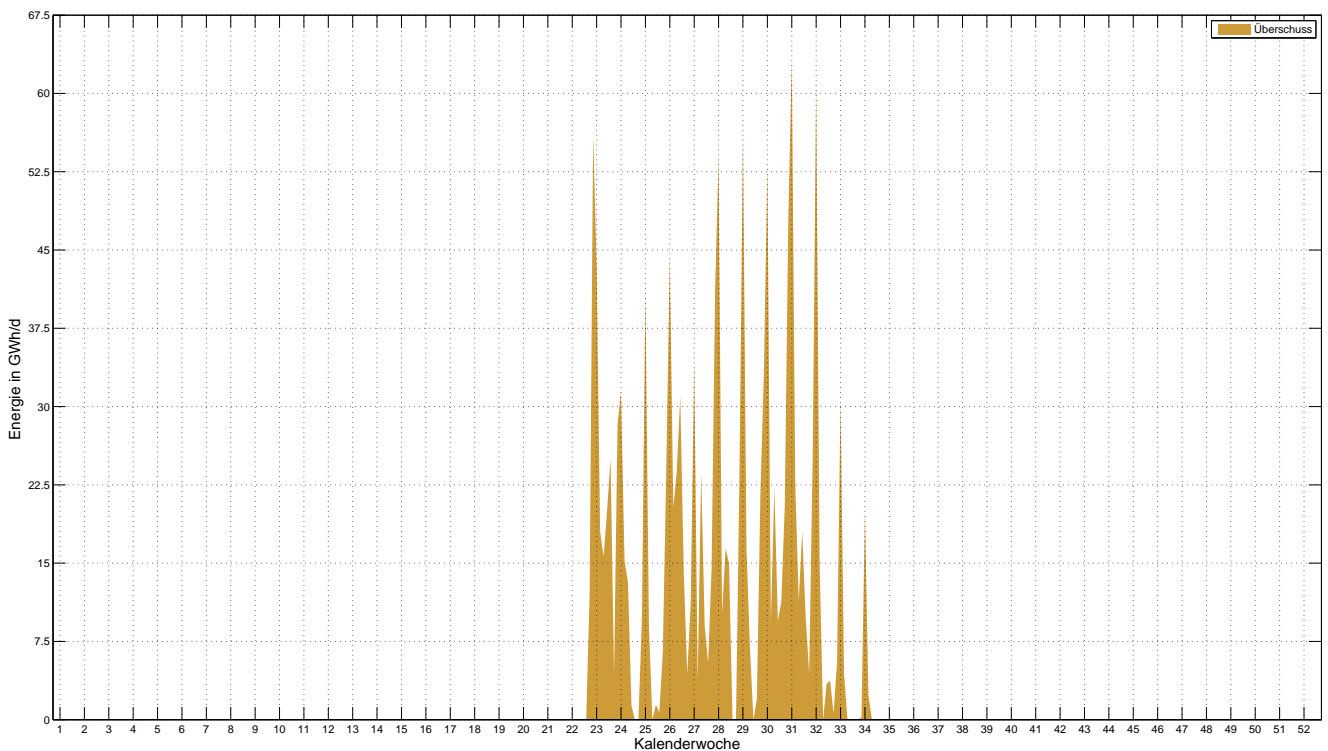


Abbildung 4: Überschussenergie 2050, 1.4 TWh, nach POM Var. C&E

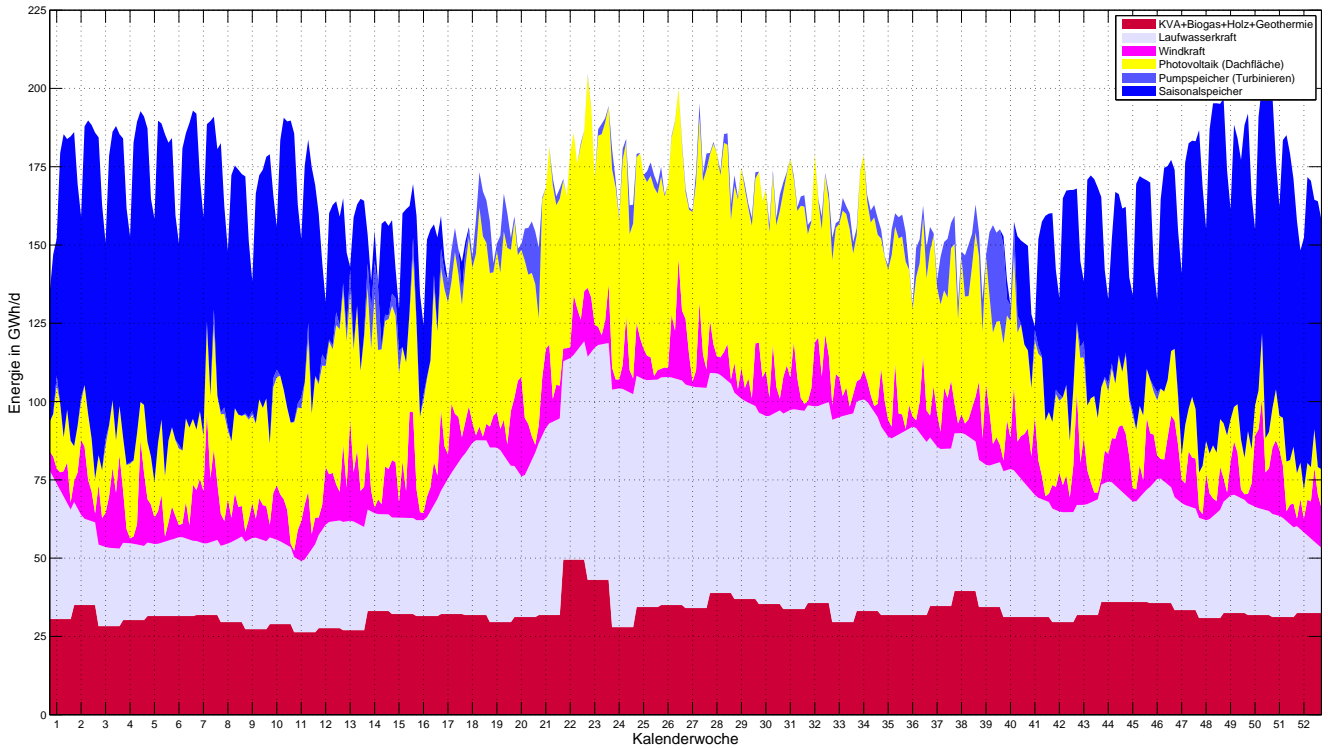


Abbildung 5: Jahresenergiebilanz 2050 nach NEP, Variante E

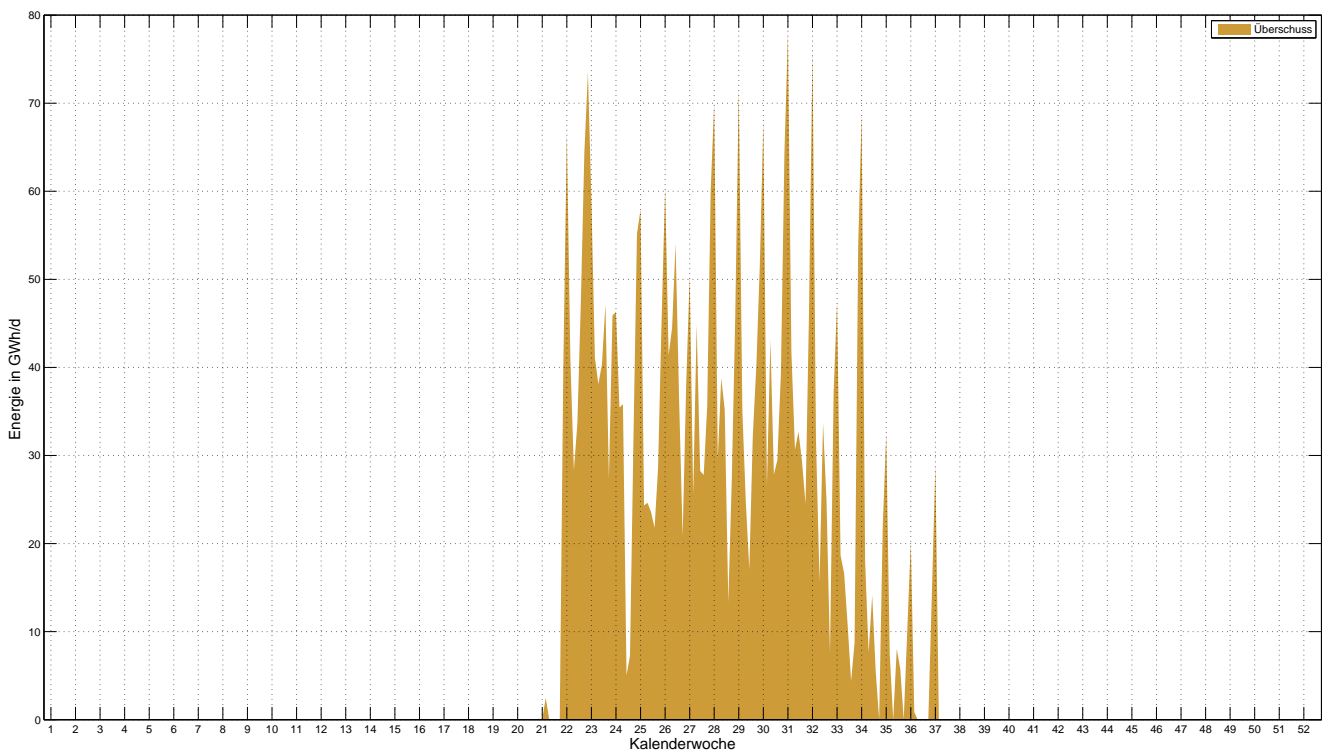


Abbildung 6: Überschussenergie in 2050, 3.5 TWh, nach NEP, Variante E