

SCS Energiemodell

Simulation der elektrischen Energieversorgung der Schweiz anhand von konfigurierbaren Szenarien

Modell Version v1.4, 30.5.2013

Präsentation v1.2, 4.6.2013

Inhalt

1. Motivation:
Energie-Diskussion als demokratischer Prozess
 2. Struktur des Modells
 3. Parametrierung
 4. Beispiel-Szenario
 5. Interpretation der Simulationsergebnisse
 6. Chancen und Grenzen des Modells
 7. Ausblick
-
- Anhang 1: Weitere Beispiel-Szenarien p.28
 - Anhang 2: Datengrundlagen p.119

1. Motivation: Energiezukunft der Schweiz

Die Schweiz macht sich Gedanken zur Energiezukunft. Der Staat, Parteien und Verbände diskutieren die Ausgestaltung einer sicheren, ökologischen und bezahlbaren künftigen Energieversorgung.

Das Energiesystem ist komplex, die Investitionszeiträume sind lang, das System ist weitgehend reguliert. Die Ansichten bezüglich Machbarkeit und Risiken verschiedener Energieformen, bezüglich der benötigten Transport- und Speicherinfrastrukturen sowie betreffend der möglichen Verbrauchsoptimierung divergieren stark.

Es stellt sich die Frage, wie in diesem Umfeld eine gute, zukunftsfähige und gesellschaftlich akzeptierte Lösung gefunden werden kann.

1. Motivation:

Den demokratischen Prozess geeignet unterstützen

Um den demokratischen Prozess zu unterstützen sollen verschiedene Szenarien und Marktmodelle untersucht und verglichen werden können.

Diese komplexe Aufgabe findet auf vier Ebenen statt:

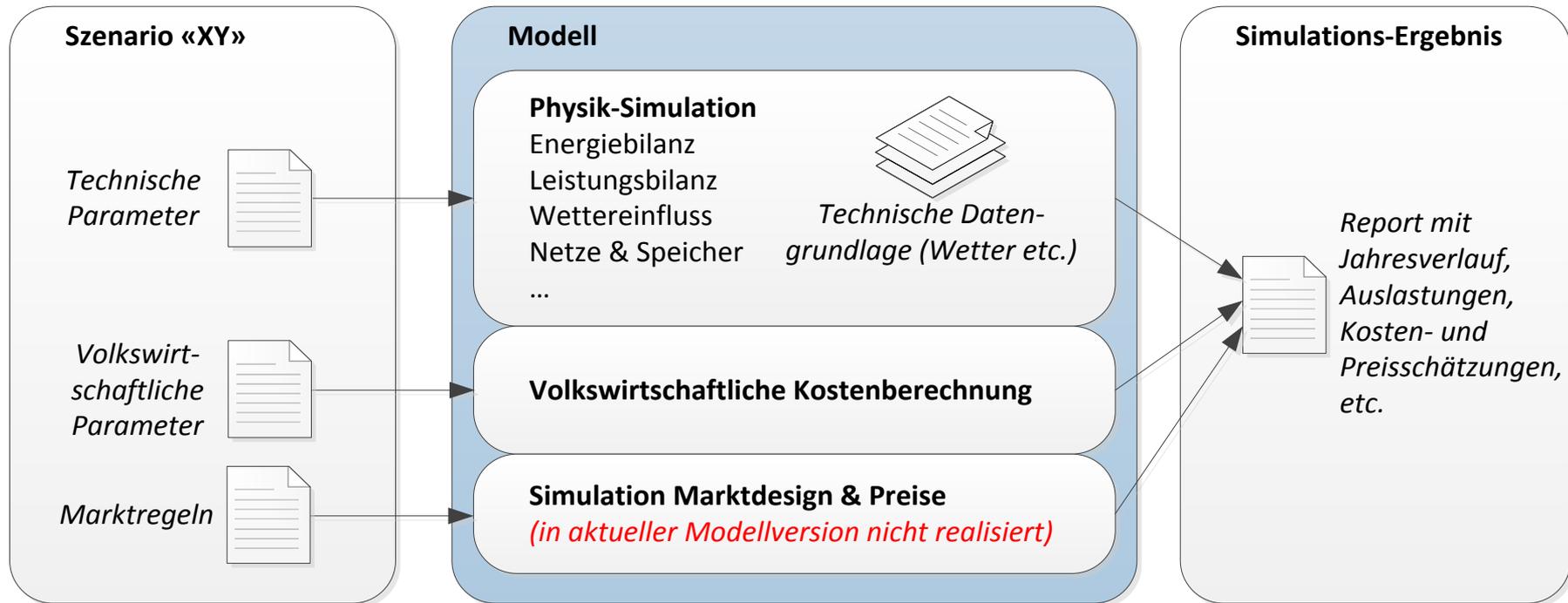
1. **Technik:** Modellierung des Gesamtenergiesystems unter Berücksichtigung von Leistungsbilanz, Energiebilanz, Transportkapazitäten, Speicherung, Klima/Wetter, Internationale Einbindung, CO₂-Bilanz, etc.
2. **Volkswirtschaftliche Kosten:** Berechnung anhand standardisierter Methoden
3. **Preise:** Abbildung der Kosten in Preise für Konsumenten
4. **Politische Vorgaben:** Wahl eines Regelwerks sowie eines Marktmodells; Abschätzung der Wirkung von Massnahmen und Rahmenbedingungen

1. Motivation

Szenarien-Vergleich ermöglichen

Der Vergleich der Szenarien soll mithilfe eines Simulationsmodells ermöglicht werden:

- Das Simulationsmodell ist transparent aufgebaut und soll konsensfähig sein
- Die Parametrierung (das Szenario) bildet die politischen Ansichten ab:



«Politische Parameter»

«Konsensfähiges, transparentes Modell»



super computing systems

1. Motivation

Zielsetzung des Simulationsmodells

- Das Simulationsmodell beschränkt sich in der vorliegenden Implementation auf das Stromsystem. Eine Erweiterung auf das gesamte Energiesystem der Schweiz ist möglich und wurde teilweise auch realisiert. Das Simulationsmodell beschränkt sich zudem auf die technische Ebene und die volkswirtschaftlichen Kosten.
- Eine Erweiterung auf die Preis-/Marktmodell-Ebene ist möglich. Sie könnte aufzeigen, wie sich verschiedenen Marktmodelle auf die verschiedenen Akteure (Produzenten/Konsumenten/Netzbetreiber) auswirken.
- Das Simulationsmodell wurde so einfach wie möglich und so komplex wie nötig gehalten. Durch neue Szenarien/Fragestellungen können Erweiterungen notwendig werden.
- Das Simulationsmodell ist transparent und offen, um Experten-Reviews zu ermöglichen.

1. Motivation

Fragestellungen bezüglich Technik

Technische Fragestellungen beinhalten u.a.:

- Zukünftiger Strom-/ Energiebedarf
- Produktionskapazität / Produktionsmix / Produktionskapazität im Ausland
- Import / Export / Handel
- Ausbau der Transportkapazität
- Speicherkapazität / Speichermix / Speicherausbau
- Systemverluste (Netztransport, Speicher, Überschuss)?
- Systemmanagement / Systemspielregeln
- Systemverfügbarkeit / (Selbst)versorgungsgrad

1. Motivation

Fragestellungen bezüglich volkswirtschaftlichen Kosten

Zielsetzung: Bestimmung der gesamten Systemkosten in Bezug auf die Nutzenergie eines einzelnen Szenarios

- Produktionskosten (Investition, Betrieb & Unterhalt)
- Transportkosten (Netzinvestition, Betrieb und Unterhalt)
- Speicherkosten (zentral/ dezentral)
- Verlustkosten (Netzverluste, Speicherverluste, Überschüsse)
- Kosten Regelenergie / Systemmanagement
- Risikokosten / Entsorgungskosten
- Totale Kosten Gesamtsystem

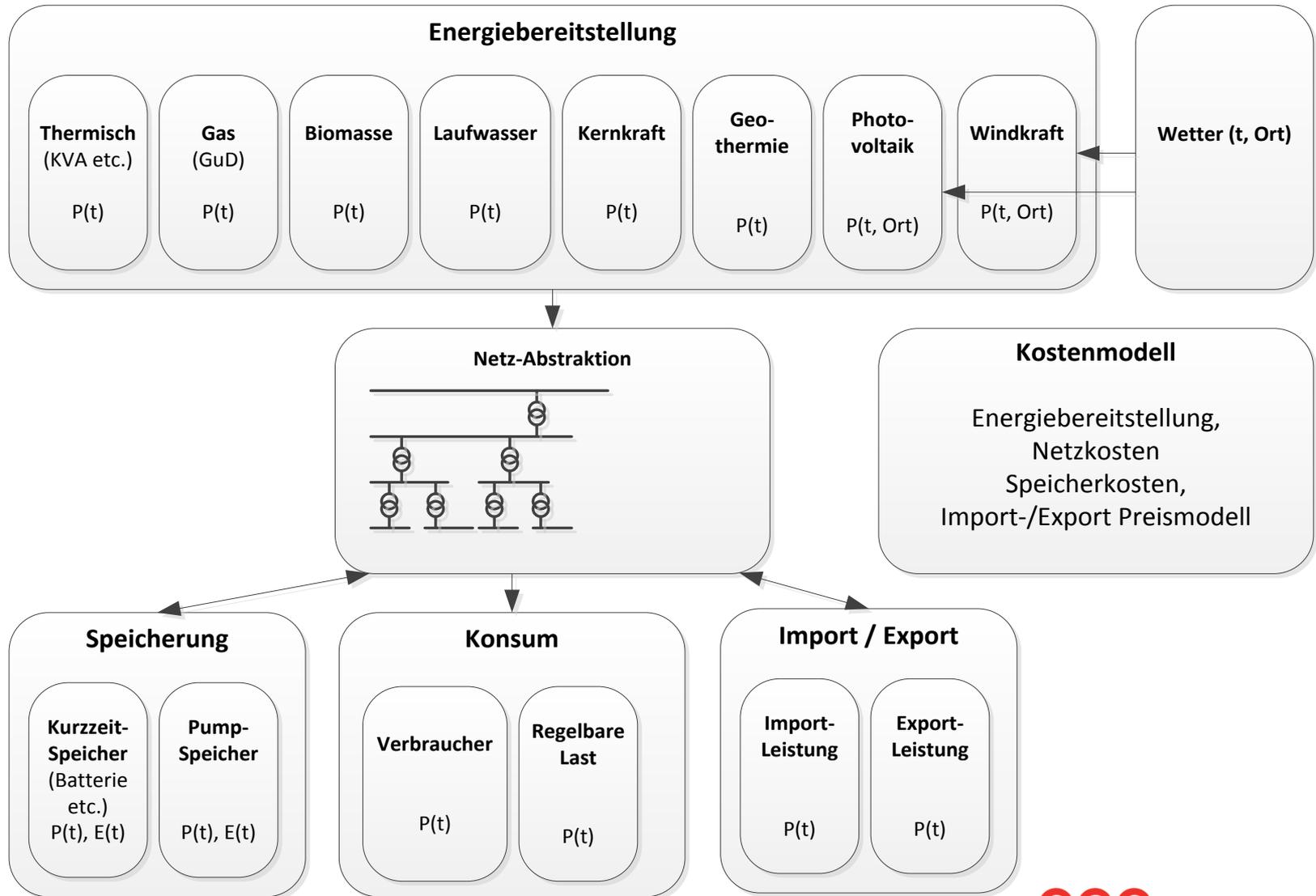
1. Motivation

Fragestellungen bezüglich Preisen und Marktdesign

Zielsetzung: Möglichst faire Abbildung von realen Kosten in Preise unter Berücksichtigung von Systemengpässen und Systemzielen. Wie werden die Einnahmen auf die verschiedenen Akteure verteilt?

- Marktmodell
- Transportpreise («Flatrate», Leistungspreis, Leistungs- / und Transportpreis, Leistungs- / und Transportpreis zeitabhängig, Leistungs- / und Transportpreis zeit- und ortsabhängig)
- Produktionspreise (Welche Produktion ist am freien Markt? Welche Produktionen werden wie subventioniert?)
- Abbildung von Speicherkosten, Verlustkosten, Kosten für Regelernergie, Systemmanagement, Risiko und Entsorgung
- Frage nach Energiesteuern/Abgaben

2. Struktur des Modells



2. Struktur des Modells

- Das Modell berechnet für einen Zeitraum von einem Jahr (Januar-Dezember) die **Energiebilanz** sowie in jedem Zeitpunkt die **Leistungsbilanz** (Minutentakt), unter Berücksichtigung von hydrologischen Daten und Wetter (Sonne, Wind).
- Der Einsatz der Kraftwerke und Speicher erfolgt anhand einer Prioritätsliste, um die Komponenten im Sinne des Gesamtsystems einzusetzen.
- Bei Defiziten wird Energie importiert (zeitgleich) resp. bei Überschüssen exportiert. (*Beschreibung Handel siehe Anhang*)
- Anhand des simulierten Einsatzes der Kraftwerke und Speicher wird eine volkswirtschaftliche Kostenrechnung gemacht.

2. Struktur des Modells

Einsatzstrategie von Kraftwerken, Speichern und Lastverschiebung

Deckung des Bedarfs

1. Unflexible Produktion: Thermische Kraftwerke, Laufwasserkraft, Kernkraftwerke, Biomasse
2. Stochastische Produktion: PV und Wind
3. Batterien
4. Pumpspeicherwerke
5. Gaskraftwerke/GuD (auch saisonale Vorgabe)
6. Saisonale Speicherkraftwerke

Bei Überproduktion

1. Überschuss in dezentrale Batteriespeicher abführen
2. Restlichen Überschuss in Pumpspeicherseen pumpen
3. Restlichen Überschuss ins Ausland verkaufen oder «wegwerfen»

Lastverschiebung

- Falls ein Solarüberschuss absehbar ist (am aktuellen Tag), soll dieser zunächst möglichst durch verschobene Last abgefangen werden

3. Parametrierung

Die Parametrierung des Modells beinhaltet folgende Aspekte:

- Zusammenstellung des schweizerischen Kraftwerkparks
- Ausbaustand der Saisonal- und Pumpspeicherkraftwerke
- Ausbaustand Batteriespeicher und Lastverschiebungs-Potential
- Gesamt-Endverbrauch (skaliert)
- Volkswirtschaftliche Kosten:
 - Investitionen pro Technologie, Amortisationszeit, Zinssätze, Brennstoffkosten, Unterhaltskosten

Im Moment nicht parametrierbar sind:

- Einsatzstrategie der Kraftwerke und Speicher
- Ausbaustand Netz

4. Beispiel-Szenario

Im Folgenden werden die Simulationsergebnisse für ein Beispiel-Szenario gezeigt und kommentiert. Das Szenario hat folgende Charakteristik:

- 10.5 GW Solaranlagen, zu einem geringen Teil in den Alpen (+50% Ertrag)
- 2.25 GW Windanlagen, 0.5 GW Biomassekraftwerke
- Ausbau der Saisonalspeicher von heute 8.5TWh auf 9TWh Kapazität
- Ausbau der Pumpspeicher von 1.7GW Leistung auf 3 GW Leistung
- Endverbrauch von 60TWh pro Jahr (ca. heutiger Stand)
- Keine Kernkraftwerke, keine Lastverschiebungsmassnahmen
- Geringer Batteriespeicher lokal

4. Beispiel-Szenario

Grundlegende Parameter

Szenario: example -

Parameter	
Produktion Thermisch	3.70 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	0.50 GW
Leistung Geoelektrisch	0.20 GW
Leistung Solar Dach	9.75 GW
Leistung Solar Berg	0.75 GW
Leistung Wind	2.25 GW
Leistung Gas	0.40 GW
Kapazität Saisonalspeicher	9.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	3.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	3.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	2.10 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	7.35 GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	7.35 GW
Endverbrauch	60.00 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

Produktion Thermisch:
Primär Kehrrichtverbrennung

Solar Dach: Mittelland
Solar Berg: Bergstandorte
(ca. +50% Ertrag)

Batteriespeicher: Dezentrale
Batterien auf
Niederspannungsebene N7

Lastverschiebung:
Prozentsatz der Gesamtlast,
welche innert 24h
verschoben werden kann

4. Beispiel-Szenario Jahresbilanz

Szenario: example - Energiebilanz

Produktion

	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	3.70	1.94	1.76
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79
Saisonalspeicher	8.50	19.04	6.64	12.40
Pumpspeicher	3.00	1.44	1.18	0.26
Geoelektrisch	0.20	1.75	0.88	0.87
Biomasse	0.50	2.93	0.74	2.18
Solar Dach	9.75	9.72	6.67	3.05
Solar Berg	0.75	0.97	0.59	0.39
Wind	2.25	3.37	1.59	1.78
Gas	0.40	1.69	0.04	1.65
Batteriespeicher	7.35	0.36	0.31	0.05
Import	NaN	4.46	0.00	4.46
Defizit	NaN	0.06	0.06	0.00
Total	NaN	66.10	31.46	34.64

Konsum

	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)	
Endverbraucher	NaN	60.00	27.14	32.86
Verlust	NaN	2.91	1.26	1.65
Pumpspeicher	3.00	1.17	1.14	0.03
Batteriespeicher	7.35	0.40	0.35	0.05
Waste	NaN	0.07	0.07	0.00
Export	NaN	1.54	1.50	0.04
Total	NaN	66.10	31.46	34.64
davon Verluste (4.2%)		2.75		

Energiebilanz

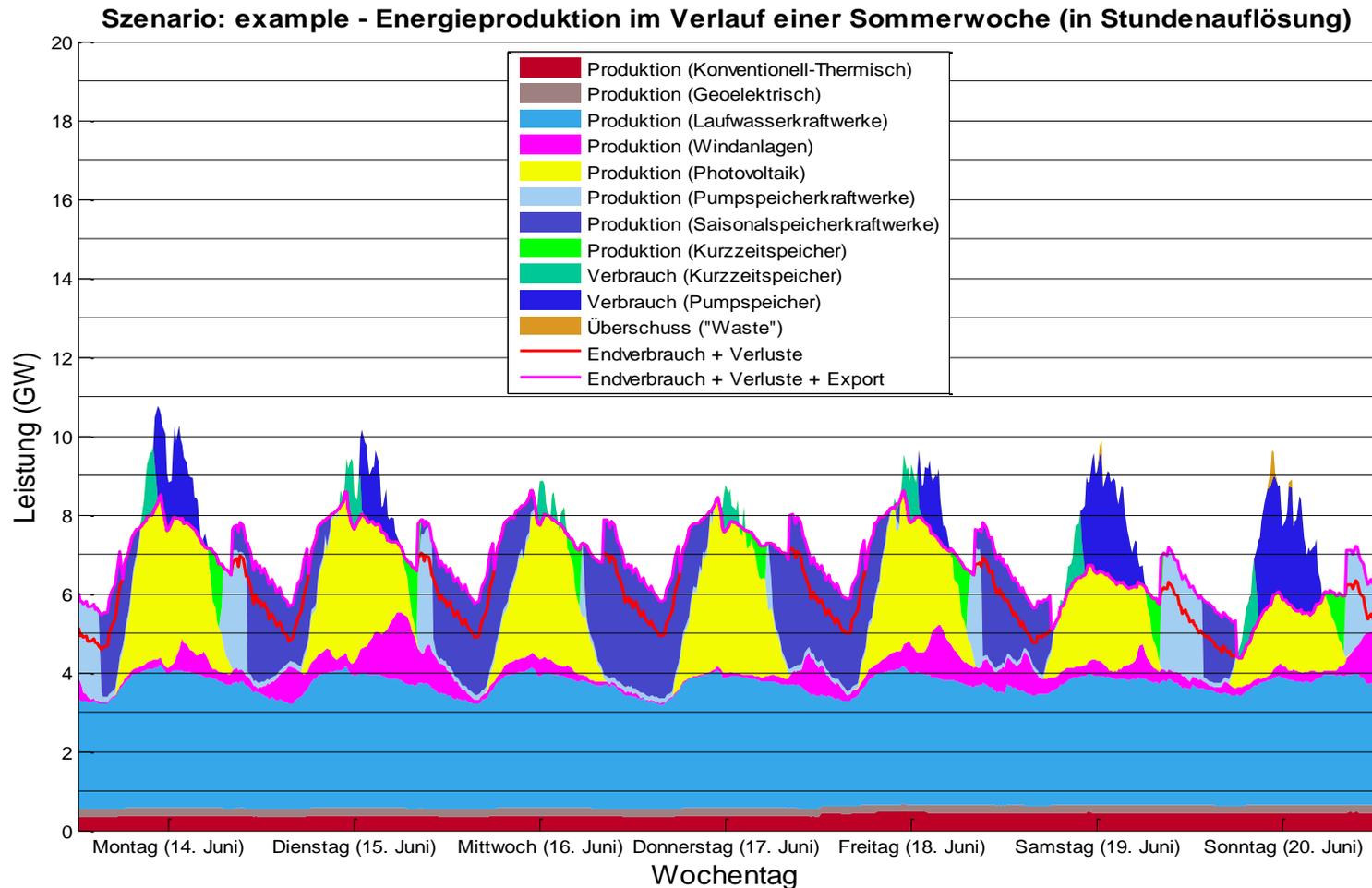
Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)
0.03	0.13	-2.92	-2.82

Waste: Energie, welche weder konsumiert noch gespeichert werden konnte..

«Speicher-Delta»: Differenz des Saisonalspeichereinhalts gemessen zwischen Anfang und Ende des Jahres

Defizit: Benötigte Energie, welche kurzfristig nicht in der CH zur Verfügung stand. Kurzfristige Unterdeckung.

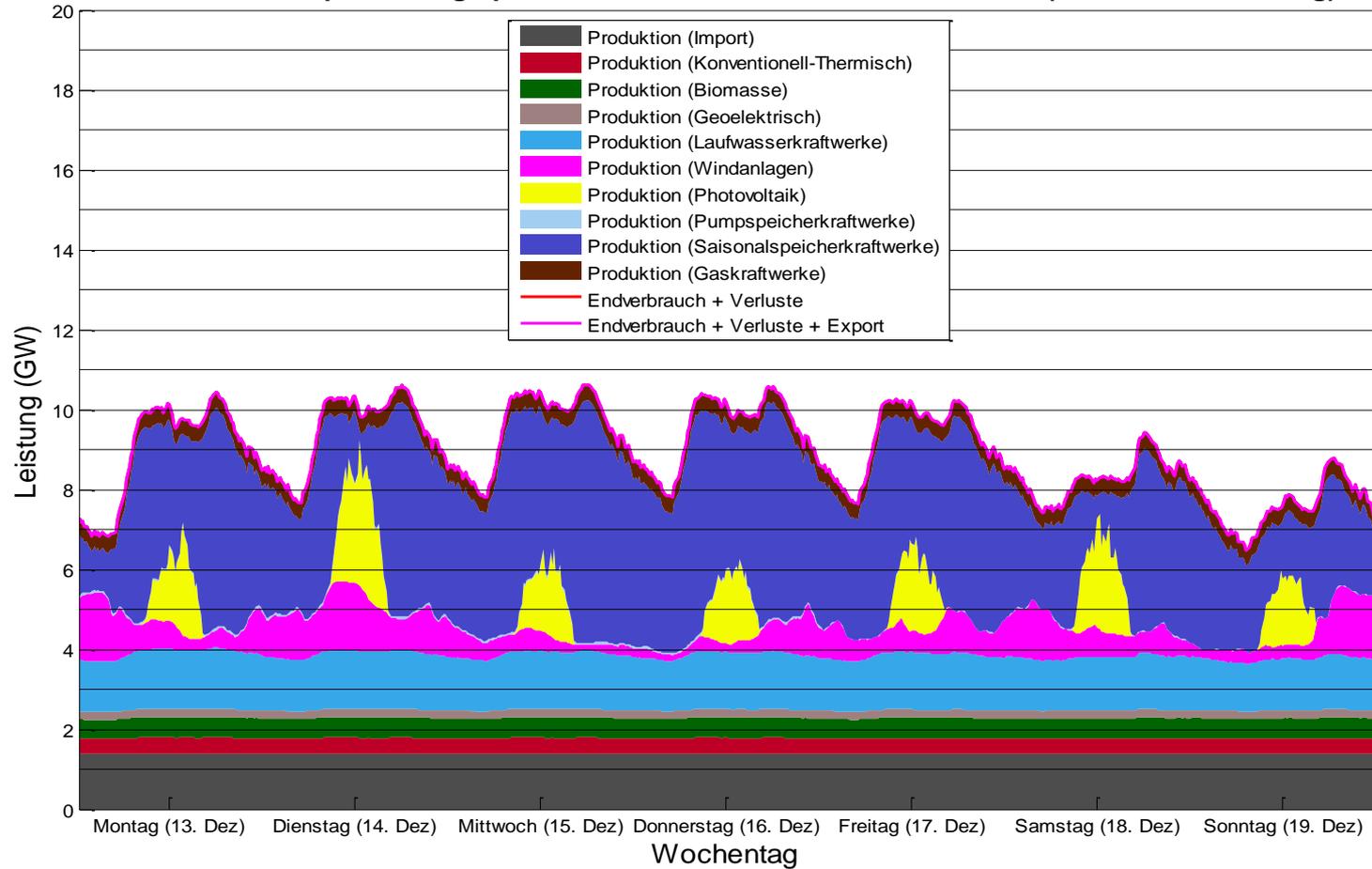
4. Beispiel-Szenario Verlauf einer Sommerwoche



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:45

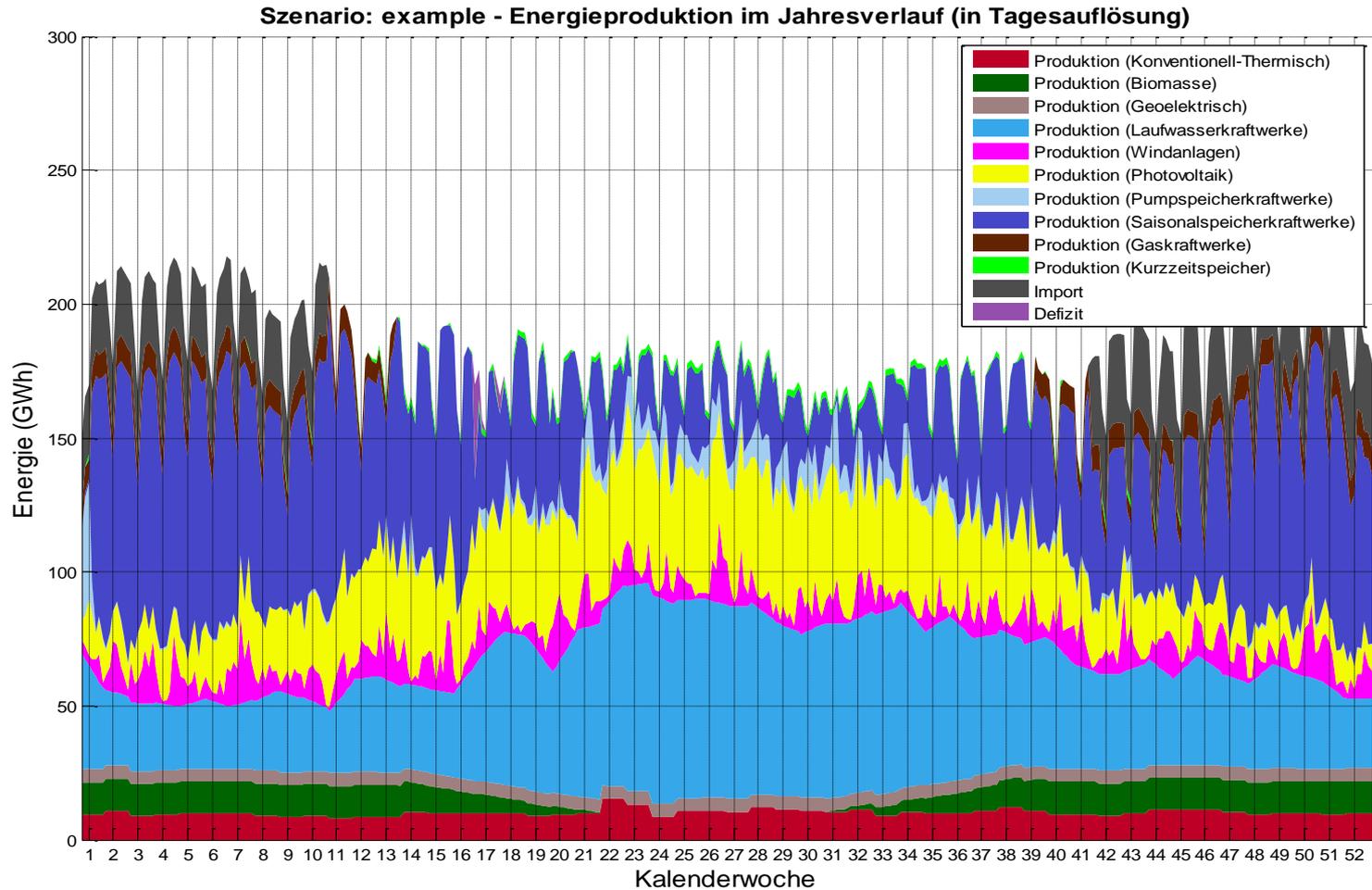
4. Beispiel-Szenario Verlauf einer Winterwoche

Szenario: example - Energieproduktion im Verlauf einer Winterwoche (in Stundenauflösung)



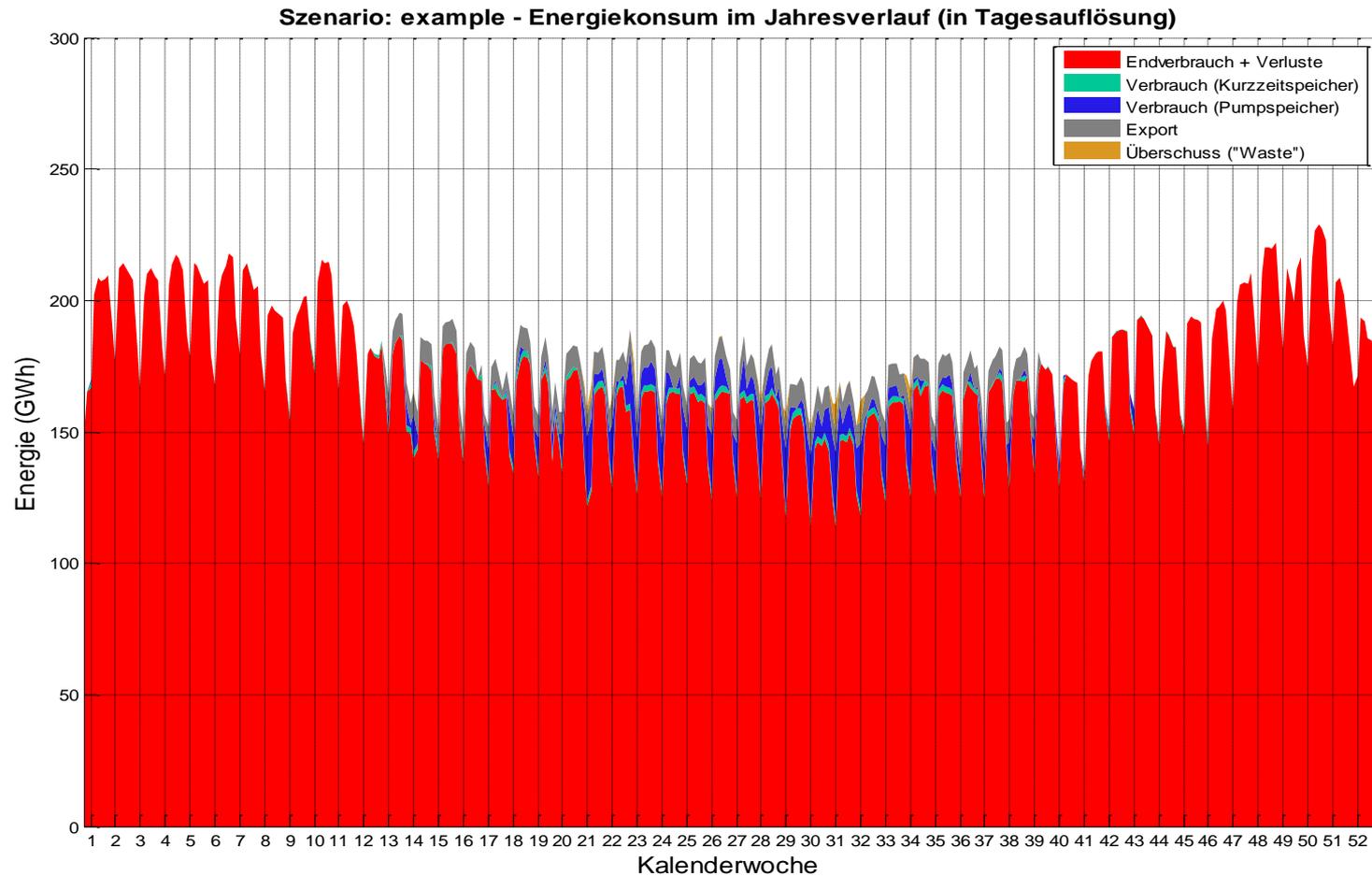
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:45

4. Beispiel-Szenario Energiebereitstellung im Jahresverlauf



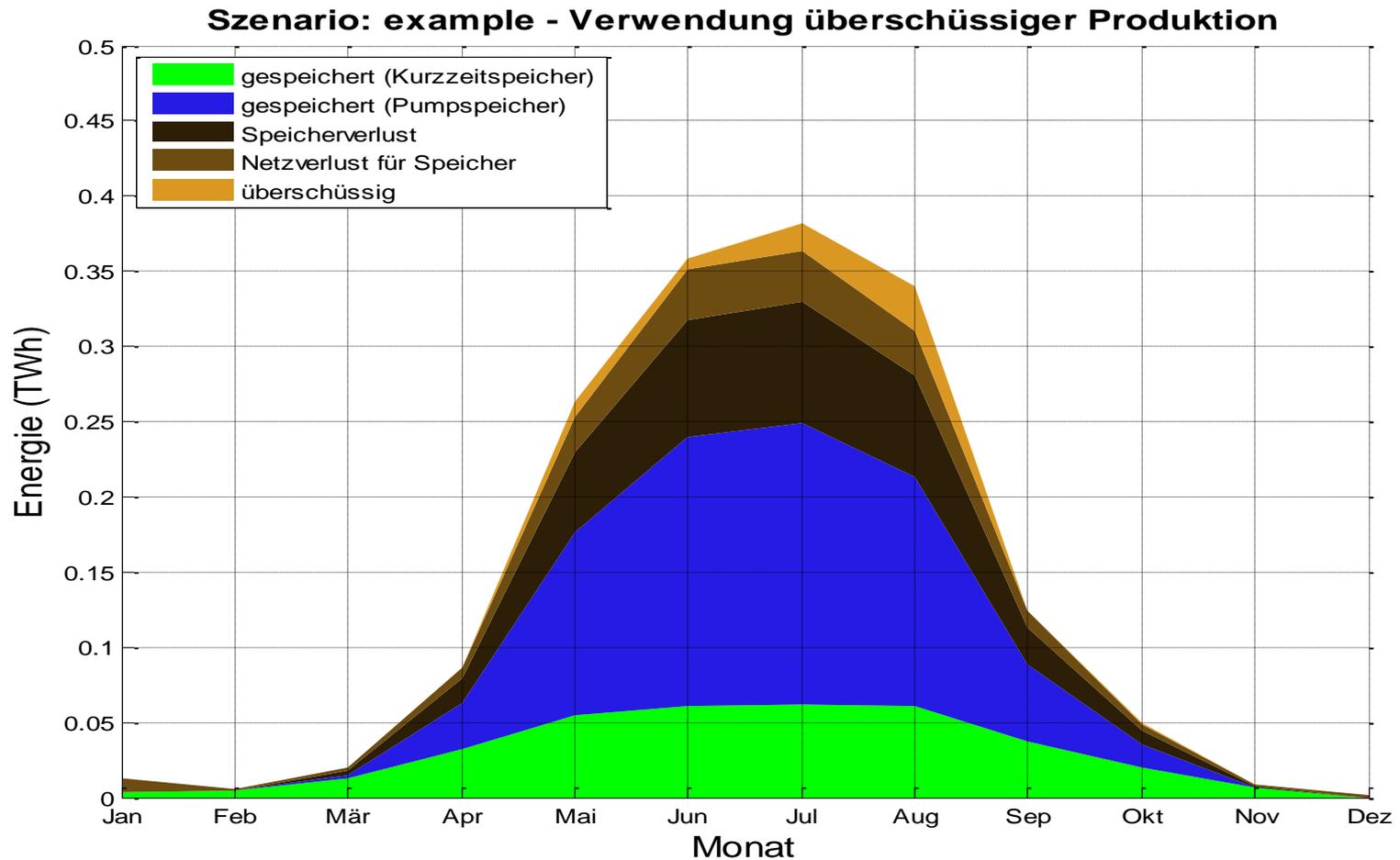
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:45

4. Beispiel-Szenario Energiekonsum im Jahresverlauf



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:45

4. Beispiel-Szenario Verwendung überschüssiger Energie

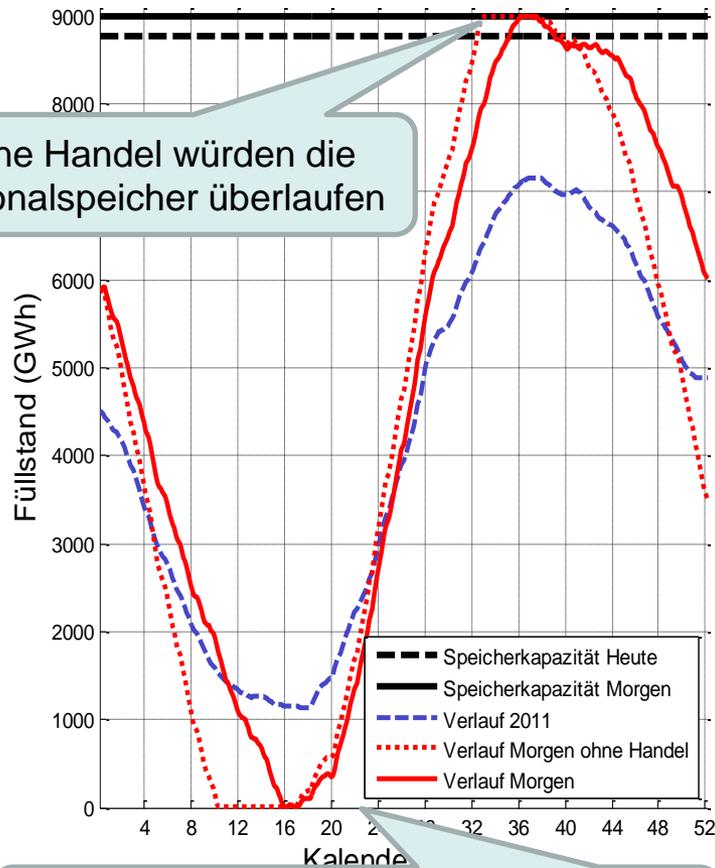


git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:45

4. Beispiel-Szenario

Füllstand der Speicherseen

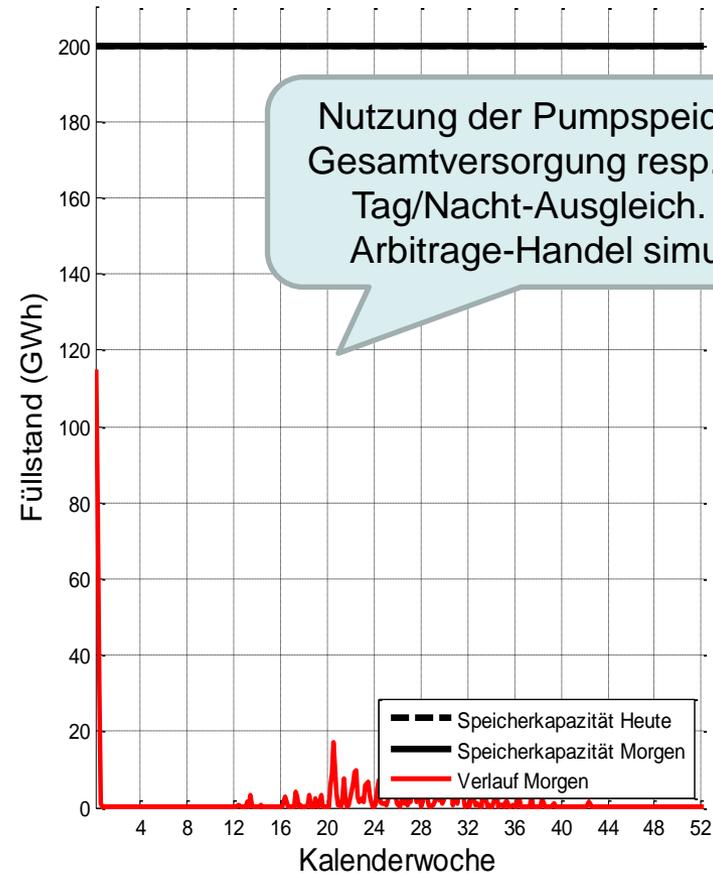
Szenario: example
Füllstand der Saisonspeicherseen



Füllstand «0»: Nutzvolumen der Seen erschöpft, Restvolumen unangetastet.

gf0398ad date 2013-06-04 11:45

Szenario: example
Füllstand der Pumpspeicherseen



4. Beispiel-Szenario Netznutzung

Szenario: example - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	1.11	2.59	0.00	0.00	0.00	3.70
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.32	8.29	4.97	0.00	0.00	0.02	16.60
Biomasse	0.00	0.59	2.34	0.00	0.00	0.00	2.93
Geoelektrisch	0.53	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	9.56	0.12	0.04	9.72
Solar Berg	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.97
Wind	0.00	3.37	0.00	0.00	0.00	0.00	3.37
Gas	0.00	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	1.69
Saisonalspeicher	19.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.04
Pumpspeicher	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.10	0.07	0.19	0.00	0.36
Total	24.32	16.27	10.85	9.63	0.32	0.07	0.36

Energiebezug aus den Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	19.95	39.85	0.19	60.00
Pumpspeicher	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.04	0.12	0.12	0.28
Total (per Netzebene)	1.17	0.00	19.99	39.97	0.32	

4. Beispiel-Szenario Kostenschätzung

Szenario: example - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteuerung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	
Produktion Thermisch	3.70	TWh	60.00	CHF/MWh	222.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.70	NaN	0.00	222.00	60.00
Leistung Nuklear	0.00	GW	10000.00	CHF/kWp	0.00	4.00	50.00	4.66	0.00	4.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00	Stk.	20.00	GCHF	20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60	TWh	60.00	CHF/MWh	996.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	996.00	60.00
Leistung Biomasse	0.50	GW	9000.00	CHF/kWp	4500.00	4.00	30.00	5.78	260.24	5.00	225.00	2.93	30.00	87.84	573.08	195.72
Leistung Geoelektrisch	0.20	GW	4000.00	CHF/kWp	800.00	4.00	30.00	5.78	46.26	2.00	16.00	1.75	NaN	0.00	62.26	35.54
Leistung Solar Dach	9.75	GW	1500.00	CHF/kWp	14625.00	4.00	25.00	6.40	936.17	4.00	585.00	9.72	NaN	0.00	1521.17	156.50
Leistung Solar Berg	0.75	GW	4000.00	CHF/kWp	3000.00	4.00	25.00	6.40	192.04	6.00	180.00	0.97	NaN	0.00	372.04	382.38
Leistung Wind	2.25	GW	3000.00	CHF/kWp	6750.00	4.00	25.00	6.40	432.08	4.00	270.00	3.37	NaN	0.00	702.08	208.11
Leistung Gas	0.40	GW	1800.00	CHF/kWp	720.00	4.00	30.00	5.78	41.64	1.00	7.20	1.69	50.00	84.48	133.32	78.91
Produktion Stauseen	19.04	TWh	55.00	CHF/MWh	1047.21	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	19.04	NaN	0.00	1047.21	55.00
Leistung Pumpspeicher	3.00	GW	2000.00	CHF/kWp	6000.00	4.00	50.00	4.66	279.30	1.00	60.00	1.44	NaN	0.00	339.30	236.16
Kapazität Batterien	2.10	GWh	1000.00	CHF/kWh	2100.00	4.00	10.00	12.33	258.91	1.00	21.00	0.36	NaN	0.00	279.91	770.97
Import	4.52	TWh	70.00	CHF/MWh	316.42	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	4.52	70.00	316.42	316.42	70.00
Export	1.70	TWh	-120.00	CHF/MWh	-204.21	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	1.70	-120.00	-204.21	-204.21	-120.00
Total															6777.91	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	1.17	10.00	11.71	0.00	0.00	0.00	11.71
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	19.99	40.00	799.59	2000.00	2000.00	4.00	803.59
Ebene N6/N7	39.97	80.00	3197.89	2000000.00	240.00	480.00	3677.89
Total							4493.19

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)		(CHF/MWh)
6777.91	4493.19	11271.10	60.00	187.85

Theoretische Gesteuerungskosten (Energie- und Netzkosten), gemittelt über alle Konsumenten (Gewerbe, Haushalte etc.)

5. Interpretation der Simulationsergebnisse

Das **Beispiel-Szenario** würde eine laufende Bedarfsdeckung in der Schweiz *knapp nicht erlauben* (Import Ende Jahr), trotz massivem Solar- und Windkrafteinsatz, etwas Biomasse, und ein wenig Gas. Die Speicherseen würden stärker ausgefahren als heute und praktisch alle Energie würde für den Eigenkonsum benötigt. Die Pumpspeicher hätten noch einiges Potential für Arbitrage-Handel.

Zu beachten ist, dass die Prioritätenliste, welche den Einsatz der Mittel definiert, zwingend notwendig ist. Der Markt alleine würde vermutlich ein anderes Resultat liefern, da dann die Businessmodelle der Akteure entscheidend sind. (Dies wird sich erst in einer späteren Modellversion abbilden lassen.)

6. Chancen und Grenzen des Modells

Das Modell erlaubt eine Plausibilisierung von Szenarien in einer vernünftigen Detailtiefe, d.h. **so einfach wie möglich, so komplex wie nötig**. Es werden die relevantesten Elemente des elektrischen Versorgungssystems abgebildet, ohne Berücksichtigung von Regulationen, Anreizsystemen oder Businessmodellen. Strompreise oder daraus folgendes Konsumentenverhalten wird in der aktuellen Version vernachlässigt; die Akteure verhalten sich im Interesse des Gesamtsystems. Die Modellierung der Kraftwerke und Speicher erfolgt als Gesamtmodell, nicht durch Abbildung aller einzelner Anlagen.

Europa wird momentan nur rudimentär einbezogen.

Das Modell bildet ein bestimmtes Jahr ab, quasi als «Snapshot». Eine Entwicklung über die Jahre hinweg (z.B. zur Modellierung des AKW-Ausstiegs) muss schrittweise simuliert werden.

7. Ausblick

Das Modell befindet sich in Weiterentwicklung. Folgender Ausbau ist geplant:

- Erweiterung auf die gesamte Energieversorgung, d.h. nicht nur Fokus auf die Elektrizität.
- Genaueres, marktkonformeres Abbild der einzelnen Akteure; Kraftwerk-Betriebsoptimierung statt Prioritätenregel; «Nodal pricing»; Preise statt nur Kosten.
- Stärkere Berücksichtigung der Geographie, Möglichkeit der Abbildung von Leistungsflüssen
- Hinterlegung eines genaueren Netzmodells (elektrisch)
- Stärkerer Einbezug Europas in die Simulation
- Möglichkeit der Simulation über Zeiträume mehrerer Jahre hinweg (2013..2050)

Anhang 1: Weitere Beispiel-Szenarien

Anhang 1: Weitere Szenarien

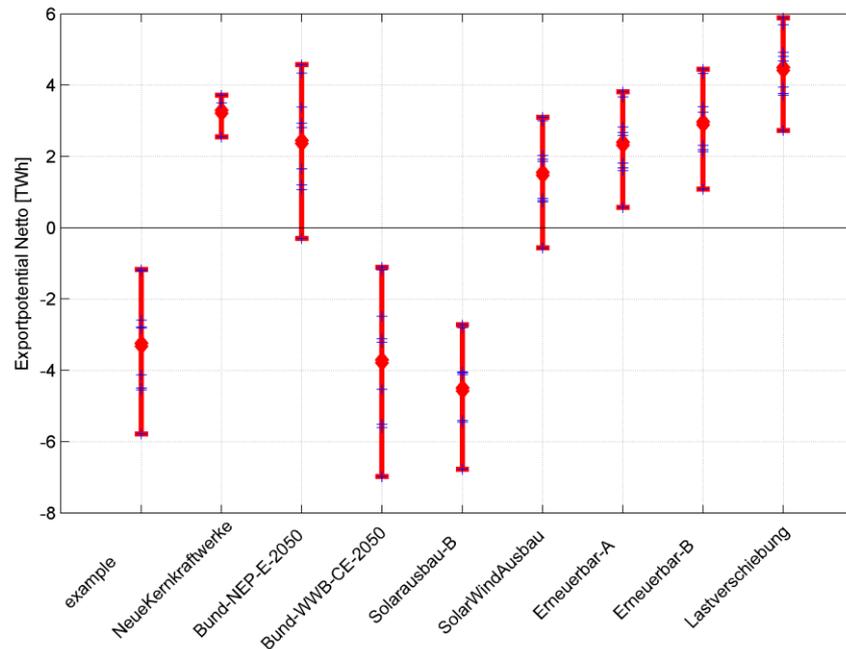
Auf den folgenden Seiten werden weitere Szenarien beispielhaft gezeigt. Die Szenarien werden jeweils kurz kommentiert:

- Szenario «Bund NEP-E-2050»
- Szenario «Neue Kernkraftwerke»
- Szenario «Bund WWB-CE-2050»
- Szenario «Massiver Solarausbau»
- Szenario «Solar- und Windausbau»
- Szenario «Erneuerbar A – Mischszenario»
- Szenario «Erneuerbar B – Mischszenario»
- Szenario «Lastverschiebung»

Anhang 1: Weitere Szenarien

Sensitivität bezüglich Solar- und Wasserjahr

Die Szenarien werden bezüglich einem spezifischen Jahr gerechnet. Eine Sensitivitätsanalyse für die Jahre 2003..2012 mit verschiedenen Solar- und Wasserjahren zeigt die folgende Graphik. Es wird die Energiebilanz verglichen. Der «Spread» beläuft sich typischerweise auf 1.5..2.5TWh/a:



Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «Bund-NEP-E-2050»

Szenario «Bund-NEP-E-2050» richtet sich nach der Planung vom Bund. Im Wesentlichen werden die KKW durch Erneuerbare sowie Gas ersetzt.

Parameter (Bund-NEP-E-2050)

Szenario: Bund-NEP-E-2050 -	
Parameter	
Produktion Thermisch	1.63 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	0.48 GW
Leistung Geoelektrisch	0.50 GW
Leistung Solar Dach	11.16 GW
Leistung Solar Berg	0.00 GW
Leistung Wind	2.85 GW
Leistung Gas	0.80 GW
Kapazität Saisonalspeicher	9.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	0.00 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Endverbrauch	57.56 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

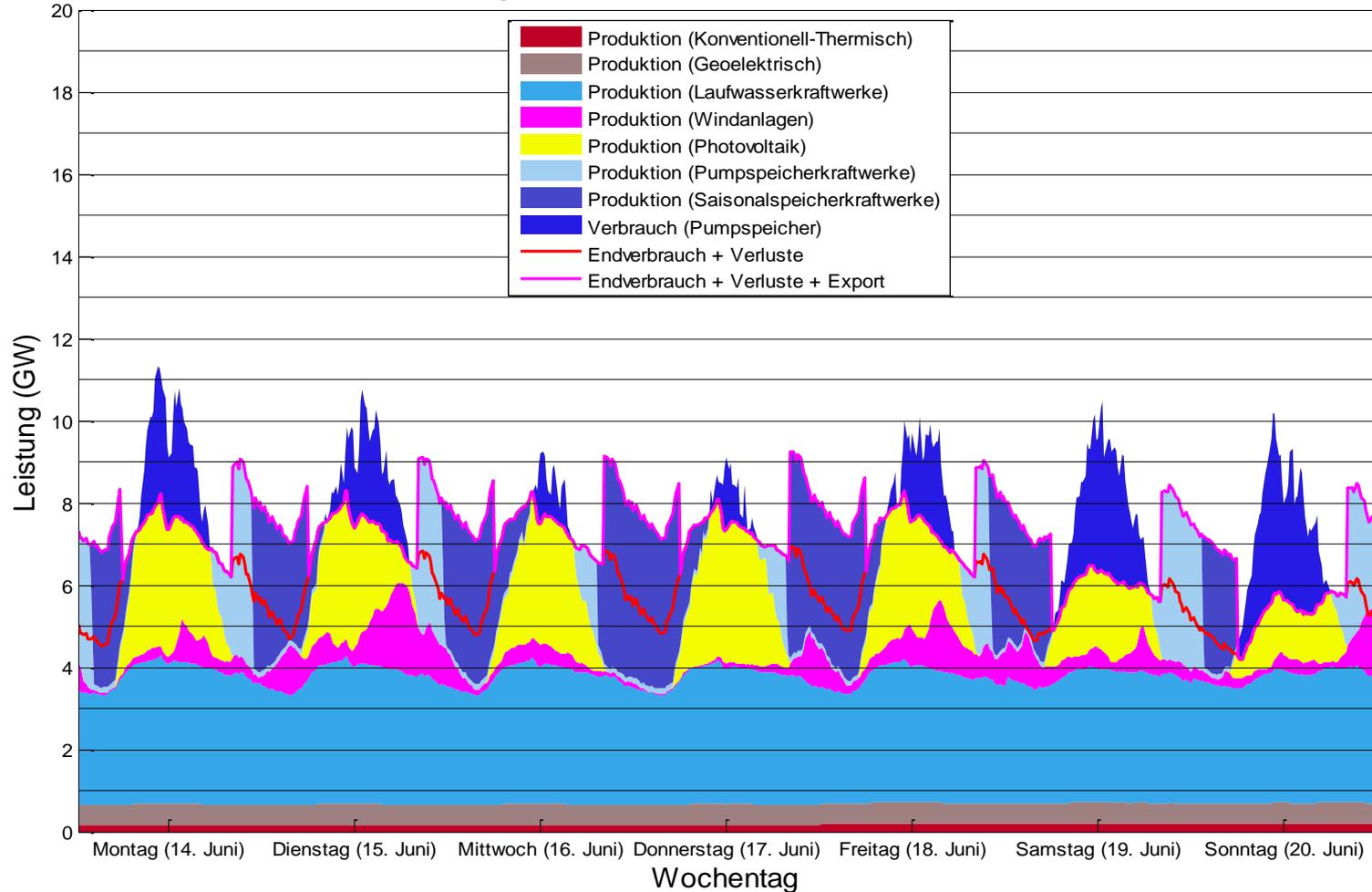
Jahresbilanz (Bund-NEP-E-2050)

Szenario: Bund-NEP-E-2050 - Energiebilanz

Produktion					Konsum				
	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)		installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	1.63	0.86	0.77	Endverbraucher	NaN	57.56	26.03	31.53
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	Verlust	NaN	2.97	1.41	1.56
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79	Pumpspeicher	5.00	2.43	2.33	0.10
Saisonalspeicher	8.50	19.68	6.82	12.85	Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00
Pumpspeicher	5.00	2.38	2.07	0.31	Waste	NaN	0.01	0.01	0.00
Geoelektrisch	0.50	4.42	2.21	2.20	Export	NaN	3.83	3.43	0.40
Biomasse	0.48	2.81	0.71	2.10	Total	NaN	66.80	33.20	33.59
Solar Dach	11.16	11.13	7.63	3.49	davon Verluste (4.5%)		3.02		
Solar Berg	0.00	0.00	0.00	0.00	Energiebilanz				
Wind	2.85	4.27	2.01	2.26	Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)	
Gas	0.80	3.39	0.07	3.33	0.04	-0.57	3.34	2.81	
Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00					
Import	NaN	0.50	0.00	0.50					
Defizit	NaN	0.00	0.00	0.00					
Total	NaN	66.80	33.20	33.59					

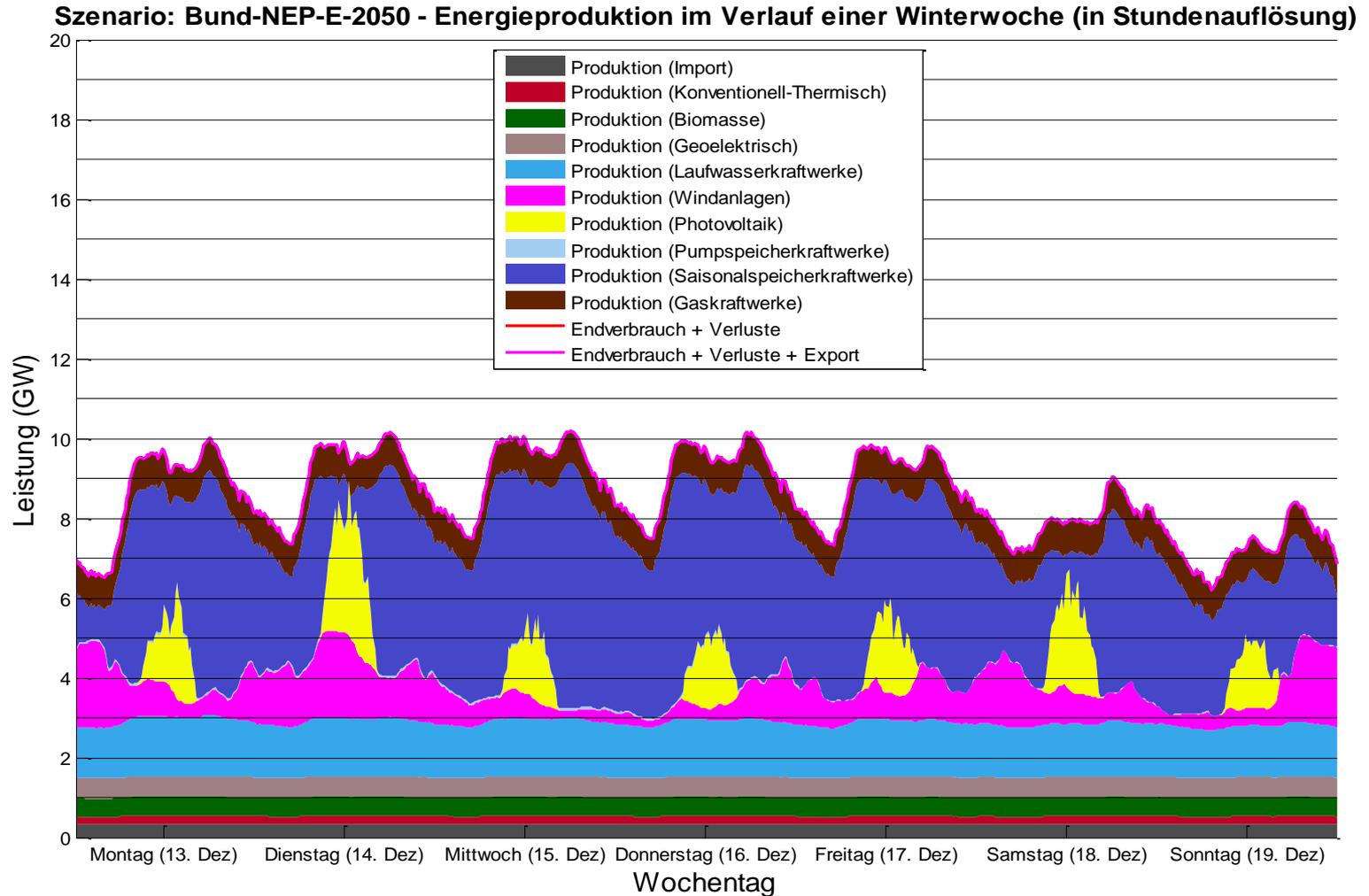
Verlauf einer Sommerwoche (Bund-NEP-E-2050)

Szenario: Bund-NEP-E-2050 - Energieproduktion im Verlauf einer Sommerwoche (in Stundenauflösung)



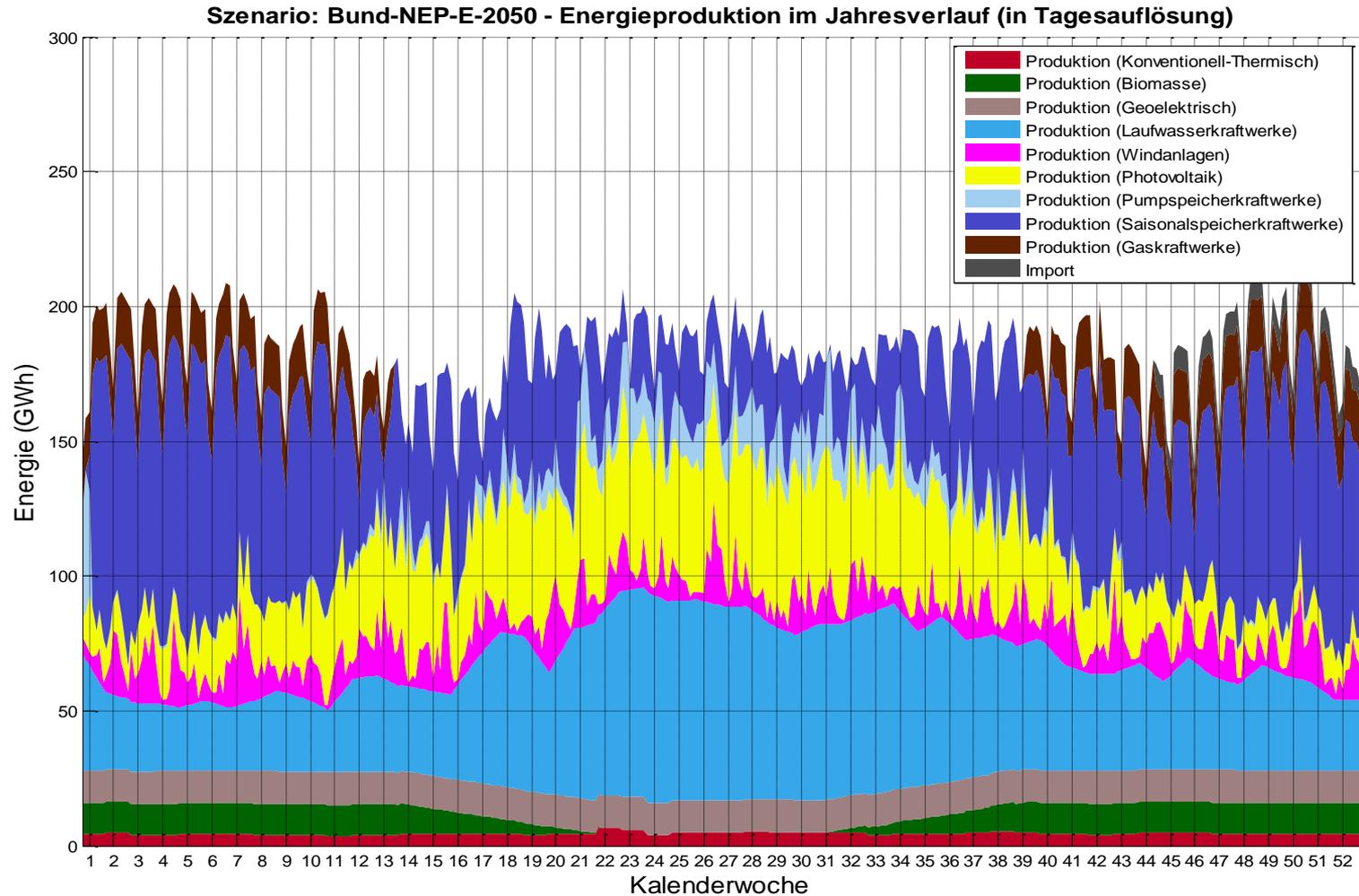
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verlauf einer Winterwoche (Bund-NEP-E-2050)



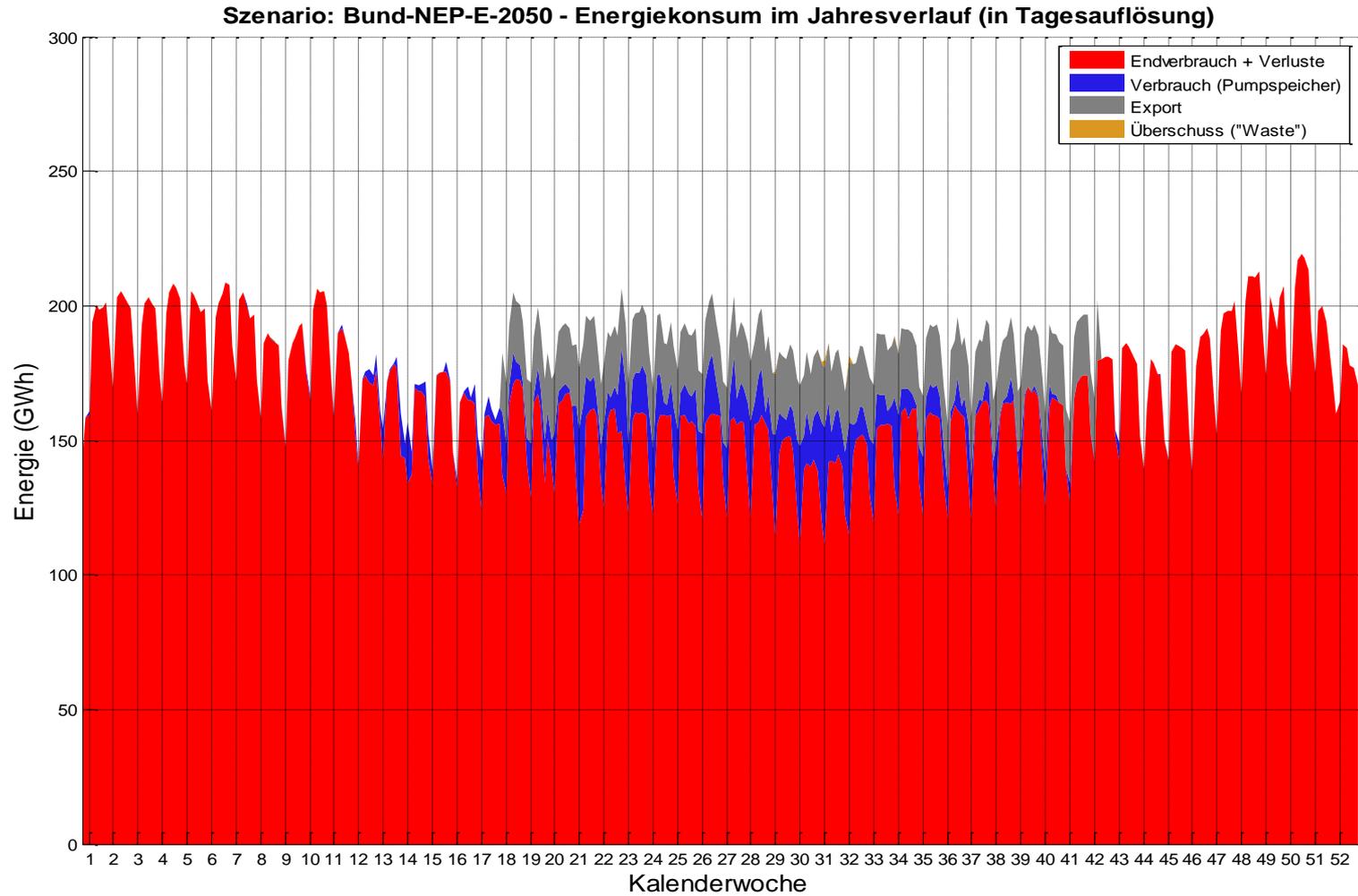
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energieproduktion im Jahresverlauf (Bund-NEP-E-2050)



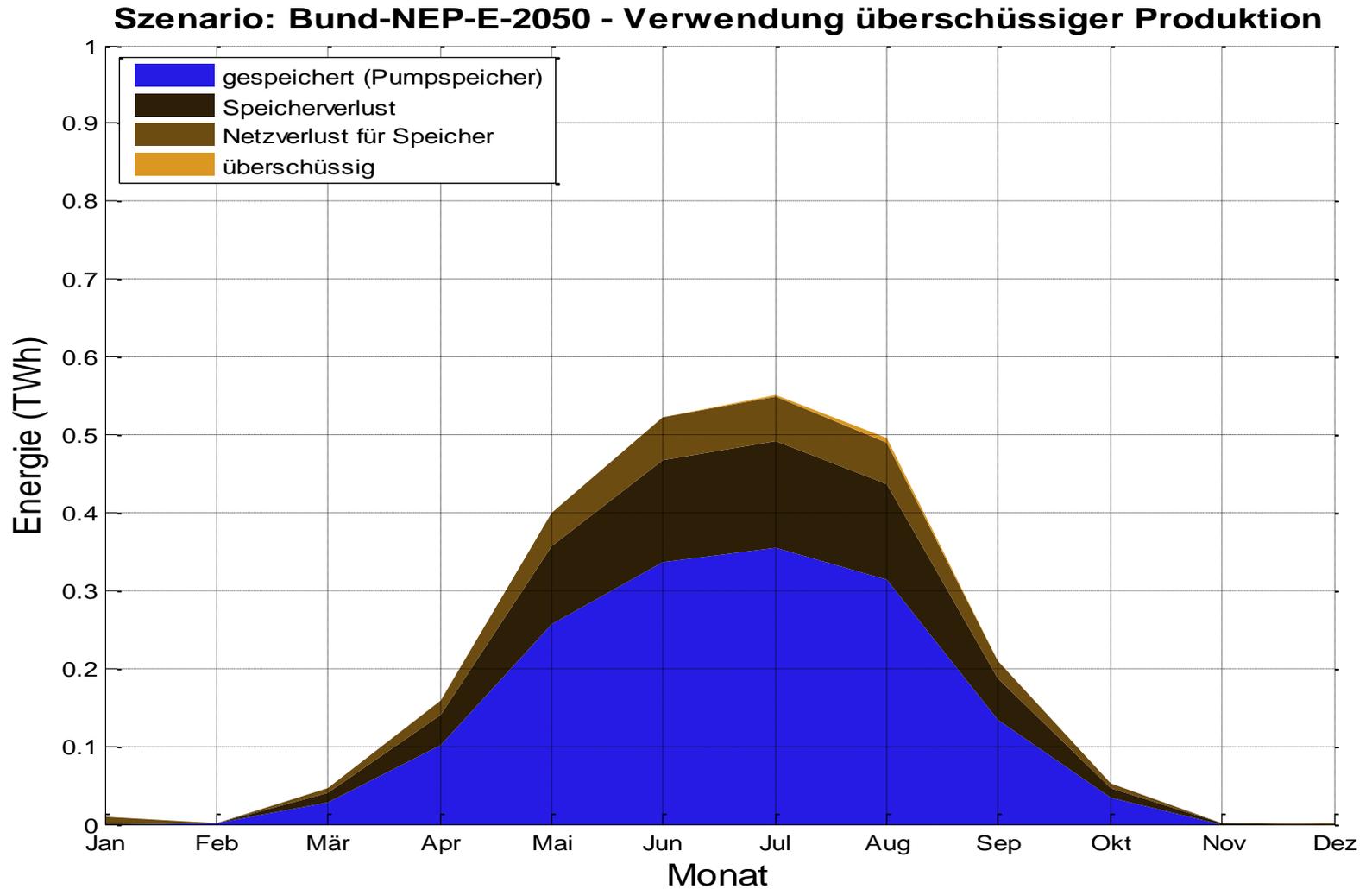
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energiekonsum im Jahresverlauf (Bund-NEP-E-2050)



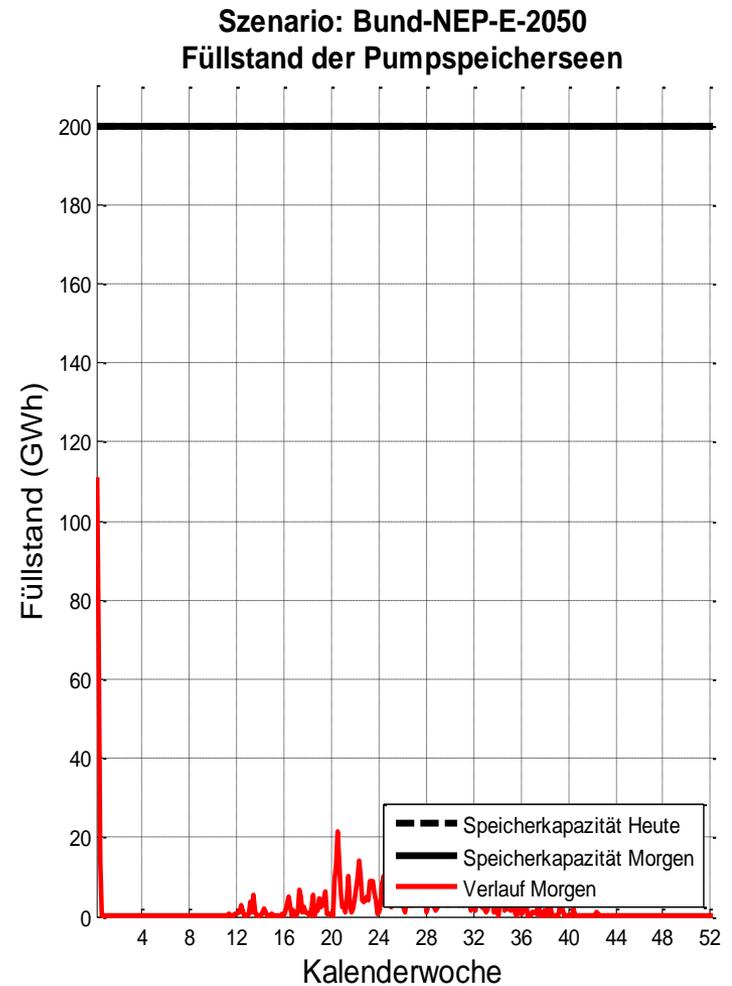
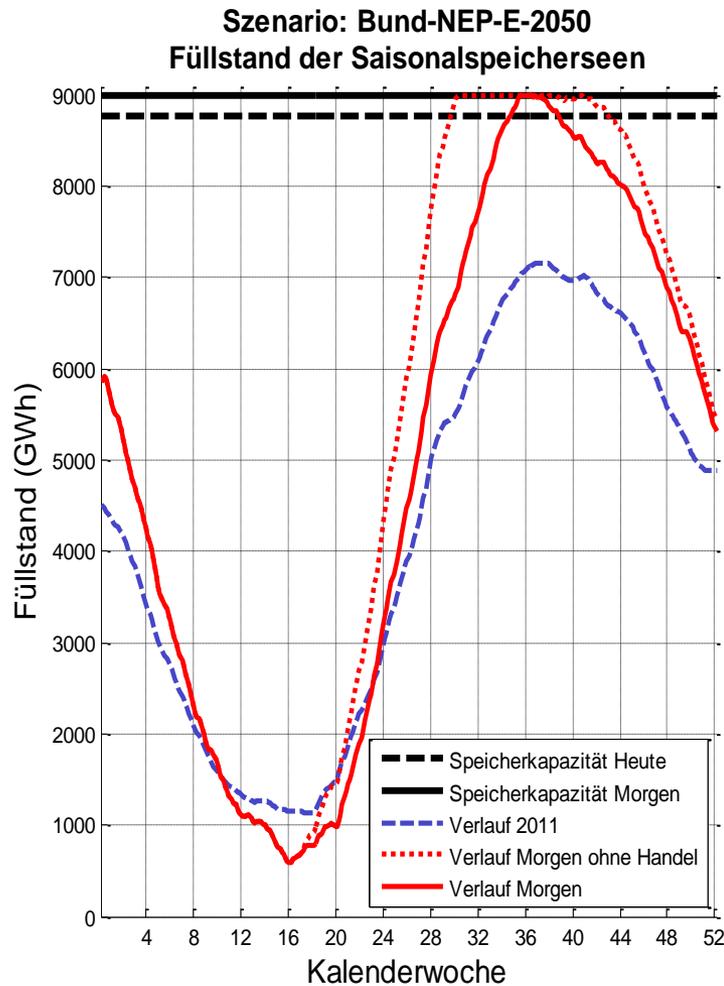
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verwendung überschüssiger Energie (Bund-NEP-E-2050)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Füllstand der Speicherseen (Bund-NEP-E-2050)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Netznutzung (Bund-NEP-E-2050)

Szenario: Bund-NEP-E-2050 - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	0.49	1.14	0.00	0.00	0.00	1.63
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.32	8.30	4.98	0.00	0.00	0.00	16.60
Biomasse	0.00	0.56	2.25	0.00	0.00	0.00	2.81
Geoelektrisch	1.32	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	4.42
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	11.12	0.00	0.00	11.13
Solar Berg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wind	0.00	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	4.27
Gas	0.00	3.39	0.00	0.00	0.00	0.00	3.39
Saisonalpeicher	19.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.68
Pumpspeicher	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	26.70	20.10	8.37	11.12	0.00	0.01	0.00

Energiebezug aus den Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	19.19	38.37	0.00	57.56
Pumpspeicher	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (per Netzebene)	2.43	0.00	19.19	38.37	0.00	

Kostenschätzung (Bund-NEP-E-2050)

Szenario: Bund-NEP-E-2050 - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteherung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	1.63 TWh		60.00 CHF/MWh		97.80	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	1.63	NaN	0.00	97.80	60.00
Leistung Nuklear	0.00 GW		10000.00 CHF/kWp		0.00	6.00	50.00	6.34	0.00	3.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00 Stk.		20.00 GCHF		20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60 TWh		45.00 CHF/MWh		747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	0.48 GW		9000.00 CHF/kWp		4320.00	4.50	30.00	6.14	265.21	5.00	216.00	2.81	30.00	84.33	565.54	201.20
Leistung Geoelektrisch	0.50 GW		4000.00 CHF/kWp		2016.00	4.50	30.00	6.14	123.77	2.00	40.32	4.42	NaN	0.00	164.09	37.17
Leistung Solar Dach	11.16 GW		1200.00 CHF/kWp		13392.00	3.00	25.00	5.74	769.07	1.00	133.92	11.13	NaN	0.00	902.99	81.16
Leistung Solar Berg	0.00 GW		2400.00 CHF/kWp		0.00	3.00	25.00	5.74	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Wind	2.85 GW		2000.00 CHF/kWp		5691.84	4.50	40.00	5.43	309.31	4.00	227.67	4.27	NaN	0.00	536.99	125.84
Leistung Gas	0.80 GW		1000.00 CHF/kWp		800.00	4.50	30.00	6.14	49.11	1.00	8.00	3.39	50.00	169.68	226.79	66.83
Produktion Stauseen	19.68 TWh		55.00 CHF/MWh		1082.24	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	19.68	NaN	0.00	1082.24	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00 GW		2000.00 CHF/kWp		10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	2.38	NaN	0.00	488.65	205.15
Kapazität Batterien	0.00 GWh		300.00 CHF/kWh		0.00	3.00	10.00	11.72	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Import	1.06 TWh		70.00 CHF/MWh		74.45	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	1.06	70.00	74.45	74.45	70.00
Export	3.87 TWh		-120.00 CHF/MWh		-464.81	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.87	-120.00	-464.81	-464.81	-120.00
Total															4839.05	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	2.43	10.00	24.31	0.00	0.00	0.00	24.31
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	19.19	40.00	767.47	2000.00	2000.00	4.00	771.47
Ebene N6/N7	38.37	80.00	3069.87	2000000.00	240.00	480.00	3549.87
Total							4345.65

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
4839.05	4345.65	9184.69	57.56	159.57

Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «Neue Kernkraftwerke»

Szenario «Neue Kernkraftwerke» installiert 3.4 GW Nuklearenergie, auf Erneuerbare wird komplett verzichtet. Bei diesem Beispiel-Szenario wird das Zusammenspiel zwischen KKW und Saisonalspeicher deutlich; in der Art wie die Kraftwerke gemäss Priorisierung eingesetzt werden, kommen die Pumpspeicher praktisch nicht zum Einsatz. Es wird etwas Überschuss generiert.

Parameter (NeueKernkraftwerke)

Szenario: NeueKernkraftwerke -	
Parameter	
Produktion Thermisch	3.70 TWh
Leistung Nuklear	3.40 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	0.00 GW
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW
Leistung Solar Dach	0.00 GW
Leistung Solar Berg	0.00 GW
Leistung Wind	0.00 GW
Leistung Gas	0.00 GW
Kapazität Saisonalspeicher	10.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	0.00 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	NaN GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	NaN GW
Endverbrauch	60.00 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

Jahresbilanz (NeueKernkraftwerke)

Szenario: NeueKernkraftwerke - Energiebilanz

Produktion

	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	3.70	1.94	1.76
Nuklear	3.40	27.34	12.48	14.85
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79
Saisonalspeicher	8.50	18.96	6.26	12.70
Pumpspeicher	5.00	0.77	0.54	0.23
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00
Biomasse	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Berg	0.00	0.00	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00
Batteriespeicher	NaN	0.00	0.00	0.00
Import	NaN	0.00	0.00	0.00
Defizit	NaN	0.00	0.00	0.00
Total	NaN	67.36	32.04	35.32

Konsum

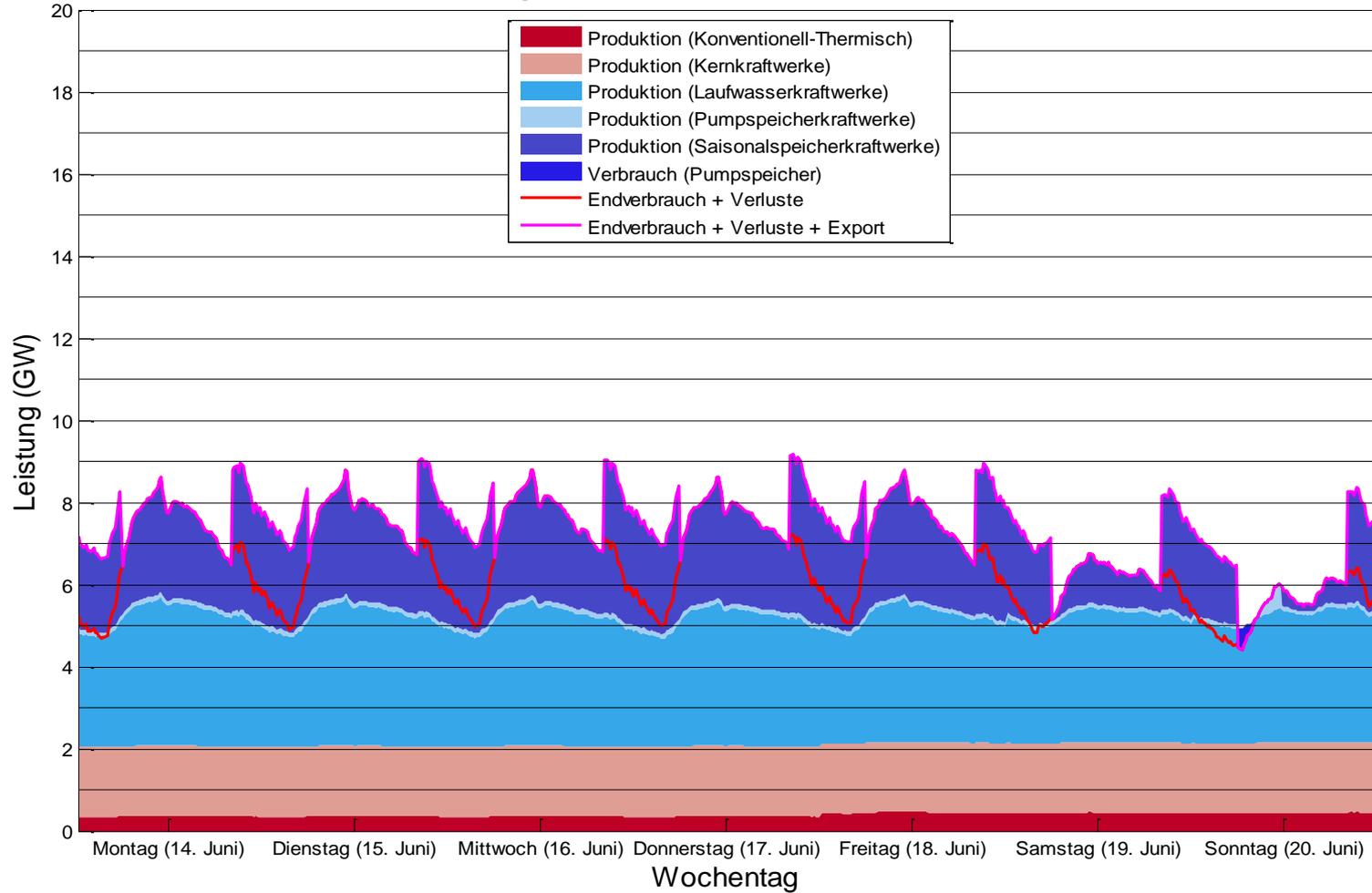
	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Endverbraucher	NaN	60.00	27.14	32.86
Verlust	NaN	3.67	1.67	2.00
Pumpspeicher	5.00	0.33	0.33	0.01
Batteriespeicher	NaN	0.00	0.00	0.00
Waste	NaN	0.00	0.00	0.00
Export	NaN	3.36	2.90	0.46
Total	NaN	67.36	32.04	35.32
davon Verluste (4.8%)		3.24		

Energiebilanz

Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)
0.07	0.07	3.36	3.50

Verlauf einer Sommerwoche (NeueKernkraftwerke)

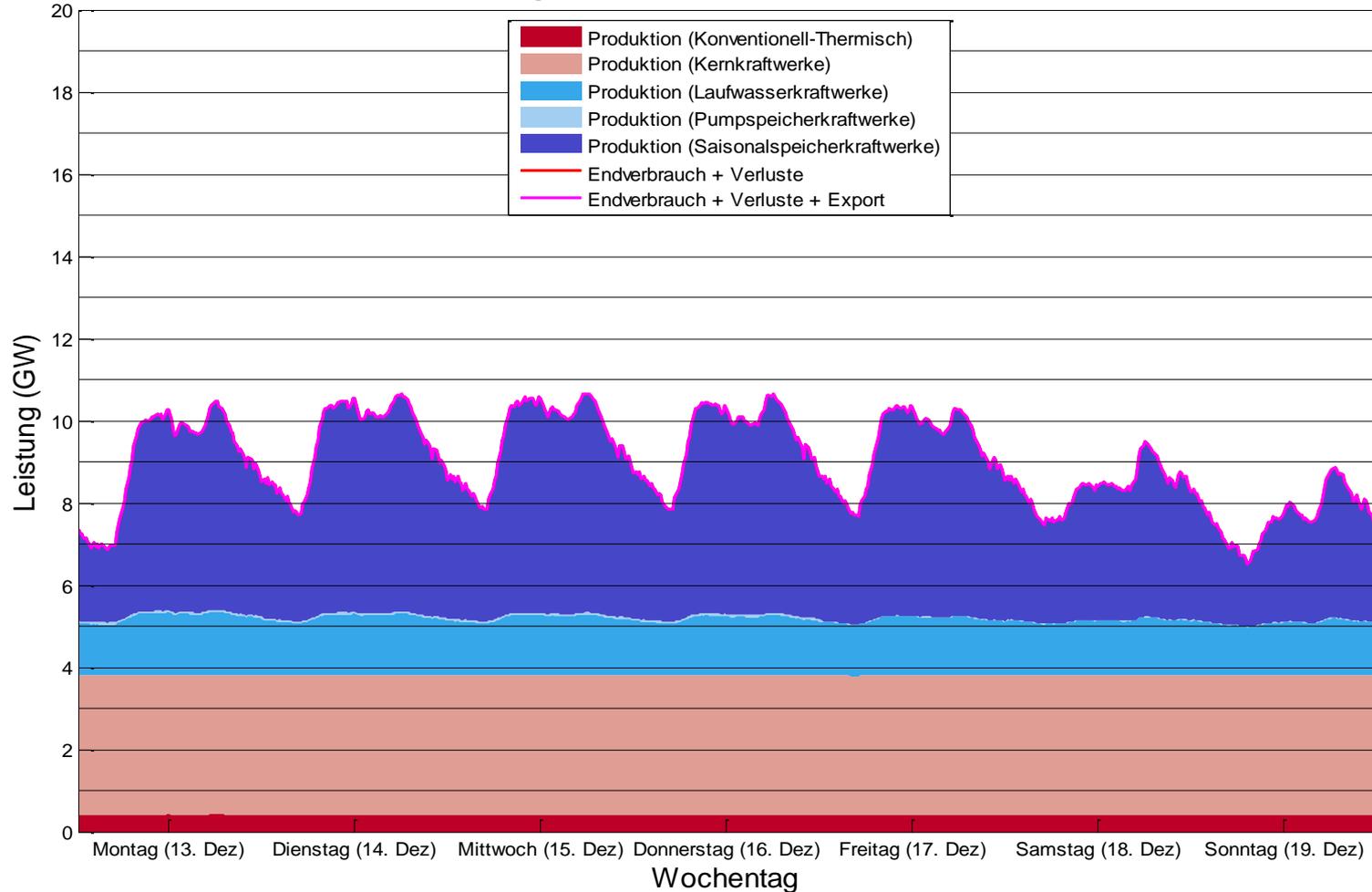
Szenario: NeueKernkraftwerke - Energieproduktion im Verlauf einer Sommerwoche (in Stundenauflösung)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

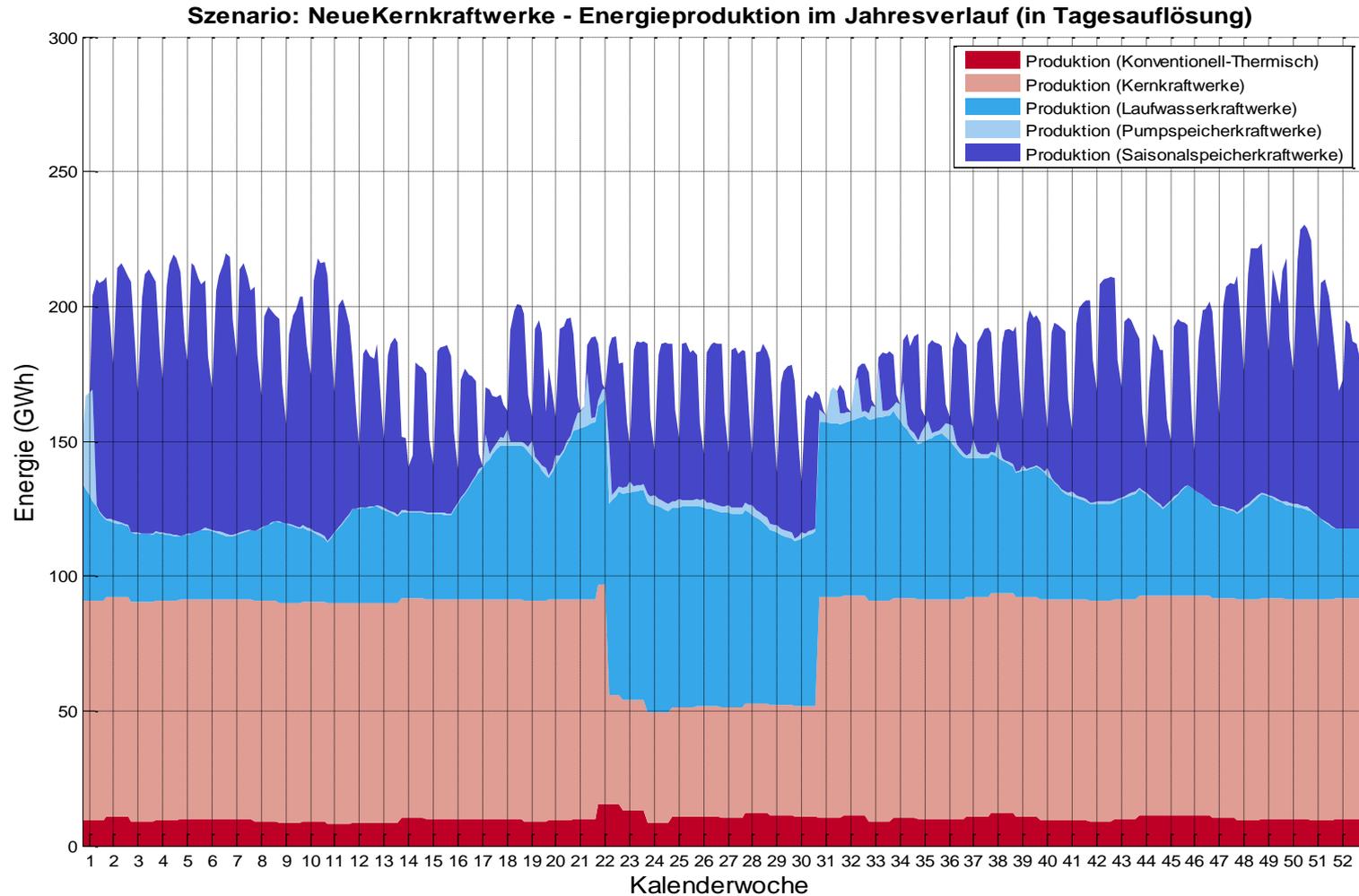
Verlauf einer Winterwoche (NeueKernkraftwerke)

Szenario: NeueKernkraftwerke - Energieproduktion im Verlauf einer Winterwoche (in Stundenauflösung)



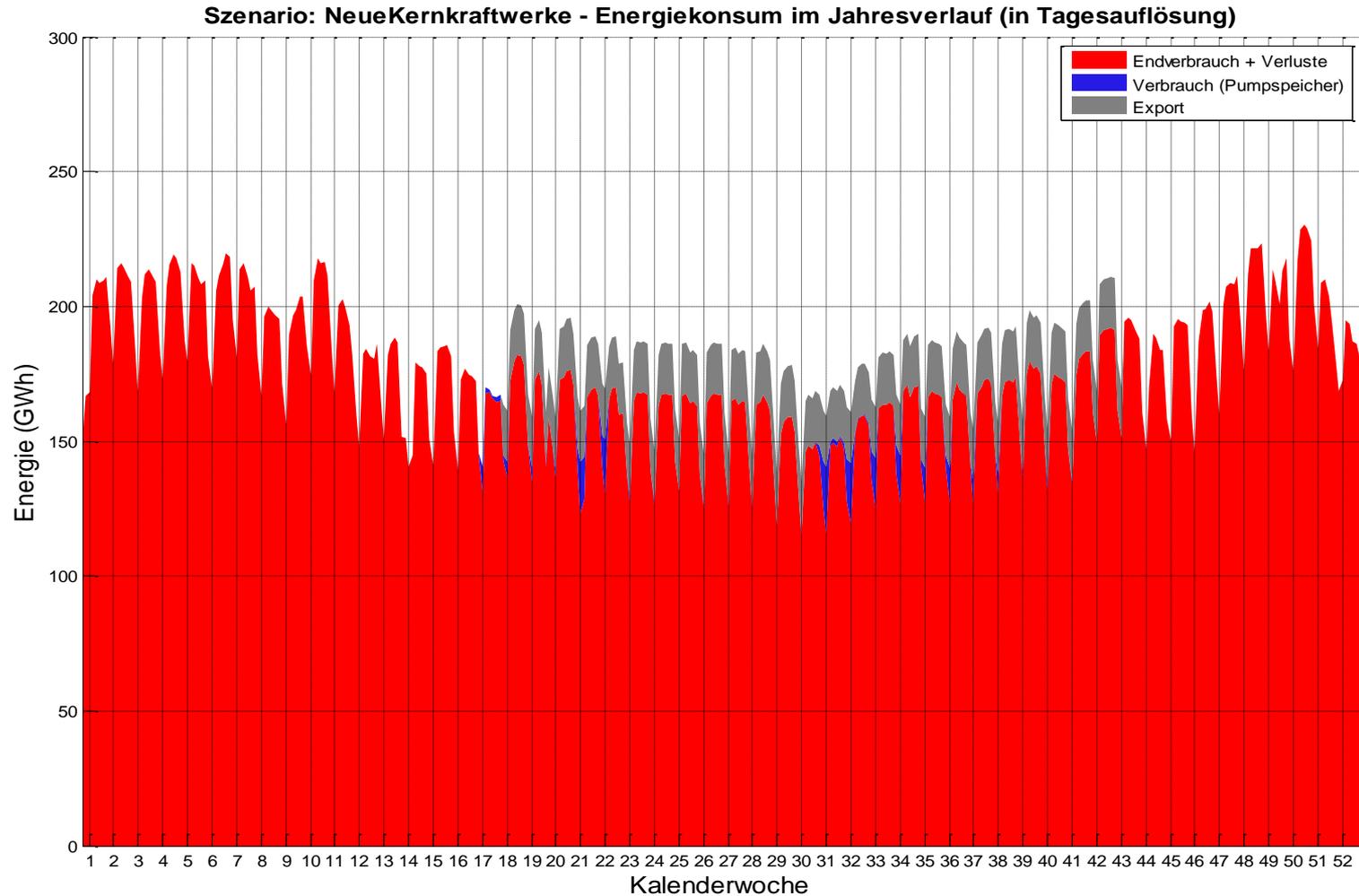
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energieproduktion im Jahresverlauf (NeueKernkraftwerke)



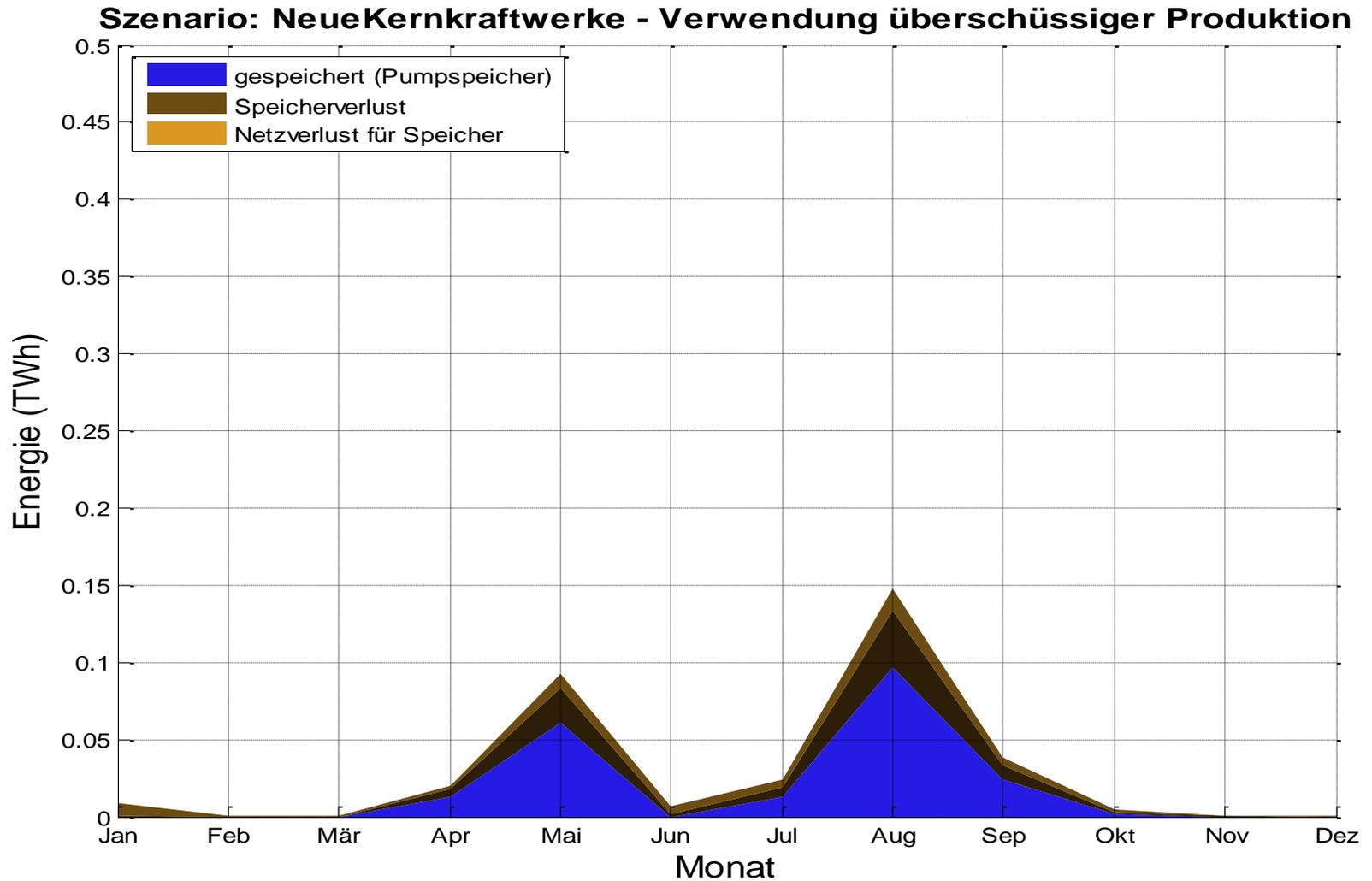
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energiekonsum im Jahresverlauf (NeueKernkraftwerke)



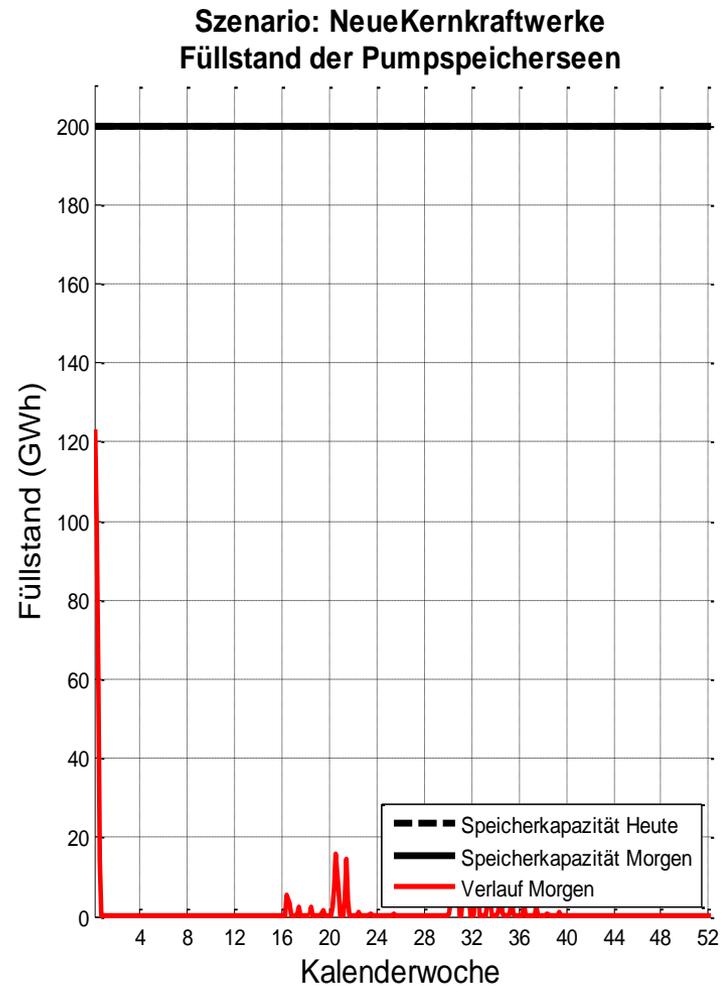
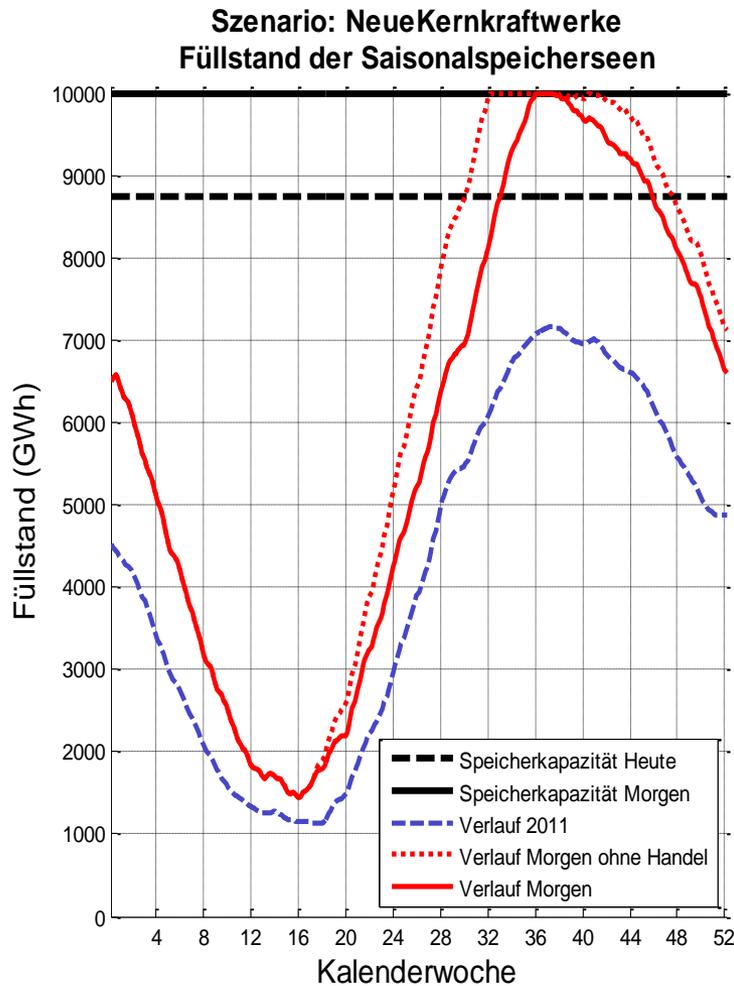
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verwendung überschüssiger Energie (NeueKernkraftwerke)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Füllstand der Speicherseen (NeueKernkraftwerke)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Netznutzung (NeueKernkraftwerke)

Szenario: NeueKernkraftwerke - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energietyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	1.11	2.59	0.00	0.00	0.00	3.70
Nuklear	27.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.34
Laufwasser	3.32	8.30	4.98	0.00	0.00	0.00	16.60
Biomasse	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Berg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wind	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saisonalspeicher	18.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.96
Pumpspeicher	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	50.38	9.41	7.57	0.00	0.00	0.00	0.00

Energiebezug aus den Netzebenen

Energietyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	20.00	40.00	0.00	60.00
Pumpspeicher	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (per Netzebene)	0.33	0.00	20.00	40.00	0.00	

Kostenschätzung (NeueKernkraftwerke)

Szenario: NeueKernkraftwerke - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteherung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	3.70 TWh		60.00 CHF/MWh		222.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.70	NaN	0.00	222.00	60.00
Leistung Nuklear	3.40 GW		10000.00 CHF/kWp		34000.00	6.00	50.00	6.34	2157.11	3.00	1020.00	27.34	5.00	136.68	3313.79	121.22
Endlager Nuklear	1.00 Stk.		20.00 GCHF		20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60 TWh		45.00 CHF/MWh		747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	0.00 GW		9000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	5.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	NaN
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW		4000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	2.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Solar Dach	0.00 GW		1200.00 CHF/kWp		0.00	3.00	25.00	5.74	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Solar Berg	0.00 GW		2400.00 CHF/kWp		0.00	3.00	25.00	5.74	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Wind	0.00 GW		2000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	40.00	5.43	0.00	4.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Gas	0.00 GW		1000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	1.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	NaN
Produktion Stauseen	18.96 TWh		55.00 CHF/MWh		1042.77	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	18.96	NaN	0.00	1042.77	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00 GW		2000.00 CHF/kWp		10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	0.77	NaN	0.00	488.65	637.09
Kapazität Batterien	0.00 GWh		300.00 CHF/kWh		0.00	3.00	10.00	11.72	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Import	0.00 TWh		70.00 CHF/MWh		0.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	0.00	70.00	0.00	0.00	70.00
Export	3.50 TWh		-120.00 CHF/MWh		-420.49	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.50	-120.00	-420.49	-420.49	-120.00
Total															5811.03	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	0.33	10.00	3.34	0.00	0.00	0.00	3.34
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	20.00	40.00	800.00	2000.00	2000.00	4.00	804.00
Ebene N6/N7	40.00	80.00	3200.00	2000000.00	240.00	480.00	3680.00
Total							4487.34

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
5811.03	4487.34	10298.37	60.00	171.64

Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «Bund WWB-CE-2050»

Szenario «Bund WWB-CE-2050» richtet sich nach den Planungsszenarien des Bundes. Der gegenüber heute deutlich erhöhte Verbrauch von fast 75TWh wird durch einen bescheidenen Mix aus verschiedenen Erneuerbaren, einen deutlichen Solarausbau, sowie vor allem Gas gedeckt. Dies sticht bei der Darstellung der Winterwoche deutlich hervor.

Parameter (Bund-WWB-CE-2050)

Szenario: Bund-WWB-CE-2050 -	
Parameter	
Produktion Thermisch	1.63 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	0.30 GW
Leistung Geoelektrisch	0.50 GW
Leistung Solar Dach	11.16 GW
Leistung Solar Berg	0.00 GW
Leistung Wind	2.85 GW
Leistung Gas	3.70 GW
Kapazität Saisonalspeicher	9.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	0.00 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Endverbrauch	74.79 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

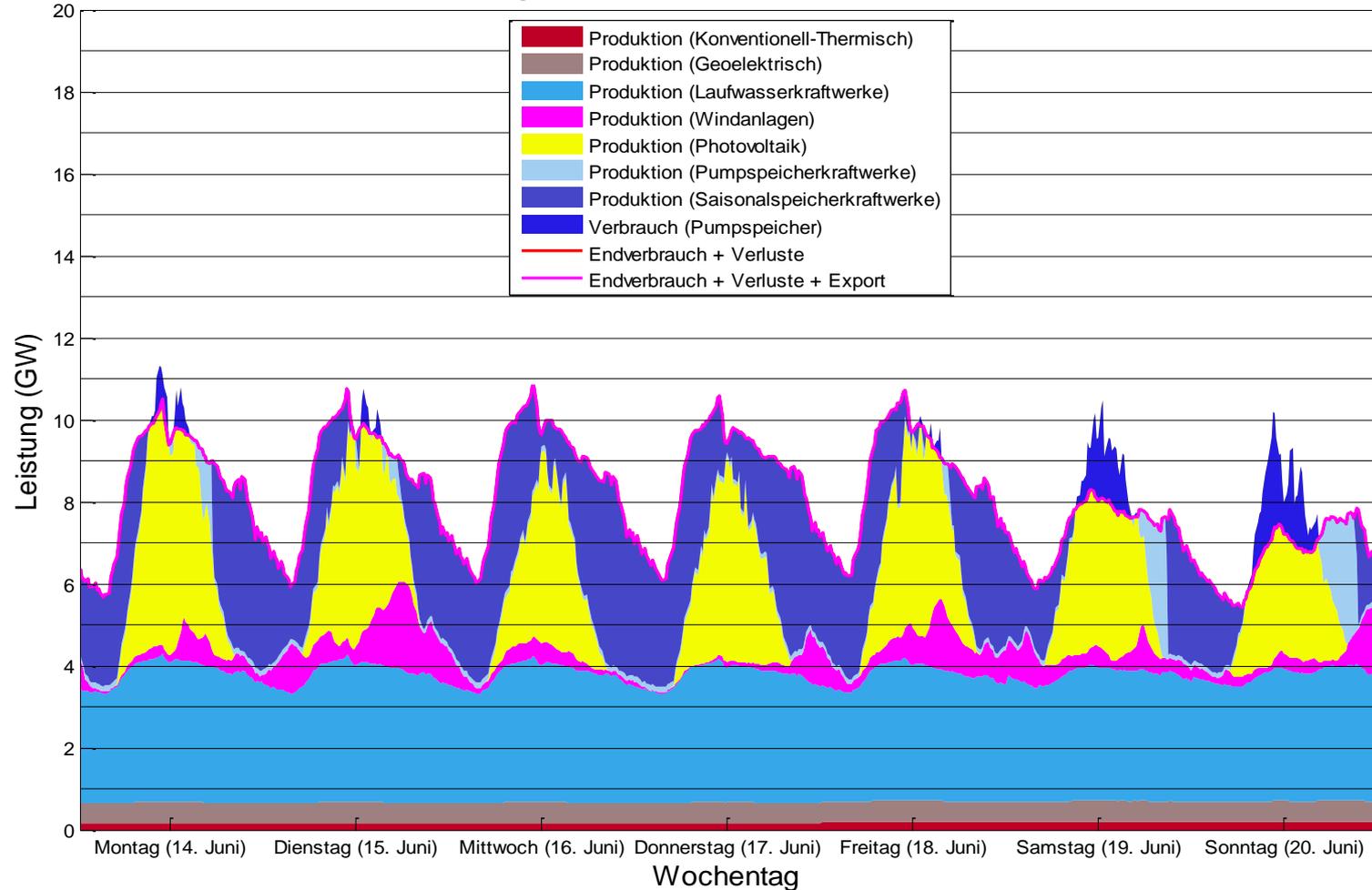
Jahresbilanz (Bund-WWB-CE-2050)

Szenario: Bund-WWB-CE-2050 - Energiebilanz

Produktion					Konsum				
	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)		installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	1.63	0.86	0.77	Endverbraucher	NaN	74.79	33.83	40.96
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	Verlust	NaN	3.48	1.54	1.93
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79	Pumpspeicher	5.00	0.64	0.63	0.01
Saisonalspeicher	8.50	19.39	10.84	8.55	Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00
Pumpspeicher	5.00	1.04	0.79	0.24	Waste	NaN	0.00	0.00	0.00
Geoelektrisch	0.50	4.42	2.21	2.20	Export	NaN	0.00	0.00	0.00
Biomasse	0.30	1.76	0.45	1.31	Total	NaN	78.90	36.00	42.91
Solar Dach	11.16	11.13	7.63	3.49	davon Verluste (3.9%)		3.08		
Solar Berg	0.00	0.00	0.00	0.00	Energiebilanz				
Wind	2.85	4.27	2.01	2.26	Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)	
Gas	3.70	15.54	0.33	15.21	0.00	-0.11	-3.15	-3.26	
Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00					
Import	NaN	3.15	0.06	3.09					
Defizit	NaN	0.00	0.00	0.00					
Total	NaN	78.90	36.00	42.91					

Verlauf einer Sommerwoche (Bund-WWB-CE-2050)

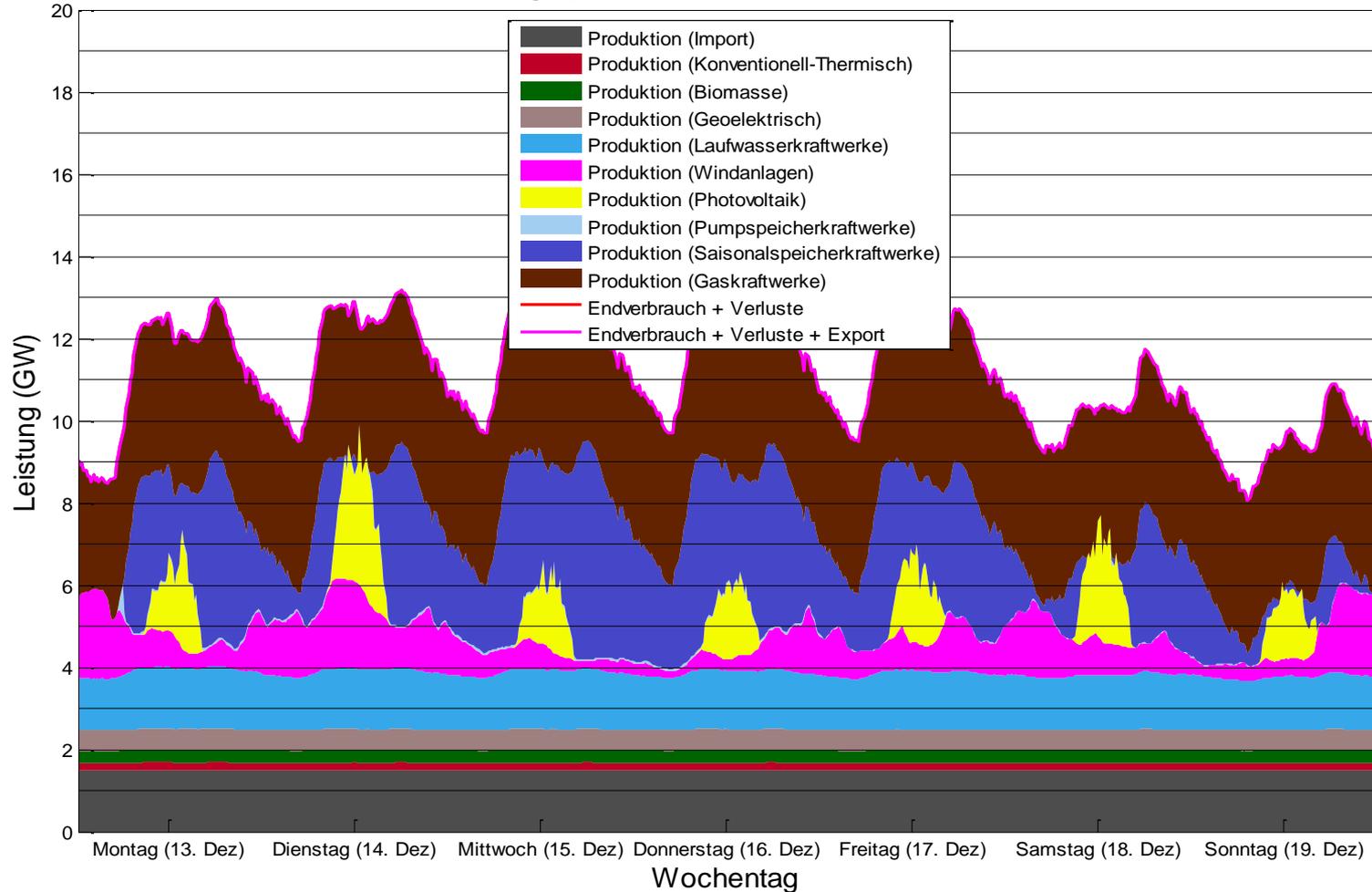
Szenario: Bund-WWB-CE-2050 - Energieproduktion im Verlauf einer Sommerwoche (in Stundenauflösung)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:50

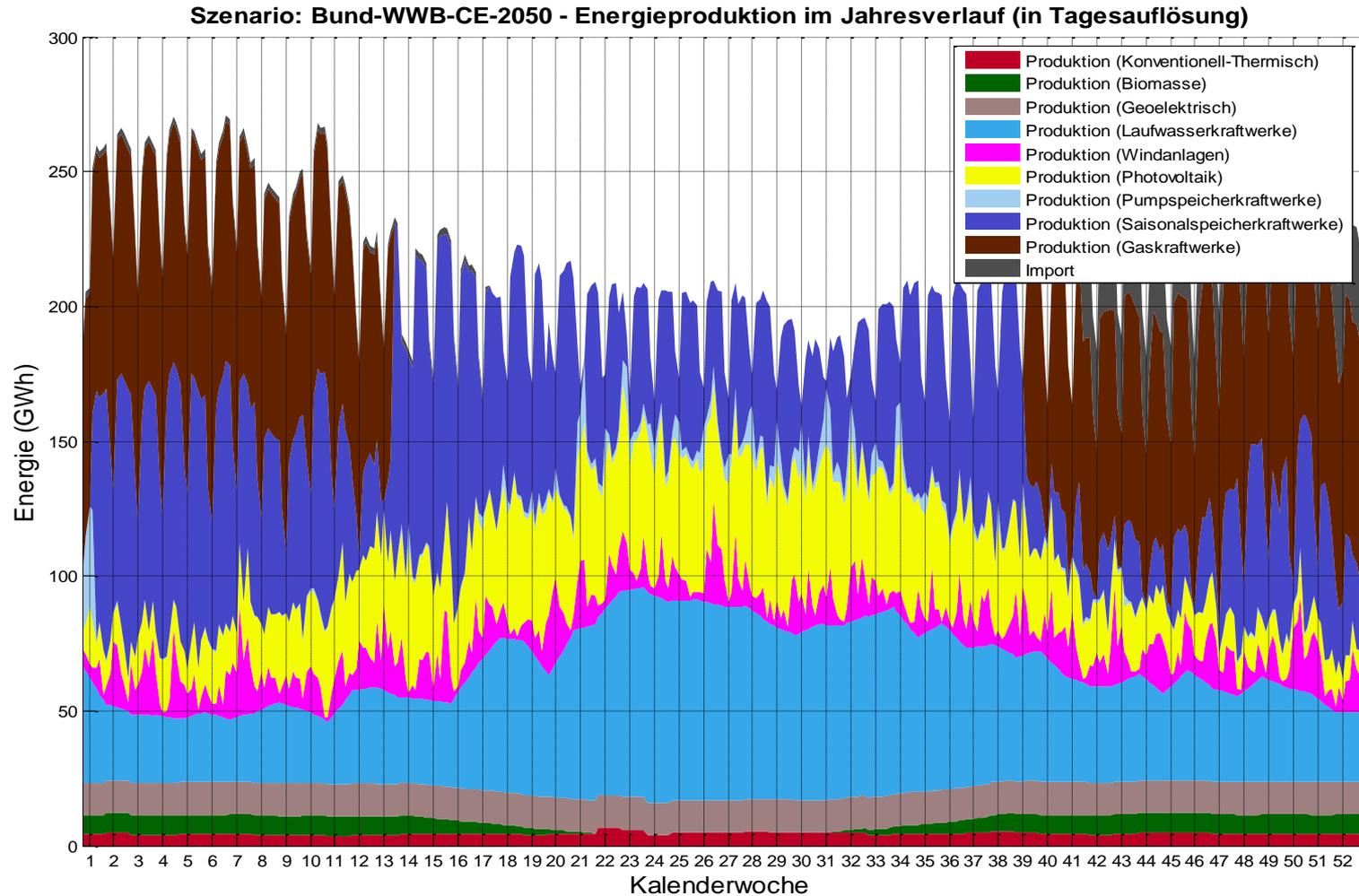
Verlauf einer Winterwoche (Bund-WWB-CE-2050)

Szenario: Bund-WWB-CE-2050 - Energieproduktion im Verlauf einer Winterwoche (in Stundenauflösung)



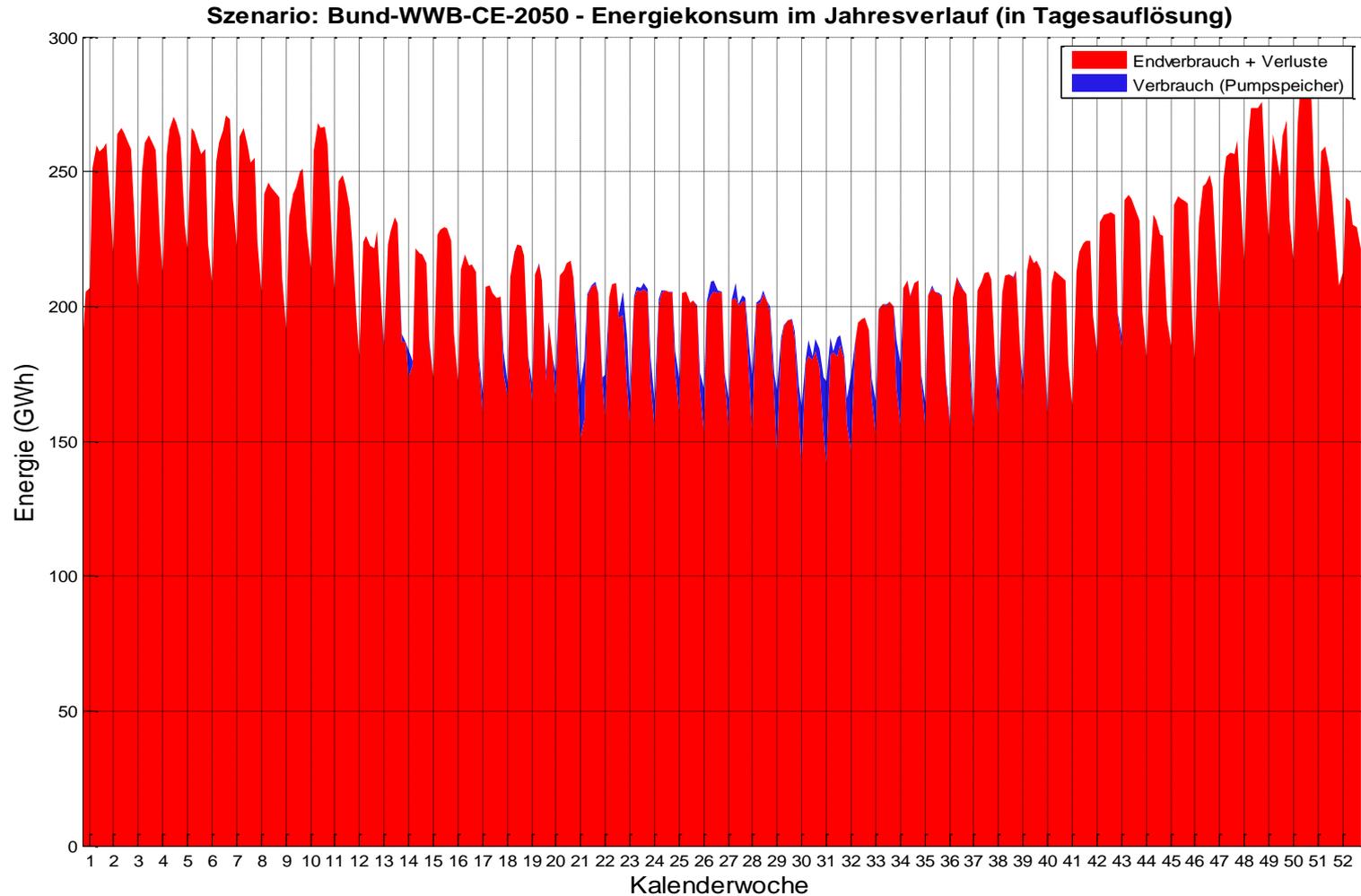
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:50

Energieproduktion im Jahresverlauf (Bund-WWB-CE-2050)



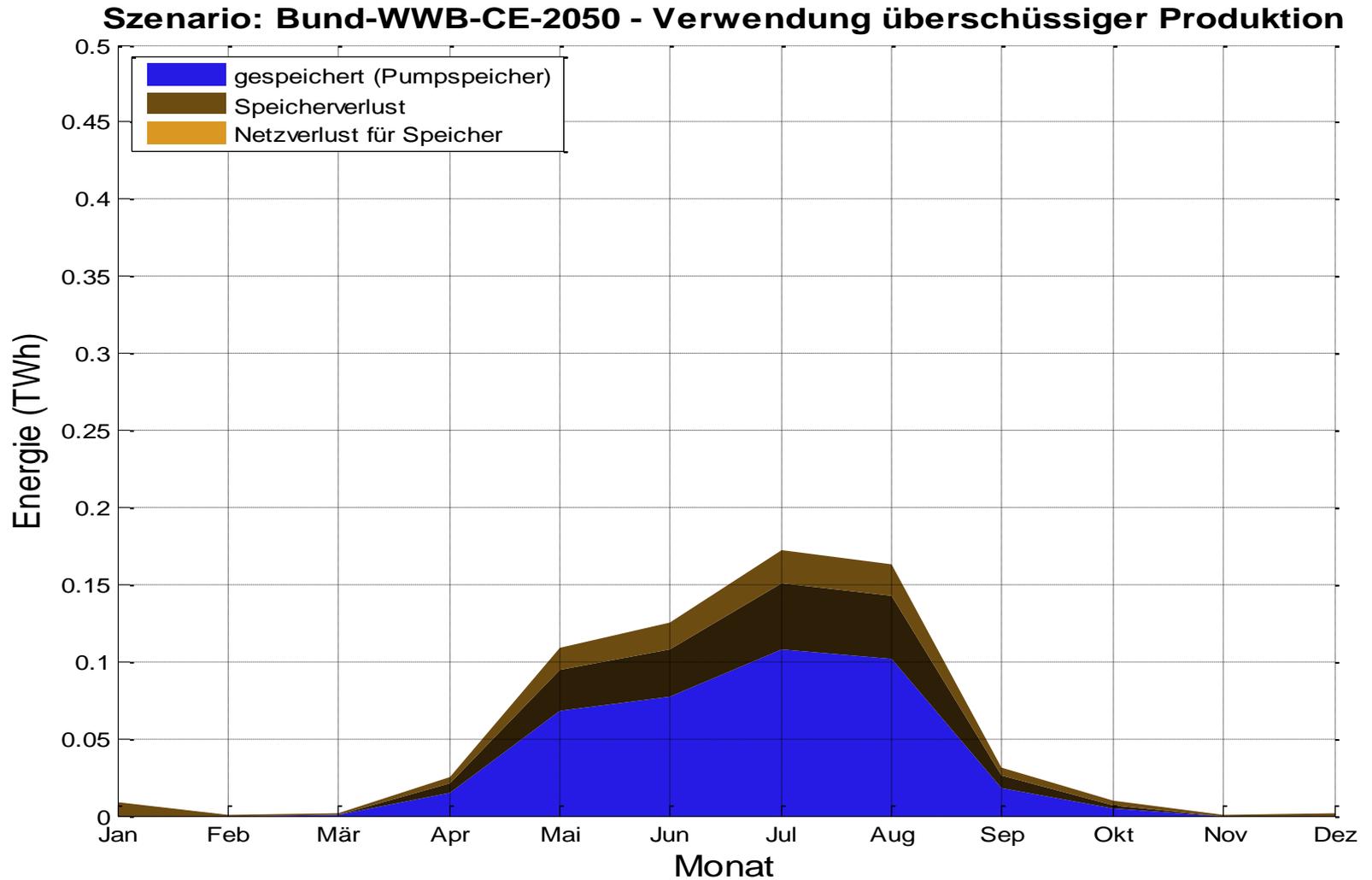
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:50

Energiekonsum im Jahresverlauf (Bund-WWB-CE-2050)



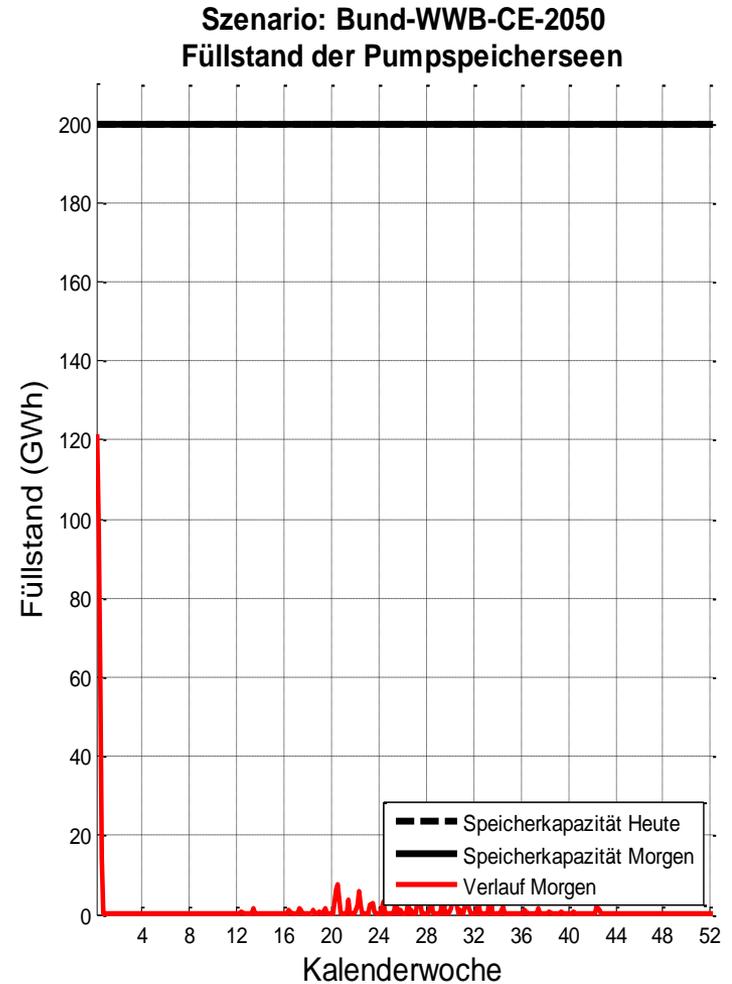
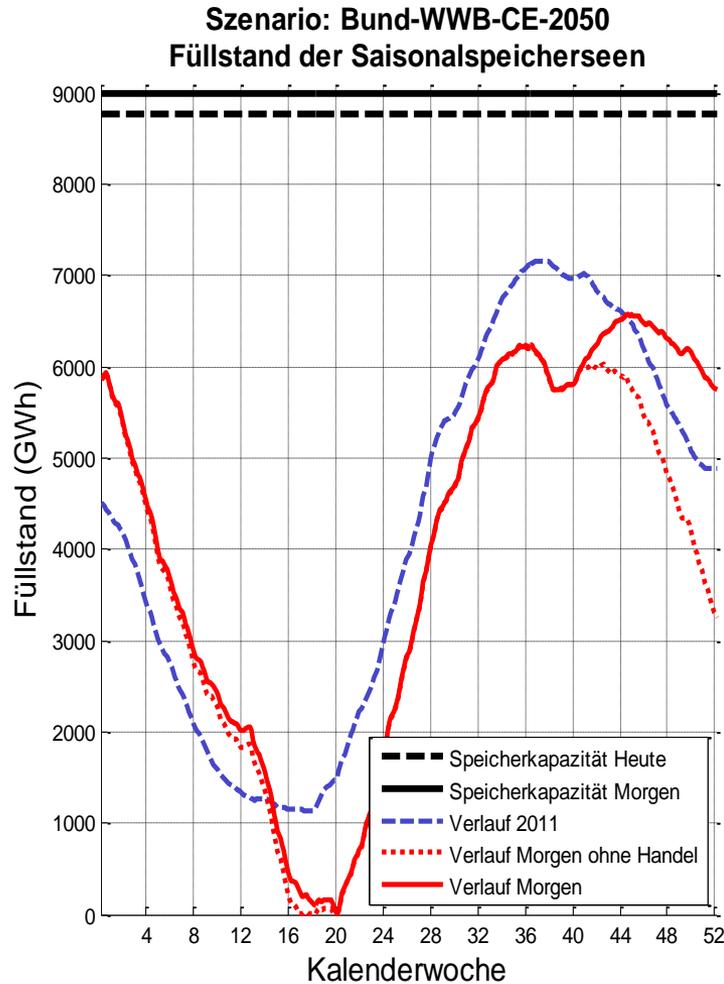
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:50

Verwendung überschüssiger Energie (Bund-WWB-CE-2050)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:50

Füllstand der Speicherseen (Bund-WWB-CE-2050)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:50

Netznutzung (Bund-WWB-CE-2050)

Szenario: Bund-WWB-CE-2050 - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energietyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	0.49	1.14	0.00	0.00	0.00	1.63
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.32	8.30	4.98	0.00	0.00	0.00	16.60
Biomasse	0.00	0.35	1.41	0.00	0.00	0.00	1.76
Geoelektrisch	1.32	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	4.42
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	11.13	0.00	0.00	11.13
Solar Berg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wind	0.00	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	4.27
Gas	0.00	15.54	0.00	0.00	0.00	0.00	15.54
Saisonalspeicher	19.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.39
Pumpspeicher	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	25.07	32.03	7.53	11.13	0.00	0.00	0.00

Energiebezug aus den Netzebenen

Energietyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	24.93	49.86	0.00	74.79
Pumpspeicher	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (per Netzebene)	0.64	0.00	24.93	49.86	0.00	

Kostenschätzung (Bund-WWB-CE-2050)

Szenario: Bund-WWB-CE-2050 - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteherung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	1.63 TWh		60.00 CHF/MWh		97.80	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	1.63	NaN	0.00	97.80	60.00
Leistung Nuklear	0.00 GW		10000.00 CHF/kWp		0.00	6.00	50.00	6.34	0.00	3.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00 Stk.		20.00 GCHF		20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60 TWh		45.00 CHF/MWh		747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	0.30 GW		9000.00 CHF/kWp		2700.00	4.50	30.00	6.14	165.76	5.00	135.00	1.76	30.00	52.70	353.46	201.20
Leistung Geoelektrisch	0.50 GW		4000.00 CHF/kWp		2016.00	4.50	30.00	6.14	123.77	2.00	40.32	4.42	NaN	0.00	164.09	37.17
Leistung Solar Dach	11.16 GW		1200.00 CHF/kWp		13392.00	3.00	25.00	5.74	769.07	1.00	133.92	11.13	NaN	0.00	902.99	81.16
Leistung Solar Berg	0.00 GW		2400.00 CHF/kWp		0.00	3.00	25.00	5.74	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Wind	2.85 GW		2000.00 CHF/kWp		5691.84	4.50	40.00	5.43	309.31	4.00	227.67	4.27	NaN	0.00	536.99	125.84
Leistung Gas	3.70 GW		1000.00 CHF/kWp		3700.00	4.50	30.00	6.14	227.15	1.00	37.00	15.54	50.00	776.76	1040.91	67.00
Produktion Stauseen	19.39 TWh		55.00 CHF/MWh		1066.21	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	19.39	NaN	0.00	1066.21	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00 GW		2000.00 CHF/kWp		10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	1.04	NaN	0.00	488.65	471.67
Kapazität Batterien	0.00 GWh		300.00 CHF/kWh		0.00	3.00	10.00	11.72	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Import	3.26 TWh		70.00 CHF/MWh		228.18	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.26	70.00	228.18	228.18	70.00
Export	0.00 TWh		-120.00 CHF/MWh		0.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	0.00	-120.00	0.00	0.00	NaN
Total															6043.60	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	0.64	10.00	6.37	0.00	0.00	0.00	6.37
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	24.93	40.00	997.20	2000.00	2000.00	4.00	1001.20
Ebene N6/N7	49.86	80.00	3988.80	2000000.00	240.00	480.00	4468.80
Total							5476.37

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
6043.60	5476.37	11519.97	74.79	154.03

Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «Solarausbau-B»

Szenario «Solarausbau-B» zeigt beispielhaft einen massiven Solarausbau. Es werden 9GW Solarenergie im Mittelland sowie 9GW Solarenergie in den Alpen (+50% Ertrag) installiert. Zudem werden alle geplanten und projektierten Speicherkraftwerke gebaut. Es wird von einem gleichbleibenden Verbrauch von 60TWh_{el} ausgegangen.

Das Szenario zeigt, dass trotz viel installierter Solarleistung im Winter Energie importiert werden muss, da sonst die Saisonalspeicherseen leer laufen würden. Es entstehen zu Tageszeiten massive Überschüsse, welche teils nachts ins Ausland exportiert werden. Das Szenario generiert deutliche Verluste (6.1%).

Parameter (Solarausbau-B)

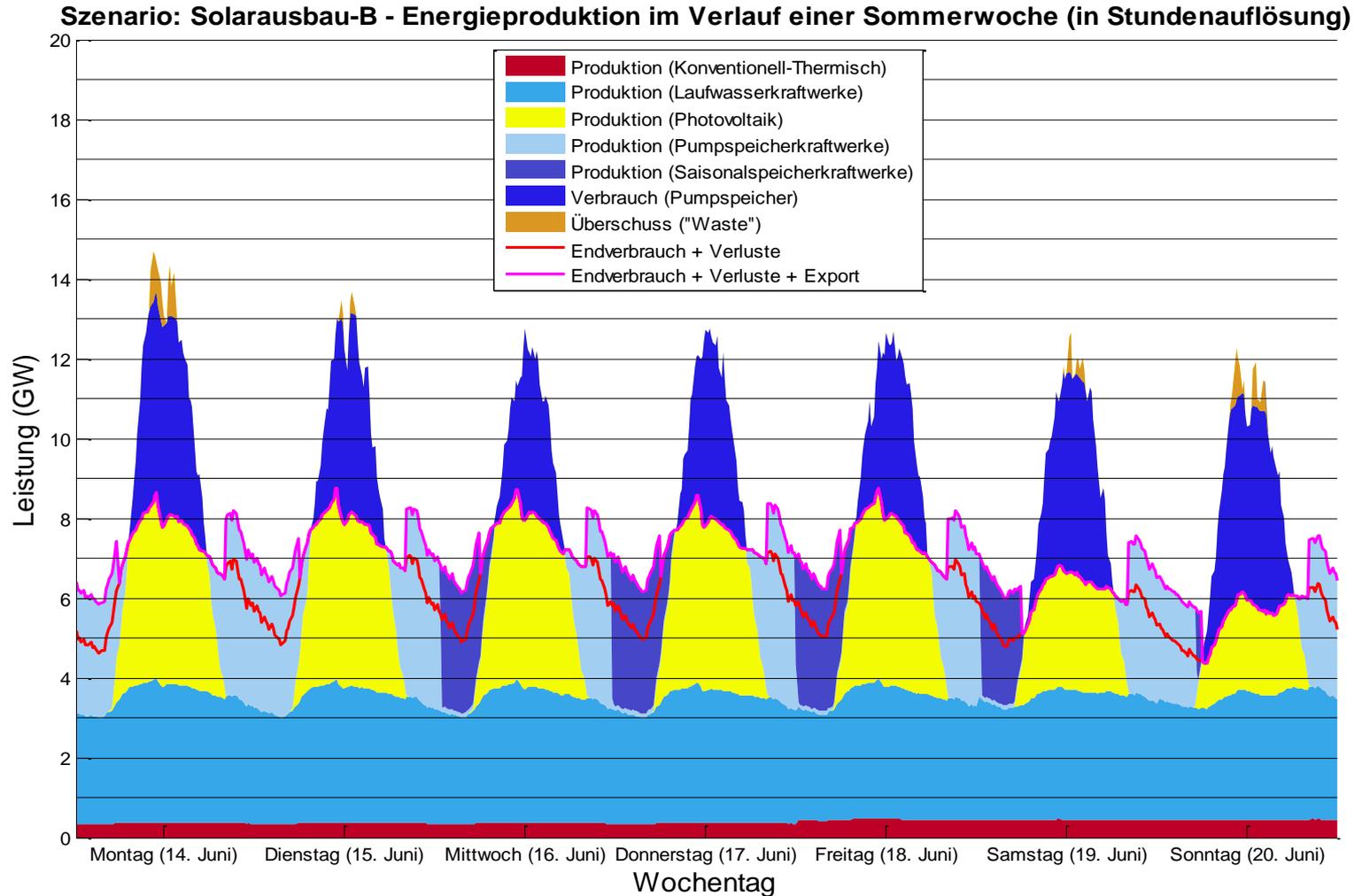
Szenario: Solarausbau-B -	
Parameter	
Produktion Thermisch	3.70 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	0.00 GW
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW
Leistung Solar Dach	9.00 GW
Leistung Solar Berg	9.00 GW
Leistung Wind	0.00 GW
Leistung Gas	0.00 GW
Kapazität Saisonalspeicher	10.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	0.00 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Endverbrauch	60.00 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

Jahresbilanz (Solarausbau-B)

Szenario: Solarausbau-B - Energiebilanz

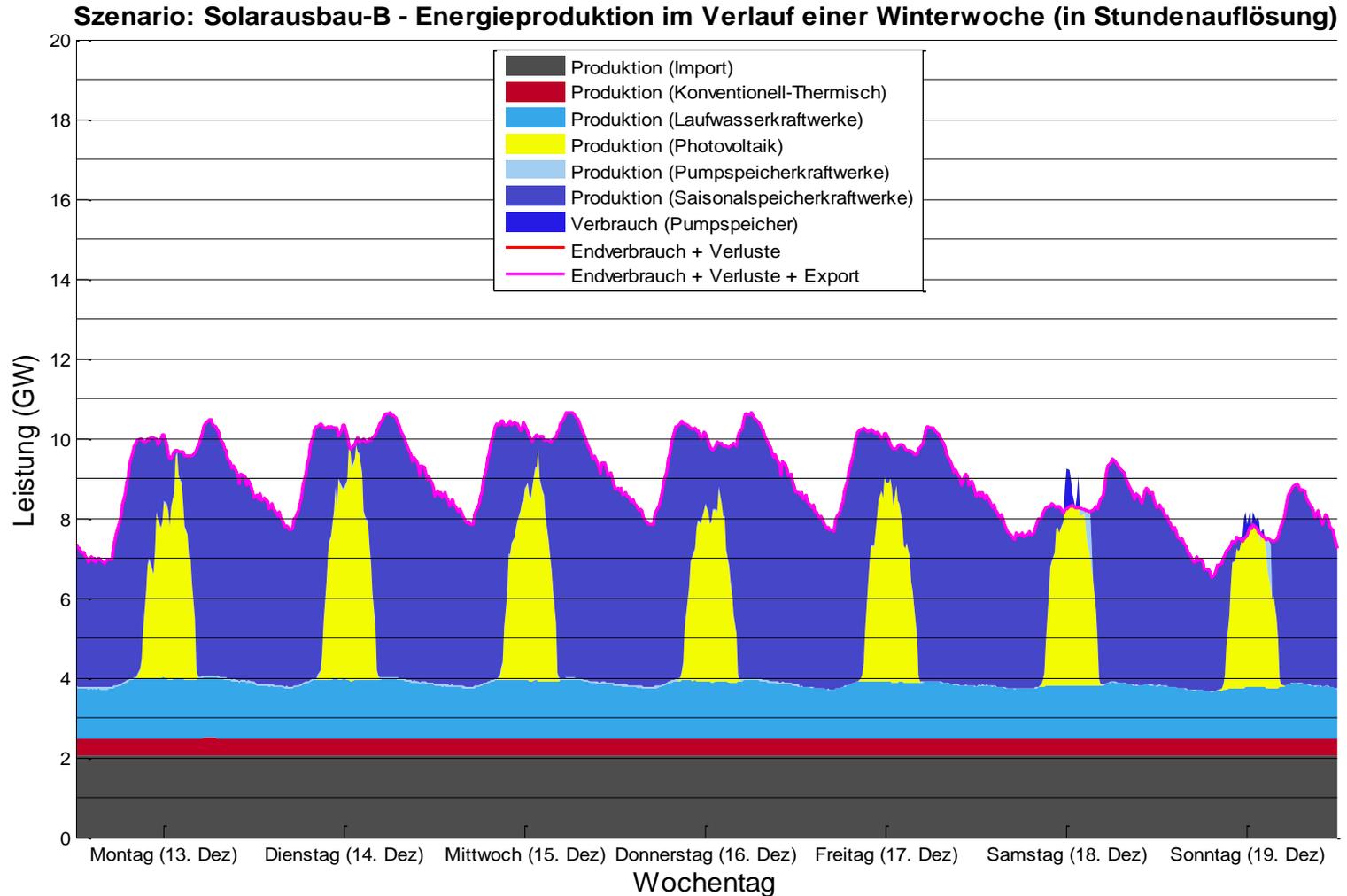
Produktion					Konsum				
	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)		installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	3.70	1.94	1.76	Endverbraucher	NaN	60.00	27.14	32.86
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	Verlust	NaN	3.20	1.46	1.74
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79	Pumpspeicher	5.00	5.74	4.71	1.03
Saisonalspeicher	8.50	19.11	5.62	13.48	Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00
Pumpspeicher	5.00	4.82	3.82	0.99	Waste	NaN	0.21	0.21	0.00
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	Export	NaN	2.15	2.04	0.11
Biomasse	0.00	0.00	0.00	0.00	Total	NaN	71.29	35.56	35.73
Solar Dach	9.00	8.97	6.16	2.82	davon Verluste (6.1%)		4.33		
Solar Berg	9.00	11.68	7.04	4.64	Energiebilanz				
Wind	0.00	0.00	0.00	0.00	Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)	
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.19	-4.11	-4.07	
Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00					
Import	NaN	6.26	0.00	6.26					
Defizit	NaN	0.16	0.16	0.00					
Total	NaN	71.29	35.56	35.73					

Verlauf einer Sommerwoche (Solarausbau-B)



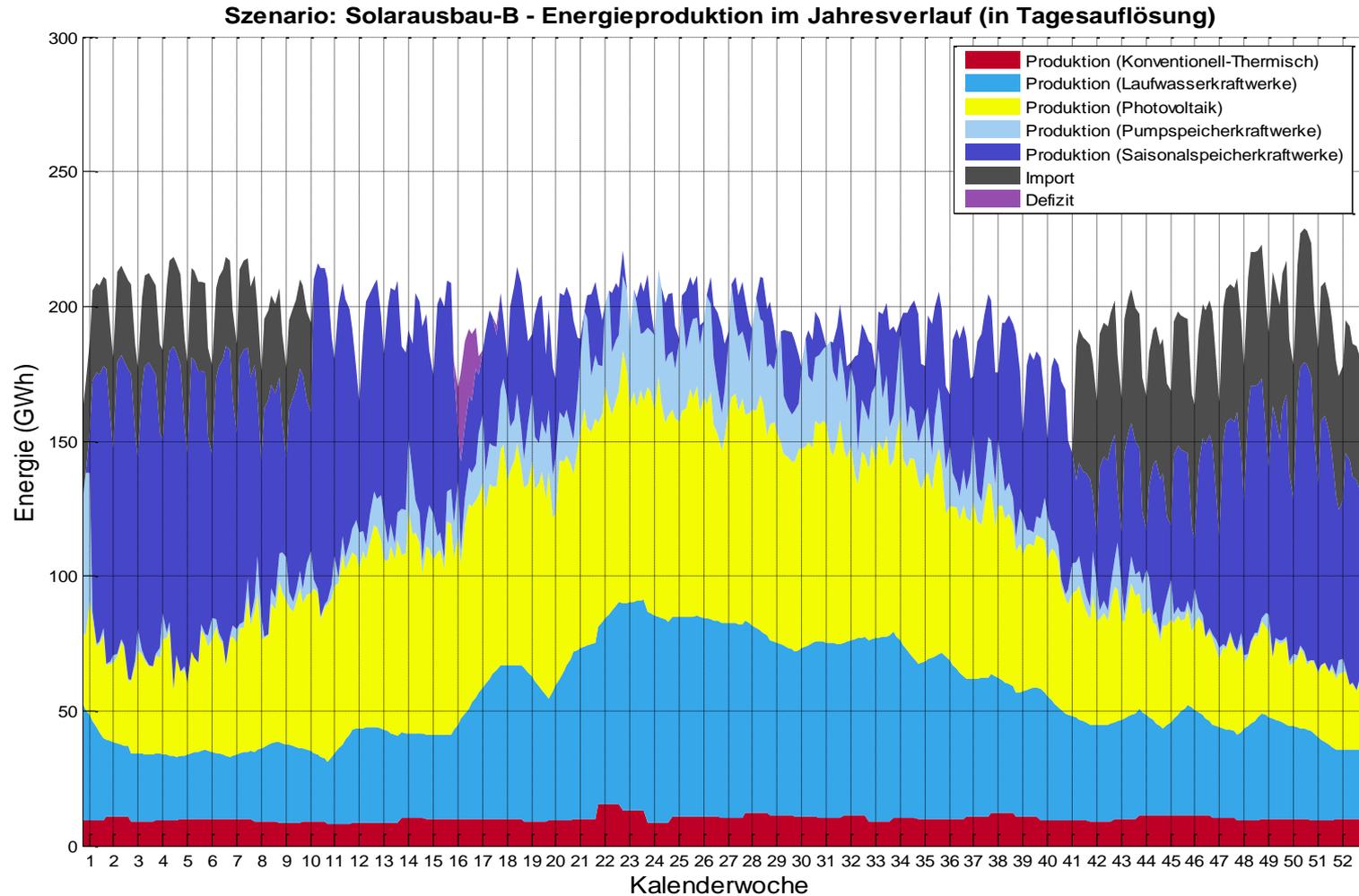
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verlauf einer Winterwoche (Solarausbau-B)



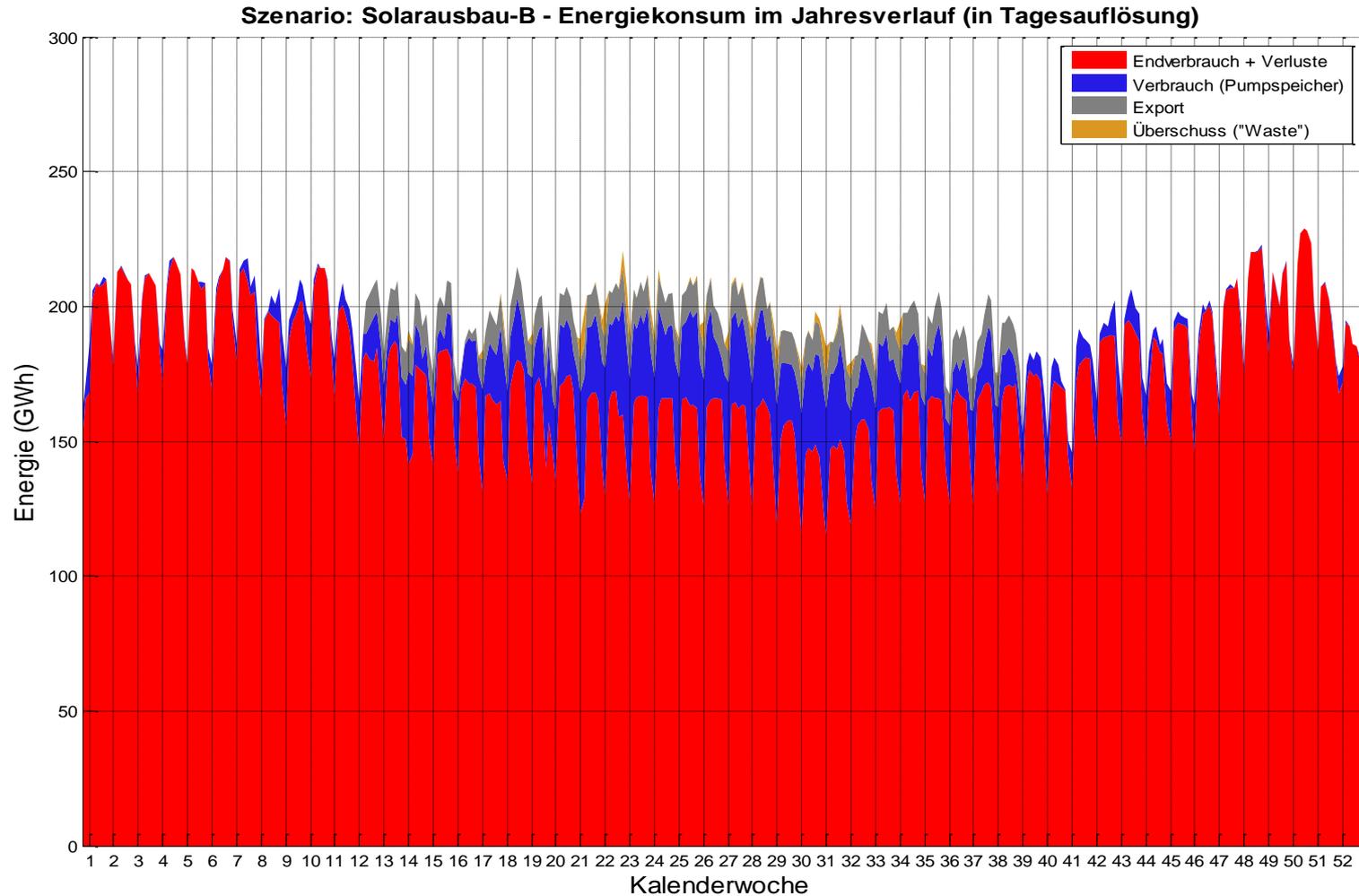
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energieproduktion im Jahresverlauf (Solarausbau-B)



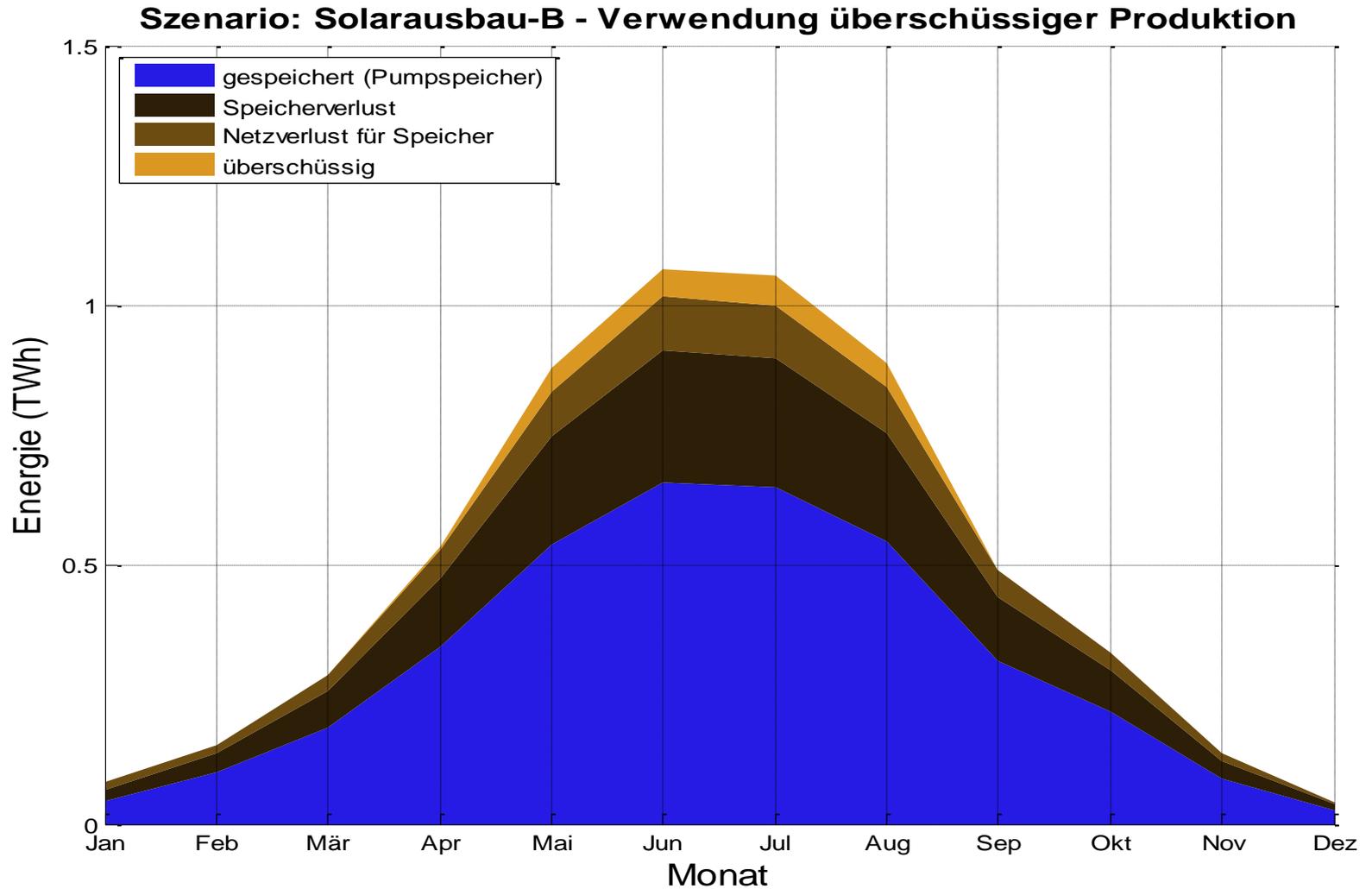
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energiekonsum im Jahresverlauf (Solarausbau-B)



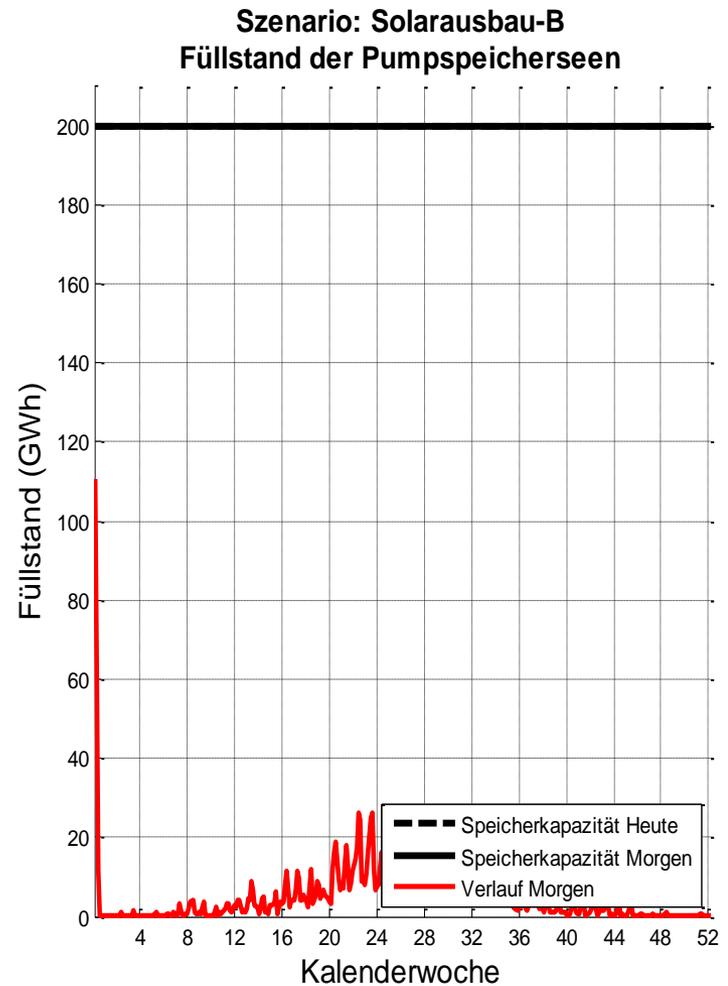
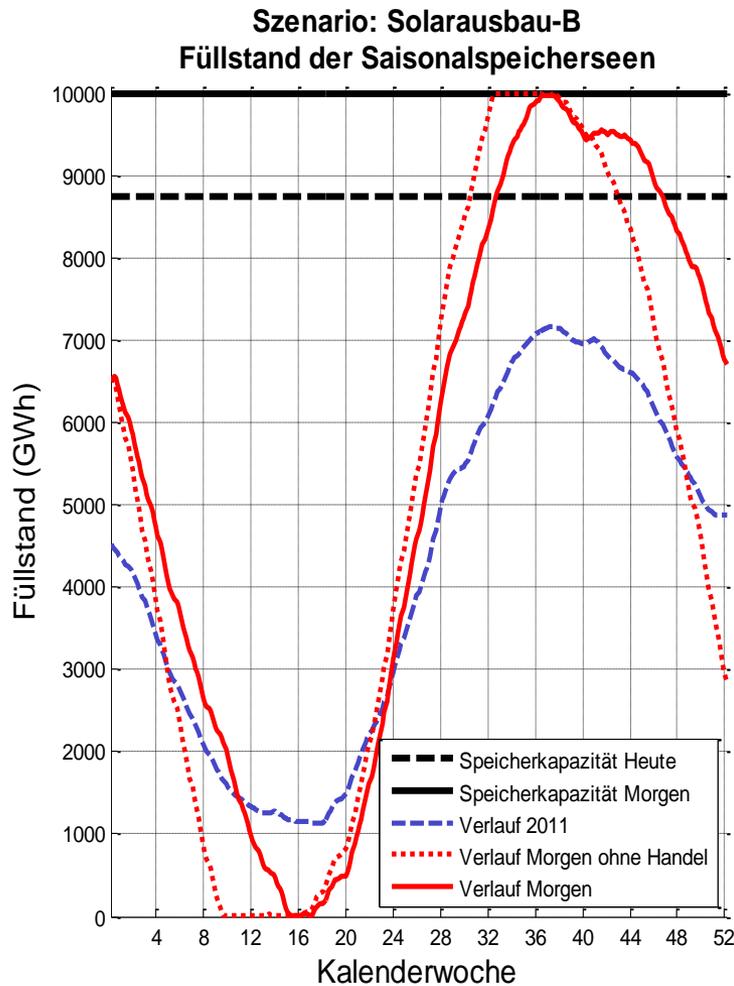
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verwendung überschüssiger Energie (Solarausbau-B)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Füllstand der Speicherseen (Solarausbau-B)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Netznutzung (Solarausbau-B)

Szenario: Solarausbau-B - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	1.11	2.58	0.00	0.00	0.01	3.70
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.31	8.28	4.97	0.00	0.00	0.05	16.60
Biomasse	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	8.90	0.00	0.08	8.97
Solar Berg	0.00	0.00	11.60	0.00	0.00	0.08	11.68
Wind	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saisonalpeicher	19.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.11
Pumpspeicher	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.82
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	27.24	9.38	19.15	8.90	0.00	0.21	0.00

Energiebezug aus den Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	20.00	40.00	0.00	60.00
Pumpspeicher	5.74	0.00	0.00	0.00	0.00	5.74
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (per Netzebene)	5.74	0.00	20.00	40.00	0.00	

Kostenschätzung (Solarausbau-B)

Szenario: Solarausbau-B - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteherung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	3.70	TWh	60.00	CHF/MWh	222.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.70	NaN	0.00	222.00	60.00
Leistung Nuklear	0.00	GW	10000.00	CHF/kWp	0.00	6.00	50.00	6.34	0.00	3.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00	Stk.	20.00	GCHF	20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60	TWh	45.00	CHF/MWh	747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	0.00	GW	9000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	5.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	NaN
Leistung Geoelektrisch	0.00	GW	4000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	2.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Solar Dach	9.00	GW	1200.00	CHF/kWp	10800.00	3.00	25.00	5.74	620.22	1.00	108.00	8.97	NaN	0.00	728.22	81.16
Leistung Solar Berg	9.00	GW	2400.00	CHF/kWp	21600.00	3.00	25.00	5.74	1240.44	1.00	216.00	11.68	NaN	0.00	1456.44	124.75
Leistung Wind	0.00	GW	2000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	40.00	5.43	0.00	4.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Gas	0.00	GW	1000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	1.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	NaN
Produktion Stauseen	19.11	TWh	55.00	CHF/MWh	1050.85	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	19.11	NaN	0.00	1050.85	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00	GW	2000.00	CHF/kWp	10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	4.82	NaN	0.00	488.65	101.41
Kapazität Batterien	0.00	GWh	300.00	CHF/kWh	0.00	3.00	10.00	11.72	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Import	6.42	TWh	70.00	CHF/MWh	449.51	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	6.42	70.00	449.51	449.51	70.00
Export	2.35	TWh	-120.00	CHF/MWh	-281.79	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	2.35	-120.00	-281.79	-281.79	-120.00
Total															5278.21	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	5.74	10.00	57.36	0.00	0.00	0.00	57.36
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	20.00	40.00	800.00	2000.00	2000.00	4.00	804.00
Ebene N6/N7	40.00	80.00	3200.00	2000000.00	240.00	480.00	3680.00
Total							4541.36

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
5278.21	4541.36	9819.57	60.00	163.66

Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «SolarWindAusbau»

Szenario «SolarWindAusbau» entspricht dem extremen Solar-Szenario von vorhin, wobei das Szenario um 4.5GW Wind ergänzt wird. Wind ist eine stochastisch anfallende Energieform. Das Szenario zeigt, dass deutlich weniger importiert werden muss und dass die zusätzliche Energiebereitstellung im Winter nicht zwingend bandlastig sein muss, d.h. aufgrund der veränderten Einsatzstrategie der Speicherseen lässt sich damit im Sinne des Systems umgehen.

Parameter (SolarWindAusbau)

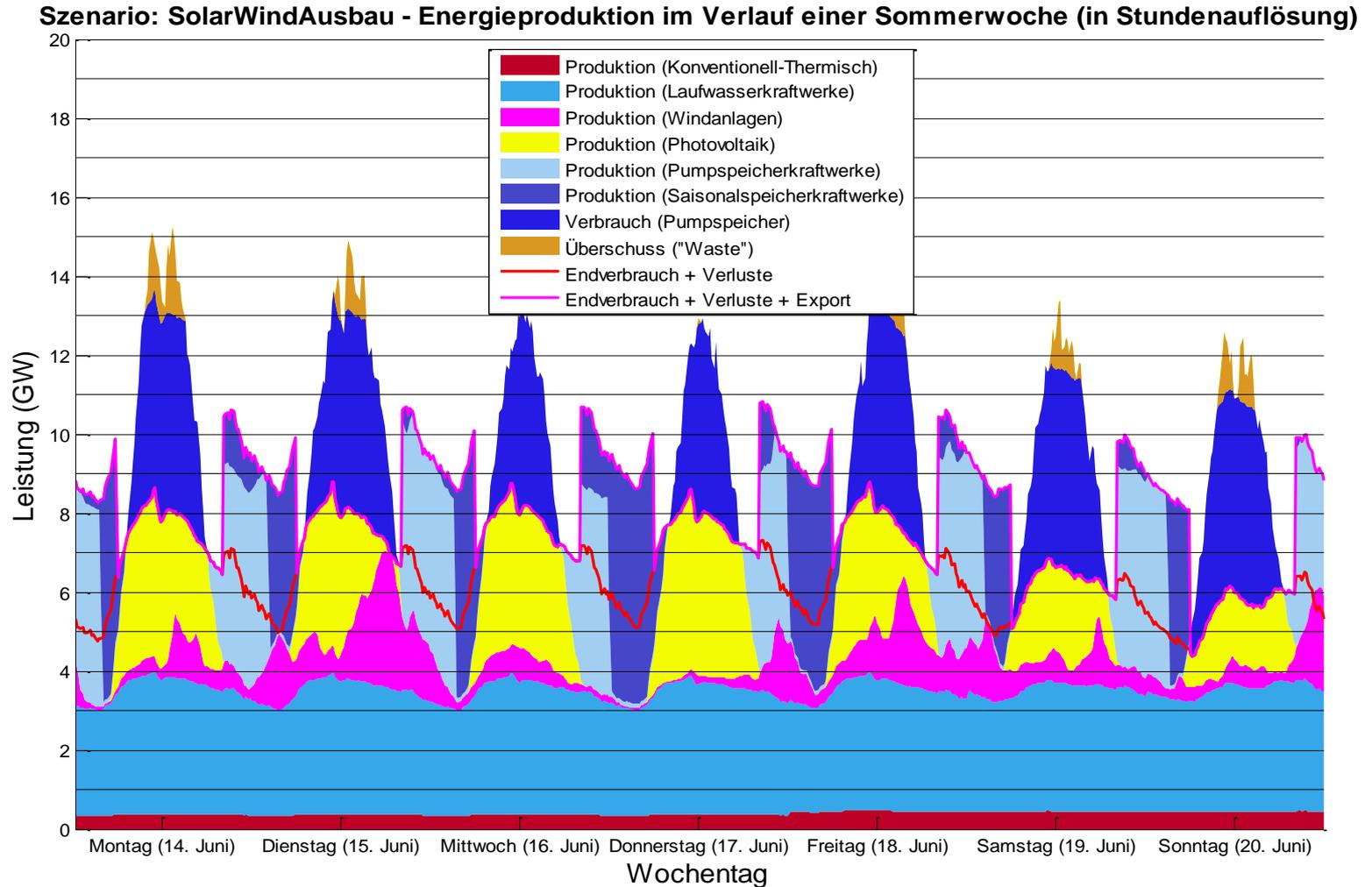
Szenario: SolarWindAusbau -	
Parameter	
Produktion Thermisch	3.70 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	0.00 GW
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW
Leistung Solar Dach	9.00 GW
Leistung Solar Berg	9.00 GW
Leistung Wind	4.50 GW
Leistung Gas	0.00 GW
Kapazität Saisonalspeicher	10.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	0.00 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Endverbrauch	60.00 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

Jahresbilanz (SolarWindAusbau)

Szenario: SolarWindAusbau - Energiebilanz

Produktion					Konsum				
	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)		installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	3.70	1.94	1.76	Endverbraucher	NaN	60.00	27.14	32.86
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	Verlust	NaN	3.37	1.70	1.67
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79	Pumpspeicher	5.00	6.87	5.77	1.10
Saisonalspeicher	8.50	20.59	6.57	14.02	Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00
Pumpspeicher	5.00	5.67	4.62	1.05	Waste	NaN	0.53	0.52	0.01
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	Export	NaN	5.20	5.20	0.00
Biomasse	0.00	0.00	0.00	0.00	Total	NaN	75.96	40.33	35.63
Solar Dach	9.00	8.97	6.16	2.82	davon Verluste (6.7%)		5.10		
Solar Berg	9.00	11.68	7.04	4.64	Energiebilanz				
Wind	4.50	6.75	3.18	3.57	Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)	
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.27	3.19	1.92	
Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00					
Import	NaN	2.00	0.00	2.00					
Defizit	NaN	0.00	0.00	0.00					
Total	NaN	75.96	40.33	35.63					

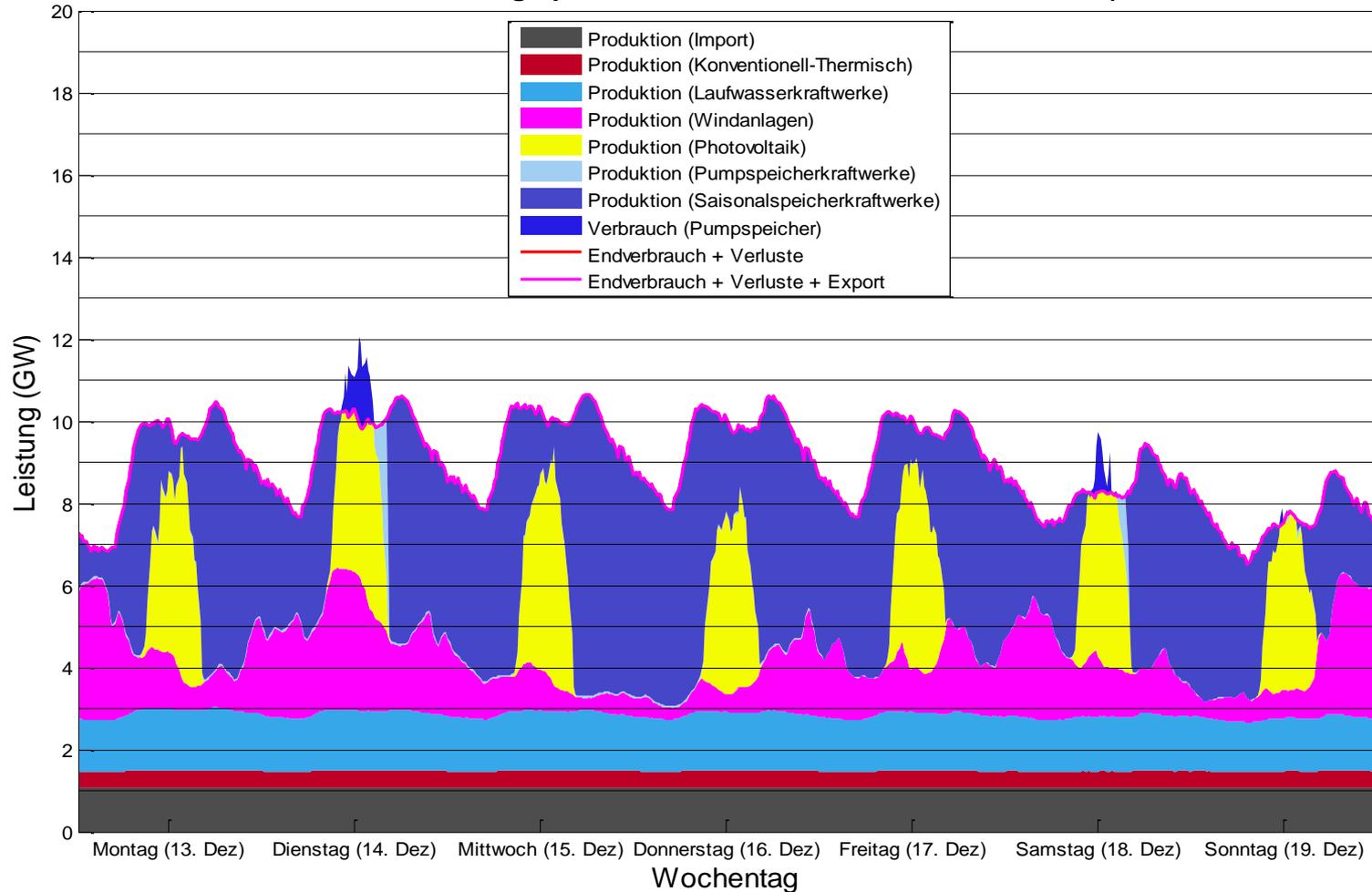
Verlauf einer Sommerwoche (SolarWindAusbau)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

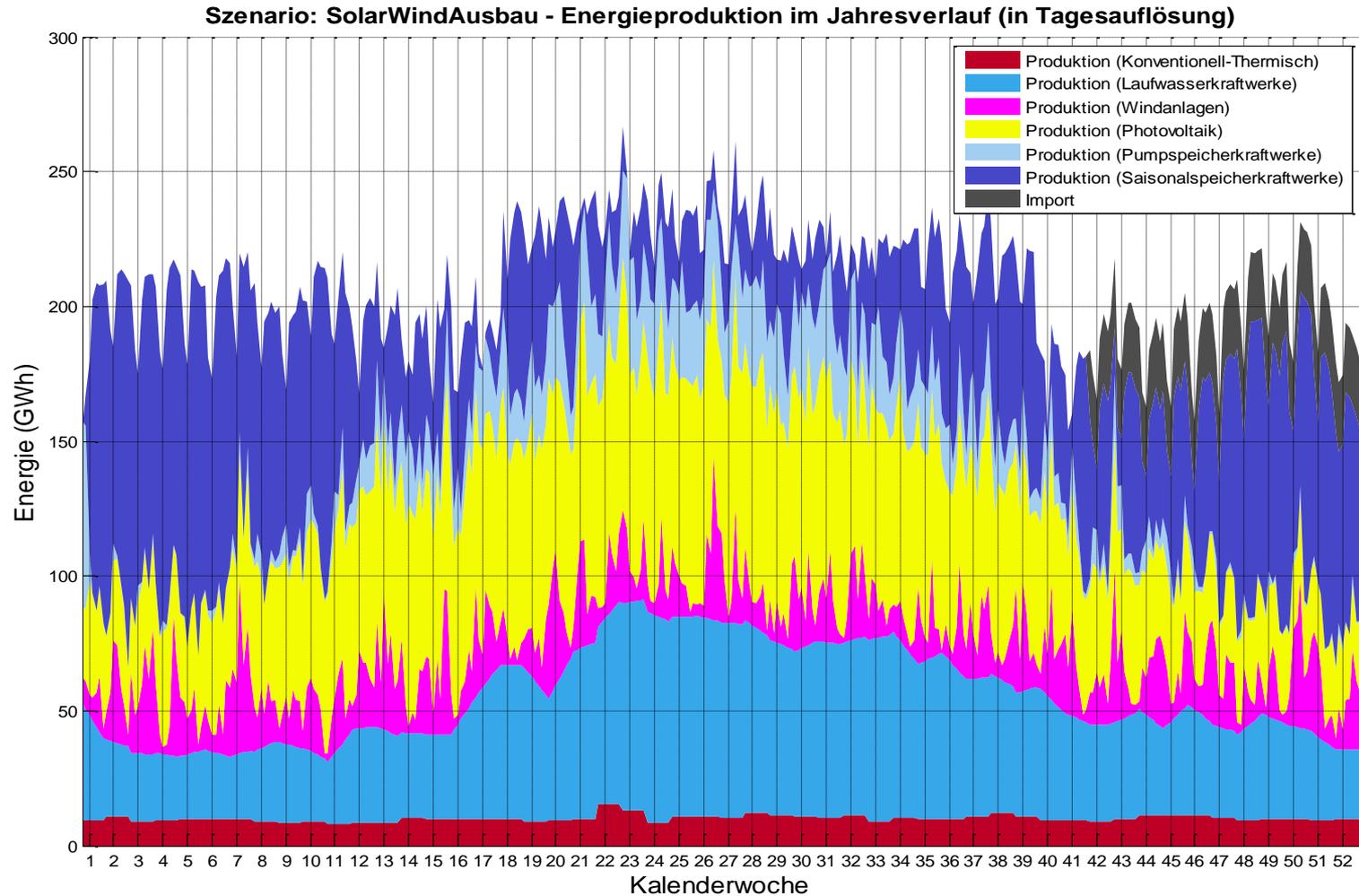
Verlauf einer Winterwoche (SolarWindAusbau)

Szenario: SolarWindAusbau - Energieproduktion im Verlauf einer Winterwoche (in Stundenauflösung)



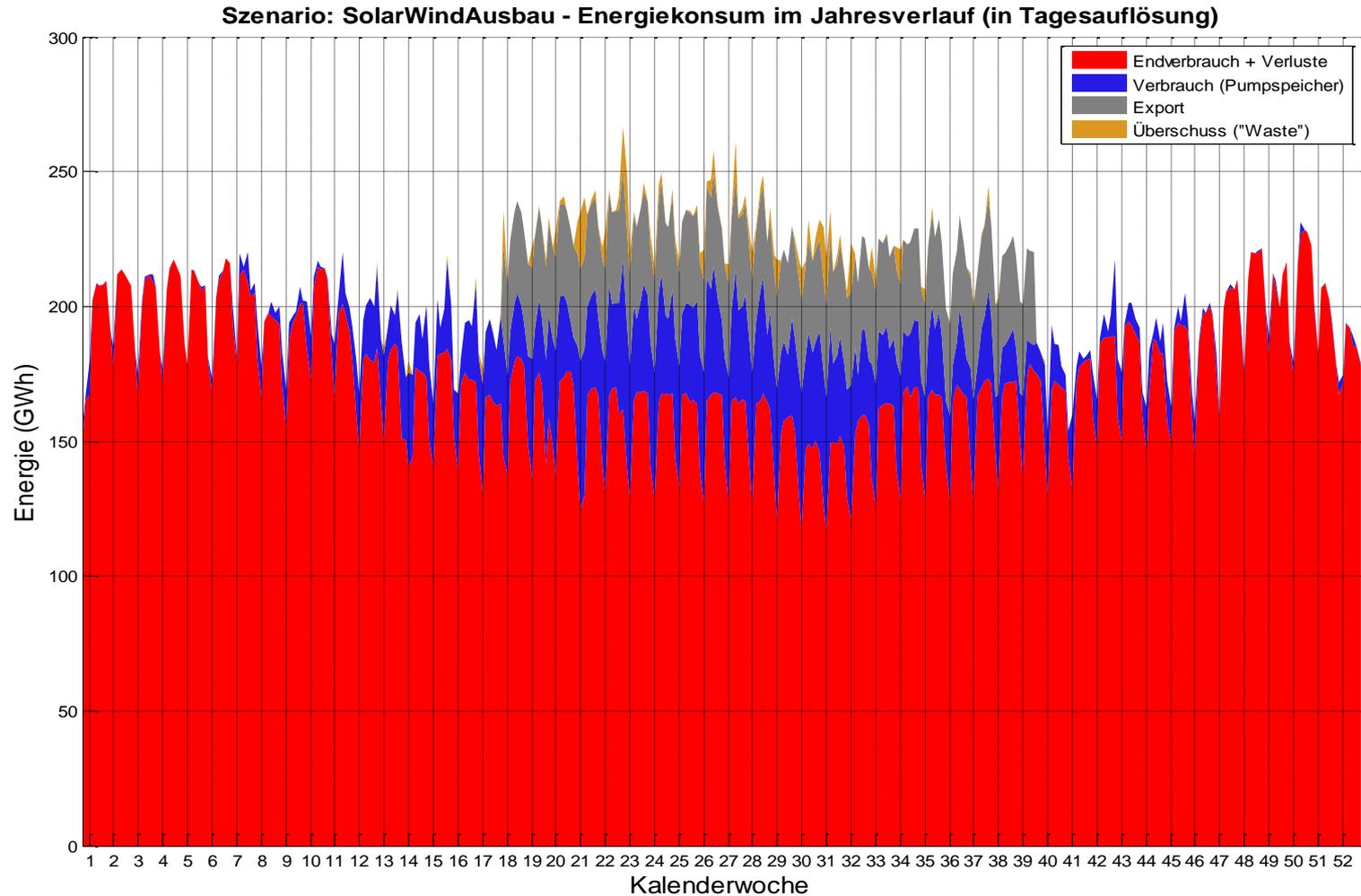
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energieproduktion im Jahresverlauf (SolarWindAusbau)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

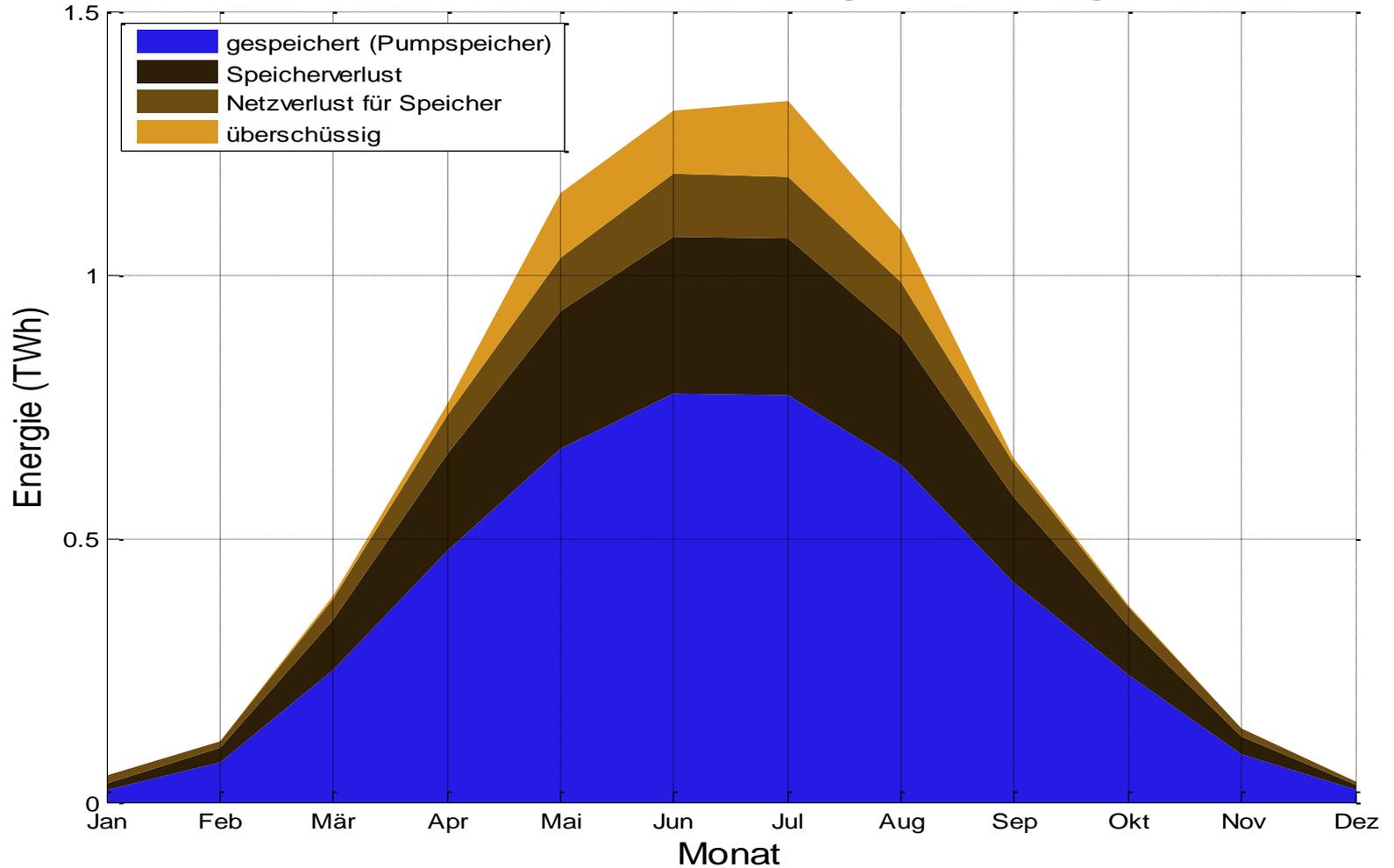
Energiekonsum im Jahresverlauf (SolarWindAusbau)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

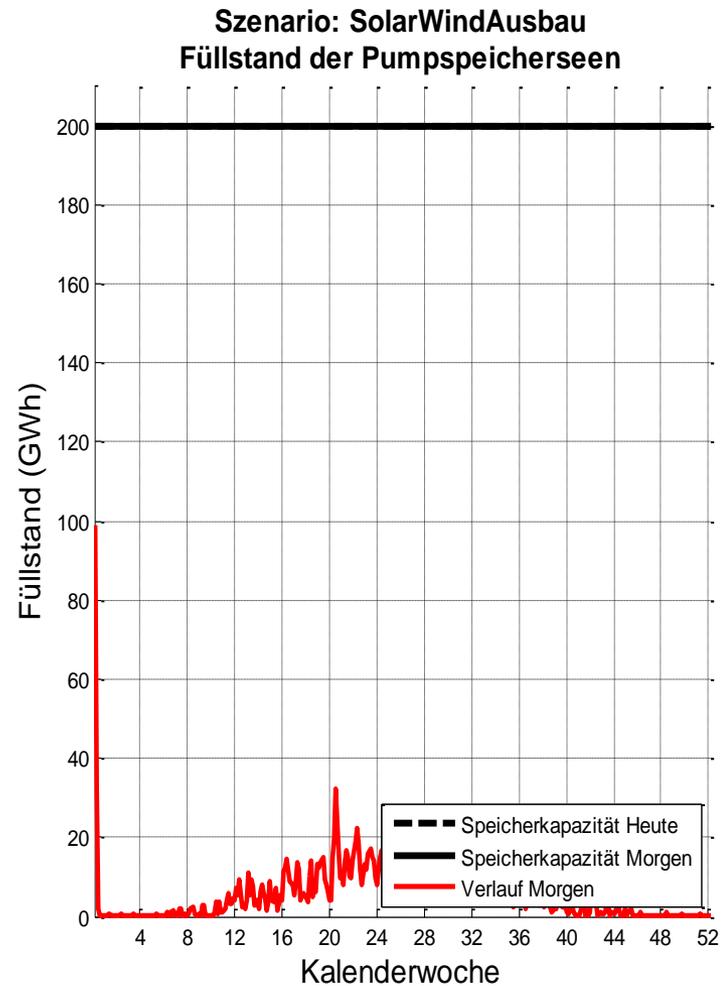
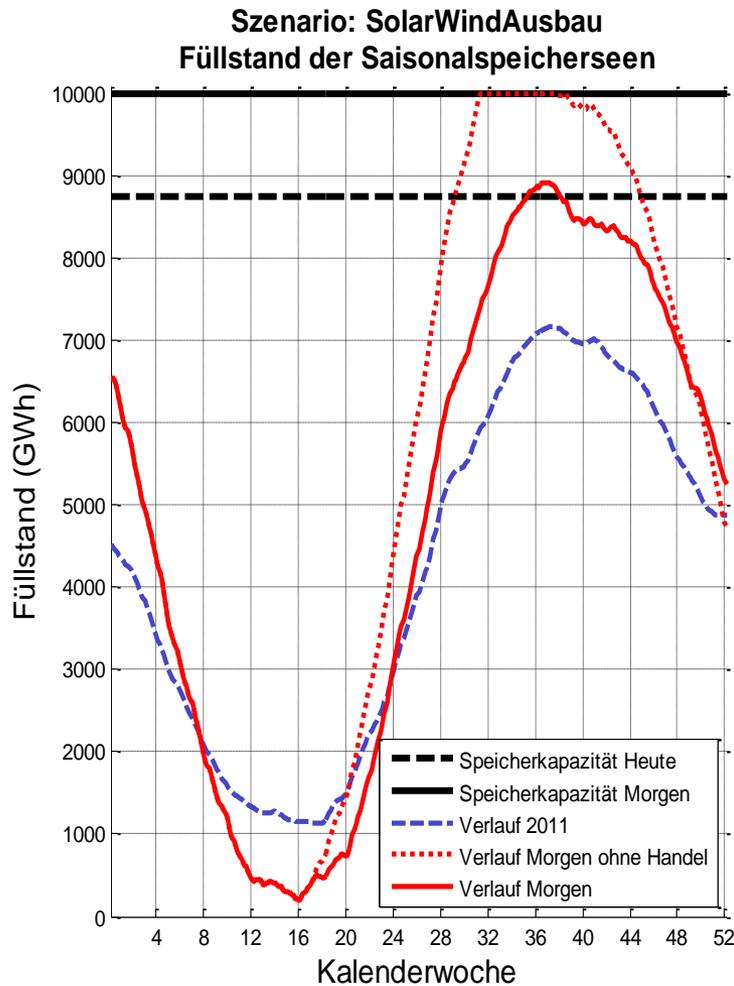
Verwendung überschüssiger Energie (SolarWindAusbau)

Szenario: SolarWindAusbau - Verwendung überschüssiger Produktion



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Füllstand der Speicherseen (SolarWindAusbau)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Netznutzung (SolarWindAusbau)

Szenario: SolarWindAusbau - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energietyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	1.10	2.58	0.00	0.00	0.02	3.70
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.30	8.24	4.95	0.00	0.00	0.11	16.60
Biomasse	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	8.81	0.00	0.16	8.97
Solar Berg	0.00	0.00	11.50	0.00	0.00	0.18	11.68
Wind	0.00	6.69	0.00	0.00	0.00	0.05	6.75
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saisonalpeicher	20.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.59
Pumpspeicher	5.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.67
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	29.56	16.04	19.02	8.81	0.00	0.53	0.00

Energiebezug aus den Netzebenen

Energietyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	20.00	40.00	0.00	60.00
Pumpspeicher	6.87	0.00	0.00	0.00	0.00	6.87
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (per Netzebene)	6.87	0.00	20.00	40.00	0.00	

Kostenschätzung (SolarWindAusbau)

Szenario: SolarWindAusbau - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteherung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	3.70	TWh	60.00	CHF/MWh	222.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.70	NaN	0.00	222.00	60.00
Leistung Nuklear	0.00	GW	10000.00	CHF/kWp	0.00	6.00	50.00	6.34	0.00	3.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00	Stk.	20.00	GCHF	20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60	TWh	45.00	CHF/MWh	747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	0.00	GW	9000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	5.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	NaN
Leistung Geoelektrisch	0.00	GW	4000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	2.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Solar Dach	9.00	GW	1200.00	CHF/kWp	10800.00	3.00	25.00	5.74	620.22	1.00	108.00	8.97	NaN	0.00	728.22	81.16
Leistung Solar Berg	9.00	GW	2400.00	CHF/kWp	21600.00	3.00	25.00	5.74	1240.44	1.00	216.00	11.68	NaN	0.00	1456.44	124.75
Leistung Wind	4.50	GW	2000.00	CHF/kWp	9000.00	4.50	40.00	5.43	489.09	4.00	360.00	6.75	NaN	0.00	849.09	125.84
Leistung Gas	0.00	GW	1000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	1.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	NaN
Produktion Stauseen	20.59	TWh	55.00	CHF/MWh	1132.68	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	20.59	NaN	0.00	1132.68	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00	GW	2000.00	CHF/kWp	10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	5.67	NaN	0.00	488.65	86.19
Kapazität Batterien	0.00	GWh	300.00	CHF/kWh	0.00	3.00	10.00	11.72	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Import	3.28	TWh	70.00	CHF/MWh	229.44	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.28	70.00	229.44	229.44	70.00
Export	5.20	TWh	-120.00	CHF/MWh	-623.60	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	5.20	-120.00	-623.60	-623.60	-120.00
Total															5647.25	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	6.87	10.00	68.71	0.00	0.00	0.00	68.71
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	20.00	40.00	800.00	2000.00	2000.00	4.00	804.00
Ebene N6/N7	40.00	80.00	3200.00	2000000.00	240.00	480.00	3680.00
Total							4552.71

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
5647.25	4552.71	10199.96	60.00	170.00

Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «Erneuerbar-A»

Szenario «Erneuerbar-A» ist ein Szenario ohne KKW und ohne Gas. Es wird mit 13GW ein deutlicher Solarausbau betrieben, wobei relevante Flächen in den Alpen zum Einsatz kommen. Zur Stützung im Winter wird eine stattliche Menge Biomasse und Windkraft eingesetzt. Das Szenario vermag übers Jahr die Versorgung sicherstellen und es fällt etwas Exportenergie an. Die Saisonal- und Pumpspeicherseen übernehmen eine zentrale Rolle bei der de-facto Eigenversorgung des Landes.

Parameter (Erneuerbar-A)

Szenario: Erneuerbar-A -	
Parameter	
Produktion Thermisch	3.70 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	1.00 GW
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW
Leistung Solar Dach	6.75 GW
Leistung Solar Berg	6.75 GW
Leistung Wind	3.60 GW
Leistung Gas	0.00 GW
Kapazität Saisonalspeicher	10.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	0.00 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Endverbrauch	60.00 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

Jahresbilanz (Erneuerbar-A)

Szenario: Erneuerbar-A - Energiebilanz

Produktion

	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	3.70	1.94	1.76
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79
Saisonalspeicher	8.50	19.74	6.09	13.65
Pumpspeicher	5.00	3.68	3.03	0.64
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00
Biomasse	1.00	5.86	1.49	4.37
Solar Dach	6.75	6.73	4.62	2.11
Solar Berg	6.75	8.76	5.28	3.48
Wind	3.60	5.40	2.54	2.85
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00
Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00
Import	NaN	0.75	0.00	0.75
Defizit	NaN	0.00	0.00	0.00
Total	NaN	71.20	35.81	35.39

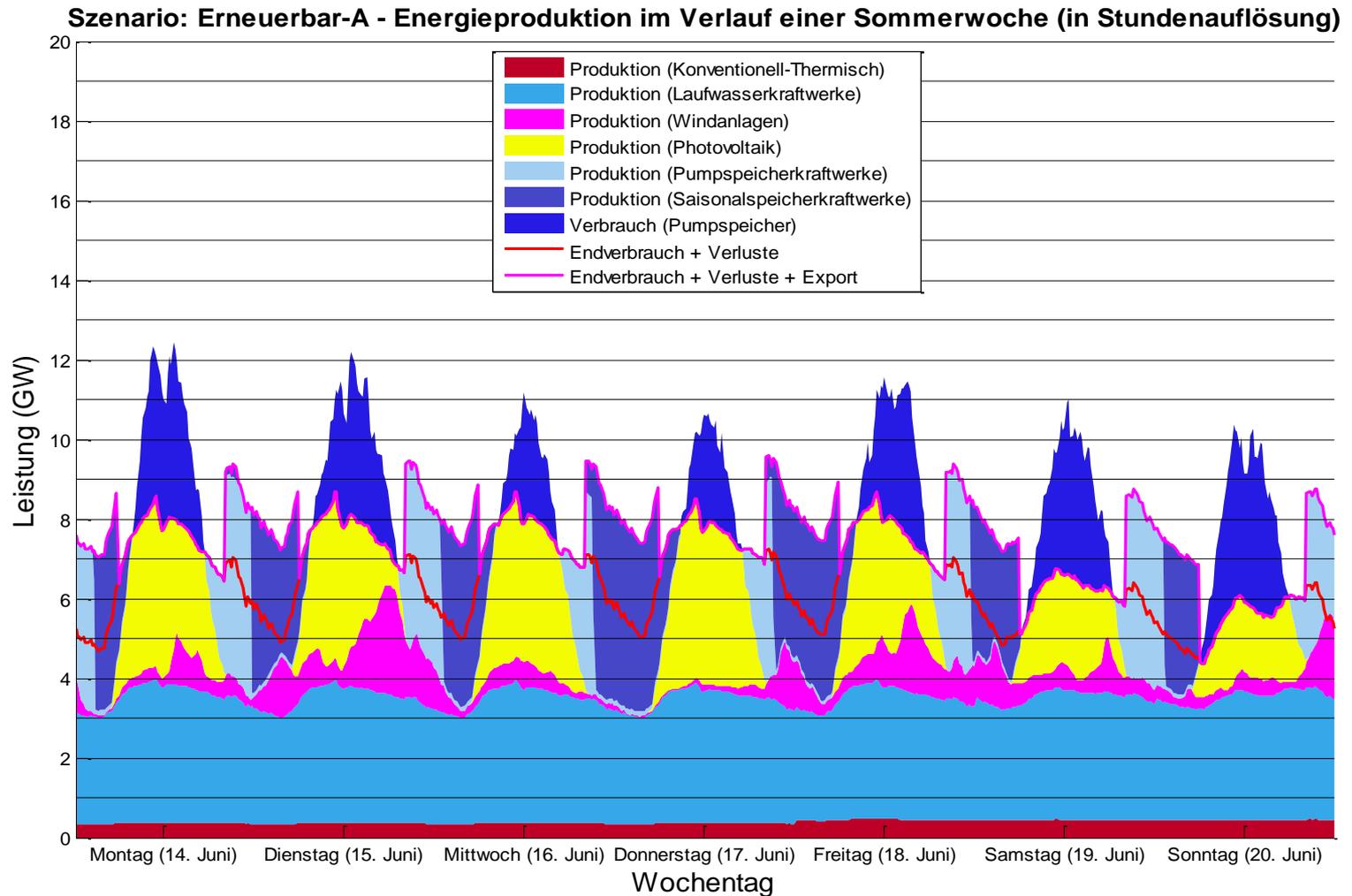
Konsum

	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Endverbraucher	NaN	60.00	27.14	32.86
Verlust	NaN	3.06	1.48	1.58
Pumpspeicher	5.00	4.21	3.65	0.56
Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00
Waste	NaN	0.04	0.04	0.00
Export	NaN	3.89	3.50	0.39
Total	NaN	71.20	35.81	35.39
davon Verluste (5.1%)		3.63		

Energiebilanz

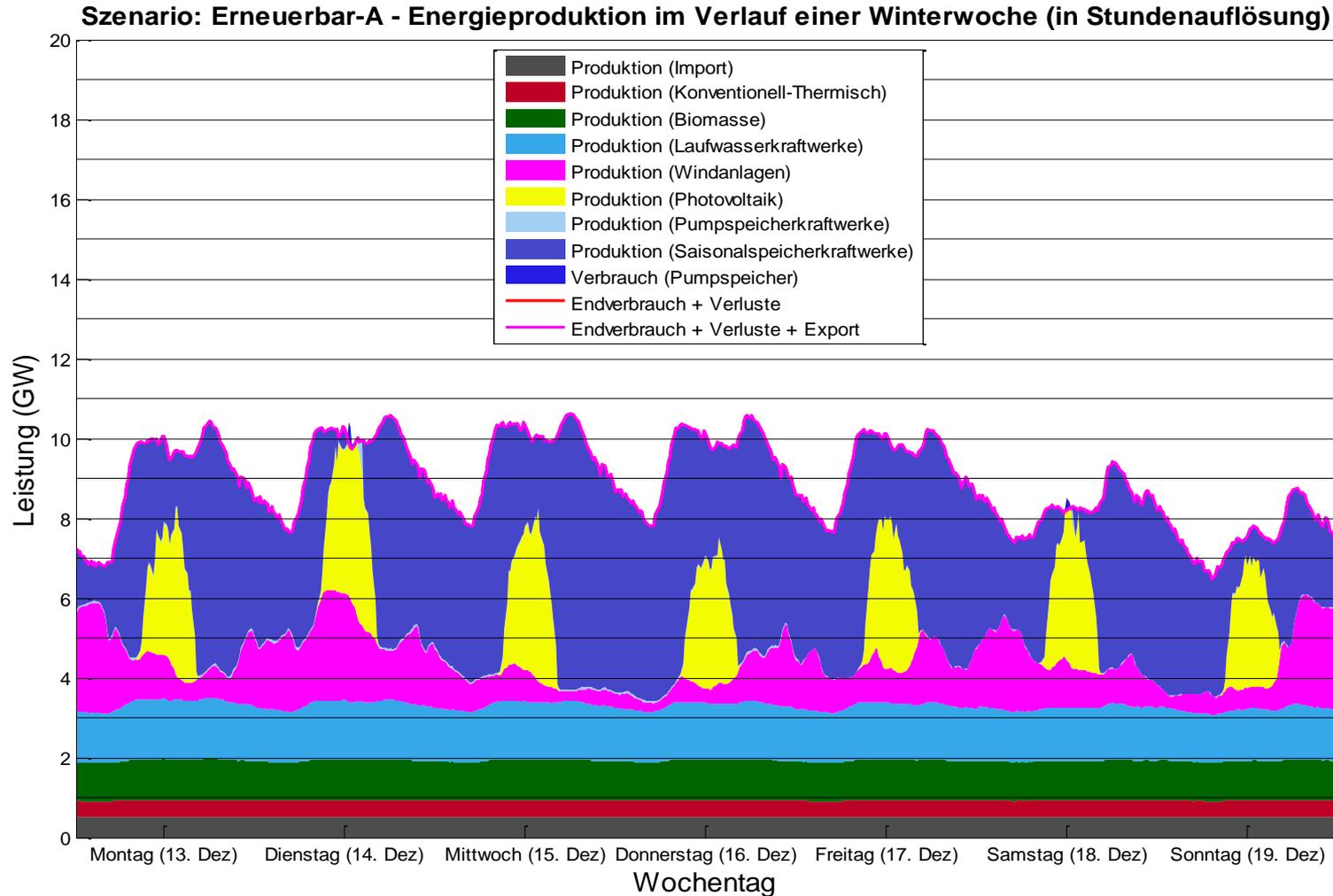
Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)
0.02	-0.50	3.14	2.67

Verlauf einer Sommerwoche (Erneuerbar-A)



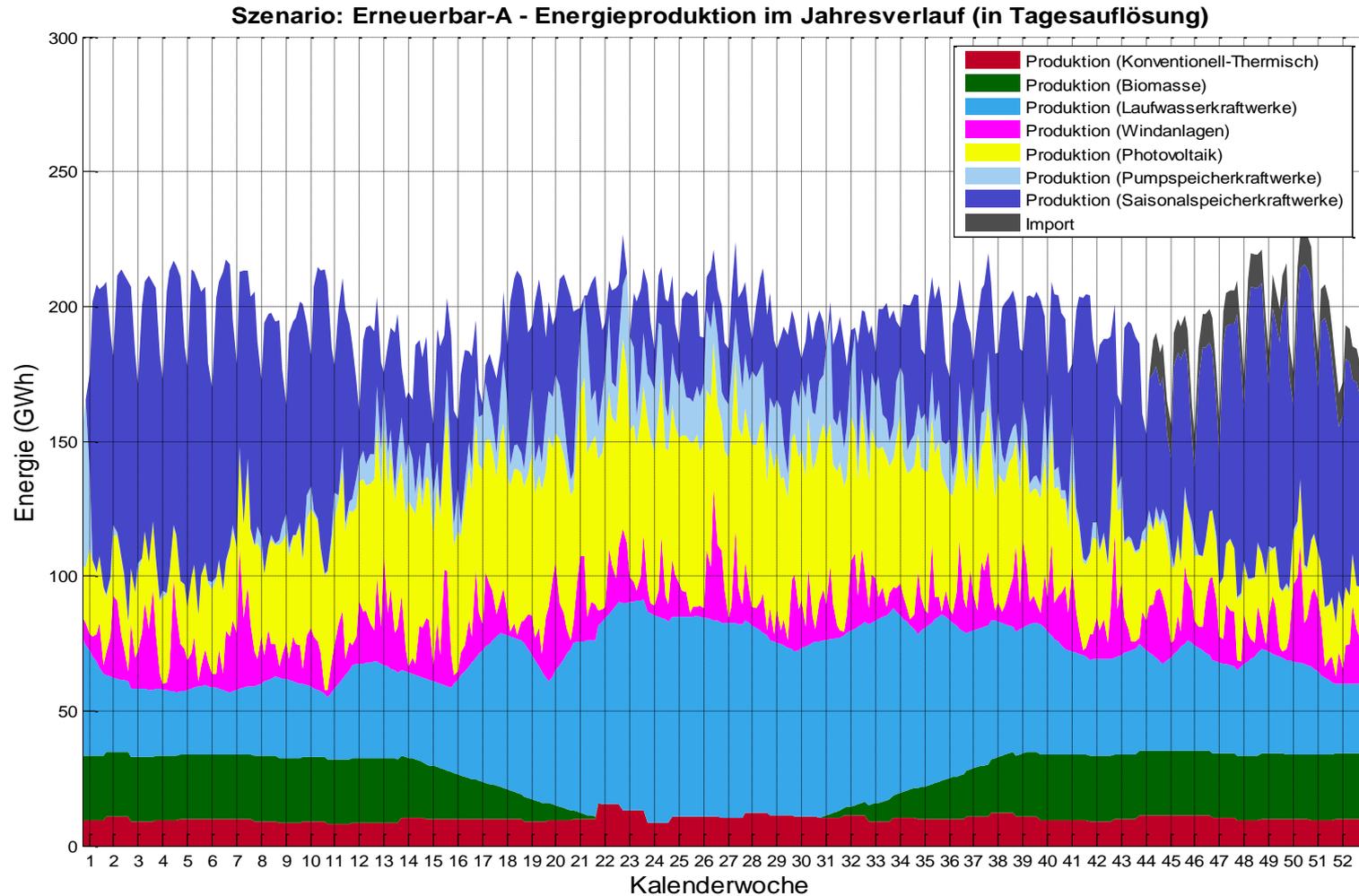
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verlauf einer Winterwoche (Erneuerbar-A)



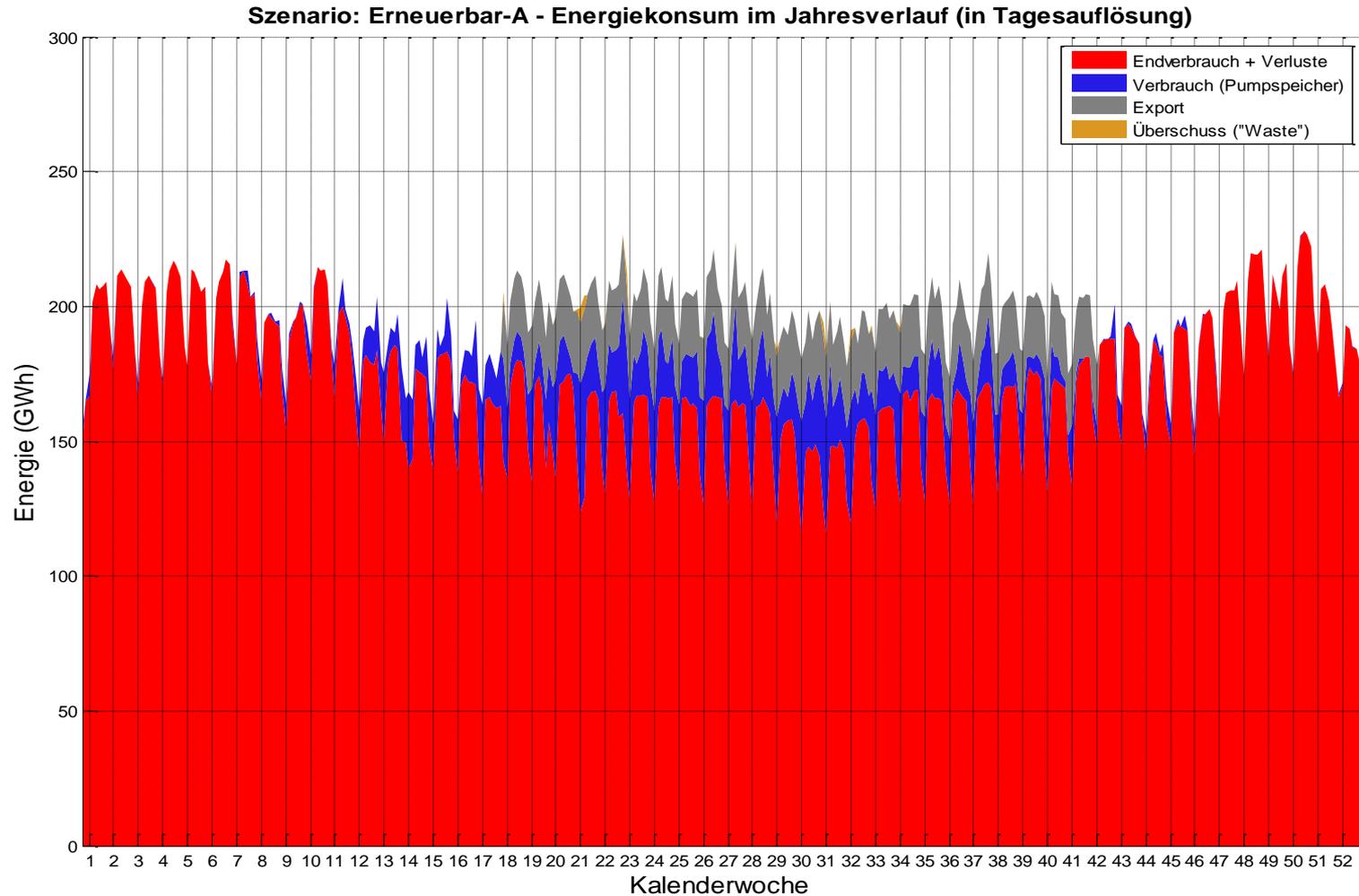
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energieproduktion im Jahresverlauf (Erneuerbar-A)



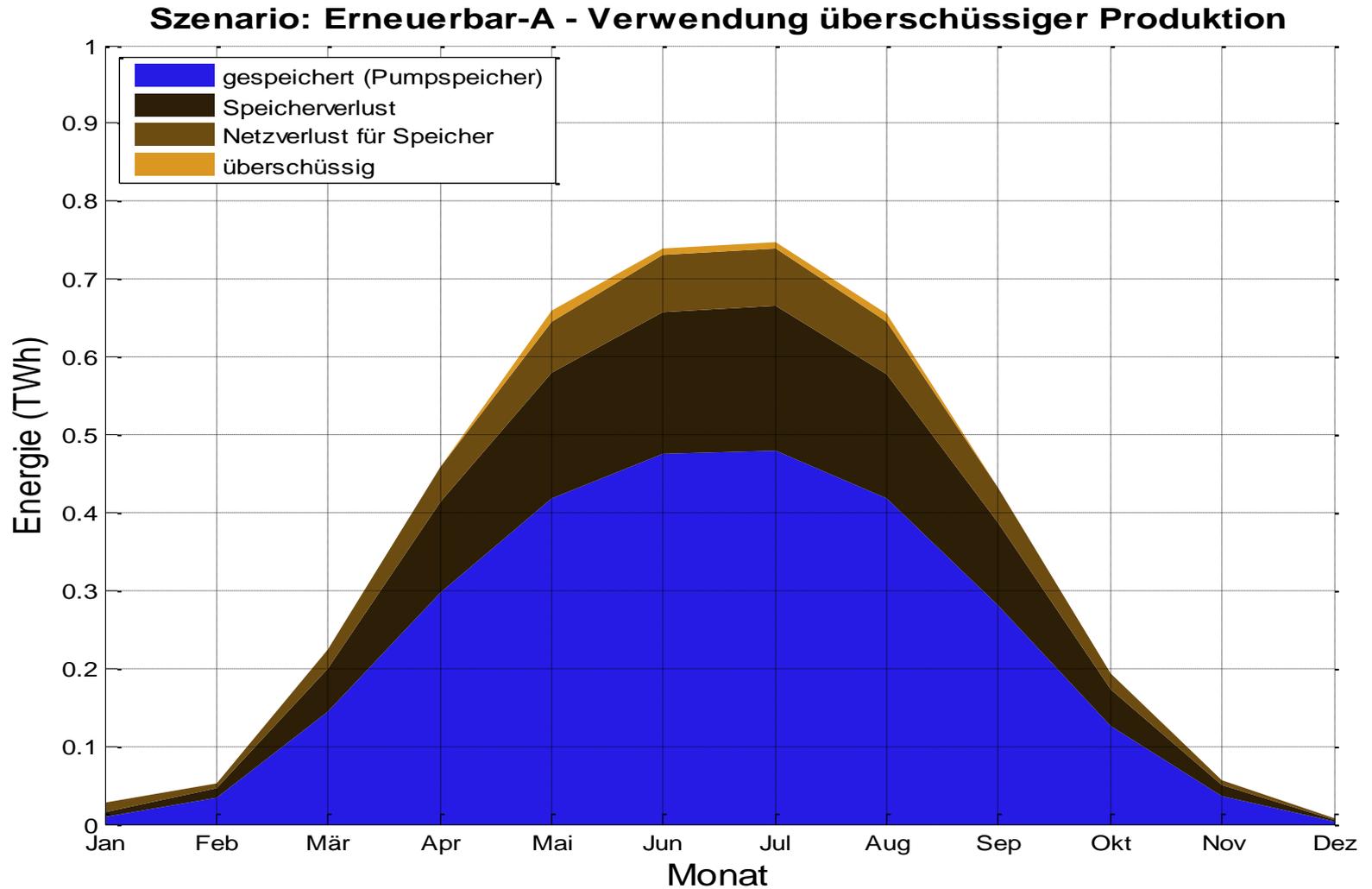
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energiekonsum im Jahresverlauf (Erneuerbar-A)



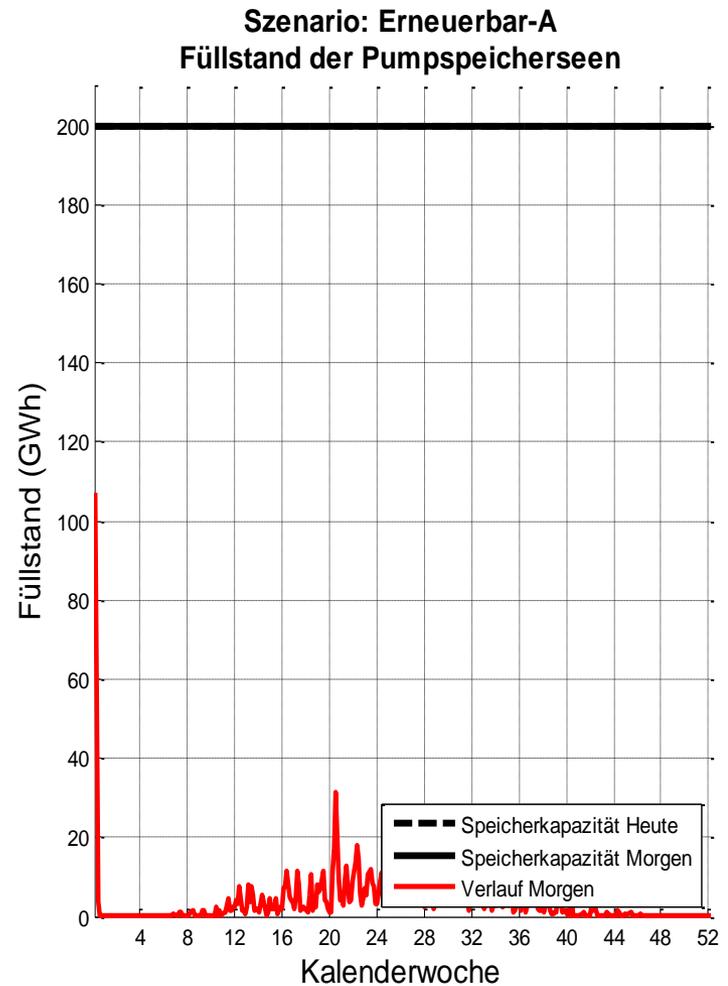
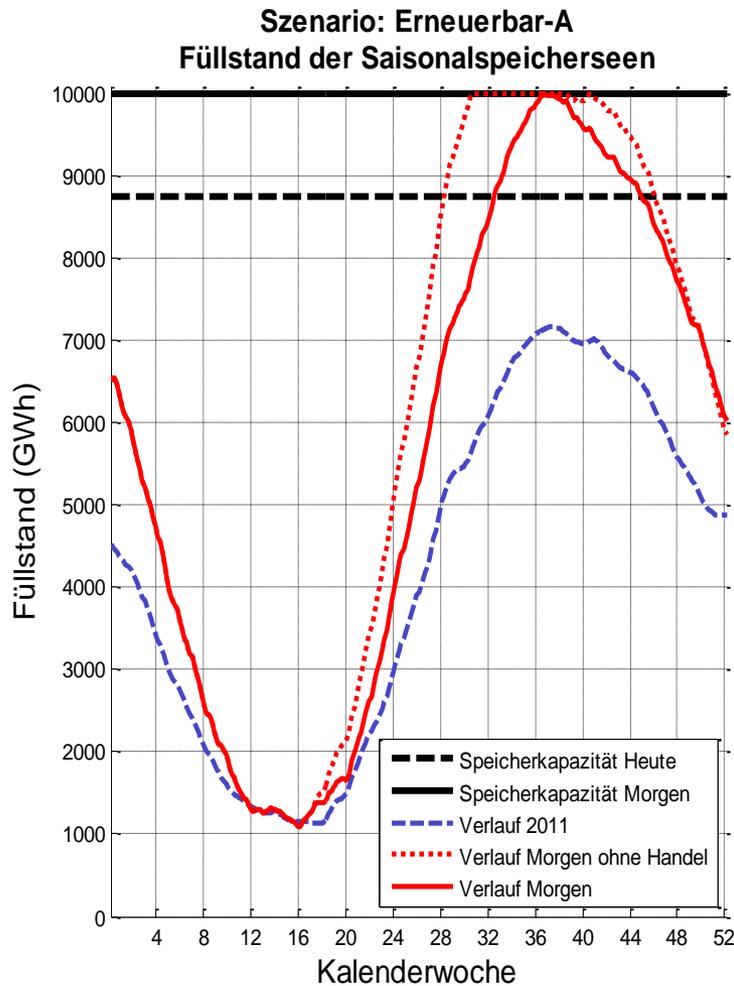
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verwendung überschüssiger Energie (Erneuerbar-A)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Füllstand der Speicherseen (Erneuerbar-A)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Netznutzung (Erneuerbar-A)

Szenario: Erneuerbar-A - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energietyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	1.11	2.59	0.00	0.00	0.00	3.70
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.32	8.30	4.98	0.00	0.00	0.01	16.60
Biomasse	0.00	1.17	4.68	0.00	0.00	0.00	5.86
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	6.72	0.00	0.01	6.73
Solar Berg	0.00	0.00	8.74	0.00	0.00	0.01	8.76
Wind	0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saisonalspeicher	19.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.74
Pumpspeicher	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	26.73	15.97	20.99	6.72	0.00	0.04	0.00

Energiebezug aus den Netzebenen

Energietyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	20.00	40.00	0.00	60.00
Pumpspeicher	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	4.21
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (per Netzebene)	4.21	0.00	20.00	40.00	0.00	

Kostenschätzung (Erneuerbar-A)

Szenario: Erneuerbar-A - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteherung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	3.70	TWh	60.00	CHF/MWh	222.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.70	NaN	0.00	222.00	60.00
Leistung Nuklear	0.00	GW	10000.00	CHF/kWp	0.00	6.00	50.00	6.34	0.00	3.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00	Stk.	20.00	GCHF	20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60	TWh	45.00	CHF/MWh	747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	1.00	GW	9000.00	CHF/kWp	9000.00	4.50	30.00	6.14	552.52	5.00	450.00	5.86	30.00	175.68	1178.20	201.20
Leistung Geoelektrisch	0.00	GW	4000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	2.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Solar Dach	6.75	GW	1200.00	CHF/kWp	8100.00	3.00	25.00	5.74	465.17	1.00	81.00	6.73	NaN	0.00	546.17	81.16
Leistung Solar Berg	6.75	GW	2400.00	CHF/kWp	16200.00	3.00	25.00	5.74	930.33	1.00	162.00	8.76	NaN	0.00	1092.33	124.75
Leistung Wind	3.60	GW	2000.00	CHF/kWp	7200.00	4.50	40.00	5.43	391.27	4.00	288.00	5.40	NaN	0.00	679.27	125.84
Leistung Gas	0.00	GW	1000.00	CHF/kWp	0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	1.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	NaN
Produktion Stauseen	19.74	TWh	55.00	CHF/MWh	1085.66	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	19.74	NaN	0.00	1085.66	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00	GW	2000.00	CHF/kWp	10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	3.68	NaN	0.00	488.65	132.95
Kapazität Batterien	0.00	GWh	300.00	CHF/kWh	0.00	3.00	10.00	11.72	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Import	1.24	TWh	70.00	CHF/MWh	87.05	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	1.24	70.00	87.05	87.05	70.00
Export	3.91	TWh	-120.00	CHF/MWh	-469.27	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.91	-120.00	-469.27	-469.27	-120.00
Total															6074.38	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	4.21	10.00	42.12	0.00	0.00	0.00	42.12
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	20.00	40.00	800.00	2000.00	2000.00	4.00	804.00
Ebene N6/N7	40.00	80.00	3200.00	2000000.00	240.00	480.00	3680.00
Total							4526.12

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
6074.38	4526.12	10600.50	60.00	176.67

Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «Erneuerbar-B»

Szenario «Erneuerbar-B» entspricht dem «Erneuerbar-A», wobei hier beispielhaft viel Batteriespeicher eingesetzt wird. Pro Solaranlage wird eine Stunde Peak-Kapazität als Batteriespeicher eingesetzt. Die Batteriespeicher stehen aus Gesamtsystem-Sicht in Konkurrenz zu den Pumpspeichern. Auf den lokaleren Netzebenen können Batterien jedoch eine ausgleichende und stabilisierende Wirkung auf die Netze haben. Der Einsatz beschränkt sich im Modell auf den Sommer, da im Winter kaum je solare Überschüsse produziert werden.

Parameter (Erneuerbar-B)

Szenario: Erneuerbar-B -	
Parameter	
Produktion Thermisch	3.70 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	1.00 GW
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW
Leistung Solar Dach	6.75 GW
Leistung Solar Berg	6.75 GW
Leistung Wind	3.60 GW
Leistung Gas	0.00 GW
Kapazität Saisonalspeicher	10.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	13.50 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Endverbrauch	60.00 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	0.00 %

Jahresbilanz (Erneuerbar-B)

Szenario: Erneuerbar-B - Energiebilanz

Produktion

	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	3.70	1.94	1.76
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79
Saisonalspeicher	8.50	19.79	6.16	13.63
Pumpspeicher	5.00	1.51	1.25	0.26
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00
Biomasse	1.00	5.86	1.49	4.37
Solar Dach	6.75	6.73	4.62	2.11
Solar Berg	6.75	8.76	5.28	3.48
Wind	3.60	5.40	2.54	2.85
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00
Batteriespeicher	Inf	2.67	2.19	0.47
Import	NaN	0.72	0.00	0.72
Defizit	NaN	0.00	0.00	0.00
Total	NaN	71.72	36.29	35.43

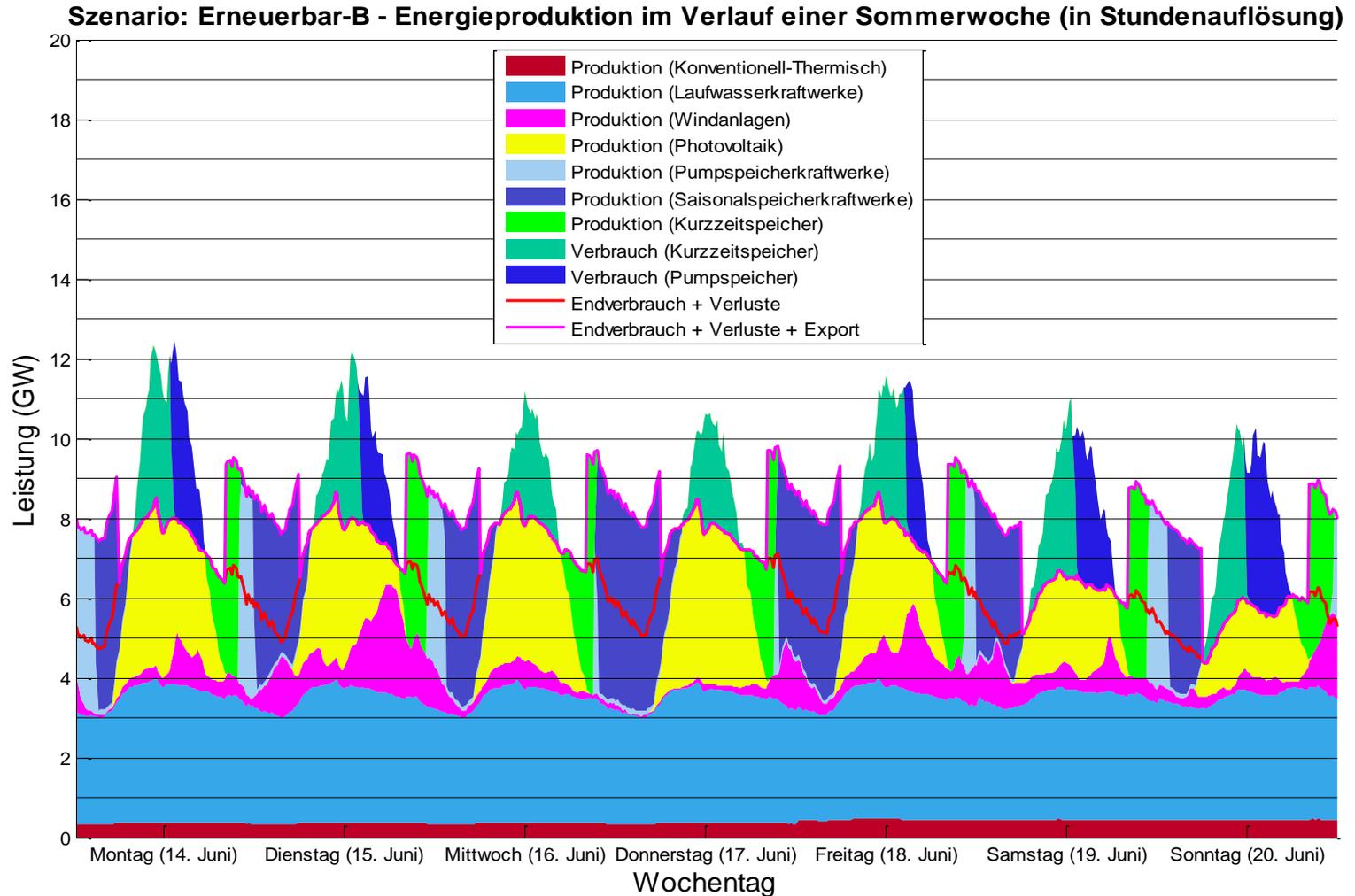
Konsum

	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Endverbraucher	NaN	60.00	27.14	32.86
Verlust	NaN	2.91	1.36	1.55
Pumpspeicher	5.00	1.32	1.27	0.05
Batteriespeicher	Inf	2.96	2.44	0.52
Waste	NaN	0.03	0.03	0.00
Export	NaN	4.49	4.04	0.45
Total	NaN	71.72	36.29	35.43
davon Verluste (4.3%)		3.06		

Energiebilanz

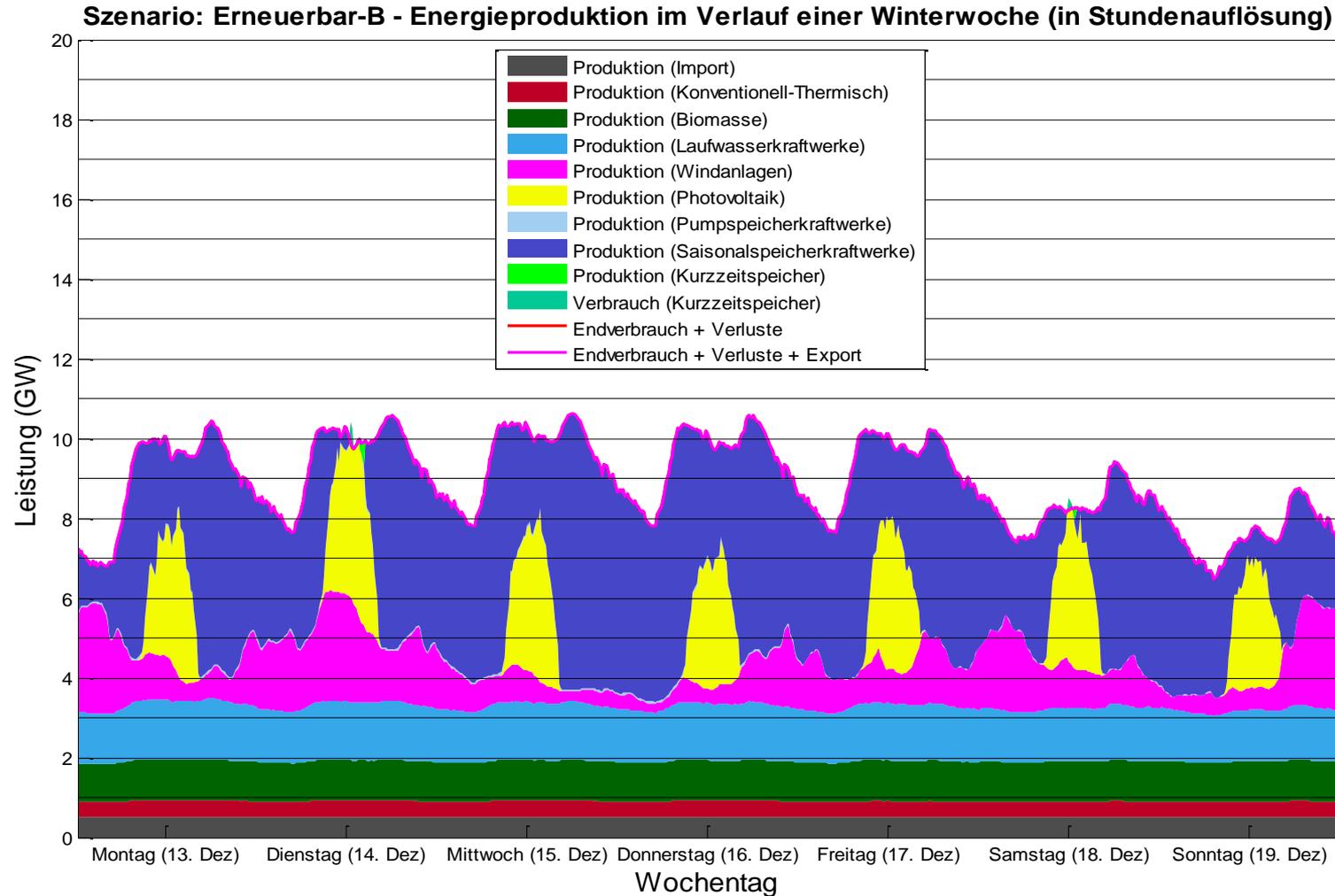
Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)
0.02	-0.56	3.77	3.24

Verlauf einer Sommerwoche (Erneuerbar-B)



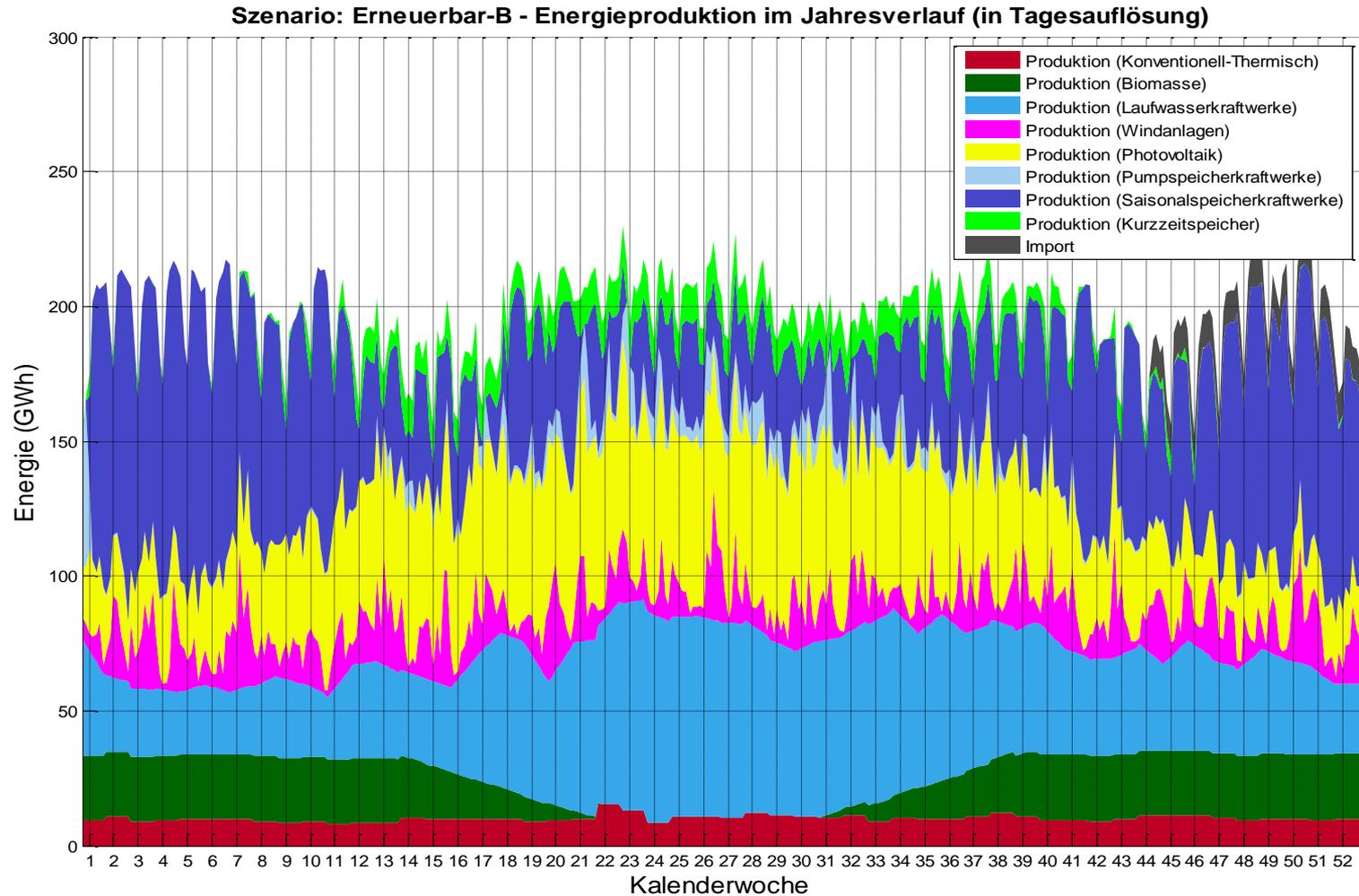
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verlauf einer Winterwoche (Erneuerbar-B)

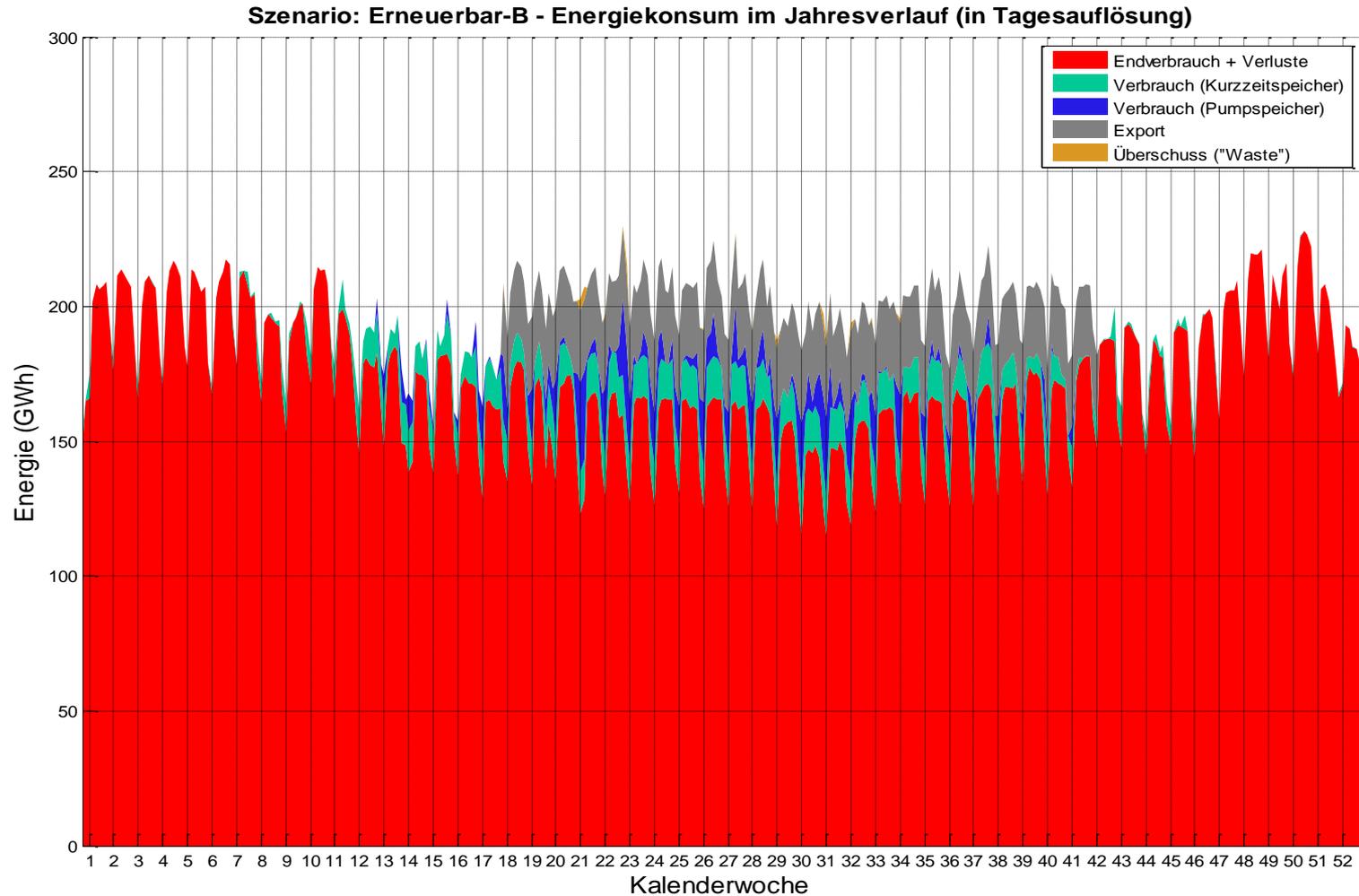


git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Energieproduktion im Jahresverlauf (Erneuerbar-B)

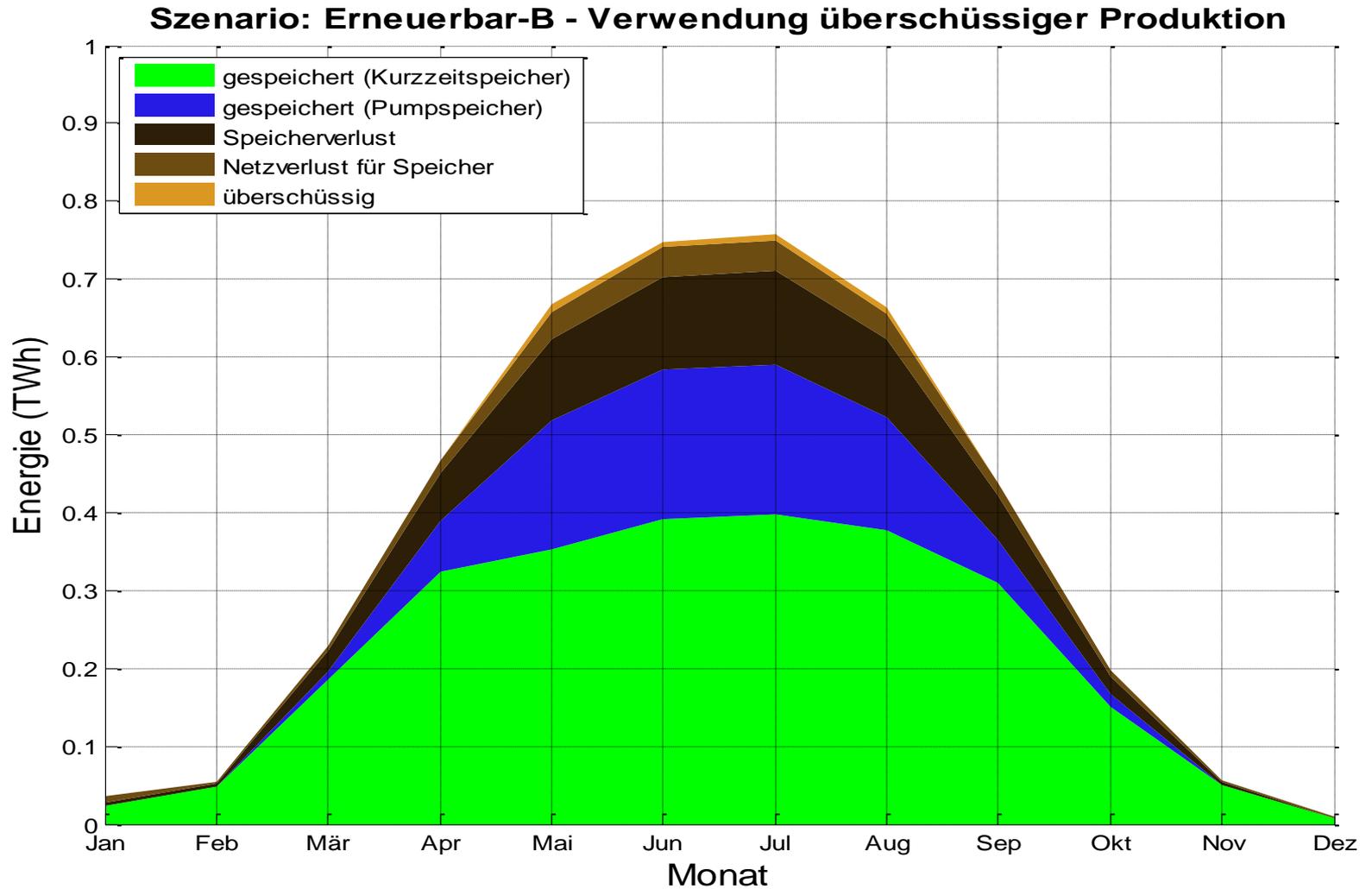


Energiekonsum im Jahresverlauf (Erneuerbar-B)



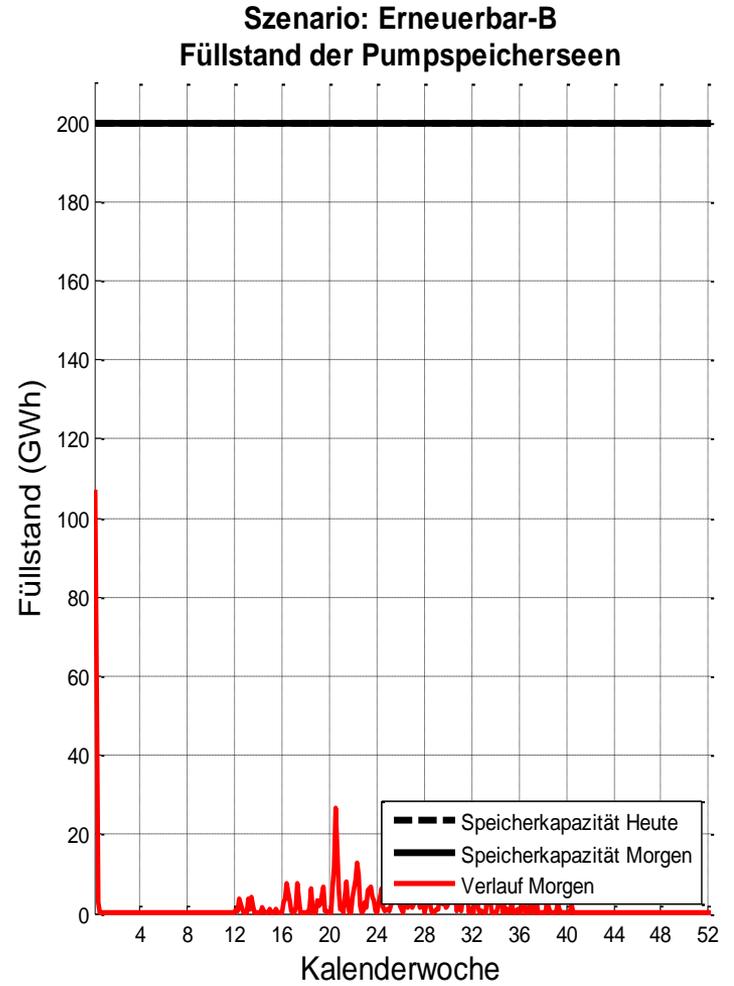
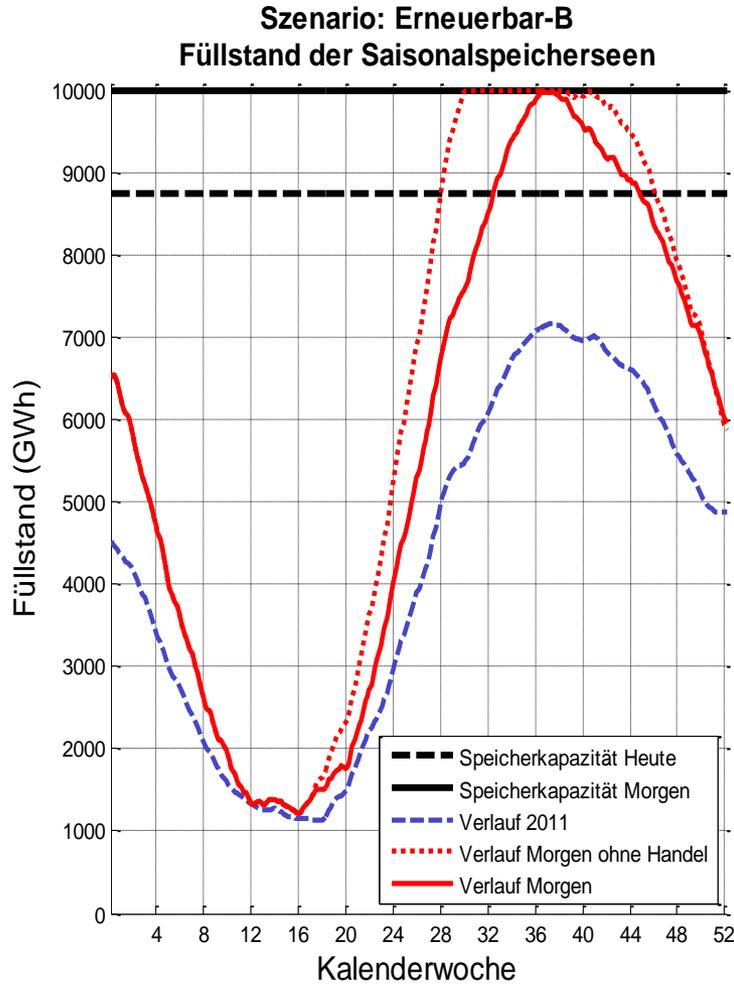
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Verwendung überschüssiger Energie (Erneuerbar-B)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Füllstand der Speicherseen (Erneuerbar-B)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 11:25

Netznutzung (Erneuerbar-B)

Szenario: Erneuerbar-B - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	1.11	2.59	0.00	0.00	0.00	3.70
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.32	8.30	4.98	0.00	0.00	0.01	16.60
Biomasse	0.00	1.17	4.68	0.00	0.00	0.00	5.86
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	5.85	0.87	0.01	6.73
Solar Berg	0.00	0.00	7.88	0.00	0.00	0.01	8.76
Wind	0.00	5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saisonalspeicher	19.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.79
Pumpspeicher	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.71	0.53	1.42	0.00	2.67
Total	24.61	15.97	20.84	6.38	2.29	0.03	2.67

Energiebezug aus den Netzebenen

Energiertyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	19.64	38.93	1.42	60.00
Pumpspeicher	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.32	0.91	0.87	2.09
Total (per Netzebene)	1.32	0.00	19.96	39.84	2.29	

Kostenschätzung (Erneuerbar-B)

Szenario: Erneuerbar-B - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteherung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	3.70 TWh		60.00 CHF/MWh		222.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.70	NaN	0.00	222.00	60.00
Leistung Nuklear	0.00 GW		10000.00 CHF/kWp		0.00	6.00	50.00	6.34	0.00	3.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00 Stk.		20.00 GCHF		20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60 TWh		45.00 CHF/MWh		747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	1.00 GW		9000.00 CHF/kWp		9000.00	4.50	30.00	6.14	552.52	5.00	450.00	5.86	30.00	175.68	1178.20	201.20
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW		4000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	2.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Solar Dach	6.75 GW		1200.00 CHF/kWp		8100.00	3.00	25.00	5.74	465.17	1.00	81.00	6.73	NaN	0.00	546.17	81.16
Leistung Solar Berg	6.75 GW		2400.00 CHF/kWp		16200.00	3.00	25.00	5.74	930.33	1.00	162.00	8.76	NaN	0.00	1092.33	124.75
Leistung Wind	3.60 GW		2000.00 CHF/kWp		7200.00	4.50	40.00	5.43	391.27	4.00	288.00	5.40	NaN	0.00	679.27	125.84
Leistung Gas	0.00 GW		1000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	1.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	NaN
Produktion Stauseen	19.79 TWh		55.00 CHF/MWh		1088.19	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	19.79	NaN	0.00	1088.19	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00 GW		2000.00 CHF/kWp		10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	1.51	NaN	0.00	488.65	324.55
Kapazität Batterien	13.50 GWh		300.00 CHF/kWh		4050.00	3.00	10.00	11.72	474.78	1.00	40.50	2.67	NaN	0.00	515.28	193.30
Import	1.28 TWh		70.00 CHF/MWh		89.46	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	1.28	70.00	89.46	89.46	70.00
Export	4.51 TWh		-120.00 CHF/MWh		-541.74	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	4.51	-120.00	-541.74	-541.74	-120.00
Total															6522.14	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	1.32	10.00	13.19	0.00	0.00	0.00	13.19
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	19.96	40.00	798.43	2000.00	2000.00	4.00	802.43
Ebene N6/N7	39.84	80.00	3187.39	2000000.00	240.00	480.00	3667.39
Total							4483.01

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
6522.14	4483.01	11005.15	60.00	183.42

Anhang 1: Weitere Szenarien

Szenario «Lastverschiebung»

Szenario «Lastverschiebung» basiert wiederum auf dem Szenario «Erneuerbar-A», wobei statt Batteriespeicher nun ein Lastverschiebungs-Mechanismus gezeigt wird. Bei der Lastverschiebung wird ein gewisser Prozentsatz des Verbrauchs innerhalb von 24h beliebig verschoben, d.h. vor allem von der Nacht auf den durch Solarenergie verursachten Tagespeak. Die Flexibilisierung des Verbrauchs elektrischer Energie wird typischerweise im Bereich von ein paar Prozenten angegeben, hier beispielhaft 10%. Das Szenario präsentiert sich sehr ähnlich wie das Batterie-Szenario von vorhin, wobei die Gesamtsystem-Verluste geringer ausfallen. Kurzfrist-Speicher sind somit bis zu einem gewissen Grad äquivalent zu den Möglichkeiten intelligenter Netze.

Parameter (Lastverschiebung)

Szenario: Lastverschiebung -	
Parameter	
Produktion Thermisch	3.70 TWh
Leistung Nuklear	0.00 GW
Produktion Laufwasser	16.60 TWh
Leistung Biomasse	1.00 GW
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW
Leistung Solar Dach	6.75 GW
Leistung Solar Berg	6.75 GW
Leistung Wind	3.60 GW
Leistung Gas	0.00 GW
Kapazität Saisonalspeicher	10.00 TWh
Turbinenleistung Saisonalspeicher	8.50 GW
Kapazität Pumpspeicher	0.20 TWh
Turbinenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Pumpenleistung Pumpspeicher	5.00 GW
Kapazität Batteriespeicher	0.00 GWh
Eingangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Ausgangsleistung Batteriespeicher	Inf GW
Endverbrauch	60.00 TWh
Verschiebbarer Lastanteil	10.00 %

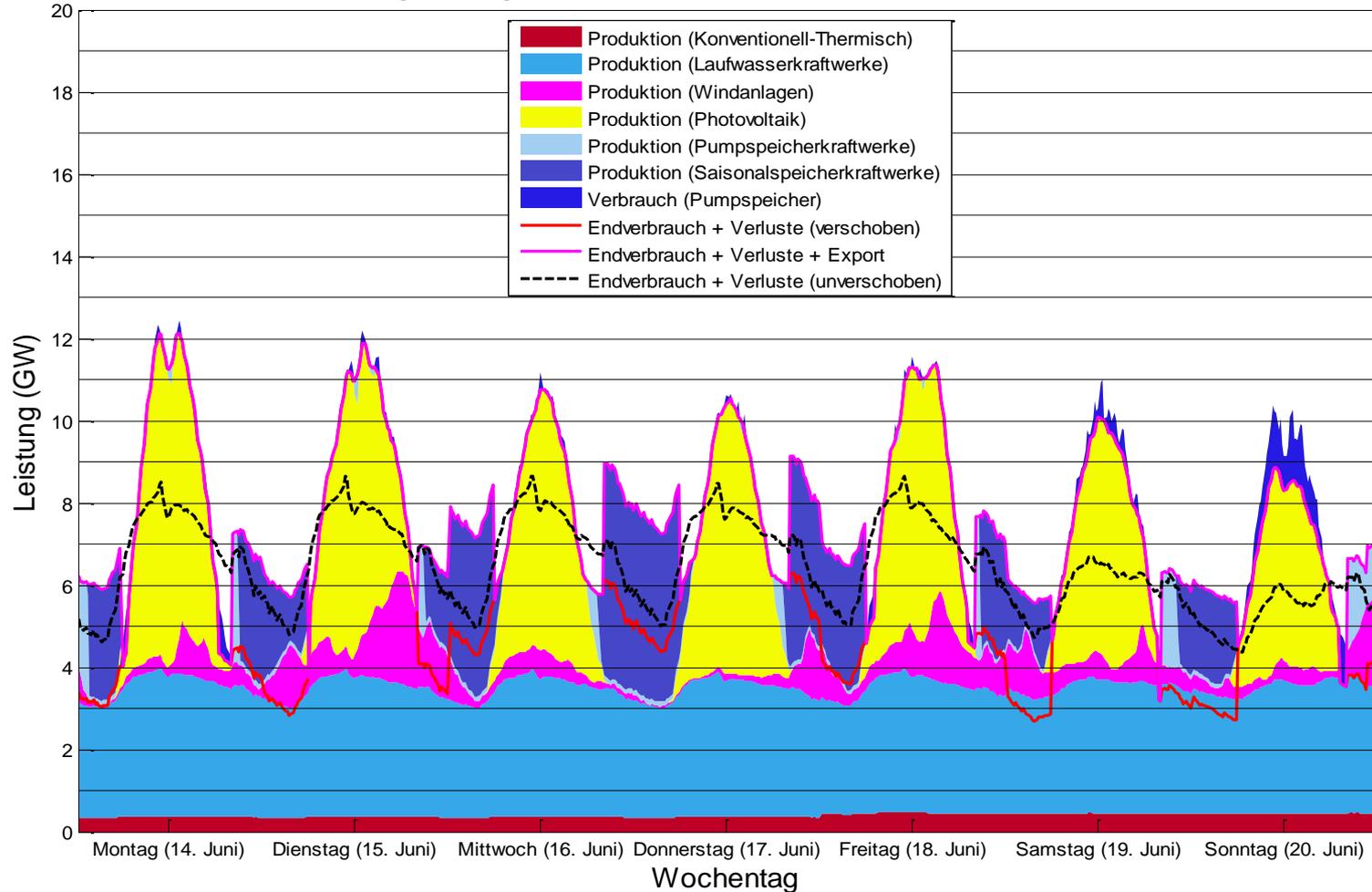
Jahresbilanz (Lastverschiebung)

Szenario: Lastverschiebung - Energiebilanz

Produktion					Konsum				
	installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)		installiert (GW)	Jahr (TWh)	Sommer (TWh)	Winter (TWh)
Thermisch	NaN	3.70	1.94	1.76	Endverbraucher	NaN	60.00	27.14	32.86
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	Verlust	NaN	2.81	1.27	1.54
Laufwasserkraft	3.70	16.60	10.81	5.79	Pumpspeicher	5.00	0.79	0.73	0.06
Saisonalspeicher	8.50	19.47	5.87	13.60	Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00
Pumpspeicher	5.00	1.11	0.84	0.27	Waste	NaN	0.00	0.00	0.00
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	Export	NaN	4.73	4.26	0.47
Biomasse	1.00	5.86	1.49	4.37	Total	NaN	68.34	33.40	34.94
Solar Dach	6.75	6.73	4.62	2.11	davon Verluste (3.6%)		2.49		
Solar Berg	6.75	8.76	5.28	3.48	Energiebilanz				
Wind	3.60	5.40	2.54	2.85	Überlauf Sp.seen (TWh)	Sp.-Delta (Simul.) (TWh)	Netto Export Fahrplan (TWh)	Netto Exportbilanz (TWh)	
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.57	4.02	3.56	
Batteriespeicher	Inf	0.00	0.00	0.00					
Import	NaN	0.71	0.00	0.71					
Defizit	NaN	0.00	0.00	0.00					
Total	NaN	68.34	33.40	34.94					

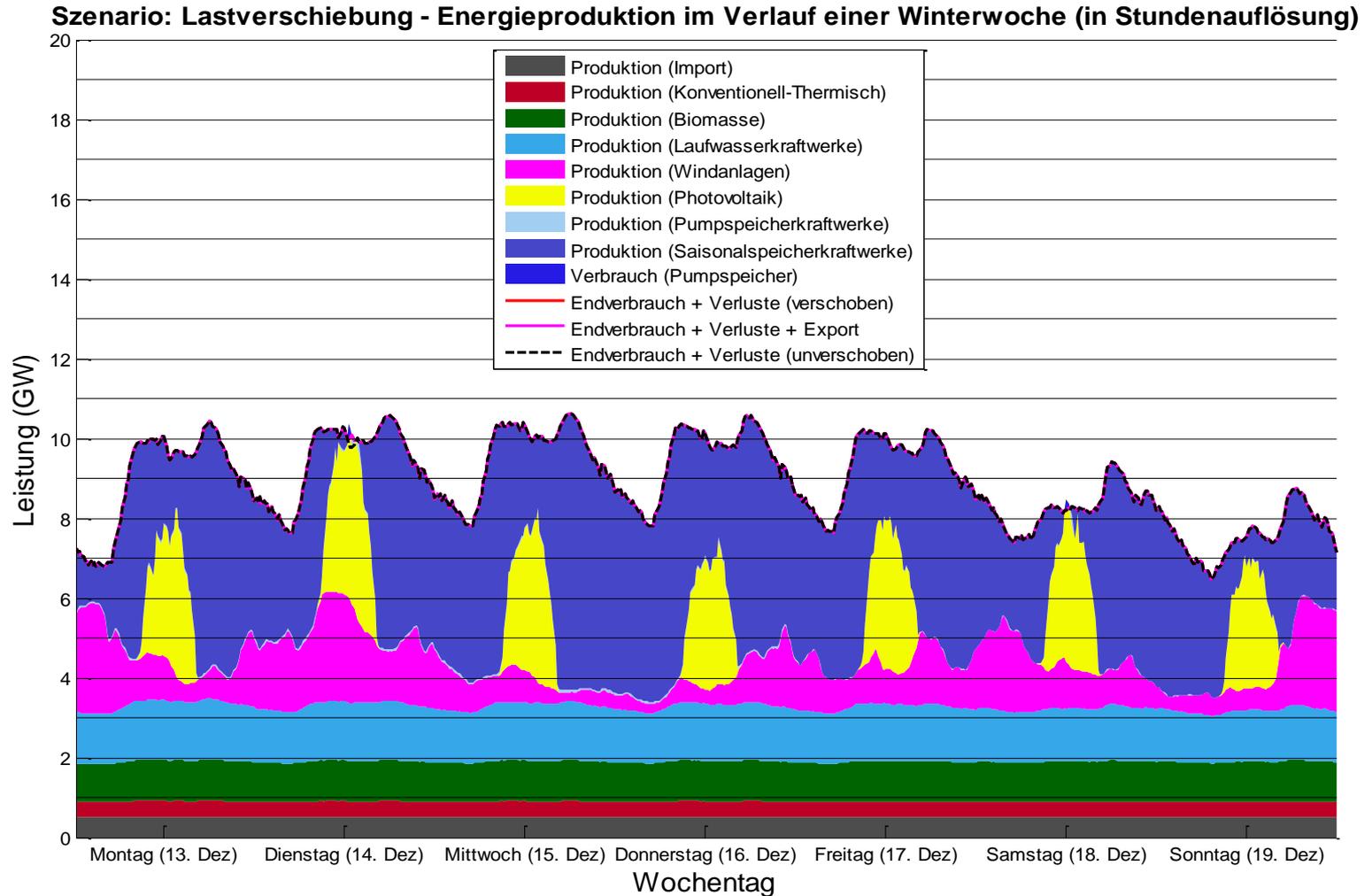
Verlauf einer Sommerwoche (Lastverschiebung)

Szenario: Lastverschiebung - Energieproduktion im Verlauf einer Sommerwoche (in Stundenauflösung)



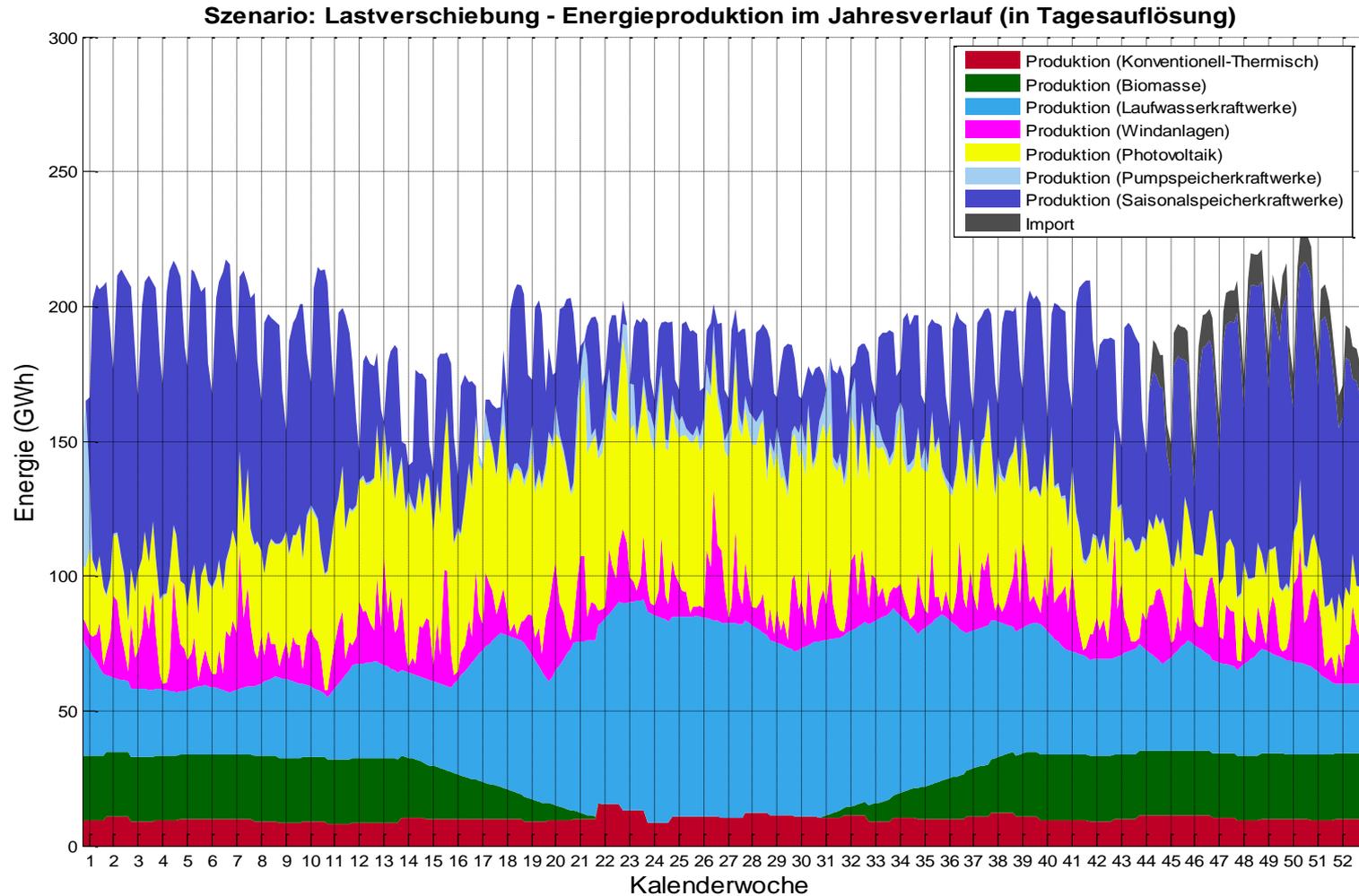
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 13:11

Verlauf einer Winterwoche (Lastverschiebung)



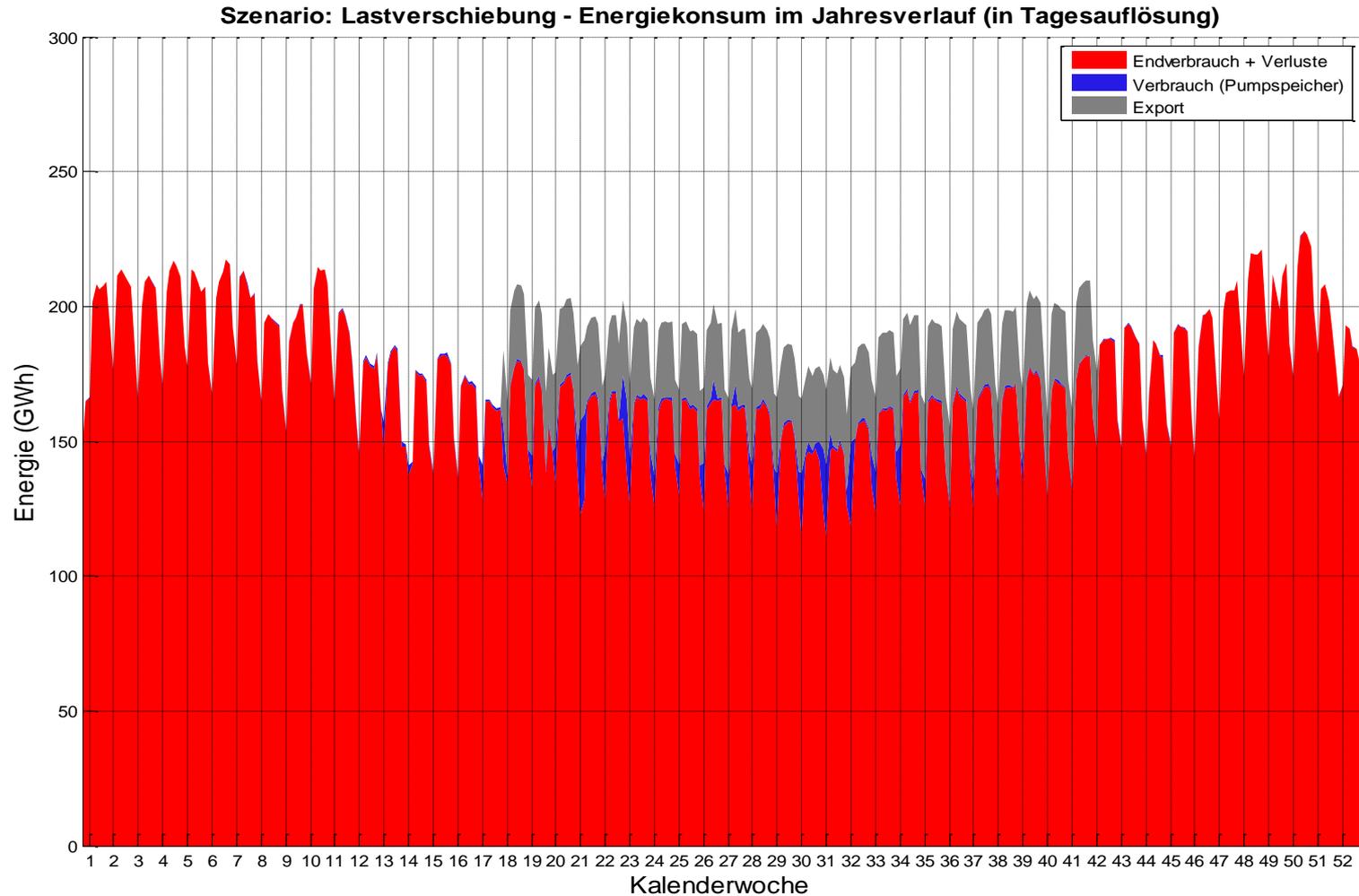
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 13:11

Energieproduktion im Jahresverlauf (Lastverschiebung)



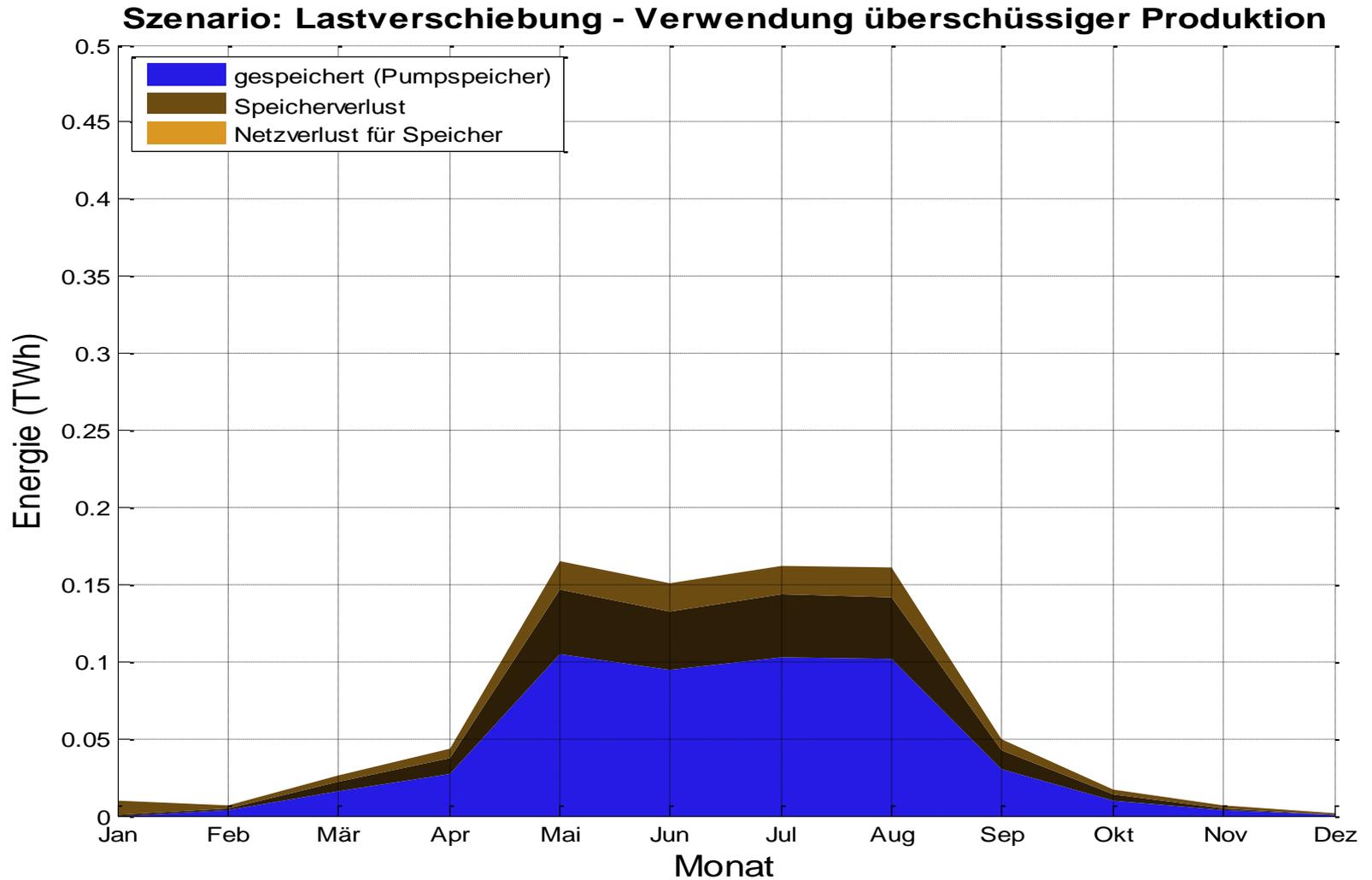
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 13:11

Energiekonsum im Jahresverlauf (Lastverschiebung)



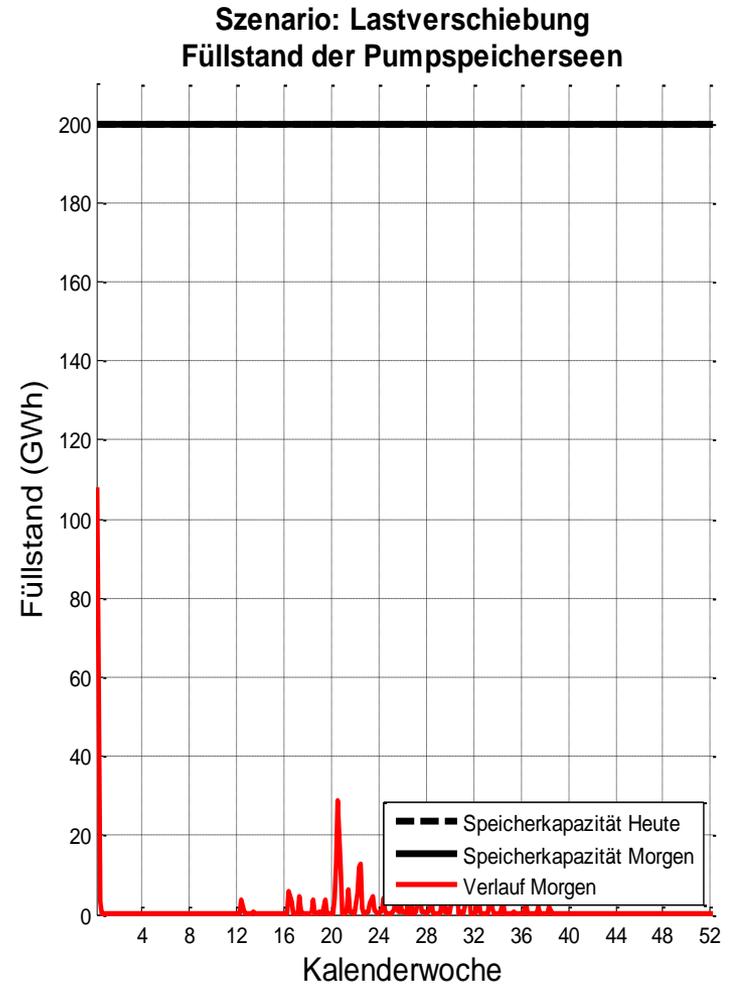
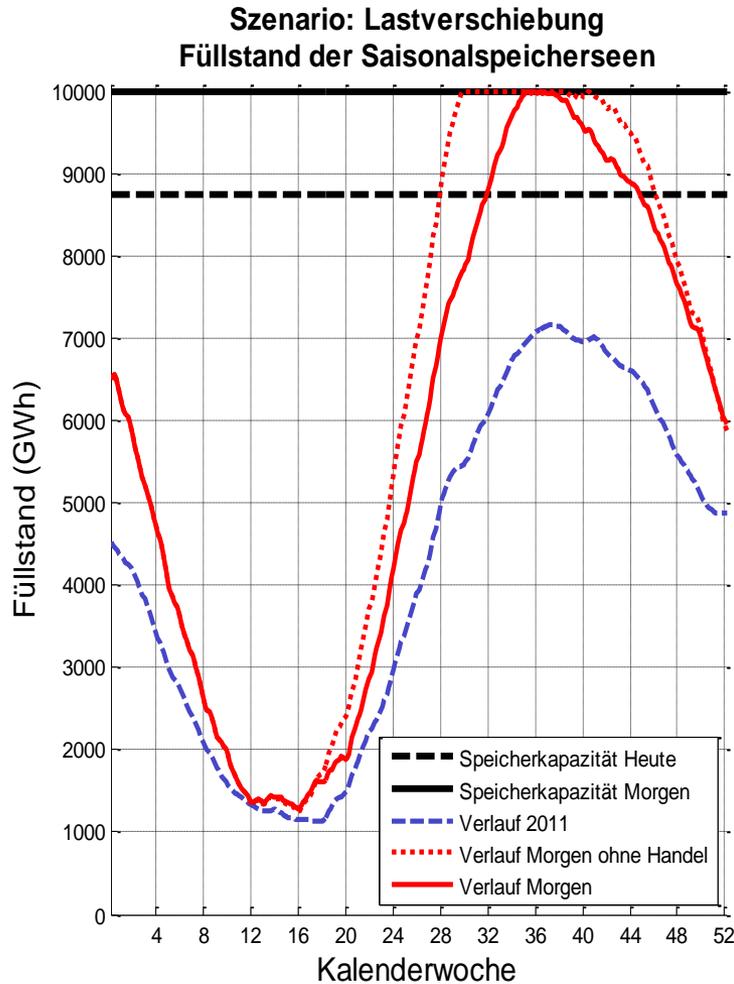
git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 13:11

Verwendung überschüssiger Energie (Lastverschiebung)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 13:11

Füllstand der Speicherseen (Lastverschiebung)



git: heads/master-0-gf0398ad date 2013-06-04 13:11

Netznutzung (Lastverschiebung)

Szenario: Lastverschiebung - Netzbenutzung

Energieeinspeisung in die Netzebenen

Energietyp (TWh)	Einspeisung N1 (TWh)	Einspeisung N2/N3 (TWh)	Einspeisung N4/N5 (TWh)	Einspeisung N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Waste (TWh)	Total (TWh)
Thermisch	0.00	1.11	2.59	0.00	0.00	0.00	3.70
Nuklear	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laufwasser	3.32	8.30	4.98	0.00	0.00	0.00	16.60
Biomasse	0.00	1.17	4.68	0.00	0.00	0.00	5.86
Geoelektrisch	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Solar Dach	0.00	0.00	0.00	6.73	0.00	0.00	6.73
Solar Berg	0.00	0.00	8.76	0.00	0.00	0.00	8.76
Wind	0.00	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40
Gas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saisonalpeicher	19.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.47
Pumpspeicher	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	23.90	15.98	21.01	6.73	0.00	0.00	0.00

Energiebezug aus den Netzebenen

Energietyp (TWh)	Bezug N1 (TWh)	Bezug N2/N3 (TWh)	Bezug N4/N5 (TWh)	Bezug N6/N7 (TWh)	Lokalgebrauch (TWh)	Total (TWh)
Endverbraucher	0.00	0.00	20.00	40.00	0.00	60.00
Pumpspeicher	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
Batteriespeicher	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total (per Netzebene)	0.79	0.00	20.00	40.00	0.00	

Kostenschätzung (Lastverschiebung)

Szenario: Lastverschiebung - Abschätzung der Kosten für die Volkswirtschaft

Kostenabschätzung für Ausbau und Betrieb (Investition & Gesteuerung)

Position	Men...	Einheit	Kosten	Einheit	Installatio...	Zinssatz	Lebens-	Effektiv-	Zins-	Unterhalt	Unterhal...	Jahres-	Brennstoff-	Brennstoff-	Jährliche	Strompreis
					kosten	(%)	dauer	zins	kosten	(%)	kosten	produkti...	preis	kosten	Kosten	(CHF/MWh)
					(Mio. CHF)		(Jahre)	(%)	(Mio. C...		(Mio. C...	(TWh)	(CHF/MWh)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(CHF/MWh)
Produktion Thermisch	3.70 TWh		60.00 CHF/MWh		222.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	3.70	NaN	0.00	222.00	60.00
Leistung Nuklear	0.00 GW		10000.00 CHF/kWp		0.00	6.00	50.00	6.34	0.00	3.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	NaN
Endlager Nuklear	1.00 Stk.		20.00 GCHF		20000.00	1.00	100.00	1.59	317.31	0.50	100.00	NaN	NaN	0.00	417.31	NaN
Produktion Laufwasser	16.60 TWh		45.00 CHF/MWh		747.00	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	16.60	NaN	0.00	747.00	45.00
Leistung Biomasse	1.00 GW		9000.00 CHF/kWp		9000.00	4.50	30.00	6.14	552.52	5.00	450.00	5.86	30.00	175.68	1178.20	201.20
Leistung Geoelektrisch	0.00 GW		4000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	2.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Leistung Solar Dach	6.75 GW		1200.00 CHF/kWp		8100.00	3.00	25.00	5.74	465.17	1.00	81.00	6.73	NaN	0.00	546.17	81.16
Leistung Solar Berg	6.75 GW		2400.00 CHF/kWp		16200.00	3.00	25.00	5.74	930.33	1.00	162.00	8.76	NaN	0.00	1092.33	124.75
Leistung Wind	3.60 GW		2000.00 CHF/kWp		7200.00	4.50	40.00	5.43	391.27	4.00	288.00	5.40	NaN	0.00	679.27	125.84
Leistung Gas	0.00 GW		1000.00 CHF/kWp		0.00	4.50	30.00	6.14	0.00	1.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	NaN
Produktion Stauseen	19.47 TWh		55.00 CHF/MWh		1070.97	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	19.47	NaN	0.00	1070.97	55.00
Leistung Pumpspeicher	5.00 GW		2000.00 CHF/kWp		10000.00	3.00	50.00	3.89	388.65	1.00	100.00	1.11	NaN	0.00	488.65	439.66
Kapazität Batterien	0.00 GWh		300.00 CHF/kWh		0.00	3.00	10.00	11.72	0.00	1.00	0.00	0.00	NaN	0.00	0.00	NaN
Import	1.28 TWh		70.00 CHF/MWh		89.59	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	1.28	70.00	89.59	89.59	70.00
Export	4.84 TWh		-120.00 CHF/MWh		-580.45	NaN	NaN	NaN	0.00	NaN	0.00	4.84	-120.00	-580.45	-580.45	-120.00
Total															5951.05	

Kostenabschätzung für die Netzbenutzung (Anschlussgebühr & Nutzungsentgelt)

Bezeichnung	Bezugsmenge	Benutzungsgeb...	Einnahmen	Angeschlossene	Anschlussgeb...	Einnahmen	Gesamteinnahm...
	(TWh)	(CHF/MWh)	Benutzungsgeb...	Verbraucher	(CHF/a)	Anschlussgeb...	(Mio. CHF)
			(Mio. CHF)	(Stk.)		(Mio. CHF)	
Ebene N1	0.79	10.00	7.93	0.00	0.00	0.00	7.93
Ebene N2/N3	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ebene N4/N5	20.00	40.00	800.00	2000.00	2000.00	4.00	804.00
Ebene N6/N7	40.00	80.00	3200.00	2000000.00	240.00	480.00	3680.00
Total							4491.93

Zusammenfassung

Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Jährliche Kosten	Endverbrauch	Äquivalenter
Ausbau	Netz	Total	(TWh)	Strompreis
(Mio. CHF)	(Mio. CHF)	(Mio. CHF.)		(CHF/MWh)
5951.05	4491.93	10442.99	60.00	174.05

Anhang 2: Datengrundlagen

Supercomputing Systems AG
Technopark 1
8005 Zürich

Phone +41 43 456 16 00
Fax +41 43 456 16 10
www.scs.ch

Anhang 2: Datengrundlagen

Parameter für Energieverbrauch

- Grundlage: Energieverbrauch 2010 (60 TWh/a)
- Verbrauchsstatistik 2010 (Zeitauflösung 15'): swissgrid
- Gleicher zeitlicher Verlauf
- Unterschiedlicher Jahresverbrauch einstellbar (in TWh/a)
(Zeitreihe von 2010 wird auf den angegebenen Jahresverbrauch hochskaliert)

Anhang 2: Datengrundlagen

Parameter Speicherseen

- Speicherseen Füllgrad-Statistik 2003-2011 (Zeitauflösung 1 Woche): Bundesamt für Energie
- Zufluss-Statistik. Abgeleitet aus Füllstandstatistik & Elektrizitätsstatistik:
$$\text{Zufluss}(t+1,t) = \text{Speicherinhalt}(t+1) - \text{Speicherinhalt}(t) + \text{Turbinierung}(t)$$
- Produktionsleistung heute: ~ 8.0 GW, abgeschätzt aus Stationslisten des SWV und der WASTA
- Produktionsleistung morgen: 8.5 GW (wenig Ausbau angenommen)
- Speichervolumen heute: 8.7 TWh
- Speichervolumen morgen: 10 TWh (Aufstockung angenommen)

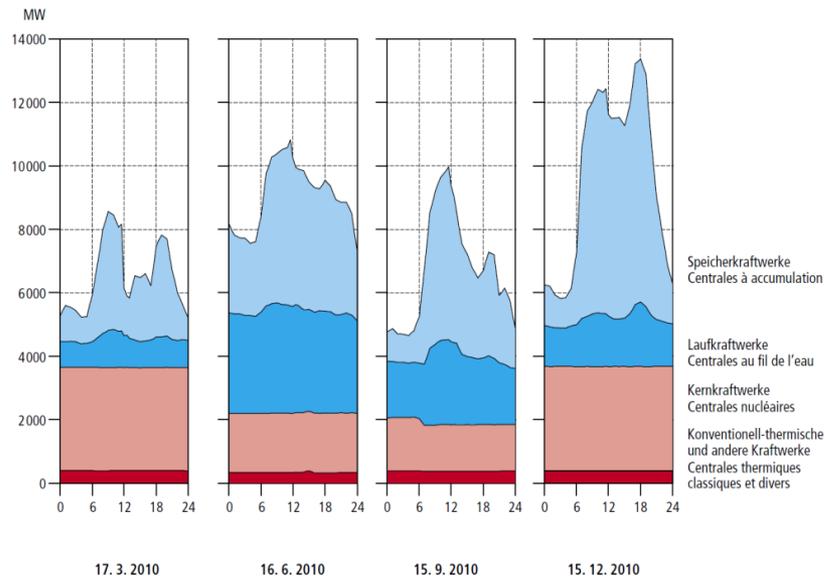
Anhang 2: Datengrundlagen Parameter Pumpspeicher

- Begrenzung Speichergrösse durch Unterbecken
- Produktionsleistung heute: 1.7 GW (Stand 2010, weitere im Bau, vgl. z.B. http://www.eawag.ch/medien/publ/eaneews/news_72/en72d_wuest.pdf)
- Produktionsleistung morgen geplant: 5 GW
- Speichervolumen heute: ? (nicht offiziell bekannt gegeben)
- Speichervolumen morgen: 200 GWh
- Wirkungsgrad Pumpspeicher: 75%
- Aggregation aller Anlagen auf einen grossen Pumpspeicher.

Anhang 2: Datengrundlagen

Parameter Laufwasser

- Daten Bundesstatistik (Wochenstatistik Elektrizität 2010, Referenz Mittwoch)
- Interpolation der Tagesproduktion für die restlichen Wochentage
- Intra-Day Werte (Viertelstundentakt):
 - Ein Anteil der Tagesproduktion ist konstante Bandlast
 - Ein zweiter Anteil ist ~ proportional mit Verbrauchskurve verteilt (vgl. Tagesverläufe aus der Elektrizitätsstatistik des BfE)



Anhang 2: Datengrundlagen

Parameter GuD

- Leistung: 500 MWel je GuD
- Gaspreis: 50 CHF/MWh (Gestehungskosten Gaskraft)
- Kosten CO₂: nicht berücksichtigt

Anhang 2: Datengrundlagen

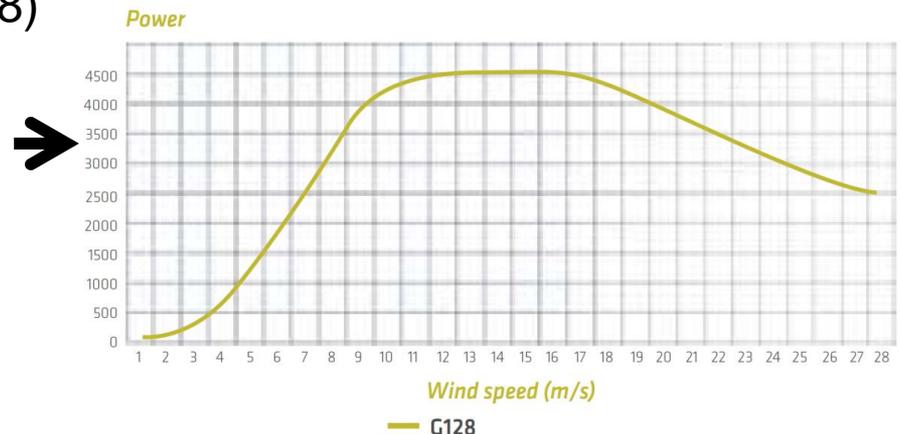
Parameter PV

- Solar/Wind-Statistik CH (Zeitauflösung 1'): meteonorm
- Standorte für PV: 20 in Städten, 20 auf Bergen
 - 20 Städte (Aarau, Andermatt, Basel, Bern, Chur, Genève, Interlaken, Lausanne, Lugano, Luzern, Neuchâtel, Poschiavo, Samedan, Schaffhausen, Sion, Solothurn, St. Gallen, Walenstadt, Zermatt, Zürich) - Inklination 35° , Azimut von E über S bis W gaussverteilt
 - 20 Berge (Alvier, Briener Rothorn, Bös Fülen, Calanda, Les Diablerets, Dufourspitze, Finsteraarhorn, Grand Combin, Moléson, Monte Generoso, Nesthorn, Pilatus, Piz Buin, Piz Ela, Piz Palü, Rheinwaldhorn, Stockhorn, Titlis, Tödi, Wildstrubel) - Inklination 75° , Ausrichtung von SE bis SW gleichverteilt (-45° bis $+45^\circ$ Azimut)
- Verteilung Dachfläche auf Städte gemäss Einwohnerzahl des Kantons
- Kalibration mit effektiven Messungen (=85% des Simulationstool) (Abzüge/Effizienzverringierung durch Verschmutzung etc. ...)

Anhang 2: Datengrundlagen

Parameter Wind

- Standorte für Wind: 20 aus dem «Konzept Windenergie Schweiz 2004», vgl. <http://www.wind-data.ch/konzept/>
- Alp Nova, Arosa, Bischolpass, Chasseron I, Chasseron II, Col de la Givrine, Collonges, Crêt Meuron, Frémont, Grande Sagneule, Grimselfpass, Horntube, La Foilleuse, Les Bugnenets, Montagne de Buttes, Männlichen, Riddes, Sonnailey, Vorderalp, Vue des Alpes
- Simulationstool: meteonorm
- Leistung vs. Windgeschwindigkeit (Referenzanlage: Gamesa G128)



Anhang 2: Datengrundlagen Parameter Netze (I)

- Netz mit 7 Netzebenen (Transport & Transformation)
- Einspeisung: Prozentzahlen (Verteilung der installierten Leistung auf die verschiedenen Netzebenen)
 - KKW: 100% N1
 - Laufwasserkraft: 20% N1, 50% N3, 30% N5
 - Speicherseen/ Pumpspeicher: 100% N1
 - KVA: 30% N3, 70% N5
 - Biomasse: 20% N3, 80% N5
 - GuD: 100% N3
 - Solar: 40% N5, 60% N7
 - Wind: 100% N3 (grosse Leistung, wenige Standorte -> Grossanlagen)

Anhang 2: Datengrundlagen Parameter Netze (II)

- Netzverluste: in % pro Netzebenen, auf 1% gesetzt
 - Transport innerhalb einer Netzebene: 1% Verlust
 - Transformation zwischen zwei Netzebenen: 1% Verlust)
- Netzanschlüsse (Raum Zürich, Angabe EWZ):
 - N5: 2'000
 - N7: 2'000'000
- Netzbezug:
 - N5: 1/3 des Endverbrauchs
 - N7: 2/3 des Endverbrauchs

Anhang 2: Datengrundlagen

Parameter Batterien

- Eine Batterie für N7 und N5
(Ein einziger Speicher, aber Anbindung der installierten Leistung gemäss Prozentzahlen auf den verschiedenen Netzebenen)
- Batterie-Effizienz 90%
- Keine Degradation berücksichtigt

Anhang 2: Datengrundlagen Aussenhandel

- Für den Ausgleich von Unter- und Überproduktion wird a-posteriori eine Handelsstrategie festgelegt und das Jahr nochmals inkl. Handel gerechnet.
- Grundsätze:
 - Von Januar bis Frühling wird konstant so viel importiert, dass die Speicherseen möglichst nicht leer laufen.
 - Im Sommer wird immer nachts so viel exportiert, dass die Speicherseen bis im Herbst möglichst nicht überlaufen aber trotzdem möglichst voll sind.
 - Von Herbst bis Dezember wird konstant so viel importiert, dass der Füllstand der Speicherseen möglichst gleich dem Füllstand anfangs Jahr ist.

Wegen der komplexen Zusammenhänge können obige Ziele mit einer einzigen Iteration nur näherungsweise erreicht werden.

Supercomputing Systems AG

info@scs.ch +41 43 456 16 00

Vision meets reality.

Supercomputing Systems AG Phone +41 43 456 16 00
Technopark 1 Fax +41 43 456 16 10
8005 Zürich www.scs.ch

