

## Sammlung aller Grafiken und Tabellen

In diesem Dokument sind sämtliche Abbildungen und Tabellen der Masterarbeit „Integration erneuerbarer Energien durch die Technologie Power-to-Heat in Deutschland“ gesammelt und in Farbe dargestellt.

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Intelligentes Lastmanagement.....	5
Abbildung 2: Übersichtsgrafik Funktionsprinzip P2H.....	6
Abbildung 3: Vereinfachendes Systemabbild P2H mit EHK .....	8
Abbildung 4: Historische Entwicklung EE und BSV .....	9
Abbildung 5: Stromlast ENTSO-E und BSV .....	12
Abbildung 6: BSV 2011, 2012 und 2013 .....	13
Abbildung 7: Wind 2011, 2012 und 2013 .....	14
Abbildung 8: PV 2011, 2012 und 2013.....	15
Abbildung 9: Biomasse 2011, 2012 und 2013 .....	16
Abbildung 10: EEX gemeldete Wasserkrafterzeugung.....	17
Abbildung 11: Modellierung Speicherkraftwerke 2012 .....	18
Abbildung 12: Laufwasser und Speicher 2011, 2012 und 2013 .....	19
Abbildung 13: Jahresdauerlinie Residuallast 2011, 2012 und 2013 .....	20
Abbildung 14: Einspeisung EE, BSV und RL 2011, 2012 und 2013.....	21
Abbildung 15: Stromsystem 2011 und 2012 Detail.....	22
Abbildung 16: Volllaststunden erneuerbarer Stromerzeugung .....	24
Abbildung 17: Laufwasser, Biomasse und Geothermie Zukunft.....	27
Abbildung 18: Fehlmengen Wind Ausbaupfad BEE 2012 .....	29
Abbildung 19: Winderzeugung Zukunft BEE .....	30
Abbildung 20: Winderzeugung Zukunft OwnGuess.....	31
Abbildung 21: Fehlmengen PV Ausbaupfad BEE.....	32
Abbildung 22: Photovoltaikerzeugung Zukunft BEE .....	33
Abbildung 23: Photovoltaikerzeugung Zukunft OwnGuess .....	34
Abbildung 24: Wasser Speicher Detail BEE 2012 .....	35
Abbildung 25: Wasser Speicher Zukunft BEE .....	36
Abbildung 26: Wasser Speicher Zukunft OwnGuesss.....	37
Abbildung 27: Stromsystem Zukunft Residuallastanalyse .....	38
Abbildung 28: Stromsystem Zukunft BEE 2011 Detail .....	40
Abbildung 29: Fernwärmebedarf 2003-2012 .....	42
Abbildung 30: Typischer stündlicher Fernwärmelastgang .....	43
Abbildung 31: Temperaturabhängigkeit und Tagesprofil Musterstadt .....	44
Abbildung 32: Brennstoff- und Technologiemic in Fernwärmenetzen .....	45

---

Abbildung 33: Zukunftsszenarien Fernwärmebedarf .....	46
Abbildung 34: Tagesmitteltemperatur Deutschland gewichtet.....	47
Abbildung 35: Erklärung und Anwendung der Sigmoidfunktion.....	50
Abbildung 36: Tagessummen Fernwärmebedarf.....	51
Abbildung 37: Tagesprofilverläufe Fernwärmebedarf .....	52
Abbildung 38: Stündlicher Fernwärmelastgang 2012 .....	53
Abbildung 39: Stündlicher Fernwärmelastgang 2011 .....	54
Abbildung 40: EHK Funktionsprinzip .....	55
Abbildung 41: EHK hydraulische Einbindung .....	56
Abbildung 42: EHK Nachweis Regelbarkeit .....	57
Abbildung 43: EHK Investitionskosten.....	58
Abbildung 44: Kenndaten realisierter Wärmespeicher .....	59
Abbildung 45: Wärmespeicher Investitionskosten .....	60
Abbildung 46: EPEX Spot Preise 2013 geordnet .....	62
Abbildung 47: SRL Abrufe APG und NRV .....	64
Abbildung 48: SRL Abrufwahrscheinlichkeiten 2012 .....	65
Abbildung 49: SRL Leistungspreise Deutschland 2013-2014 .....	66
Abbildung 50: SRL Leistungspreise Österreich 2013-2014.....	67
Abbildung 51: SRL Arbeitspreise 2013-2014.....	68
Abbildung 52: SRL Merit Order Arbeitspreise Deutschland.....	69
Abbildung 53: Heizkraftwerk ohne EHK .....	71
Abbildung 54: EHK angebotene SRL-Leistung.....	72
Abbildung 55: Heizkraftwerk mit EHK.....	73
Abbildung 56: SRL Sensitivität Wirtschaftlichkeit Deutschland.....	75
Abbildung 57: SRL Sensitivität Wirtschaftlichkeit Österreich .....	76
Abbildung 58: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 alle Netze .....	78
Abbildung 59: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 größte Netze .....	79
Abbildung 60: Stromüberschüsse Jahressummen .....	80
Abbildung 61: Nutzbare Stromüberschüsse alle Netze .....	81
Abbildung 62: Nutzbare Stromüberschüsse größte Netze .....	82
Abbildung 63: Wärmegestehungskosten EHK Sensitivität .....	83
Abbildung 64: Spezifische- und Gesamtinvestitionskosten EHK.....	84
Abbildung 65: Wirtschaftlichkeit EHK alle Netze .....	85
Abbildung 66: Wirtschaftlichkeit EHK größte Netze.....	86
Abbildung 67: Primärenergieeinsparung bei diversen Brennstoffen.....	87
Abbildung 68: Anlagenschema EHK mit Wärmespeicher.....	88
Abbildung 69: Speichersimulation Detailauszug Januar alle Netze.....	89
Abbildung 70: Speichersimulation Detailauszug Mai alle Netze .....	90
Abbildung 71: Wärmespeicher Potential 2011 alle Netze.....	91

---

Abbildung 72: Wärmespeicher Potential 2011 größte Netze .....	92
Abbildung 73: Wärmegestehungskosten Wärmespeicher Sensitivität.....	93
Abbildung 74: Gesamtspeichervolumen und Ø Volumen je Speicher .....	94
Abbildung 75: Wärmespeicher spezifische- und Gesamtkosten.....	95
Abbildung 76: Wärmegestehungskosten Speicher 2011 alle Netze .....	96
Abbildung 77: Wärmegestehungskosten Speicher 2011 größte Netze .....	97
Abbildung 78: Flexible stromgeführte KWK.....	98
Abbildung 79: Stromsystem Zukunft BEE 2011 Detail .....	99
Abbildung 80: Stromsystem Zukunft BEE 2012 Detail .....	100
Abbildung 81: Stromsystem Zukunft OwnGuess 2011 Detail.....	101
Abbildung 82: Stromsystem Zukunft OwnGuess 2012 Detail.....	102
Abbildung 83: Stromsystem Zukunft Residuallast BEE 2011 .....	103
Abbildung 84: Stromsystem Zukunft Residuallast BEE 2012 .....	104
Abbildung 85: Stromsystem Zukunft Residuallast OwnGuess 2011.....	105
Abbildung 86: Stromsystem Zukunft Residuallast OwnGuess 2012.....	106
Abbildung 87: Potential P2H Szenario BEE 2011 alle Netze .....	107
Abbildung 88: Potential P2H Szenario BEE 2012 alle Netze .....	108
Abbildung 89: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 alle Netze .....	109
Abbildung 90: Potential P2H Szenario OwnGuess 2012 alle Netze .....	110
Abbildung 91: Potential P2H Szenario BEE 2011 größte Netze.....	111
Abbildung 92: Potential P2H Szenario BEE 2012 größte Netze.....	112
Abbildung 93: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 größte Netze .....	113
Abbildung 94: Potential P2H Szenario OwnGuess 2012 größte Netze .....	114
Abbildung 95: Wärmespeicher Potential 2012 alle Netze.....	115
Abbildung 96: Wärmespeicher Potential 2012 größte Netze .....	116
Abbildung 97: Wärmegestehungskosten Speicher 2012 alle Netze .....	117
Abbildung 98: Wärmegestehungskosten Speicher 2012 größte Netze .....	118

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einsatzmöglichkeiten von P2H .....	7
Tabelle 2: Quellen Simulation Stromsystem.....	10
Tabelle 3: Stromerzeugung und installierte Leistung EE 2011-2013.....	11
Tabelle 4: Übersicht über berechnete Szenarien .....	23
Tabelle 5: Ausbaupfade .....	25
Tabelle 6: Bruttostromverbrauch Hochrechnung .....	26
Tabelle 7: Hochrechnung Wind Ausbaupfad BEE Beispiel .....	28
Tabelle 8: Dauer von Phasen mit Stromüberschüssen .....	39
Tabelle 9: Stromsystem Zukunft Ergebnisübersicht .....	41
Tabelle 10: Fernwärme Einspeisung und Endenergieverbrauch .....	48
Tabelle 11: Entgelte und Abgaben auf Strom für EHK .....	61
Tabelle 12: SRL-Daten Quellen Übersicht .....	63
Tabelle 13: Kennzahlen Annahme fiktives Heizkraftwerk .....	70
Tabelle 14: Wirtschaftlichkeit EHK am SRL-Markt .....	74
Tabelle 15: Potential P2H Übersicht Szenarien.....	77



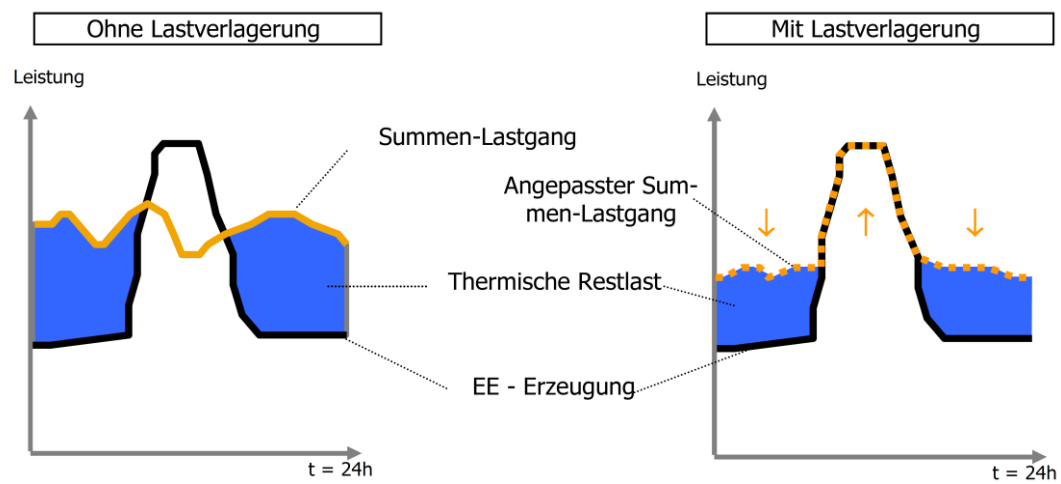


Abbildung 1: Intelligentes Lastmanagement (Quelle: Clausen, 2012, S.100).

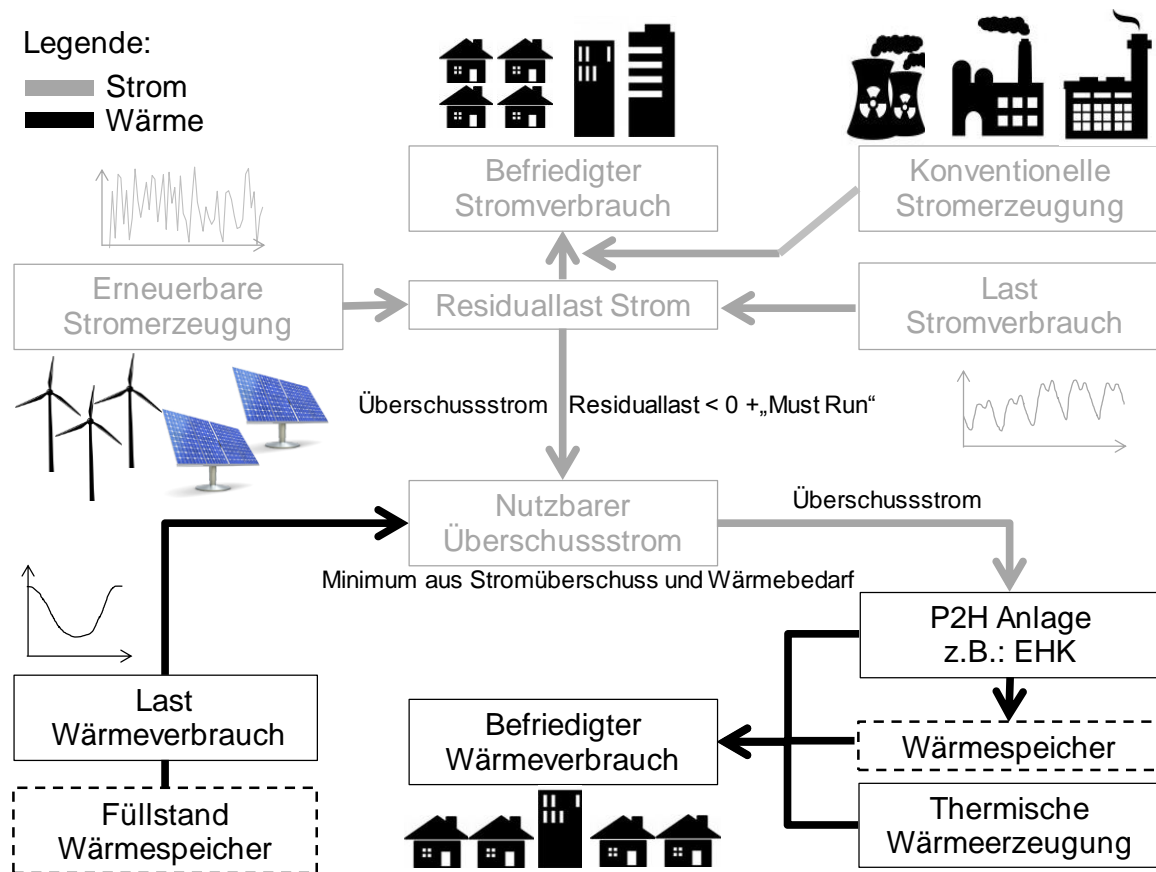


Abbildung 2: Übersichtsgrafik Funktionsprinzip P2H (Quelle: Eigene Darstellung).

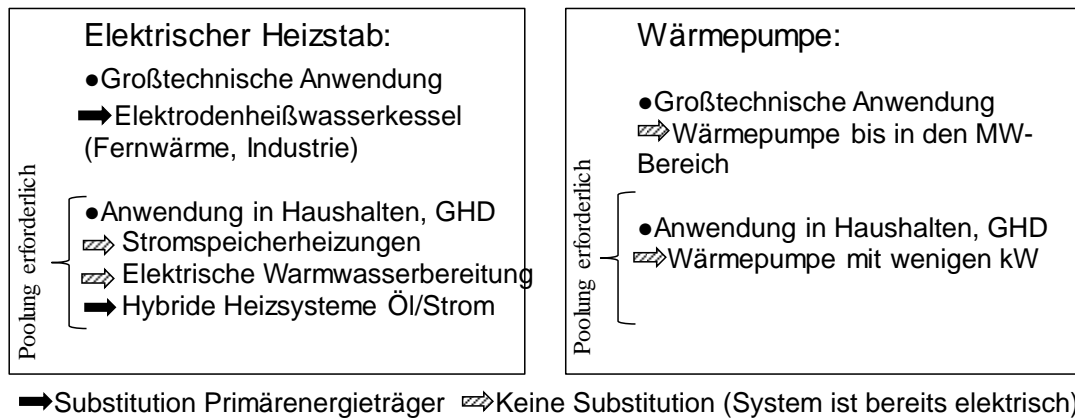


Tabelle 1: Einsatzmöglichkeiten von P2H (Quelle: Eigene Darstellung)

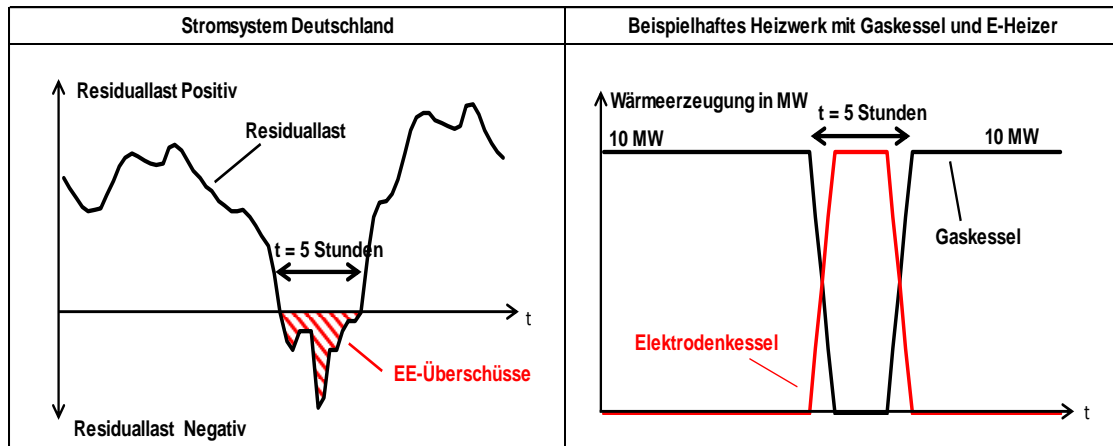
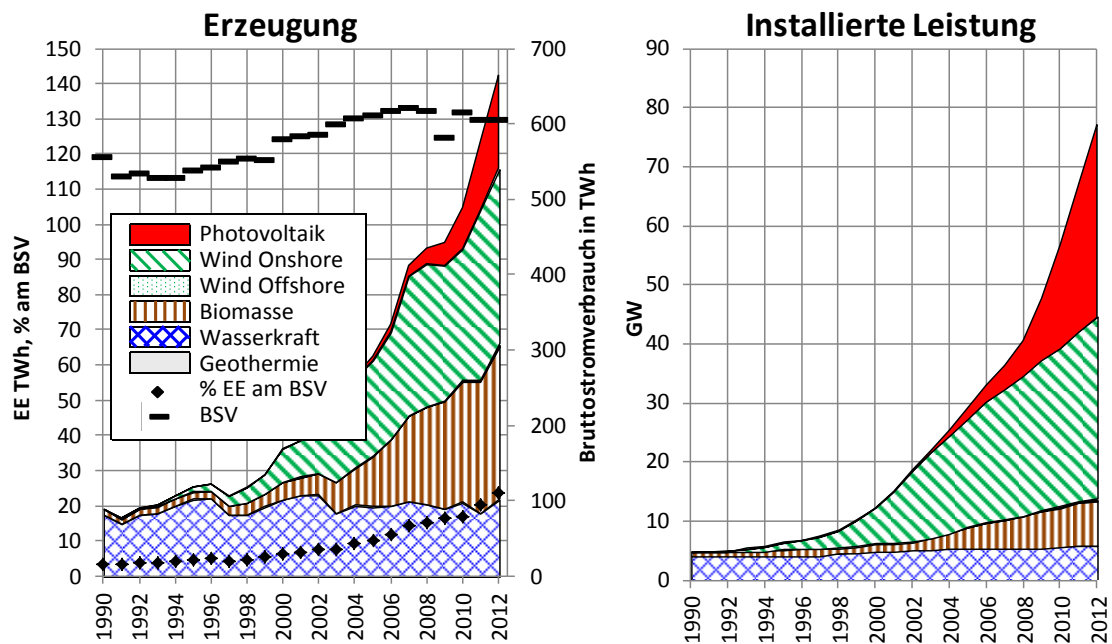


Abbildung 3: Vereinfachendes Systemabbild P2H mit EHK (Quelle: eigene Darstellung).



Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland ab 2011 [GWh]								
Jahr	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe	% am BSV
2011	17.671	48.315	568	37.603	19.599	19	123.775	20,4
2012	21.793	49.948	722	43.550	26.380	25	142.418	23,5
2013	21.793	51.248	843	48.300	29.700	31	151.731	25,0

Installierte Leistung erneuerbaren Energien in Deutschland ab 2011 [MW]							
Jahr	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe
2011	5.625	28.730	330	7.230	25.039	8	66.962
2012	5.604	30.869	435	7.557	32.643	12	77.121
2013	5.604	32.005	508	8.381	35.651	15	82.164

\*1 installierte Leistungen beziehen sich auf das Jahresende

\*2 Offizielle Zahlen für 2013 von BMU noch nicht veröffentlicht, Werte entsprechen Angaben von Burger, 2014, S.4ff. und eigenen Annahmen

Abbildung 4: Historische Entwicklung EE und BSV (Quelle: Eigene Darstellung. Daten entnommen aus: BMU, 2013a, S.9ff. und Burger, 2014, S.4ff.).

Datentyp	Zeitlich Auflösung	Quelle	Auffindbar unter
Wind & PV 2011, 2012, 2013	h	EEX Transparency	<a href="http://www.transparency.eex.com/de/">http://www.transparency.eex.com/de/</a> [05.01.2014].
Bruttostromverbrauch 2011, 2012, 2013	h	ENTSO-E country package	<a href="https://www.entsoe.eu/data/data-portal/country-packages/">https://www.entsoe.eu/data/data-portal/country-packages/</a> [05.01.2014].
Bruttostromverbrauch 40%, 60% und 80% EE am BSV	Jahressummen	Lineare Interpolation nach Krzikalla et al, 2013, S.15	<a href="http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2013/130327_BET_Studie_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf">http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2013/130327_BET_Studie_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf</a> [05.01.2014].
Wasserkraft Profilverläufe 2012 (Laufwasser, Speicher)	h	EEX Transparency	<a href="http://www.transparency.eex.com/de/">http://www.transparency.eex.com/de/</a> [05.01.2014].
Energienmengen und Leistungen 2012 (alle Technologien)	Jahressummen bzw. Mittelwerte	BMU, 2013a, S.18ff.	<a href="http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/ee_in_zahlen_bf.pdf">http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/ee_in_zahlen_bf.pdf</a> [05.01.2014].
Energienmengen und Leistungen Ausbaupfad 1 (Ausbaupfad BEE)	Jahressummen- und Mittelwerte	Lineare Interpolation nach Krzikalla et al, 2013, S.15	<a href="http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2013/130327_BET_Studie_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf">http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2013/130327_BET_Studie_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf</a> [05.01.2014].
Energienmengen und Leistungen Ausbaupfad 2 (Ausbaupfad OwnGuess)	Jahressummen- und Mittelwerte	Eigene Annahmen (Wind+PV); Lineare Interpolation nach Krzikalla et al, 2013, S.15	<a href="http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2013/130327_BET_Studie_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf">http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2013/130327_BET_Studie_Ausgleichsmoeglichkeiten.pdf</a> [05.01.2014].

*Tabelle 2: Quellen Simulation Stromsystem (Quelle: Eigene Darstellung).*

Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland ab 2011 [GWh]								
Jahr	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe	% am BSV
2011	17.671	48.315	568	37.603	19.599	19	123.775	20,4
2012	21.793	49.948	722	43.550	26.380	25	142.418	23,5
2013	21.793	51.248	843	48.300	29.700	31	151.731	25,0

Installierte Leistung erneuerbaren Energien in Deutschland ab 2011 [MW]							
Jahr	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe
2011	5.625	28.730	330	7.230	25.039	8	66.962
2012	5.604	30.869	435	7.557	32.643	12	77.121
2013	5.604	32.005	508	8.381	35.651	15	82.164

\*1 installierte Leistungen beziehen sich auf das Jahresende

\*2 Offizielle Zahlen für 2013 von BMU noch nicht veröffentlicht, Werte entsprechen Angaben von Burger, 2014, S.4ff. und eigenen Annahmen

*Tabelle 3: Stromerzeugung und installierte Leistung EE 2011-2013 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: BMU, 2013a, S.18ff. und Burger, 2014, S.4ff.).*

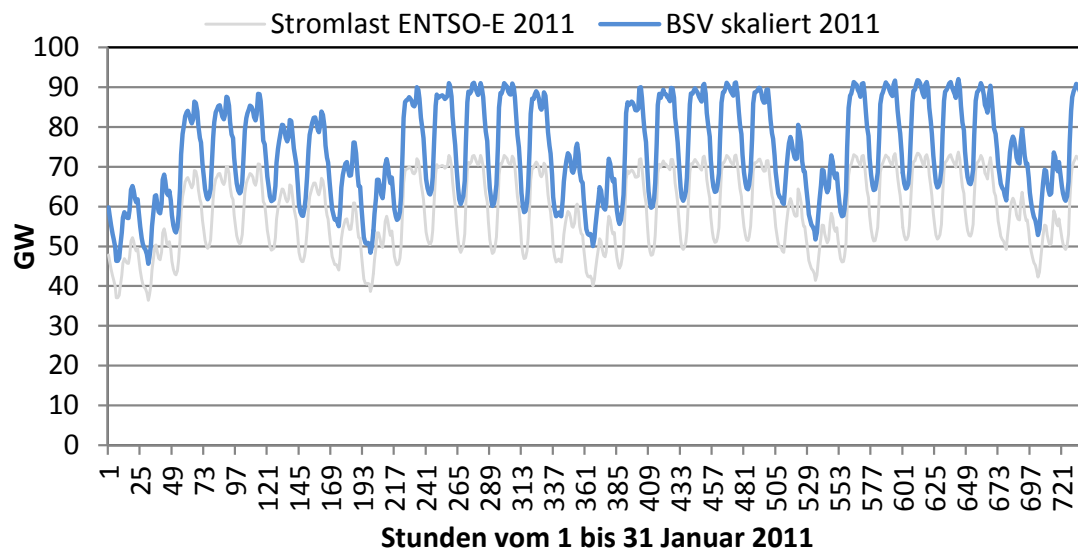


Abbildung 5: Stromlast ENTSO-E und BSV (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: ENTSO-E Country Packages [08.01.2014]).



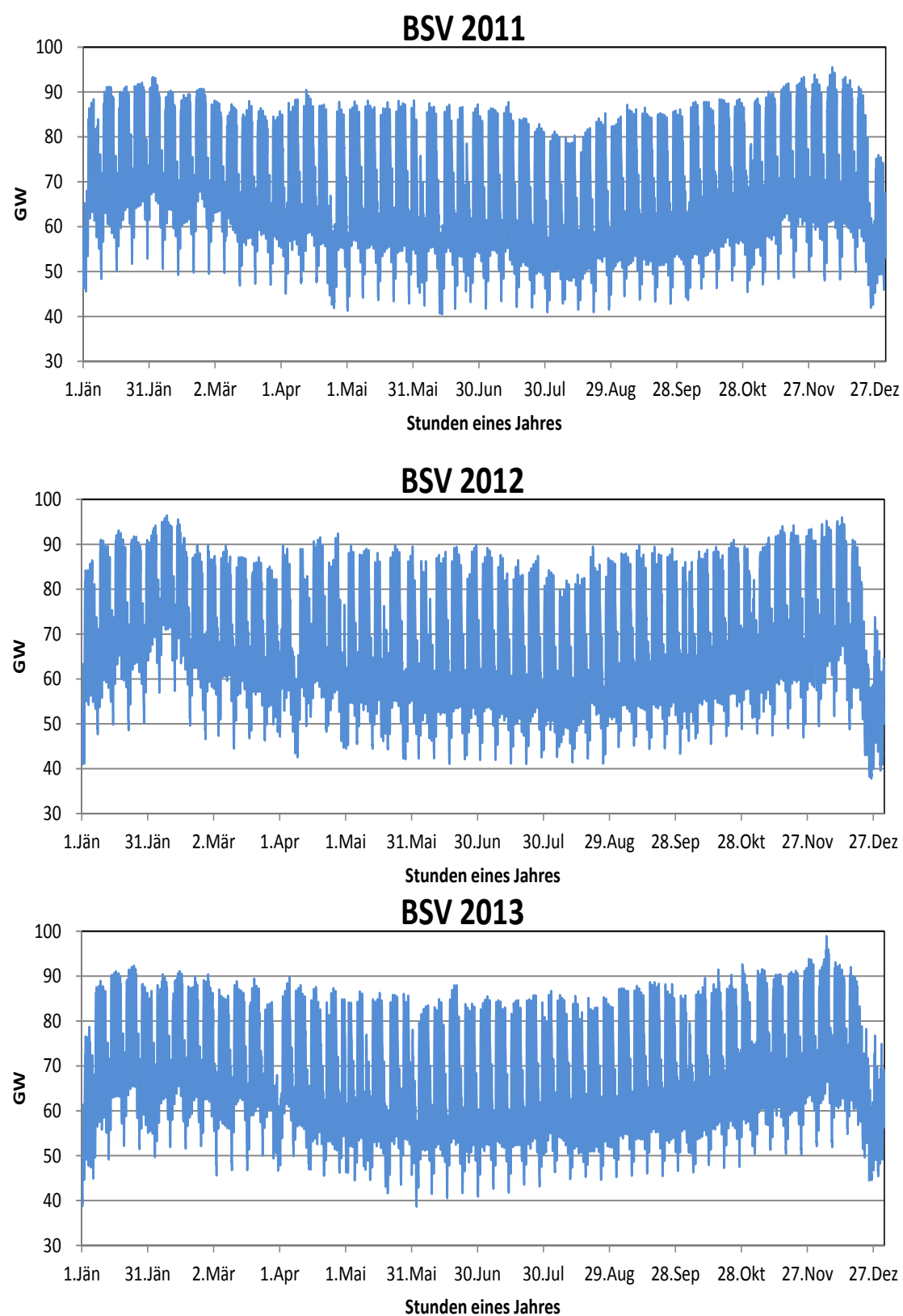


Abbildung 6: BSV 2011, 2012 und 2013 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: ENTSO-E Country Packages [08.01.2014]).

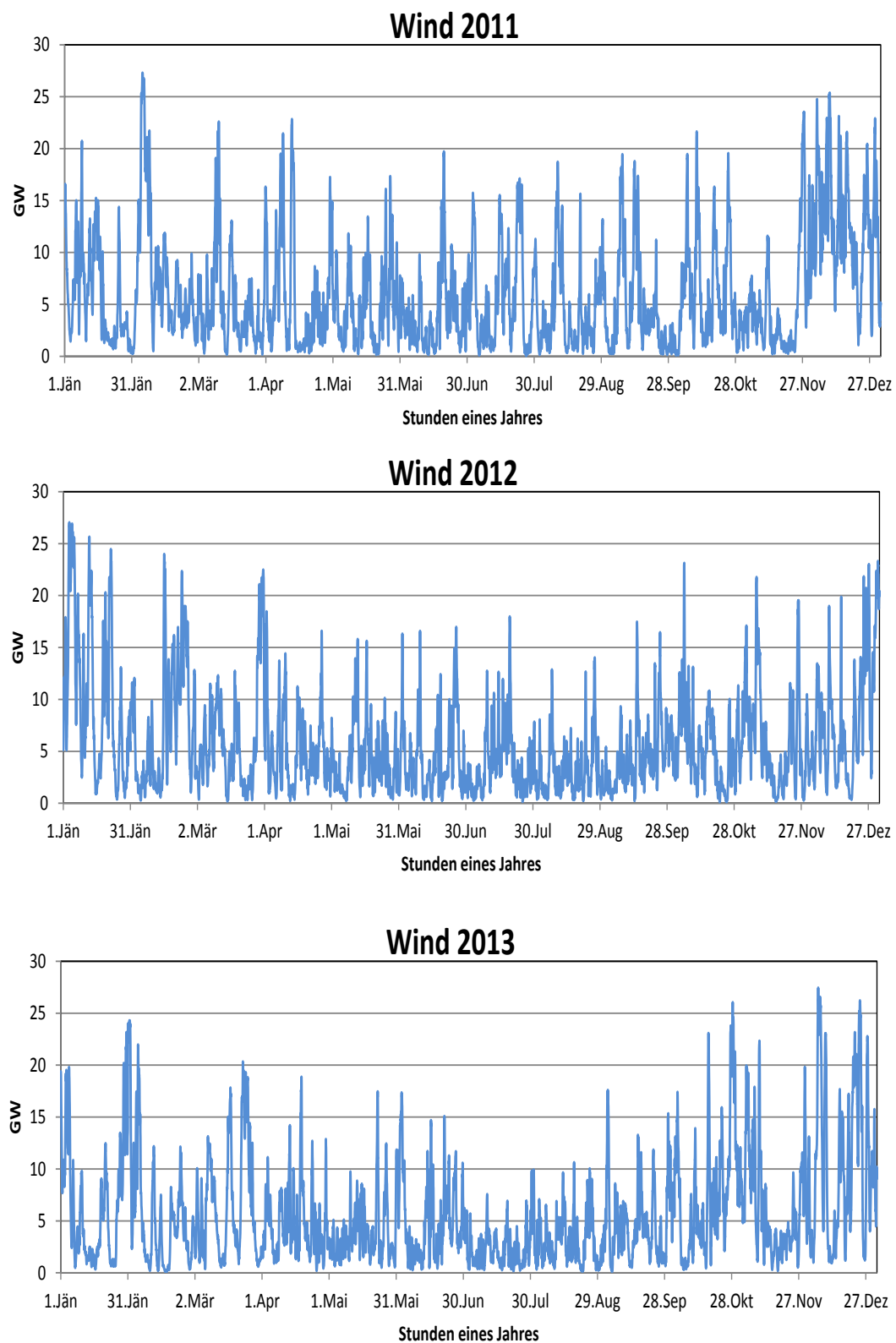


Abbildung 7: Wind 2011, 2012 und 2013 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: EEX Transparency Webplattform [08.01.2014]).

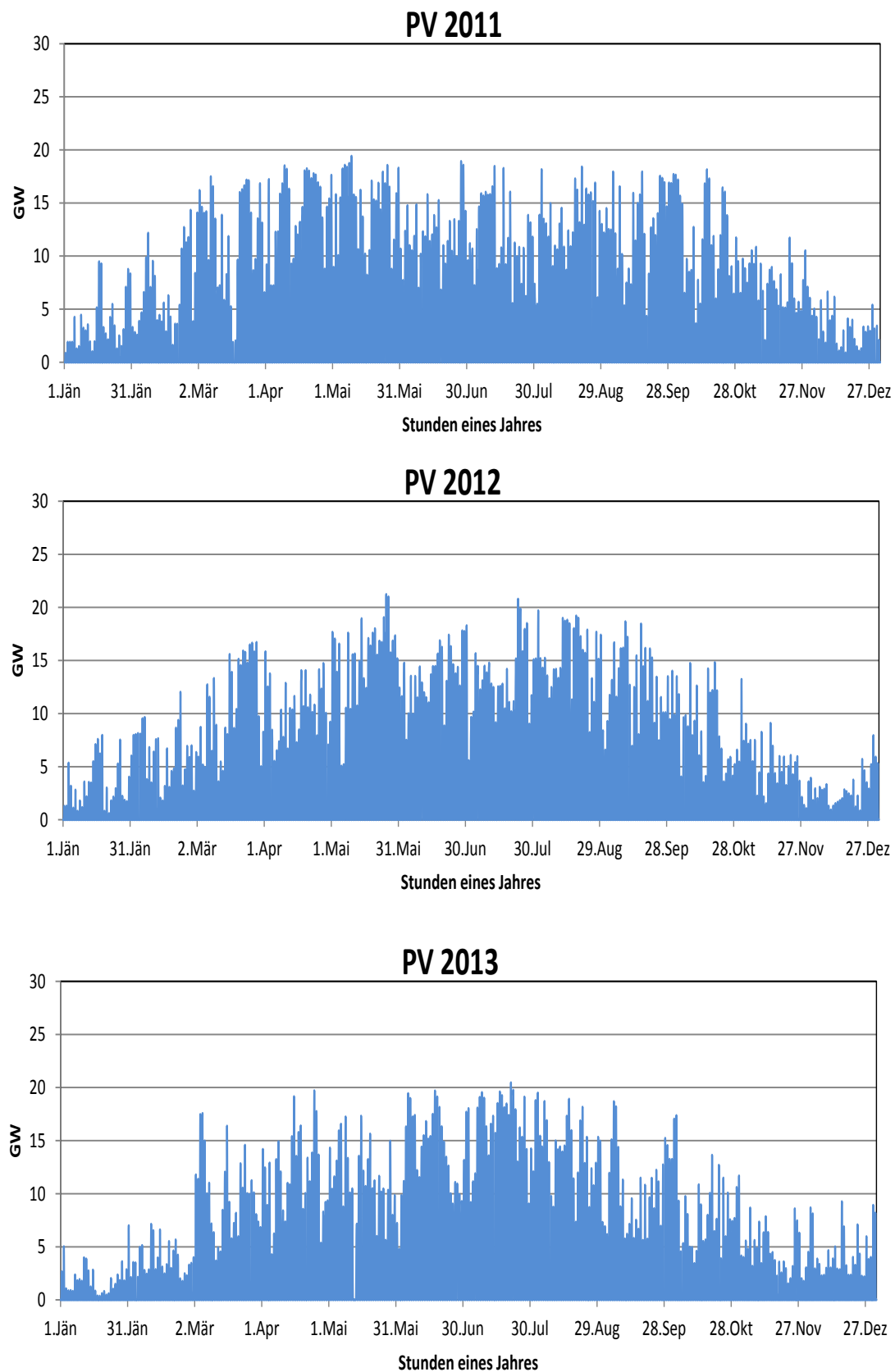


Abbildung 8: PV 2011, 2012 und 2013 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: EEX Transparency Webplattform [08.01.2014]).

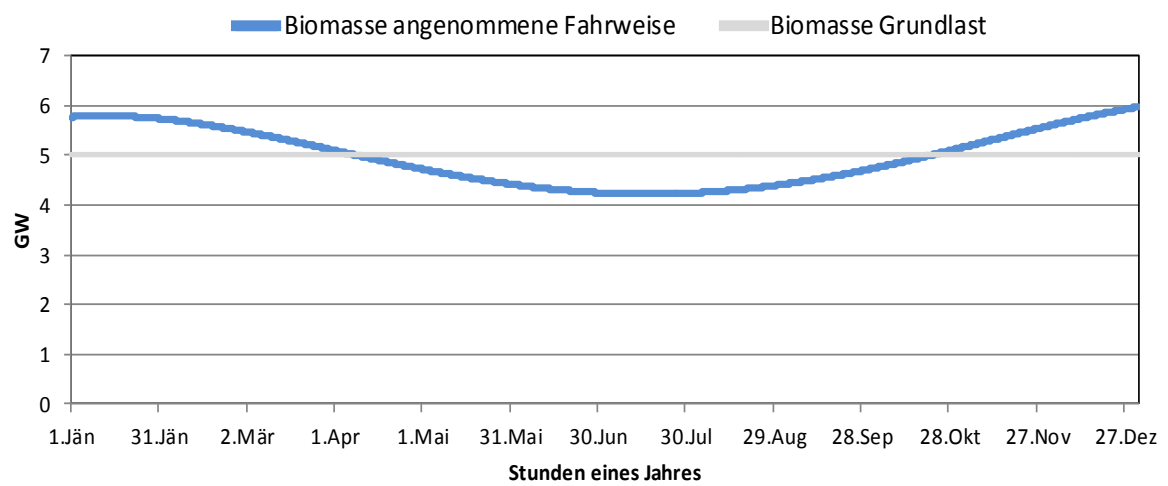


Abbildung 9: Biomasse 2011, 2012 und 2013 (Quelle: Eigene Darstellung).

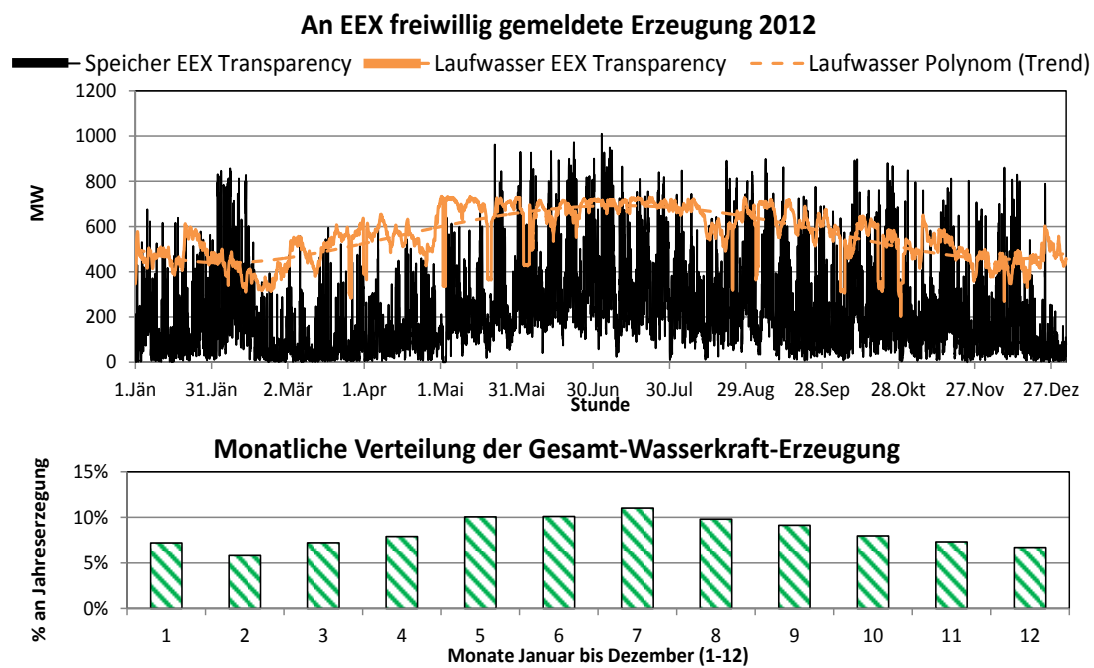


Abbildung 10: EEX gemeldete Wasserkrafterzeugung (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: EEX Transparency Webplattform [08.01.2014]).

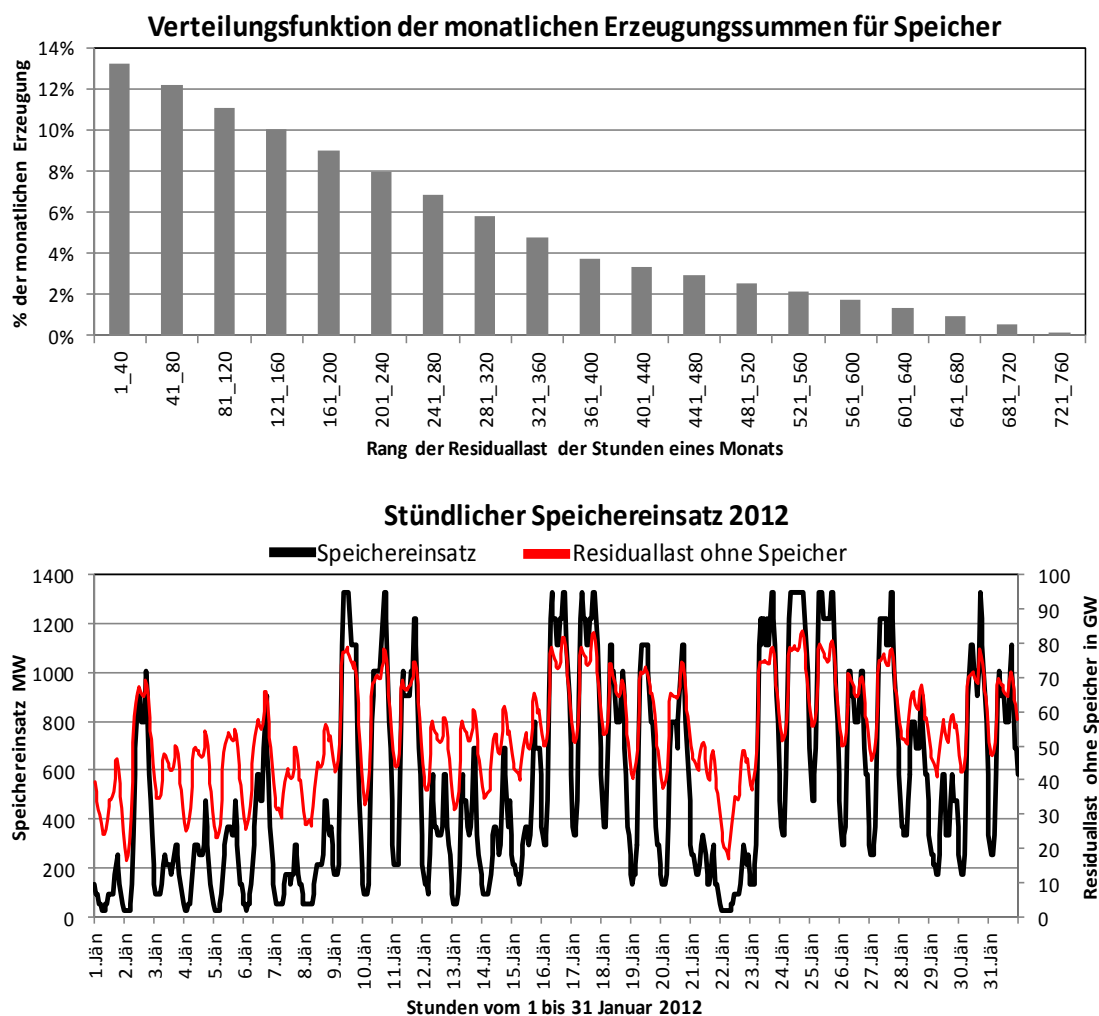


Abbildung 11: Modellierung Speicherkraftwerke 2012 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: EEX Transparency).

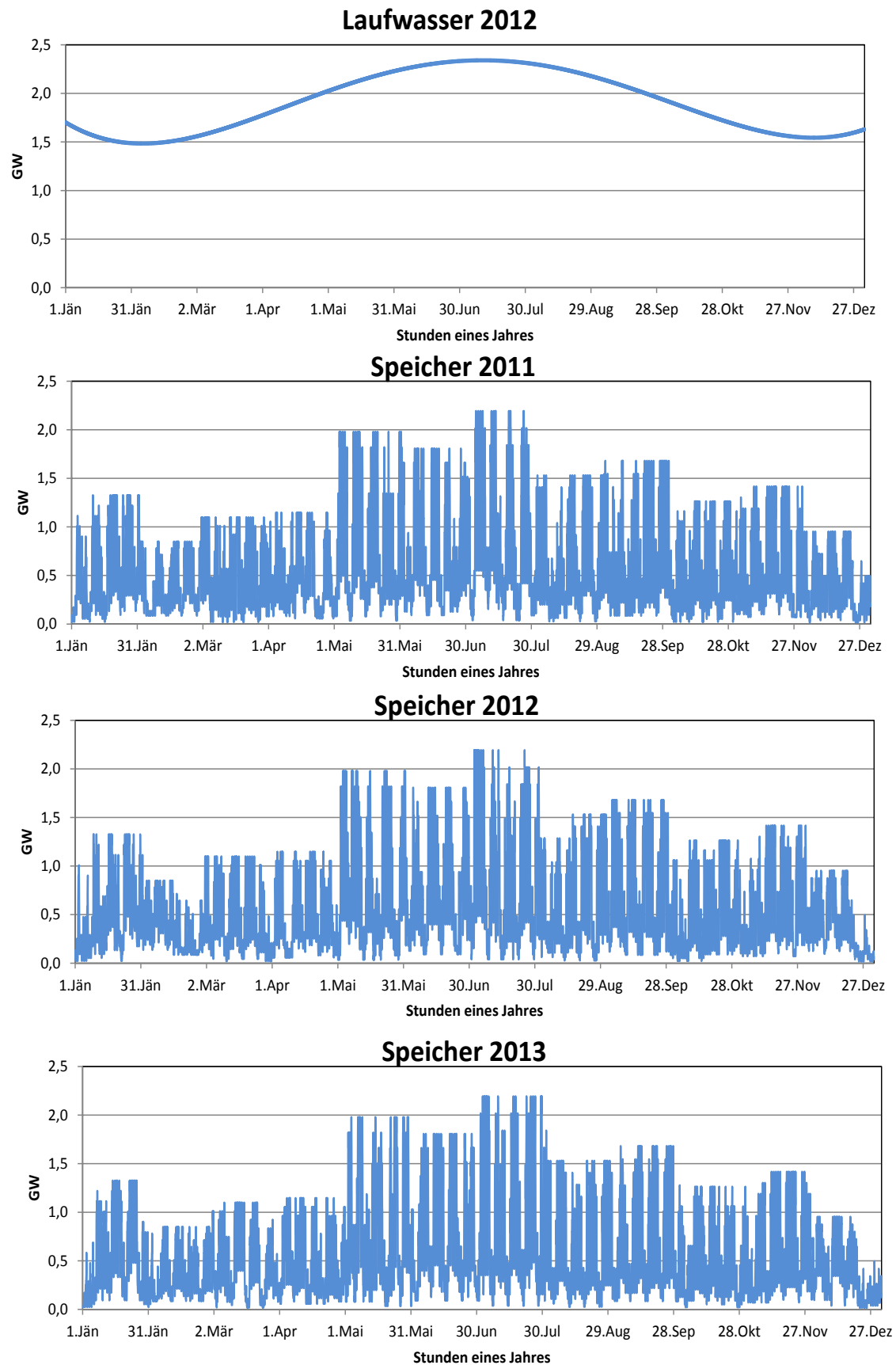


Abbildung 12: Laufwasser und Speicher 2011, 2012 und 2013 (Quelle: Eigene Darstellung).

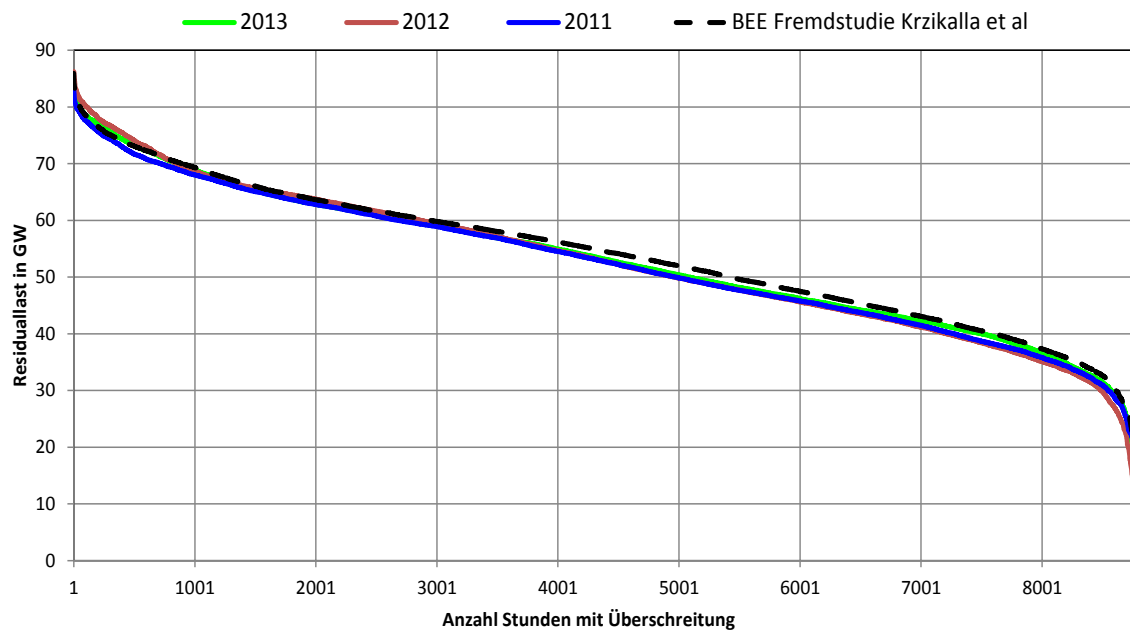


Abbildung 13: Jahresdauerlinie Residuallast 2011, 2012 und 2013 (Quelle: Eigene Darstellung)



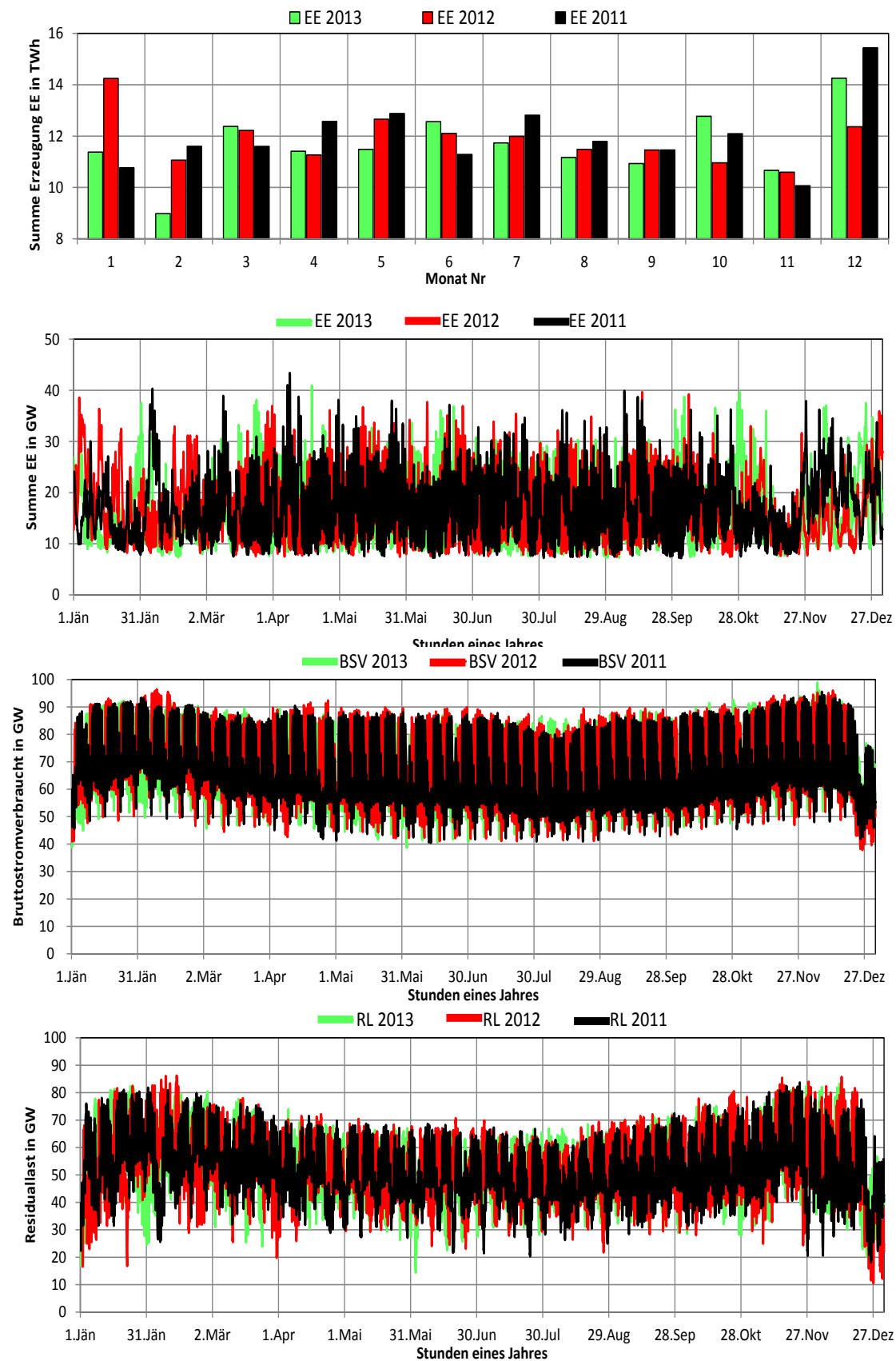


Abbildung 14: Einspeisung EE, BSV und RL 2011, 2012 und 2013 (Quelle: Eigene Darstellung).

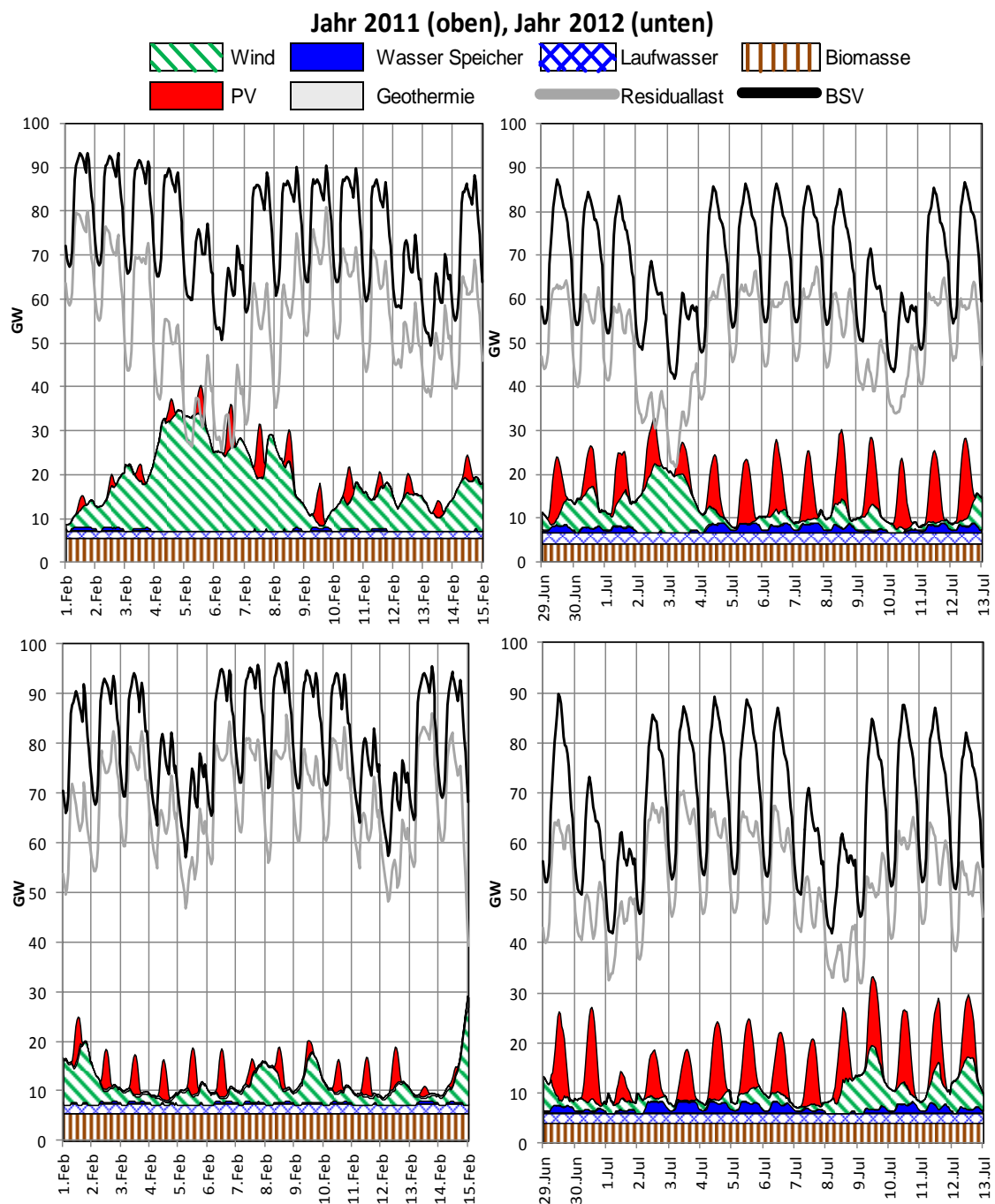


Abbildung 15: Stromsystem 2011 und 2012 Detail (Quelle: Eigene Darstellung).

Szenario Nr	% EE am BSV	Ausbaupfad Name	Meteorologisches Basisahr	Szenarioname
1	40%	BEE	2011	40%_BEE_2011
2		BEE	2012	40%_BEE_2012
3		OwnGuess	2011	40%_OwnGuess_2011
4		OwnGuess	2012	40%_OwnGuess_2012
5	60%	BEE	2011	60%_BEE_2011
6		BEE	2012	60%_BEE_2012
7		OwnGuess	2011	60%_OwnGuess_2011
8		OwnGuess	2012	60%_OwnGuess_2012
9	80%	BEE	2011	80%_BEE_2011
10		BEE	2012	80%_BEE_2012
11		OwnGuess	2011	80%_OwnGuess_2011
12		OwnGuess	2012	80%_OwnGuess_2012

*Tabelle 4: Übersicht über berechnete Szenarien (Quelle: Eigene Darstellung).*

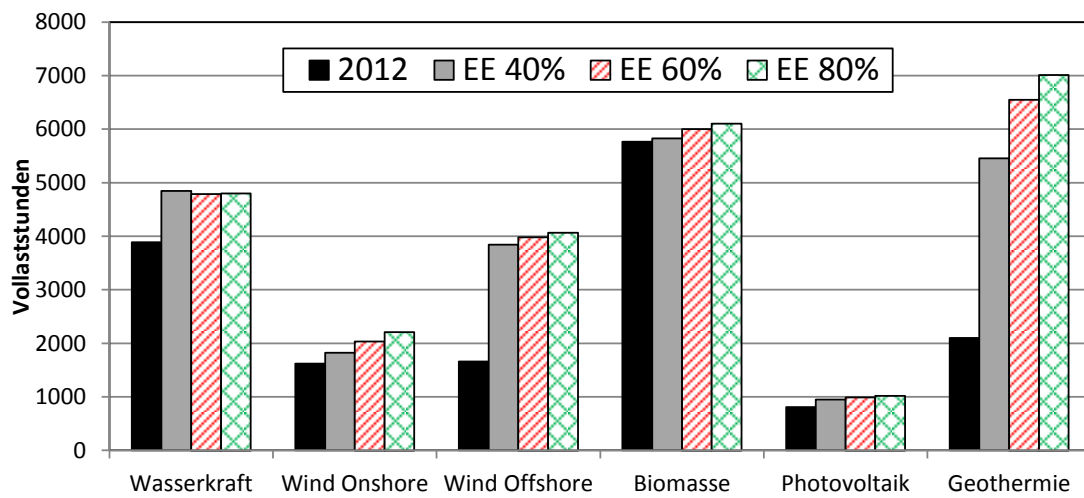


Abbildung 16: Volllaststunden erneuerbarer Stromerzeugung (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: BMU, 2013a, S.18ff. und Krzikalla et al., 2013, S.16).

**Energiemengen Ausbaupfad BEE in TWh**

% am BSV	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe	BSV	% EE
<b>EE 40%</b>	24,48	75,19	17,68	52,78	56,48	1,24	227,85	569,61	40,00%
<b>EE 60%</b>	27,80	106,77	40,22	67,92	89,89	3,86	336,45	560,75	60,00%
<b>EE 80%</b>	31,68	140,43	66,04	83,26	124,13	7,18	452,72	565,90	80,00%

**Installierte Leistung Ausbaupfad BEE in MW**

% am BSV	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe
<b>EE 40%</b>	5.049	41.256	4.602	9.054	59.448	227	119.637
<b>EE 60%</b>	5.803	52.444	10.094	11.313	90.471	589	170.714
<b>EE 80%</b>	6.600	63.474	16.222	13.642	121.110	1.024	222.072

**Energiemengen Ausbaupfad OwnGuess in TWh**

% am BSV	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe	BSV	% EE
<b>EE 40%</b>	27,06	83,83	21,13	52,78	41,80	1,24	227,85	569,61	40,00%
<b>EE 60%</b>	29,31	115,98	59,76	67,92	59,61	3,86	336,45	560,75	60,00%
<b>EE 80%</b>	31,68	157,07	101,78	83,26	71,75	7,18	452,72	565,90	80,00%

**Installierte Leistung Ausbaupfad OwnGuess in MW**

% am BSV	Wasserkraft	Wind Onshore	Wind Offshore	Biomasse	Photovoltaik	Geothermie	Summe
<b>EE 40%</b>	5.582	46.000	5.500	9.054	44.000	227	110.363
<b>EE 60%</b>	6.119	56.970	15.000	11.313	60.000	589	149.991
<b>EE 80%</b>	6.600	71.000	25.000	13.642	70.000	1.024	187.266

*Tabelle 5: Ausbaupfade (Quelle: Eigene Darstellung, entnommen von: Krzikalla et al., 2013, S.15).*

Stromsystem	2011	2012	2013	% EE am BSV		
				40%	60%	80%
Bruttostromverbrauch	606,0 TWh	606,0 TWh	606,0 TWh	569,6 TWh	560,7 TWh	565,9 TWh

*Tabelle 6: Bruttostromverbrauch Hochrechnung (Quelle: Eigene Darstellung).*

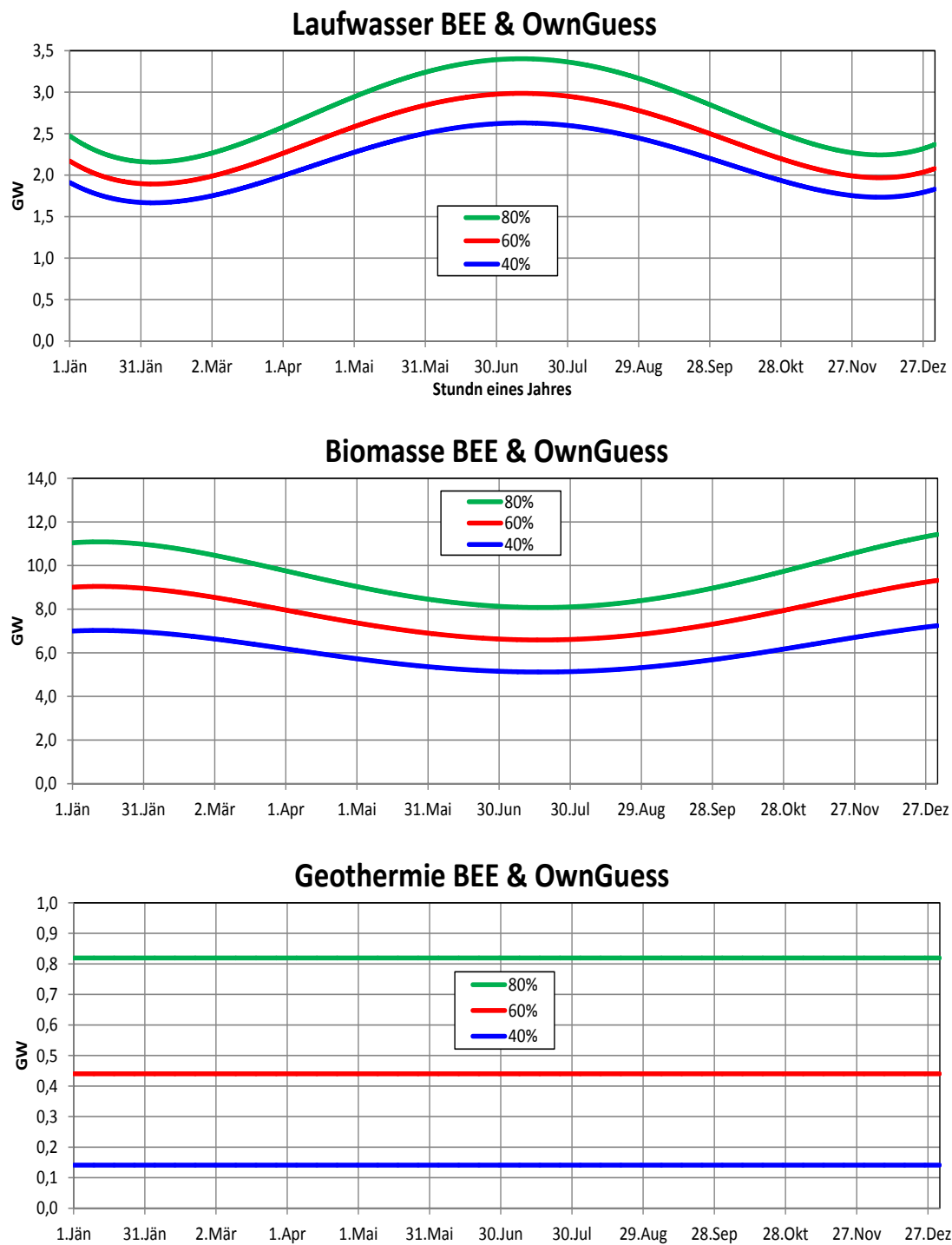


Abbildung 17: Laufwasser, Biomasse und Geothermie Zukunft (Quelle: Eigene Darstellung)

Parameter	2012	60%_BEE
Jahreserzeugung [TWh]	50,67	146,99
Installierte Leistung [MW]	31.304	62.539
Faktor Hochrechnung	2,90	

Pmax in % (Annahme)	92%	
Pmax Absolut	28.800	57.535

Erzeugung Stunde 1 [MW]	10.000	29.008
Erzeugung Stunde 2 [MW]	15.000	43.513
Erzeugung Stunde 3 [MW]	20.000	<b>58.017</b>

Maximale Ist-Windspitzen 2011-2013		
Jahr	MW	% von P inst
2011	25.426*	90,4%**
2012	27.025*	89,5%**
2013	28.991*	90,9%***

\*Quelle: EEX Transparency (max. Einspeisung 2011-2013)

\*\*Quelle: BMU, 2013, S.18ff. (inst.Leistung 2011-2012)

\*\*\*Quelle: Burger, 2014, S4ff. (inst. Leistung)

*Tabelle 7: Hochrechnung Wind Ausbaupfad BEE Beispiel (Quelle: Eigene Darstellung).*



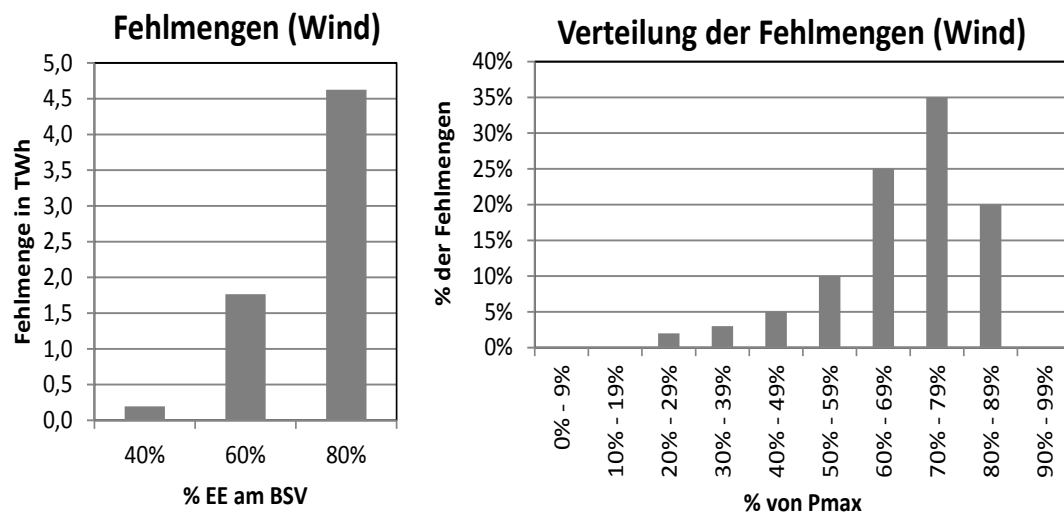
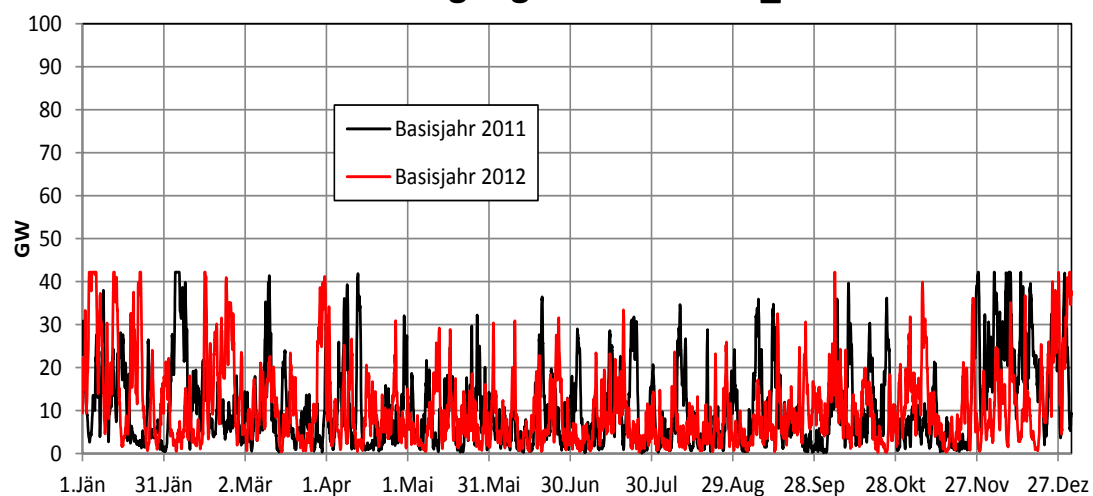
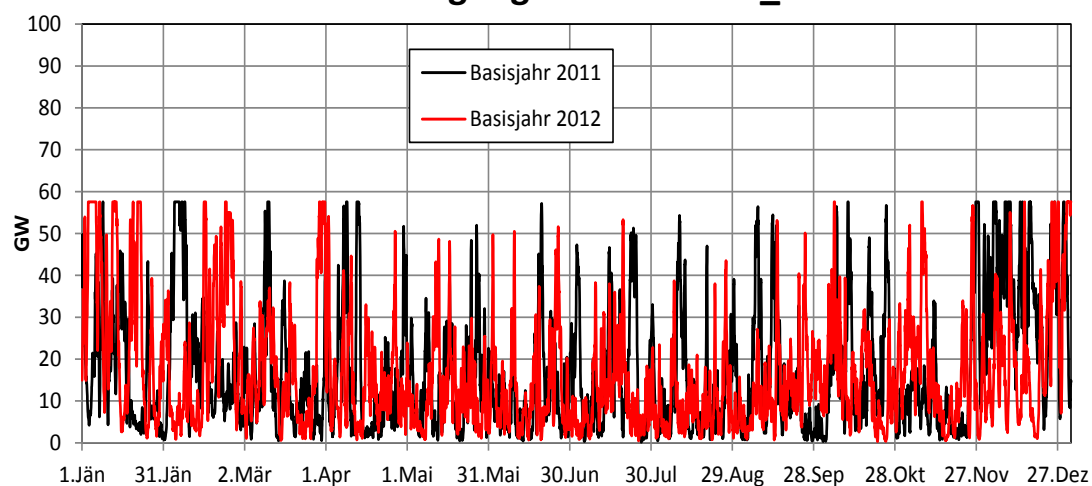


Abbildung 18: Fehlmengen Wind Ausbaupfad BEE 2012 (Quelle: Eigene Darstellung).

### Winderzeugung Szenario 40%\_BEE



### Winderzeugung Szenario 60%\_BEE



### Winderzeugung Szenario 80%\_BEE

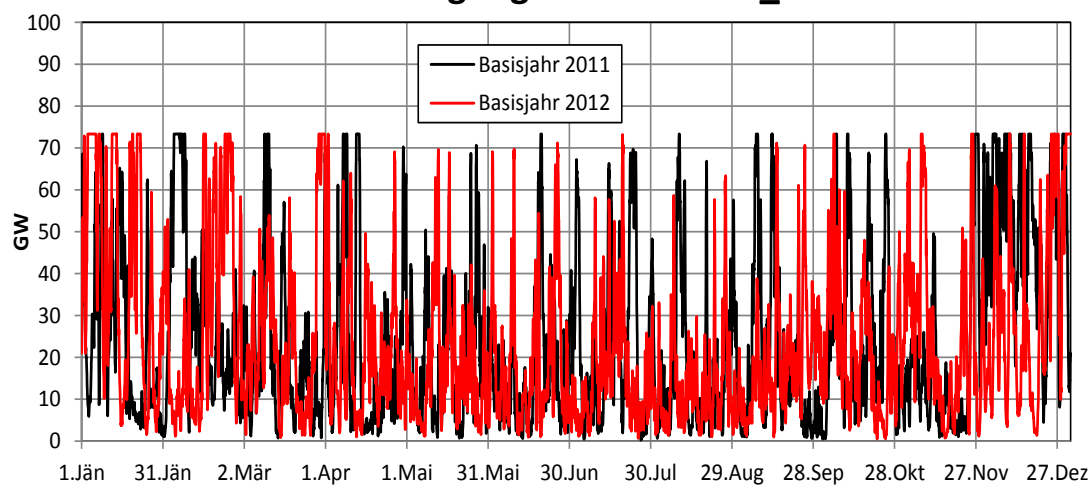


Abbildung 19: Winderzeugung Zukunft BEE (Quelle: Eigene Darstellung).

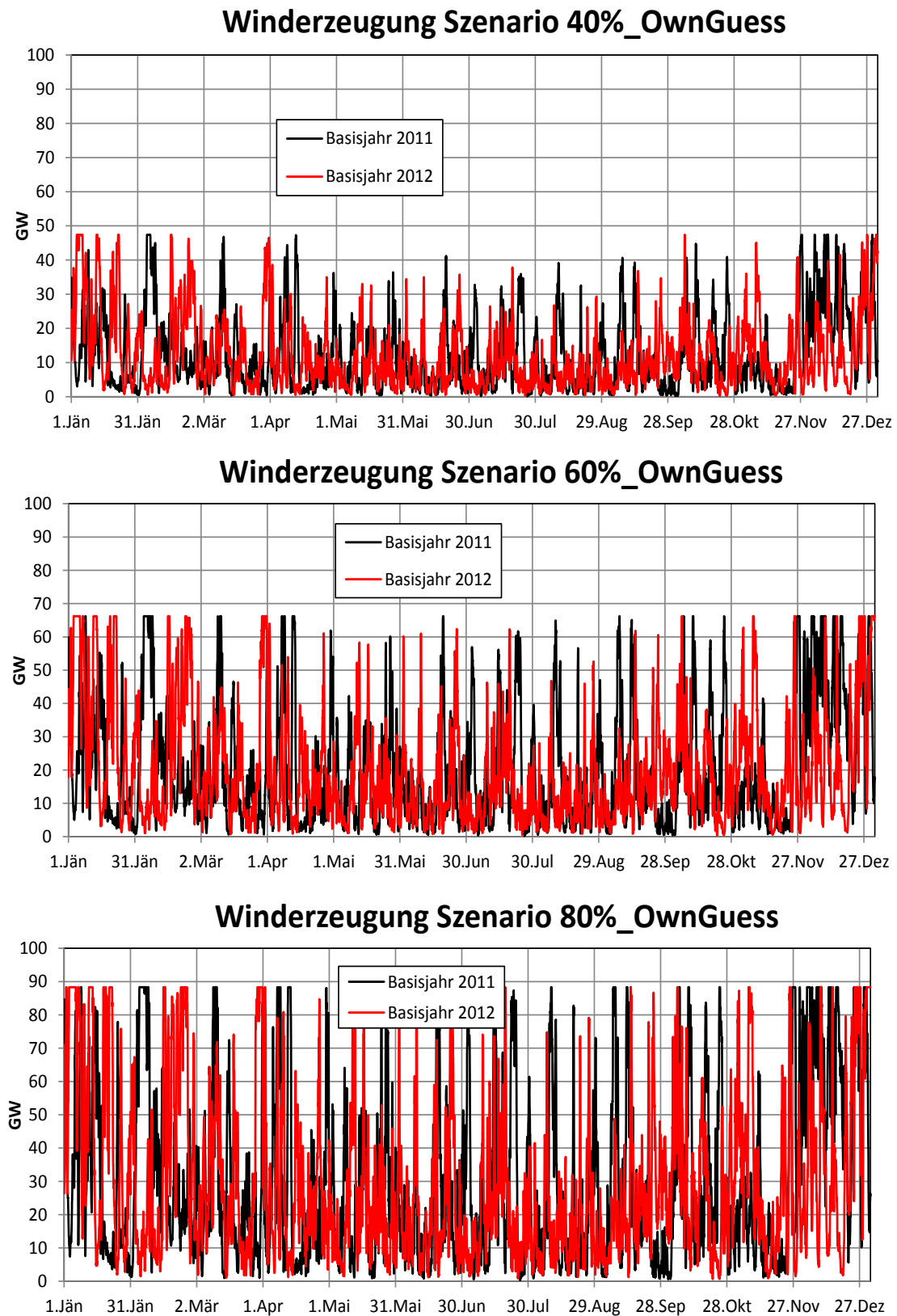


Abbildung 20: Winderzeugung Zukunft OwnGuess (Quelle: Eigene Darstellung).

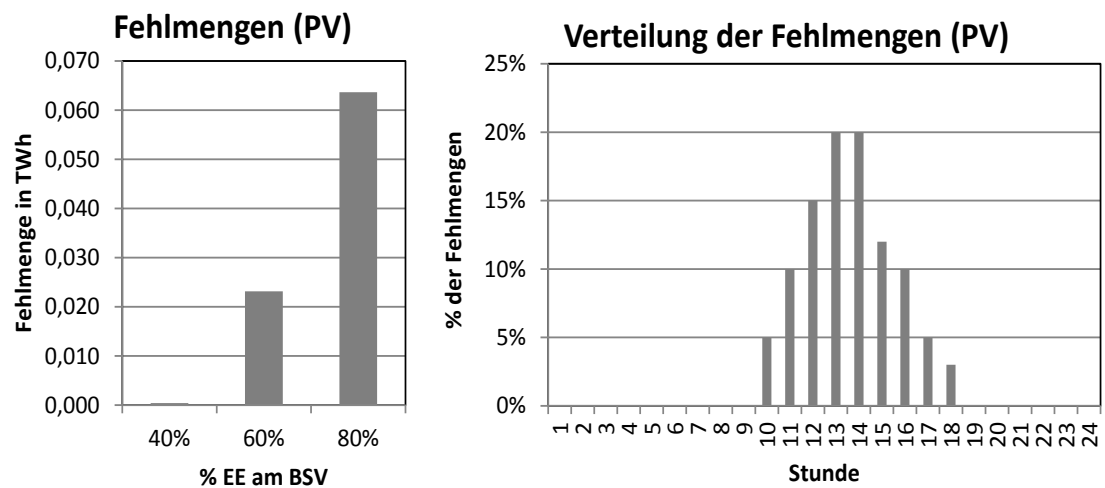


Abbildung 21: Fehlmengen PV Ausbaupfad BEE (Quelle: Eigene Darstellung).

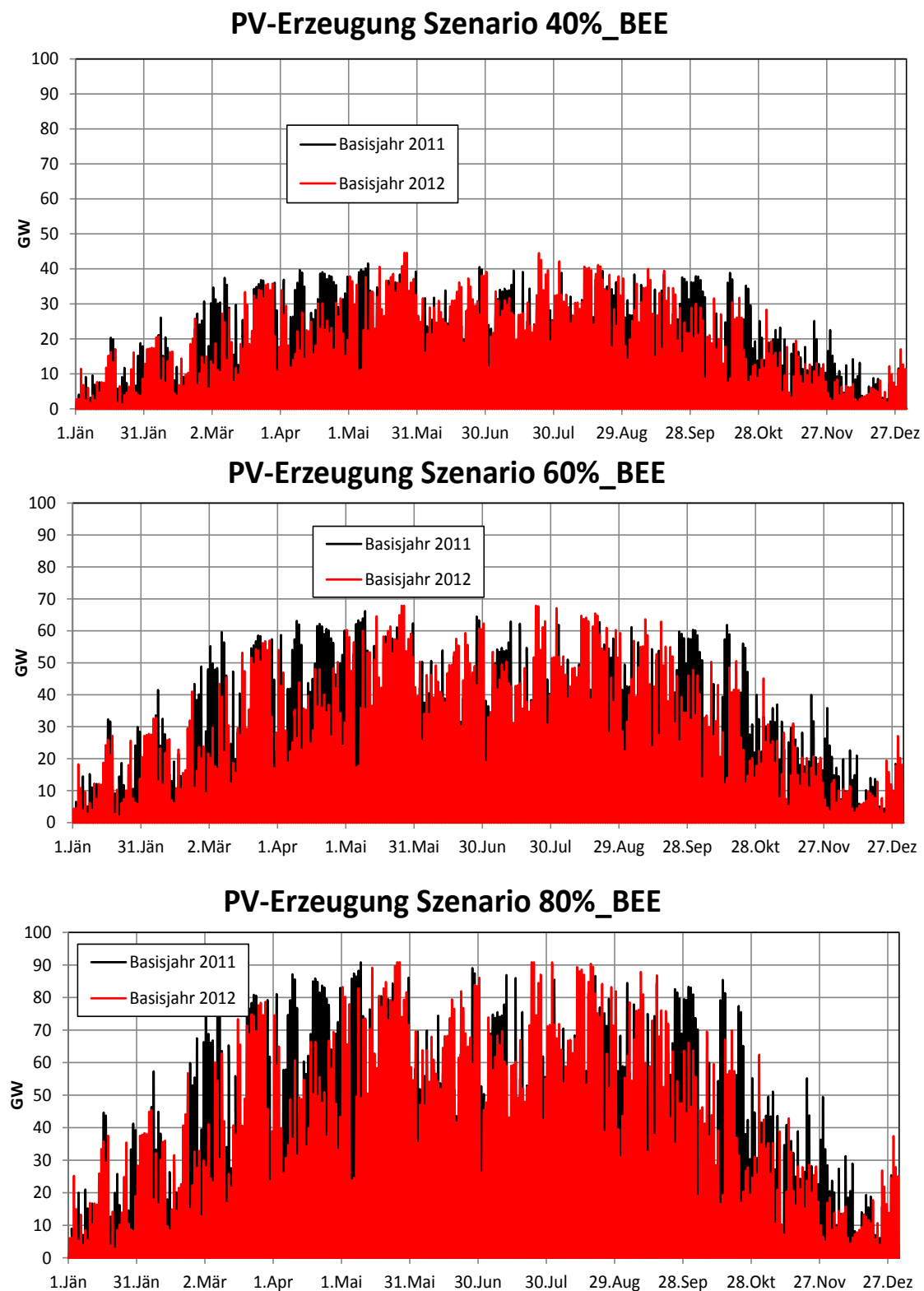


Abbildung 22: Photovoltaikerzeugung Zukunft BEE (Quelle: Eigene Darstellung).

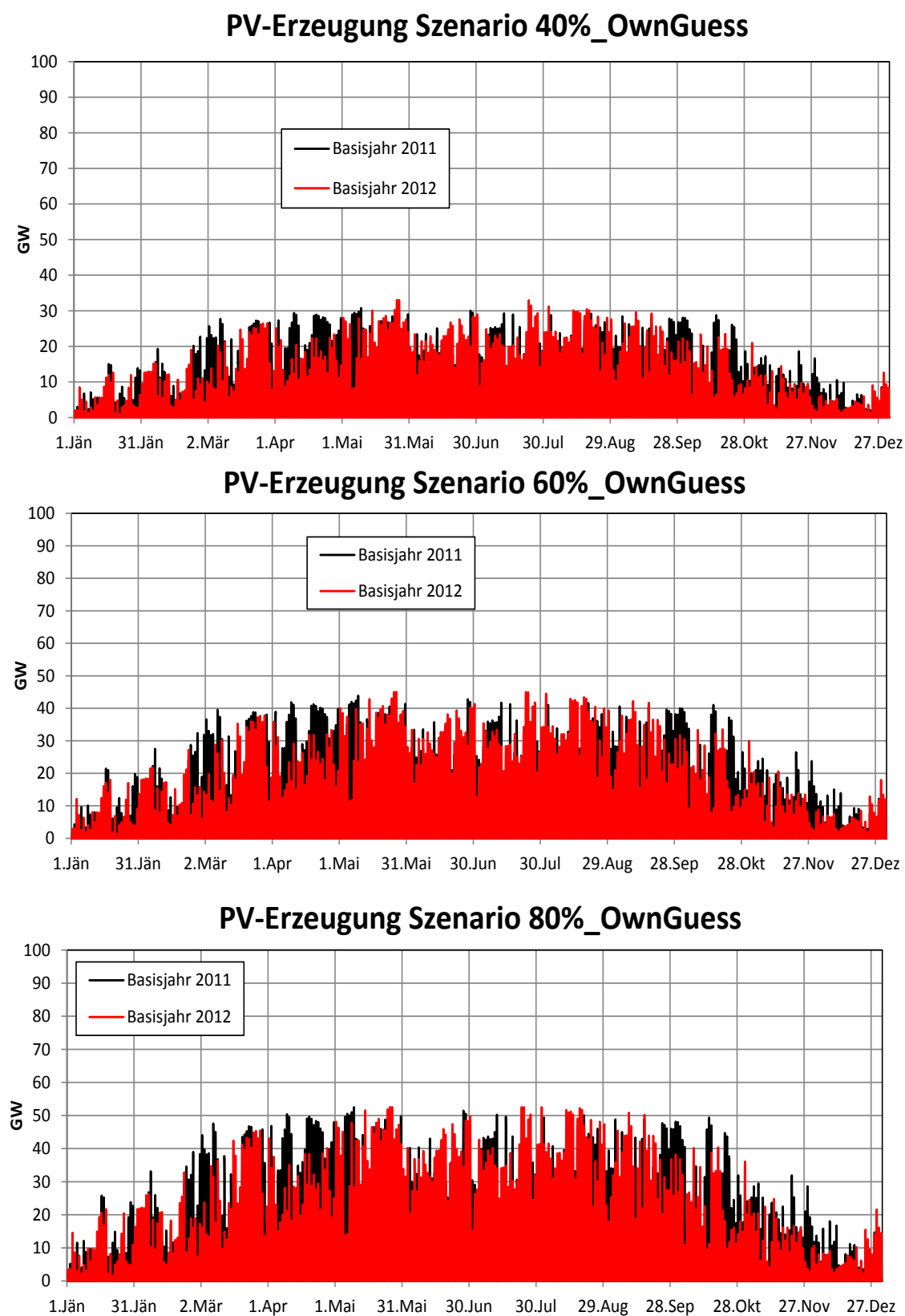


Abbildung 23: Photovoltaikerzeugung Zukunft OwnGuess (Quelle: Eigene Darstellung).

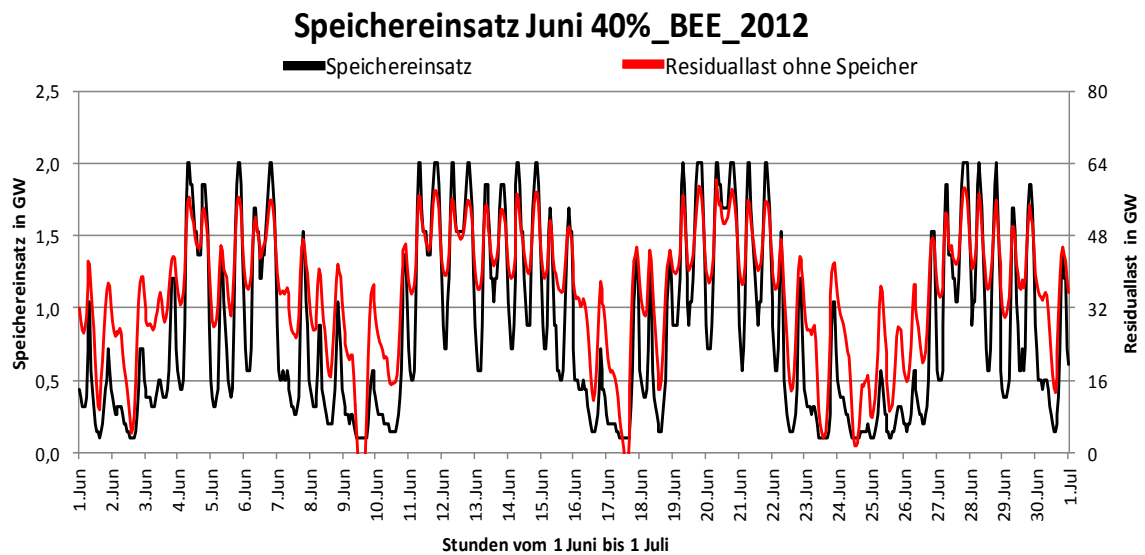
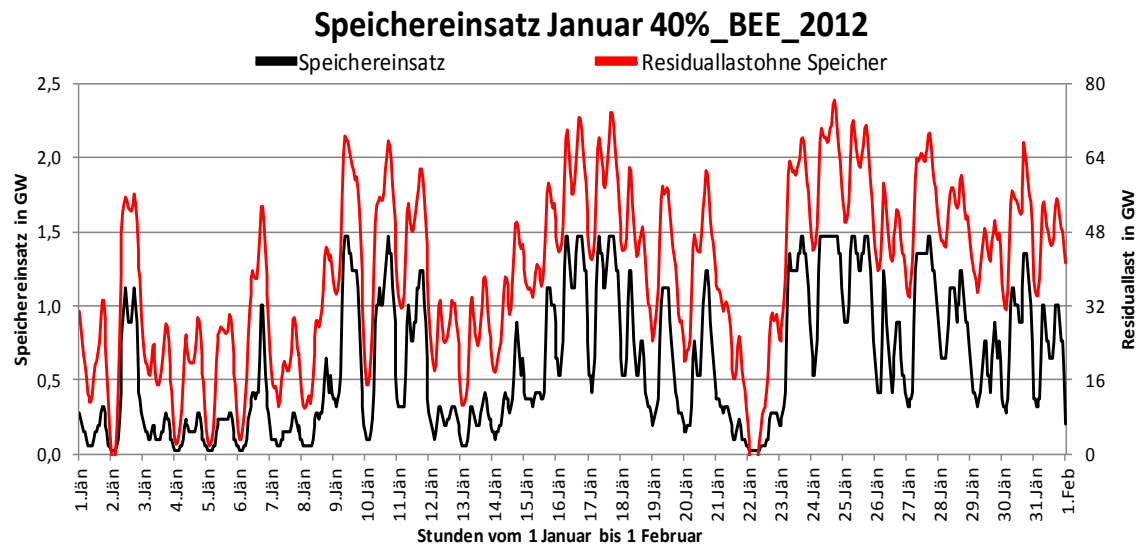


Abbildung 24: Wasser Speicher Detail BEE 2012 (Quelle: Eigene Darstellung).

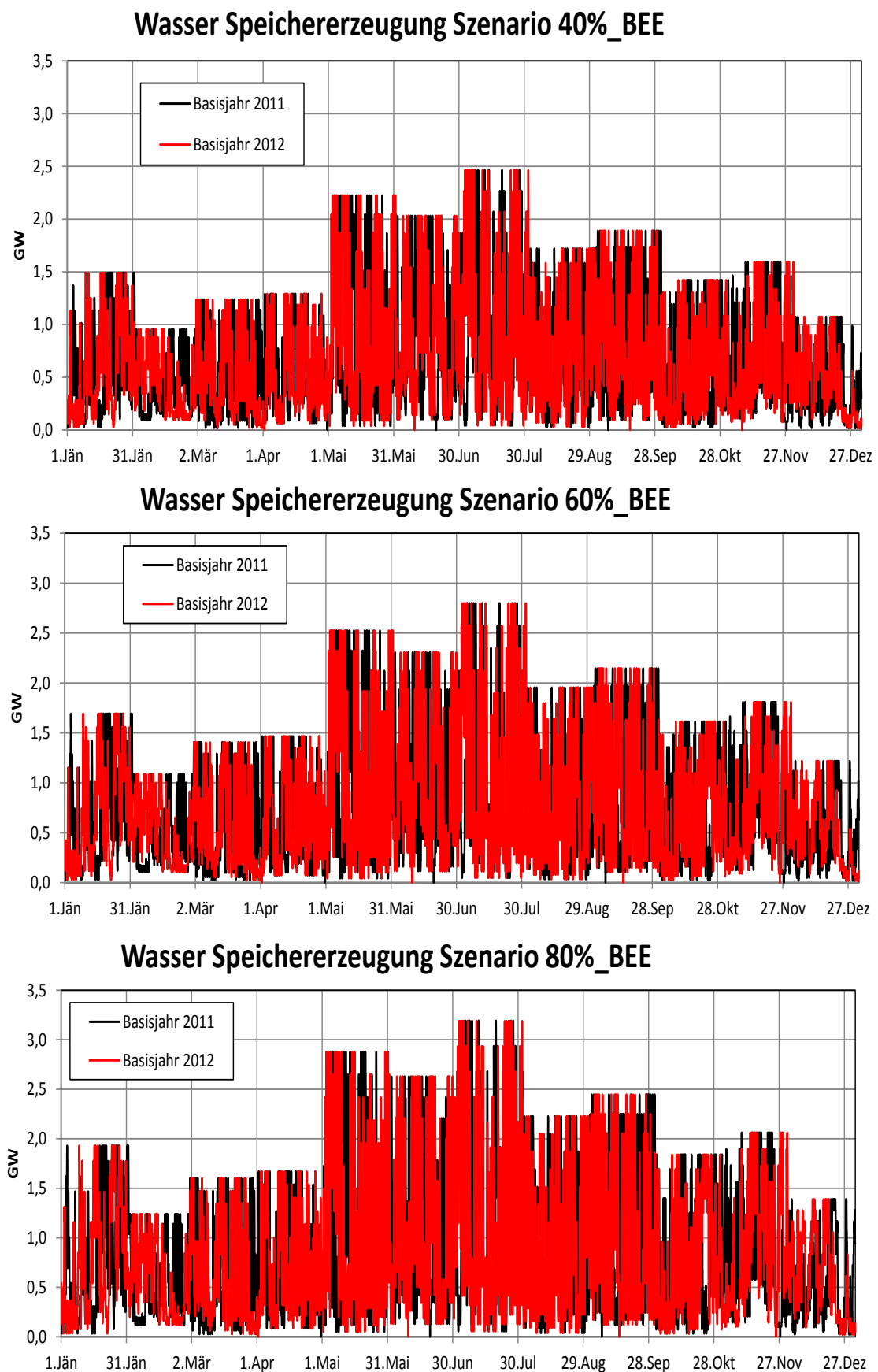
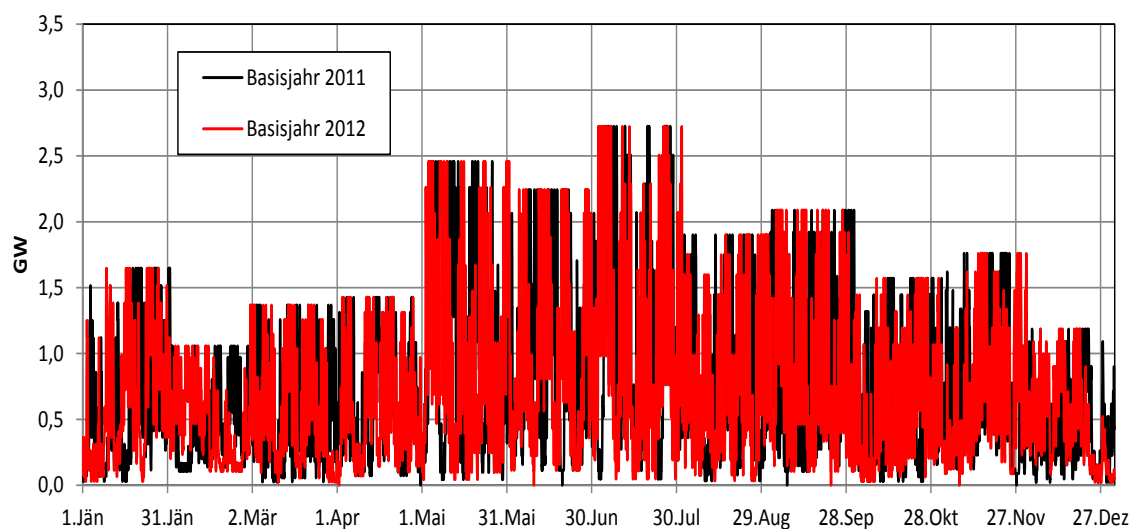


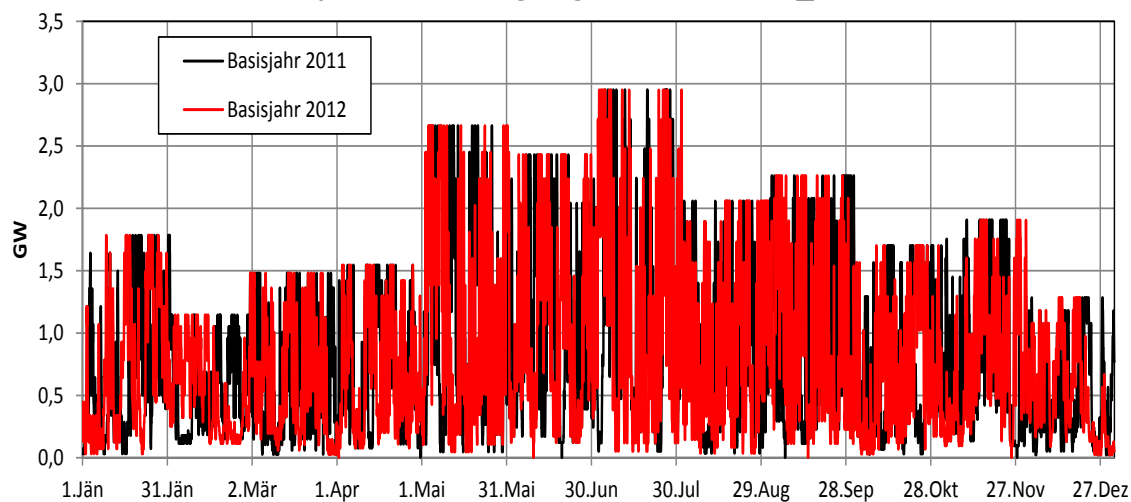
Abbildung 25: Wasser Speicher Zukunft BEE (Quelle: Eigene Darstellung).



### Wasser Speichererzeugung Szenario 40%\_OwnGuess



### Wasser Speichererzeugung Szenario 60%\_OwnGuess



### Wasser Speichererzeugung Szenario 80%\_OwnGuess

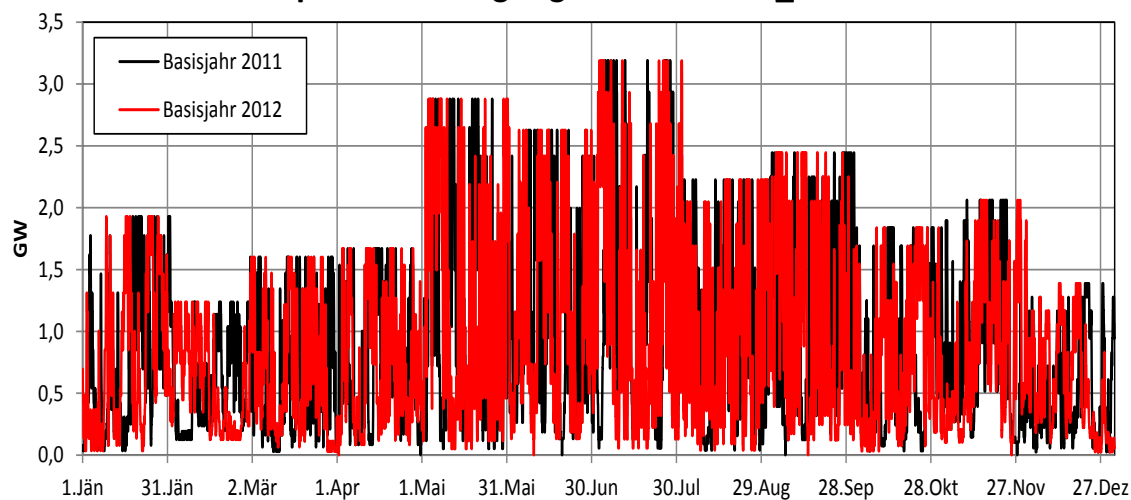


Abbildung 26: Wasser Speicher Zukunft OwnGuesss (Quelle: Eigene Darstellung)

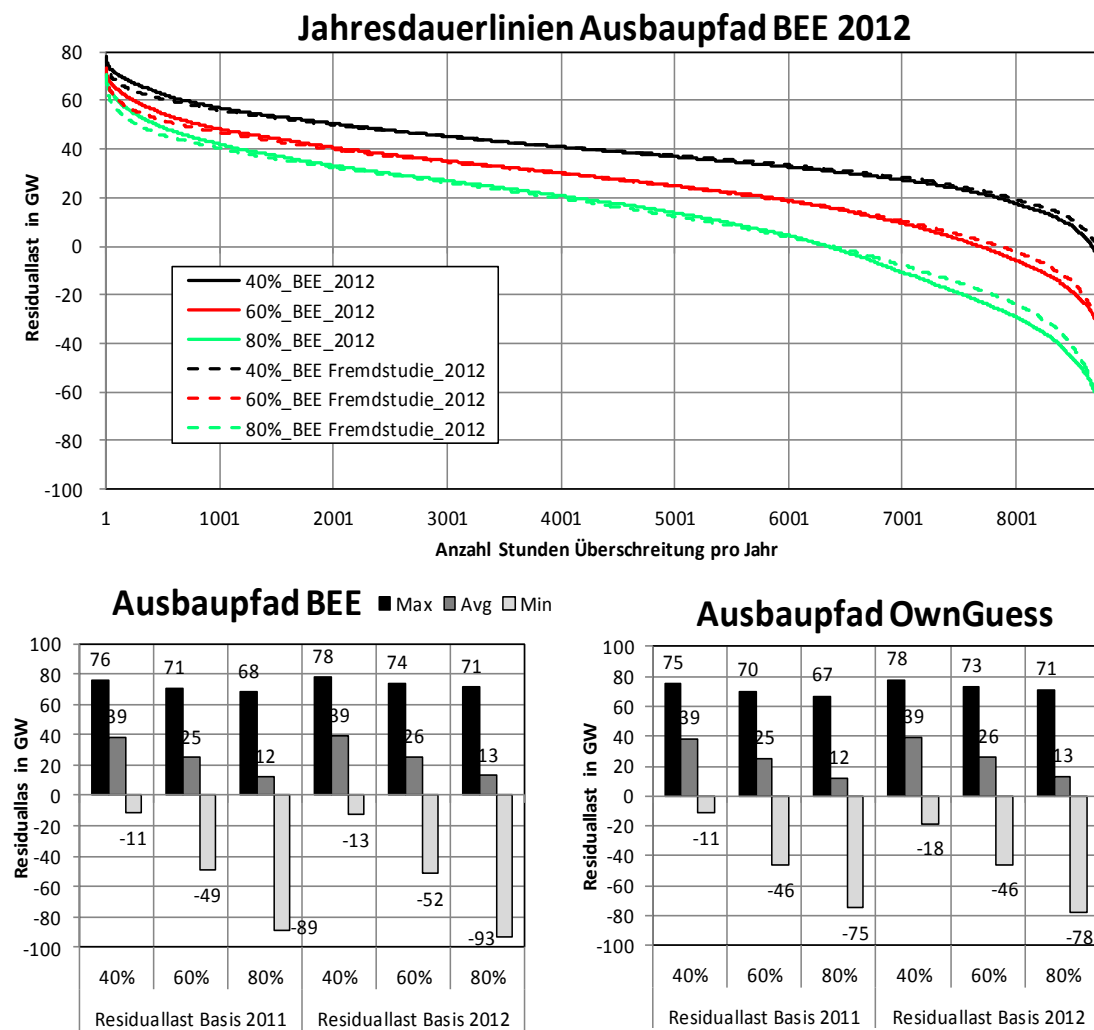


Abbildung 27: Stromsystem Zukunft Residuallastanalyse (Quelle: Eigene Darstellung).

Szenarioname	Anzahl Stunden mit RL<0	Perioden mit RL<0			
		Anzahl	Dauer Max	Dauer Avg	Dauer Min
40%_BEE_2011	50	13	9	4	1
40%_BEE_2012	96	17	14	6	1
40%_OwnGuess_2011	58	12	15	5	1
40%_OwnGuess_2012	117	18	16	7	1
60%_BEE_2011	1.035	157	39	7	1
60%_BEE_2012	1.075	155	53	7	1
60%_OwnGuess_2011	1.079	119	58	9	1
60%_OwnGuess_2012	1.057	112	76	9	1
80%_BEE_2011	2.614	270	86	10	1
80%_BEE_2012	2.418	241	87	10	1
80%_OwnGuess_2011	2.463	170	121	14	1
80%_OwnGuess_2012	2.263	197	90	11	1

*Tabelle 8: Dauer von Phasen mit Stromüberschüssen (Quelle: Eigene Darstellung).*

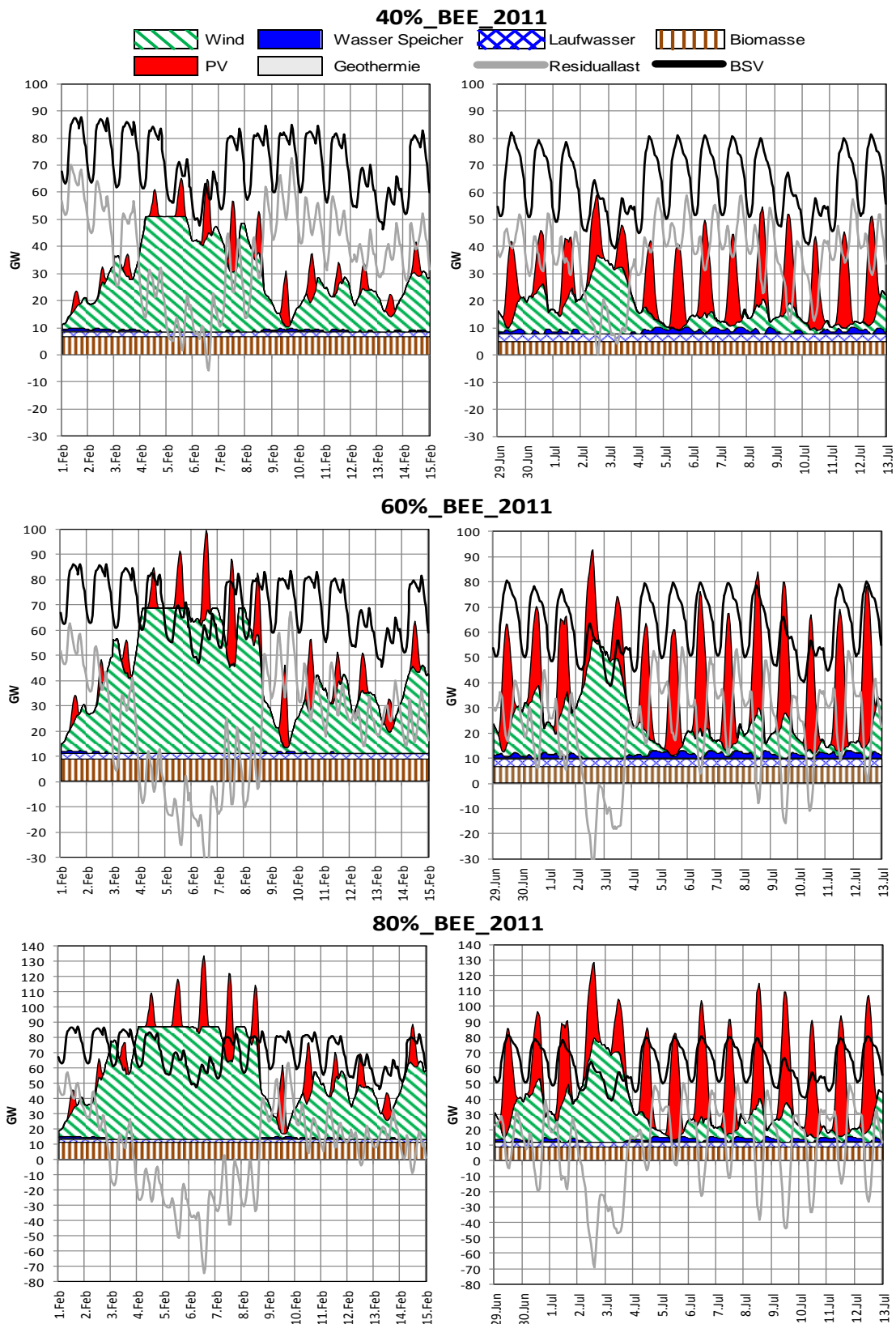


Abbildung 28: Stromsystem Zukunft BEE 2011 Detail (Quelle: Eigene Darstellung).

Szenarioname	Residuallast [MW]		EE Erzeugung [MW]		EE-Erzeugung [TWh]	Stromüberschüsse [TWh]	Anzahl Stunden RL<0	Anzahl Perioden RL<0
	Max	Min	Max	Min				
40%_BEE_2011	75.791	-11.138	80.335	9.124	231,49	0,16	50	13
40%_BEE_2012	77.958	-12.537	73.420	9.423	227,85	0,39	96	17
40%_OwnGuess_2011	75.246	-11.456	76.281	9.486	231,83	0,24	58	12
40%_OwnGuess_2012	77.551	-18.176	70.684	9.775	227,85	0,72	117	18
60%_BEE_2011	70.913	-48.524	124.024	12.145	342,22	12,25	1.035	157
60%_BEE_2012	73.739	-51.638	115.573	12.571	336,45	13,55	1.075	155
60%_OwnGuess_2011	70.251	-45.938	114.474	12.560	343,05	13,43	1.079	119
60%_OwnGuess_2012	73.414	-45.647	105.479	12.919	336,45	14,90	1.057	112
80%_BEE_2011	67.919	-88.947	165.680	15.575	460,81	55,57	2.614	270
80%_BEE_2012	71.491	-93.135	156.000	15.685	452,72	55,79	2.418	241
80%_OwnGuess_2011	67.092	-74.720	147.250	15.958	462,34	58,43	2.463	170
80%_OwnGuess_2012	71.282	-77.586	142.976	15.975	452,72	55,62	2.263	197

*Tabelle 9: Stromsystem Zukunft Ergebnisübersicht (Quelle: Eigene Darstellung).*

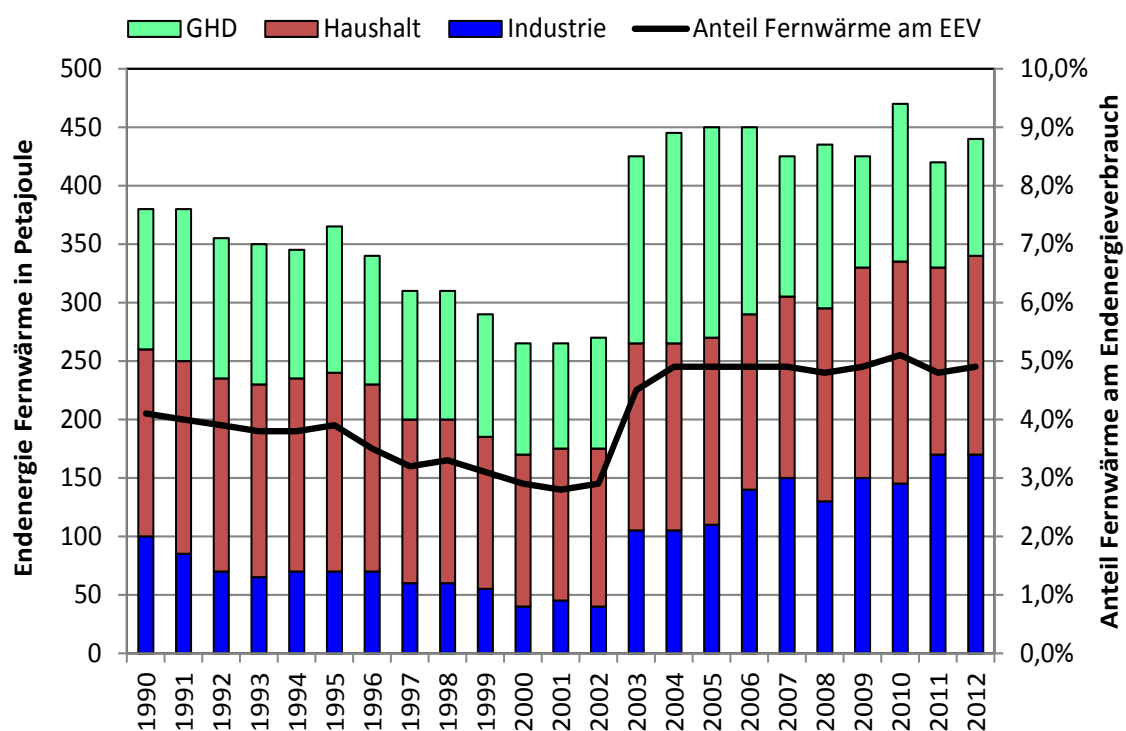


Abbildung 29: Fernwärmebedarf 2003-2012 (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen von AGFW, 2013, S.43).

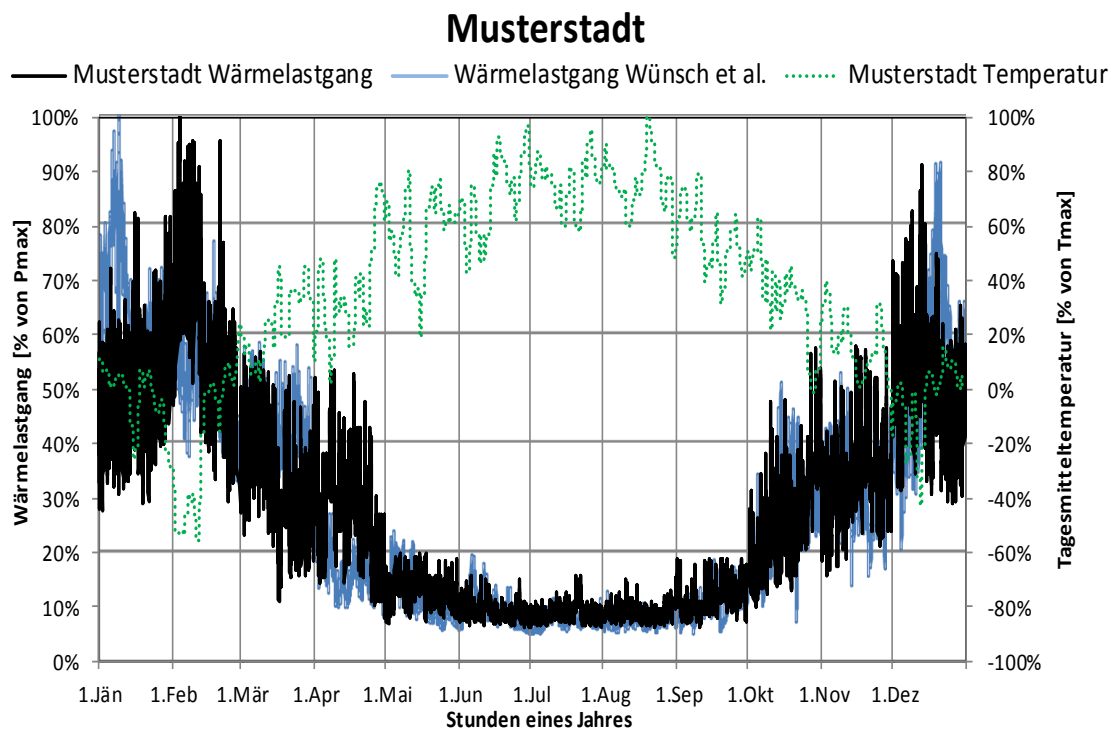
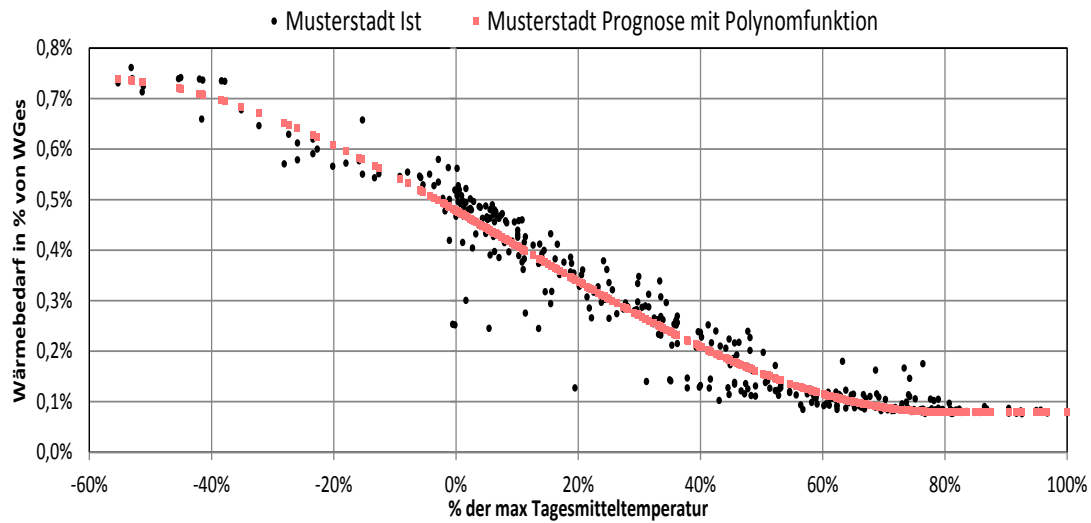


Abbildung 30: Typischer stündlicher Fernwärmelastgang (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen von Wunsch et al., 2011, S.15).

### Analyse Tagessummen in % des Jahreswärmebedarfs



### Analyse Tagesprofil Stunde 1 bis Stunde 24

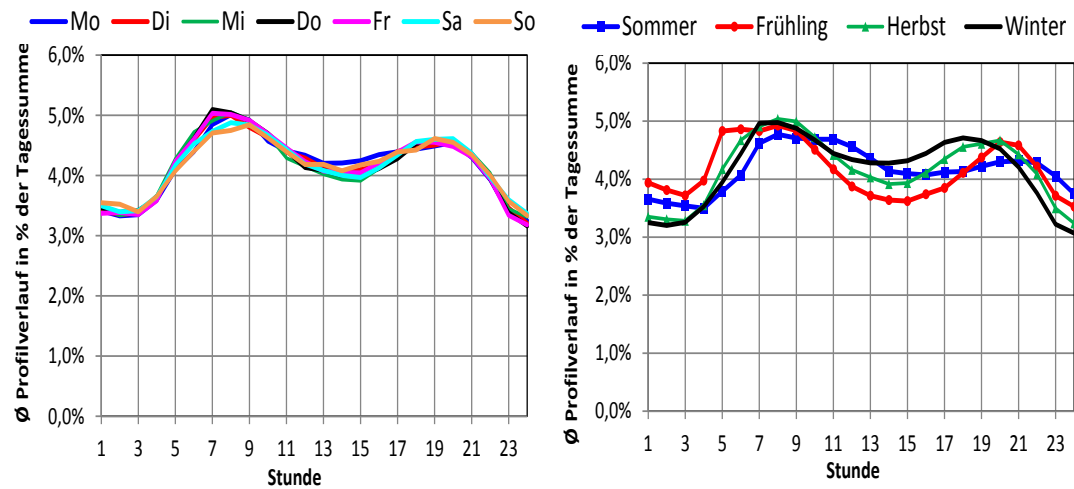


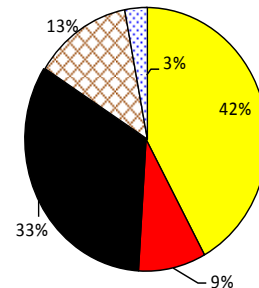
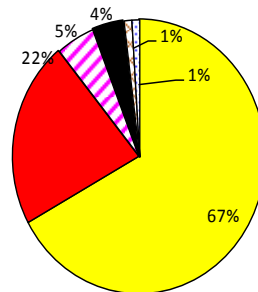
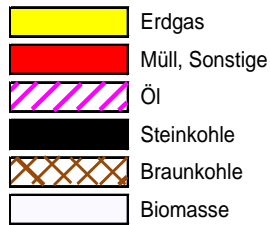
Abbildung 31: Temperaturabhängigkeit und Tagesprofil Musterstadt (Quelle: Eigene Darstellung).



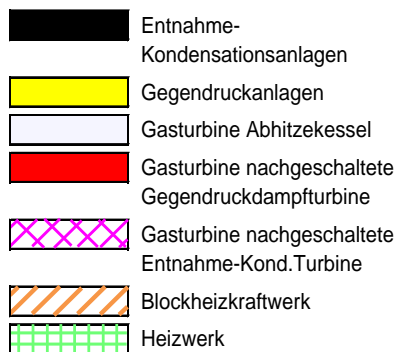
## Brennstoffmix

Brennstoffmix Heizwerke

Brennstoffmix Heizkraftwerke (KWK)



## Technologiemix

Anzahl an Anlagen  $\Sigma=3073$ 

Anteil an Wärmeerzeugung

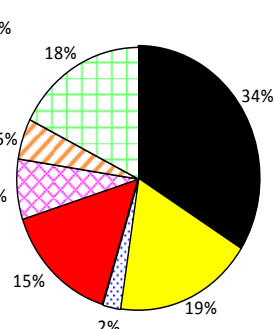
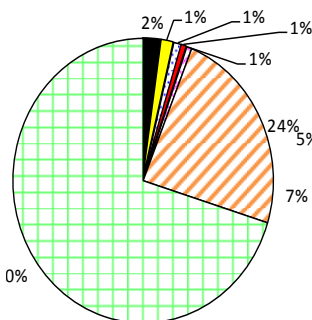


Abbildung 32: Brennstoff- und Technologiemix in Fernwärmenetzen (Quelle: Eigene Darstellung. Daten entnommen aus AGFW, 2012, S.17ff.).

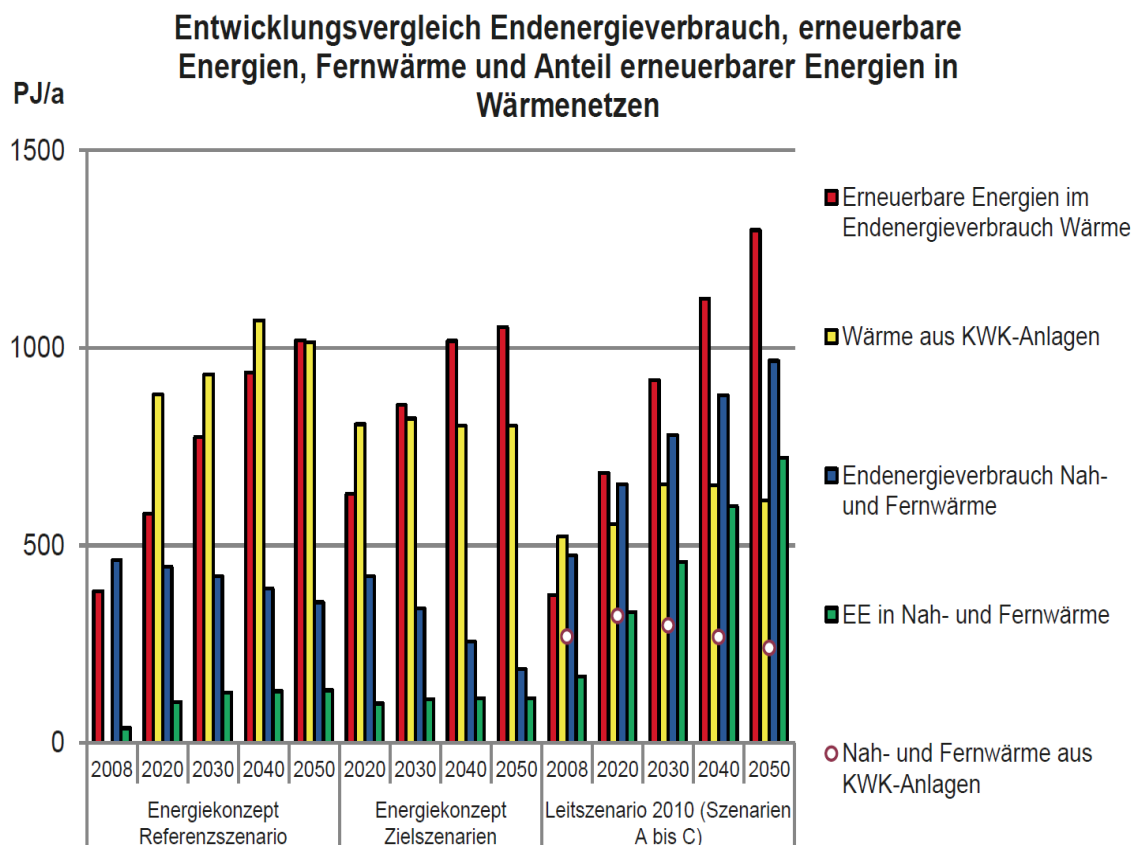


Abbildung 33: Zukunftsszenarien Fernwärmebedarf (Quelle: Paar et al., 2014, S.36).

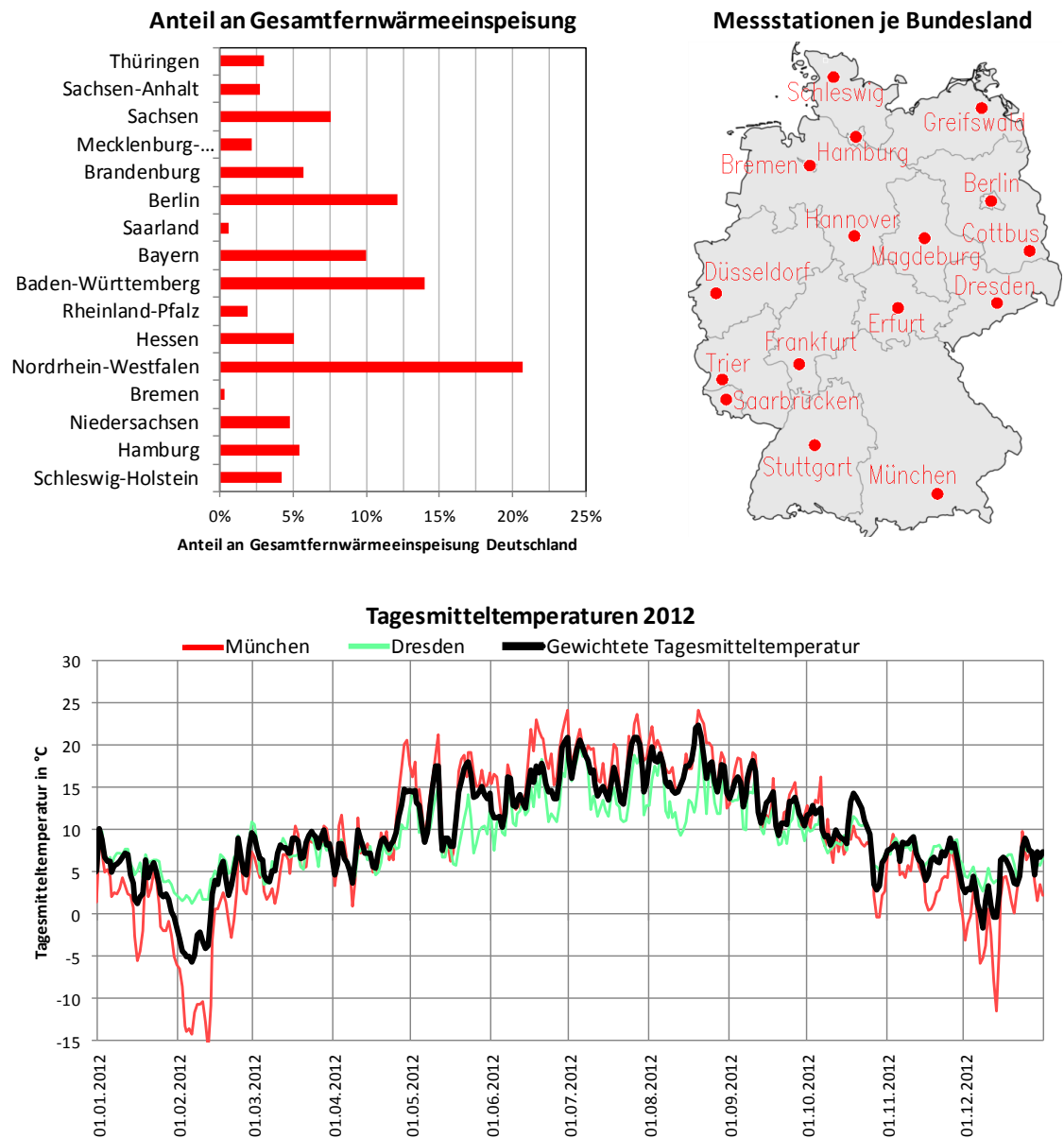


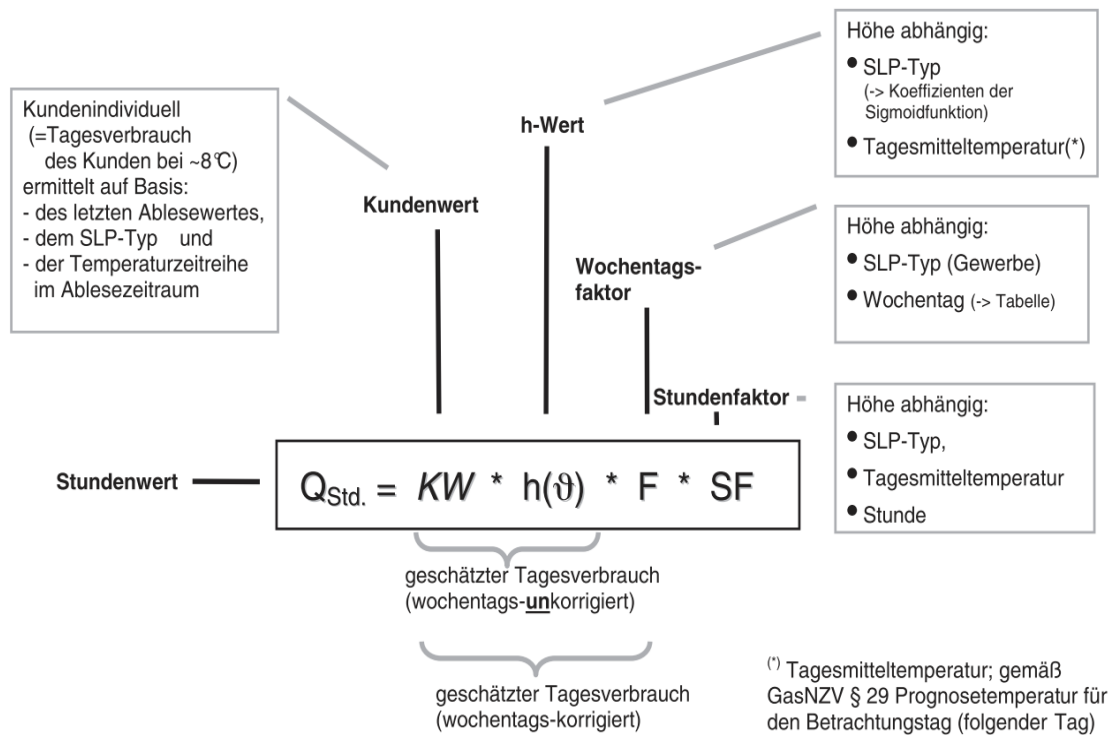
Abbildung 34: Tagesmitteltemperatur Deutschland gewichtet (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: AGFW, 2013, S.9 und DWD, URL: <http://www.dwd.de> [29.03.2014]).

Jahr	Endenergiebedarf Fernwärme	Fernwärmenetzeinspeisung	Faktor
2008	121 TWh	142 TWh	1,17
2010	131 TWh	152 TWh	1,16
2011	117 TWh	<b>135 TWh</b>	1,16
2012	122 TWh	<b>142 TWh</b>	1,16

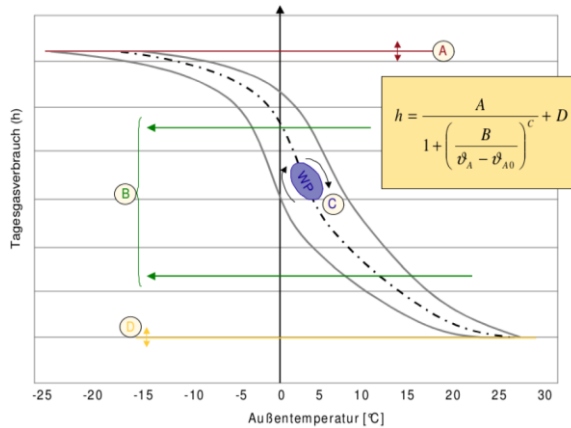
Quelle	Vgl. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., 2013, S.5	Vgl. BDEW, 2012, S.11	
--------	---	-----------------------	--

*Tabelle 10: Fernwärme Einspeisung und Endenergieverbrauch (Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., 2013, S.5 ; BDEW, 2012, S.11).*



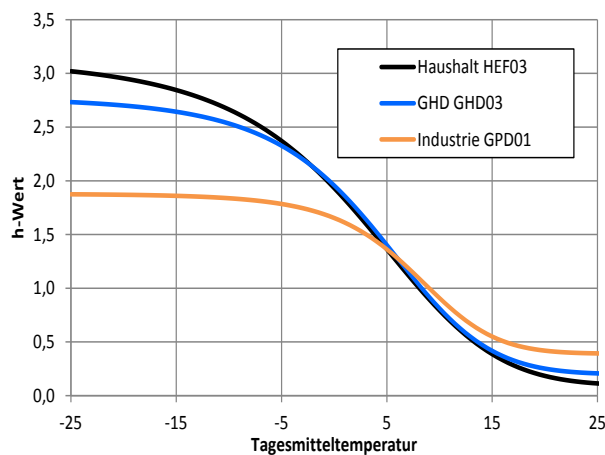
Formel 1: Stündlicher Fernwärmelastgang (Quelle: Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft, 2007, S.67).

### Erklärung der Sigmoidfunktion (1)



- A: Heizverbrauch bei sehr niedrigen Temperaturen
- B: Start der Heizphase
- C: Steigungsgrad der Funktion innerhalb der Heizphase
- D: Anteil der Warmwasserversorgung (temperaturunabhängig)
- $\vartheta_A$ : Außentemperatur der betreffenden Temperaturstelle in °C
- $\vartheta_{A0}$ : Bei Abbildung hoher Temperaturen zeigt die Funktion ein asymptotisches Verhalten, weshalb dieser Parameter auf einen Wert von 40°C fixiert ist.

### Für Berechnung Stundenprofil angewandte Sigmoidfunktionen (2)



Parameter	HEF 03	GHD 03	GPD 01
A	3,05	2,58	1,49
B	-37,18	-35,70	-32,40
C	5,67	6,69	8,17
D	0,10	0,20	0,39

Wochentags-Faktor	HEF 03	GHD 03	GPD 01
Mo	1,00	1,03	1,02
Di	1,00	1,03	1,09
Mi	1,00	1,02	1,07
Do	1,00	1,03	1,06
Fr	1,00	1,01	1,01
Sa	1,00	0,93	0,90
So	1,00	0,95	0,85

Abbildung 35: Erklärung und Anwendung der Sigmoidfunktion (Quelle: BDEW, 2013, S.96; Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft, 2007, S.86ff.).

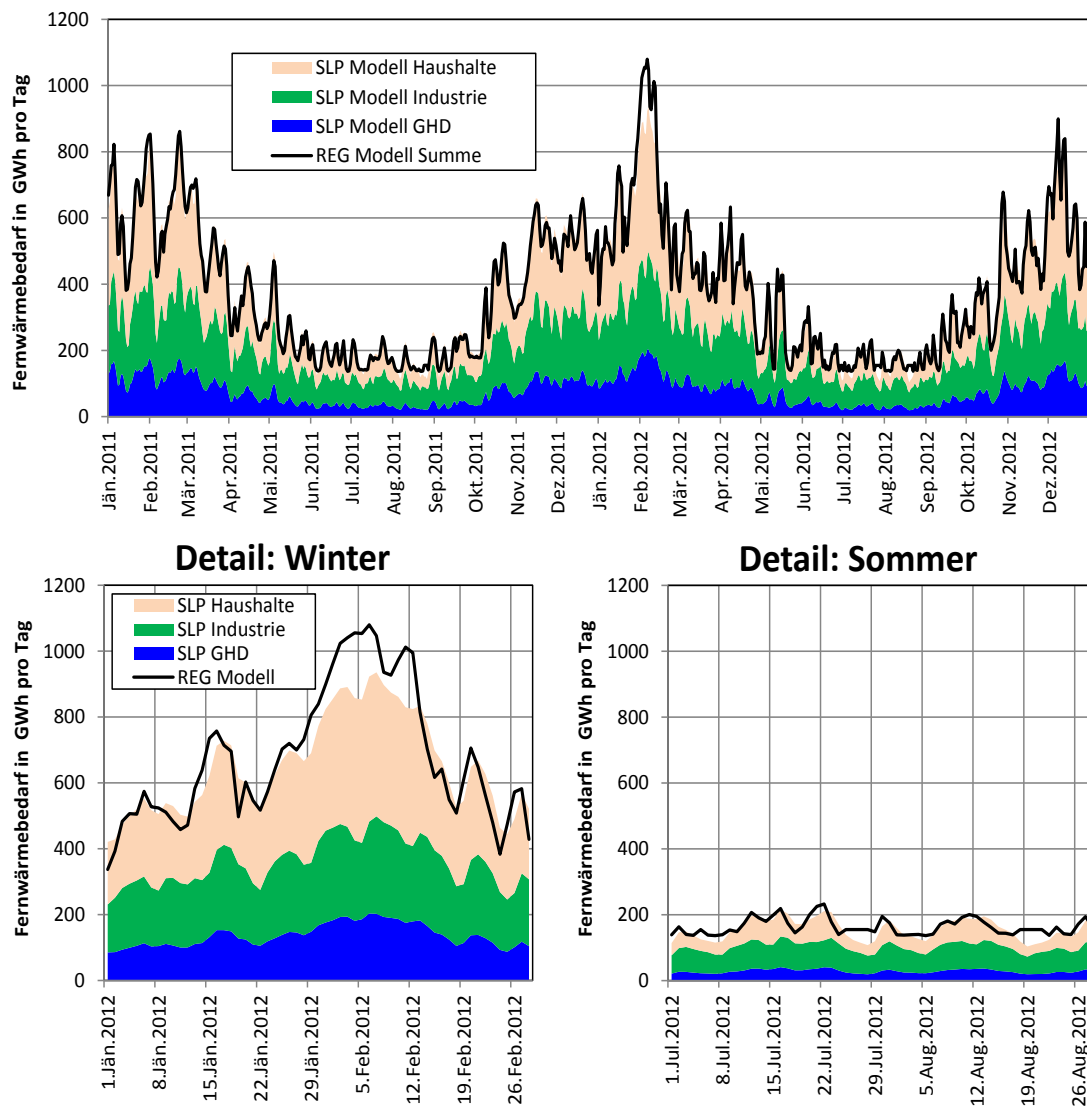


Abbildung 36: Tagessummen Fernwärmebedarf (Quelle: Eigene Darstellung).

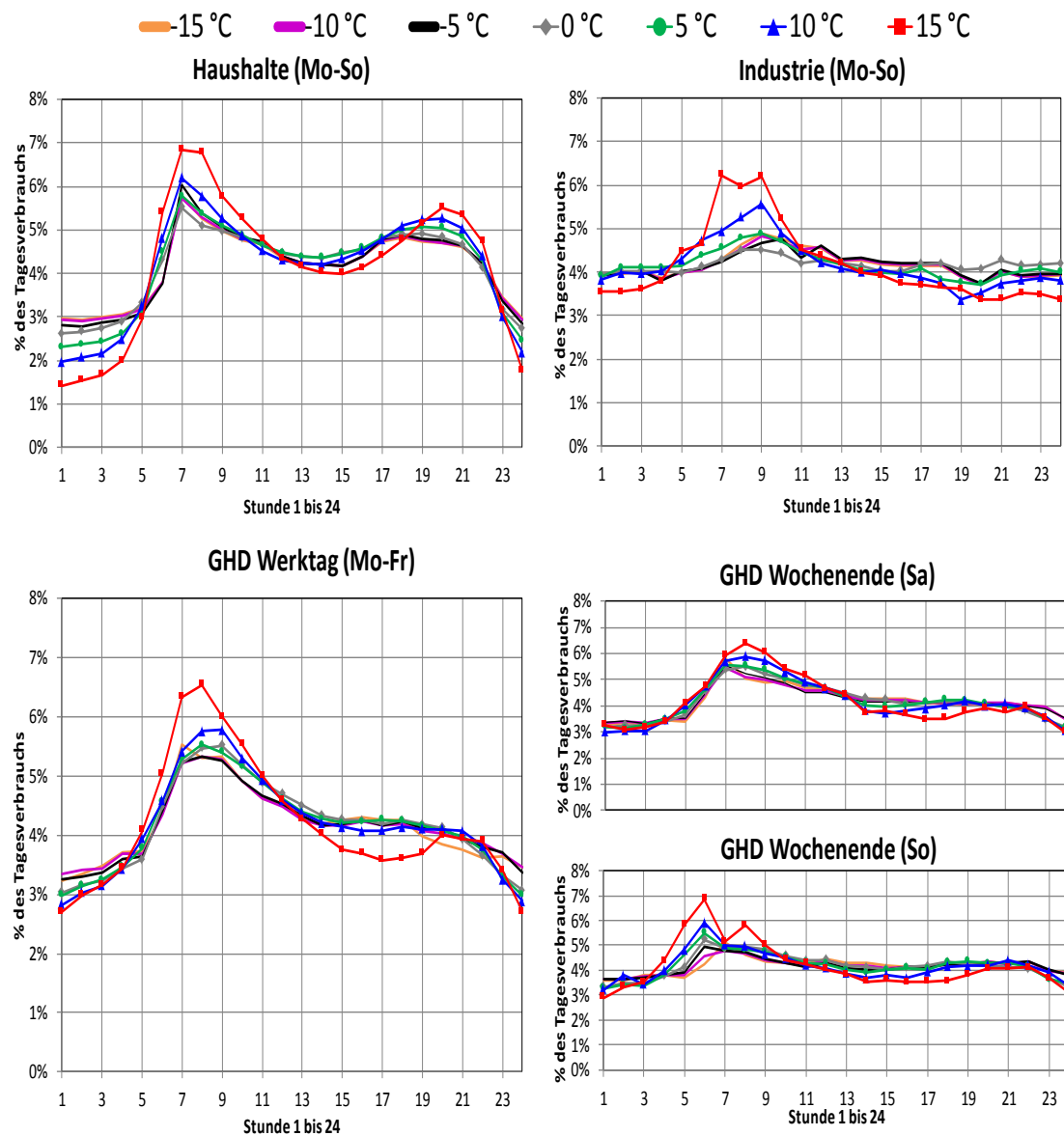


Abbildung 37: Tagesprofilverläufe Fernwärmebedarf (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft, 2007, S.86ff.).



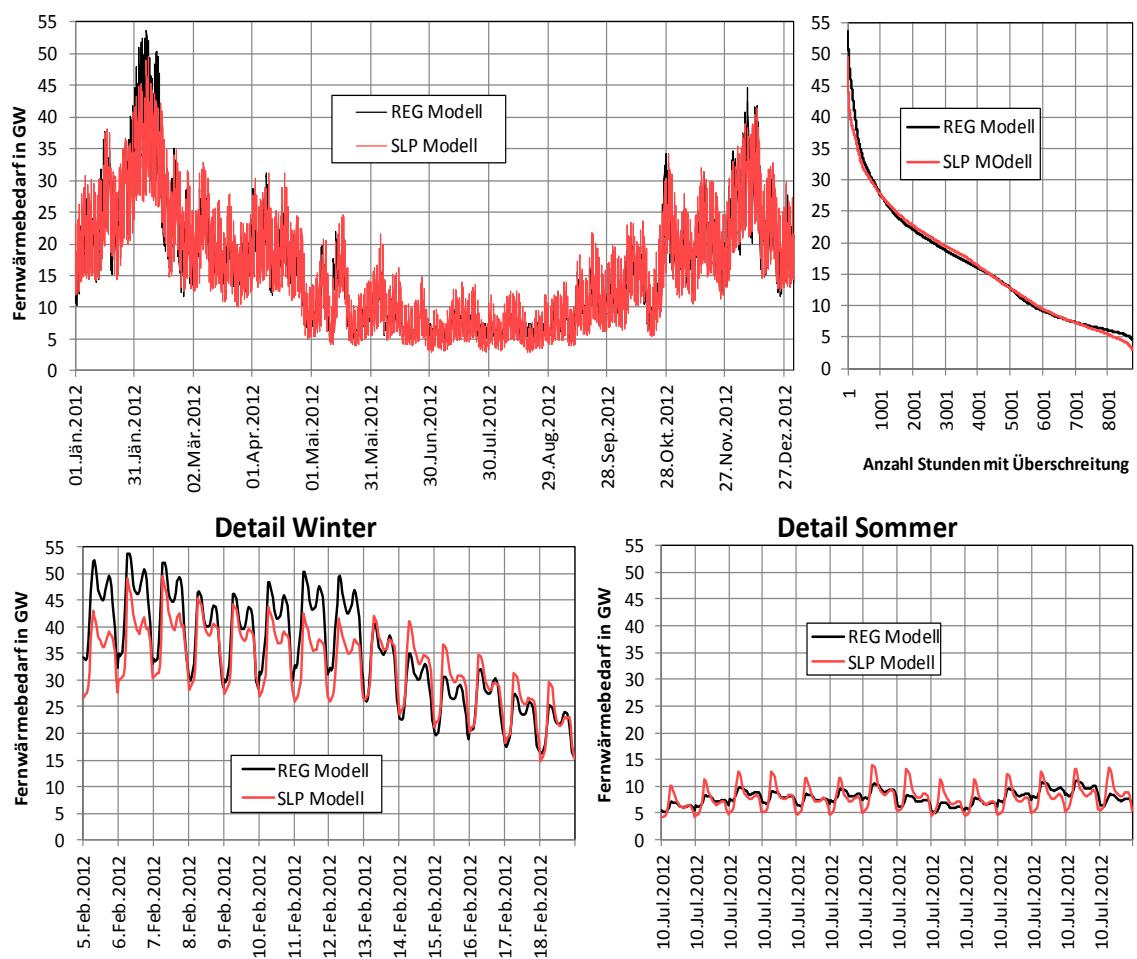


Abbildung 38: Stündlicher Fernwärmelastgang 2012 (Quelle: Eigene Darstellung).

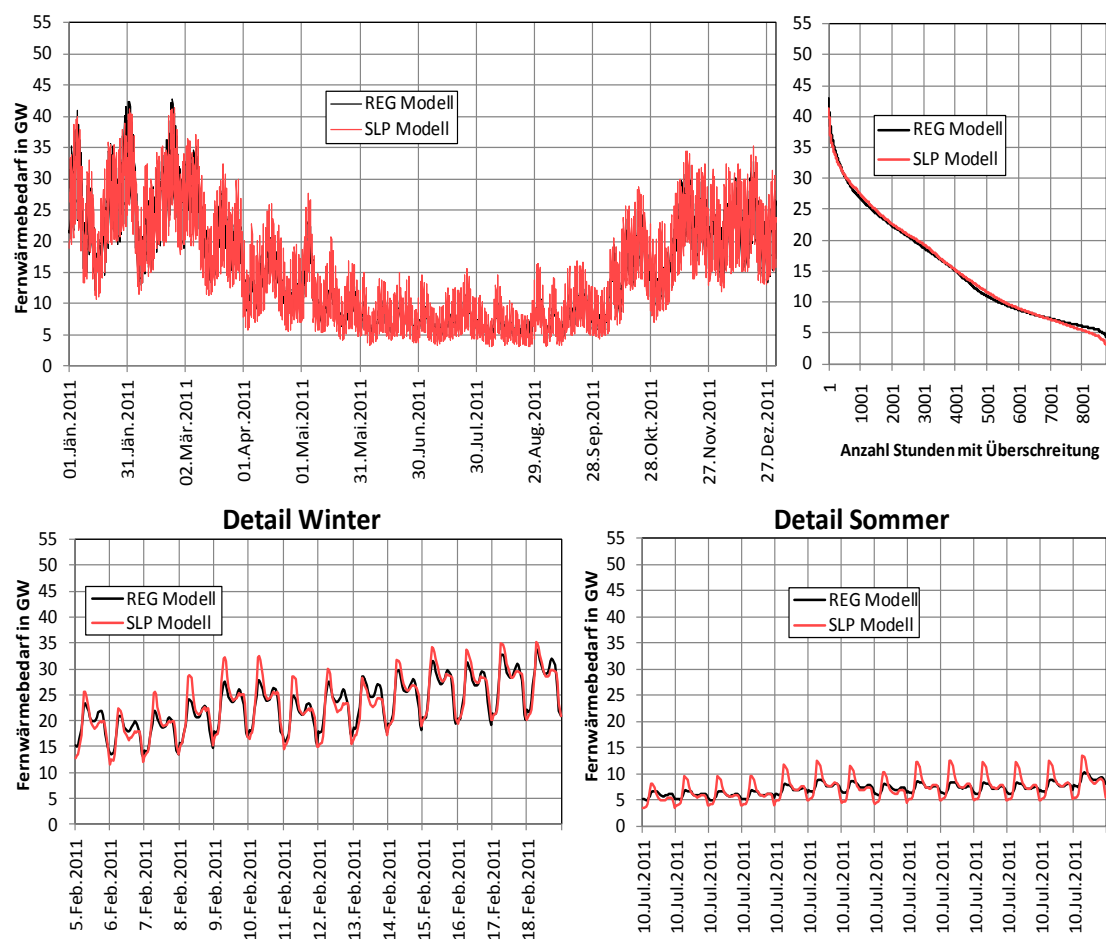


Abbildung 39: Stündlicher Fernwärmelastgang 2011 (Quelle: Eigene Darstellung).

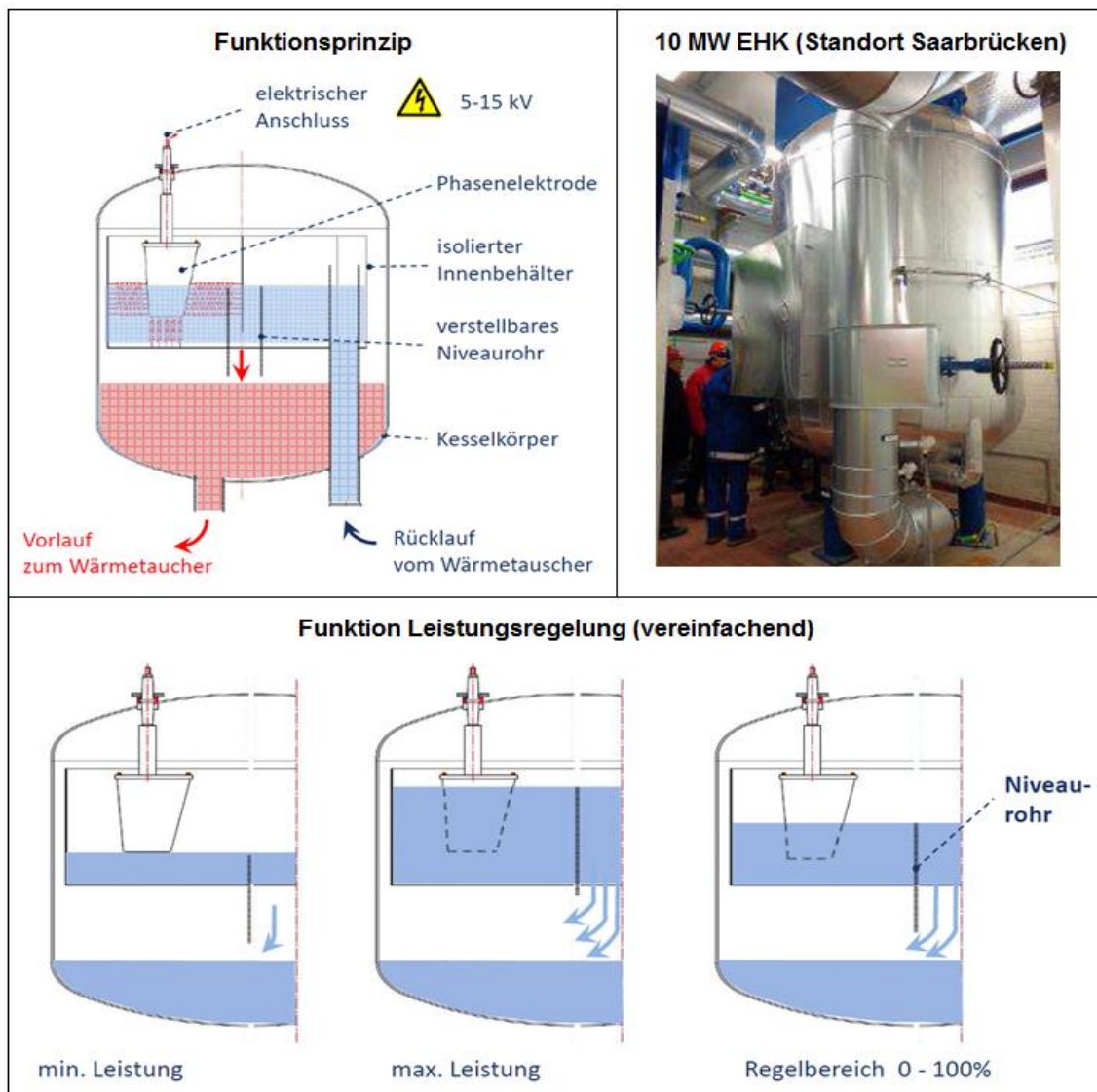


Abbildung 40: EHK Funktionsprinzip (Quelle: Hinz, 2014, S.6ff.)



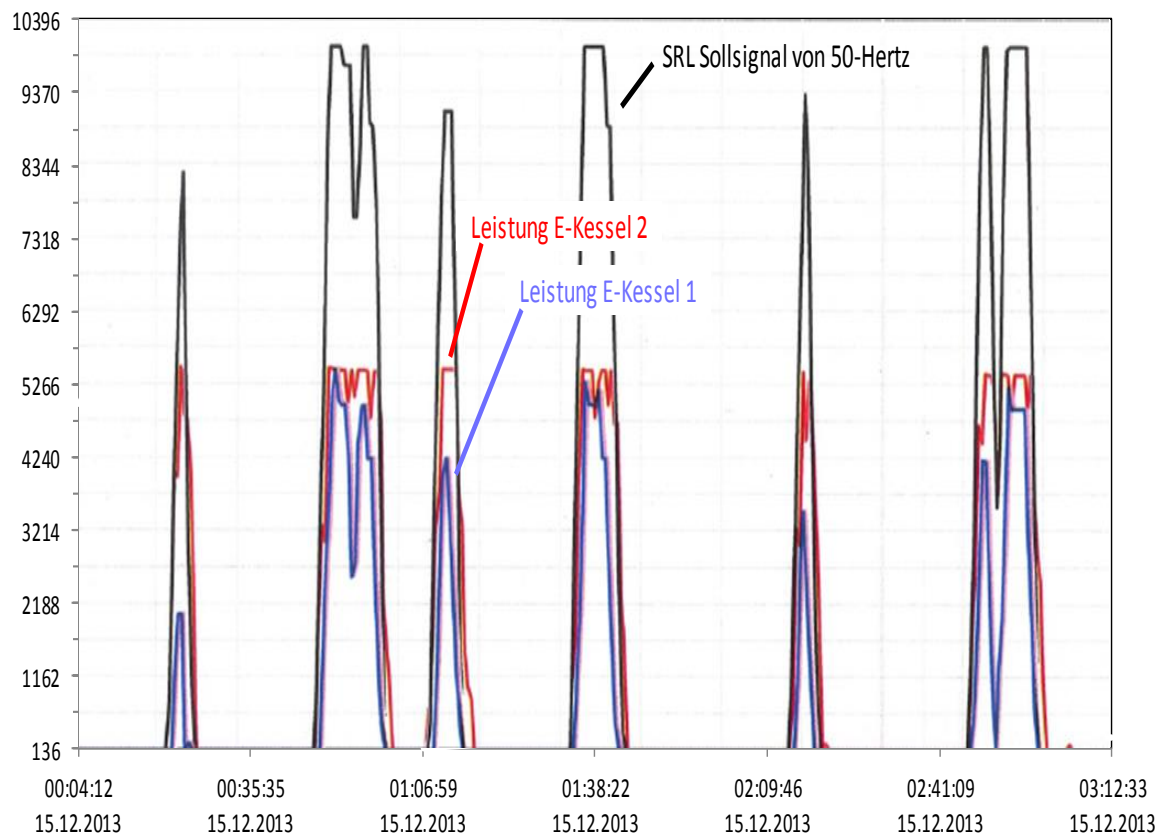


Abbildung 42: EHK Nachweis Regelbarkeit (Quelle: Stadtwerke Schwerin, 2014, S.15)

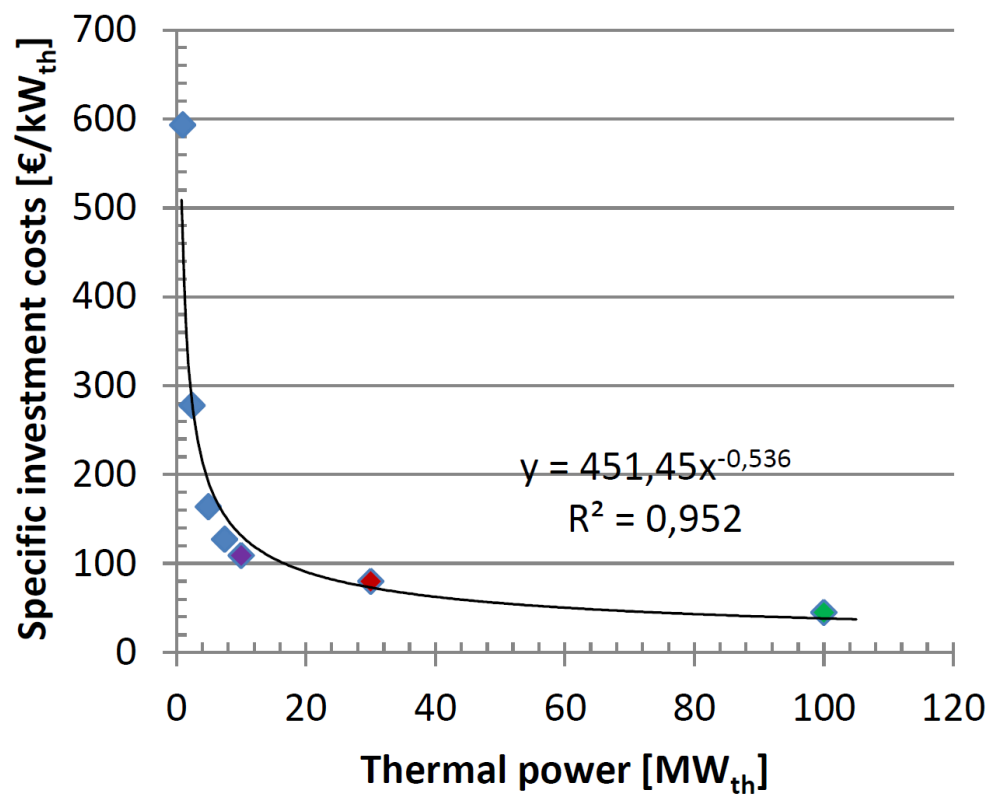






Abbildung 43: EHK Investitionskosten (Quelle: Götz et al., 2013b, S.10).

## Ausgeführte Wärmespeicher (Bauweise: Stahl)

	Standort	Technische Daten	Bemerkungen
	Wärmespeicher Dresden	6.600 m <sup>3</sup> Druckspeicher 40 * 165 m <sup>3</sup>	Standort: Dresden Verschaltung von 40 Standard-Druckbehältern
	Wärmespeicher Halle (Saale)	6.700 m <sup>3</sup> bis 98 °C drucklos 22 m Höhe 22 m Ø 30 / 50 cm Isolierung (Wand/Dach)	Standort HKW Dieselstraße Betreiber: EVH GmbH zus. 500 m <sup>3</sup> Ausgleichsvol. enthalten schwimmende obere Düse (patentiert) Spitzenlast für Gegendruck GuD Inbetriebnahme 2006
	Fernwärmespeicher Linz (Österreich)	34.500 m <sup>3</sup> bis 97 °C 65 m Höhe 27 m Ø 50 cm Isolierung	Standort: FHKW Linz-Mitte Betreiber: Linz AG u. a. zur Spitzenlastabdeckung untere Speichertemperatur 55 °C Inbetriebnahme 2004
	Fernwärmespeicher Theiß (Österreich)	50.000 m <sup>3</sup> drucklos 30 m Höhe 50 m Ø	Standort: Kraftwerk Theiß Betreiber: EVN AG größter Speicher Europas ehemaliger Öltank Inbetriebnahme 2008

## Ausgeführte Wärmespeicher (Bauweise: Beton, meist als Saisonspeicher)

	Standort	Technische Daten	Bemerkungen
	Wärmespeicher Hannover	2.795 m <sup>3</sup> drucklos Betonbehälter 11 m Höhe 19 m Ø Blähglasdämmung	Standort Kronsberg erstmalig mit Hochleistungsbeton ohne weitere Auskleidung (diffusionshemmend) Be- und Entladung auf 3 Ebenen Wasserverluste jährlich 4-10 m <sup>3</sup> Umgebungstemp. Erdreich nach 4 Jahren stabil bei 18-30 °C Baukosten ca. 240 €/m <sup>3</sup> Inbetriebnahme ca. 2000
	Wärmespeicher Hamburg	4.500 m <sup>3</sup> drucklos Betonbehälter Edelstahlauskleidung 11 m Höhe 26 m Ø	Standort Bramfeld Baukosten ca. 213 €/m <sup>3</sup> Inbetriebnahme 1996
	Wärmespeicher Friedrichshafen	12.000 m <sup>3</sup> drucklos Betonbehälter Edelstahlauskleidung 20 m Höhe 32 m Ø Ist-Betrieb: 40-85 °C Mineralfaserdämmung	Standort Wiggenshausen-Süd seit 2005 ca. 25 % höhere Wärmeverluste (Ursache vermutlich Durchfeuchtung) Umgebungstemp. Erdreich seit IBN steigend, in 2008 bei ca. 30-40 °C Baukosten ca. 114 €/m <sup>3</sup> Inbetriebnahme 1996

Abbildung 44: Kenndaten realisierter Wärmespeicher (Quelle: Gäbler und Lechner, 2013, S. 13 f.).

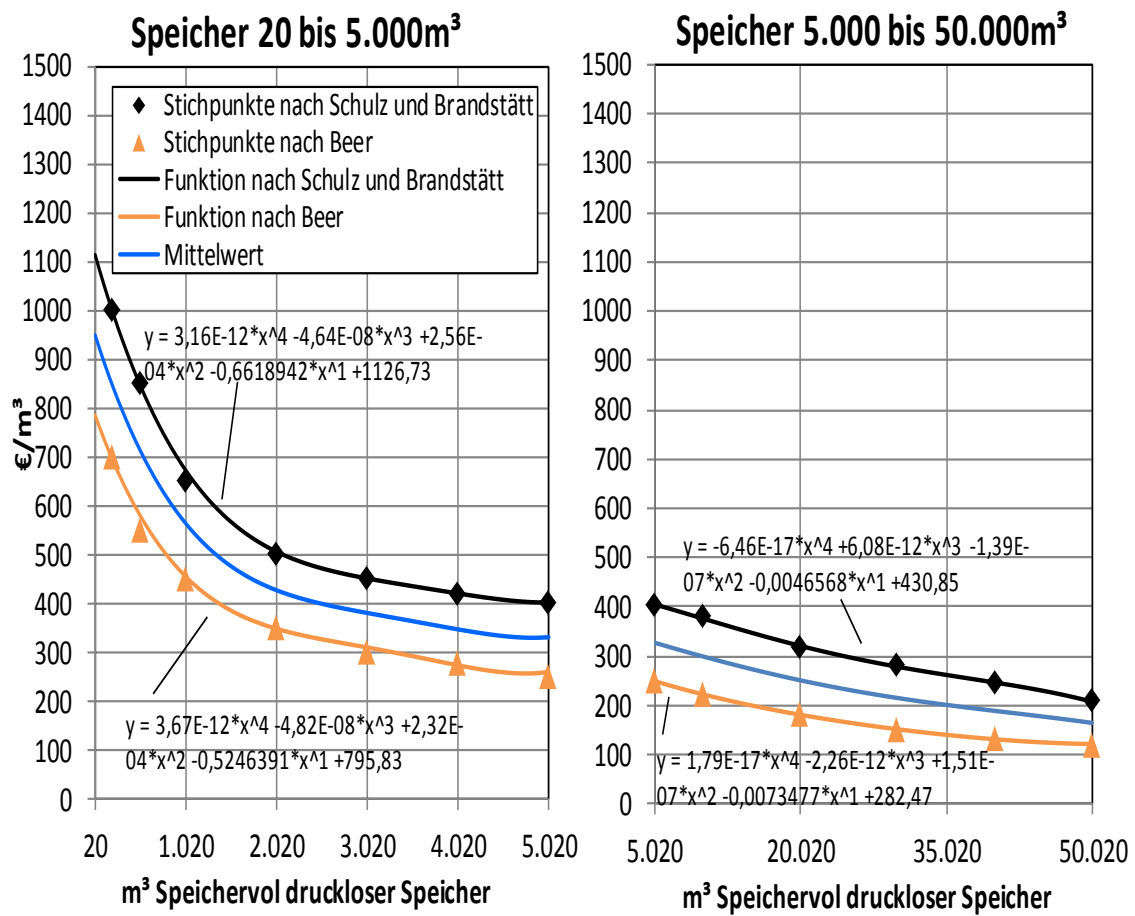


Abbildung 45: Wärmespeicher Investitionskosten (Quelle: Eigene Darstellung. Daten entnommen aus: Schulz und Brandstätter, 2013, S.24 und Beer, 2011, S.13)



Entgelte und Abgaben auf Strom zur Verwendung in Elektroheizern (Stand 2013)	
Komponente	ct/KWh
Übertragungsnetzentgelt	2,2*
Verteilnetzentgelt	
Systemabgabe	
Konzessionsabgabe	0,11
EEG-Umlage	5,277
KWK-Umlage	0,06
Offshore Umlage	0,25
§19 Umlage	0,05
Stromsteuer	2,05
<b>Gesamt</b>	<b>9,997</b>

\*nur Arbeits- exklusive Leistungspreis

Tabelle 11: Entgelte und Abgaben auf Strom für EHK (Quelle: Schulz und Brandstätt, 2013, S.59)

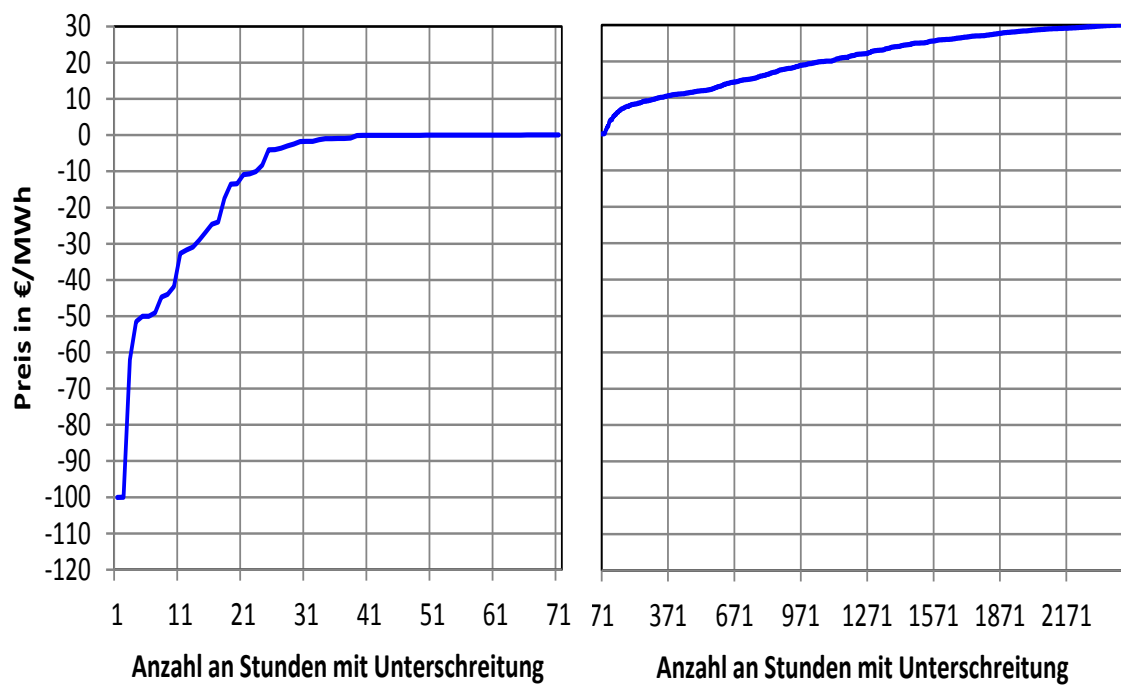


Abbildung 46: EPEX Spot Preise 2013 geordnet (Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus: URL: <http://www.epexspot.com/de/marktdaten/auktionshandel/auction-table> [01.05.2014]).

Datentyp	Land	Quelle	Jahr	Quelle Detail
Abrufe	AUT	APG	2012	<a href="http://www.apg.at/de/markt/netzregelung/sekundaerregelung">http://www.apg.at/de/markt/netzregelung/sekundaerregelung</a> [06.01.2014].
LP			2013-2014	<a href="https://www.apg.at/emwebapgrem/startApp.do">https://www.apg.at/emwebapgrem/startApp.do</a> [06.01.2014].
AP			2013-2014	<a href="https://www.apg.at/emwebapgrem/startApp.do">https://www.apg.at/emwebapgrem/startApp.do</a> [06.01.2014].
Abrufe	DE	Netzregelverbund	2012	<a href="https://www.regelleistung.net/ip/action/abrufwert">https://www.regelleistung.net/ip/action/abrufwert</a> [06.01.2014].
LP			2013-2014	<a href="https://www.regelleistung.net/ip/action/ausschreibung/public">https://www.regelleistung.net/ip/action/ausschreibung/public</a> [06.01.2014].
AP			2013-2014	<a href="https://www.regelleistung.net/ip/action/ausschreibung/public">https://www.regelleistung.net/ip/action/ausschreibung/public</a> [06.01.2014].

*Tabelle 12: SRL-Daten Quellen Übersicht (Quelle: Eigene Darstellung).*

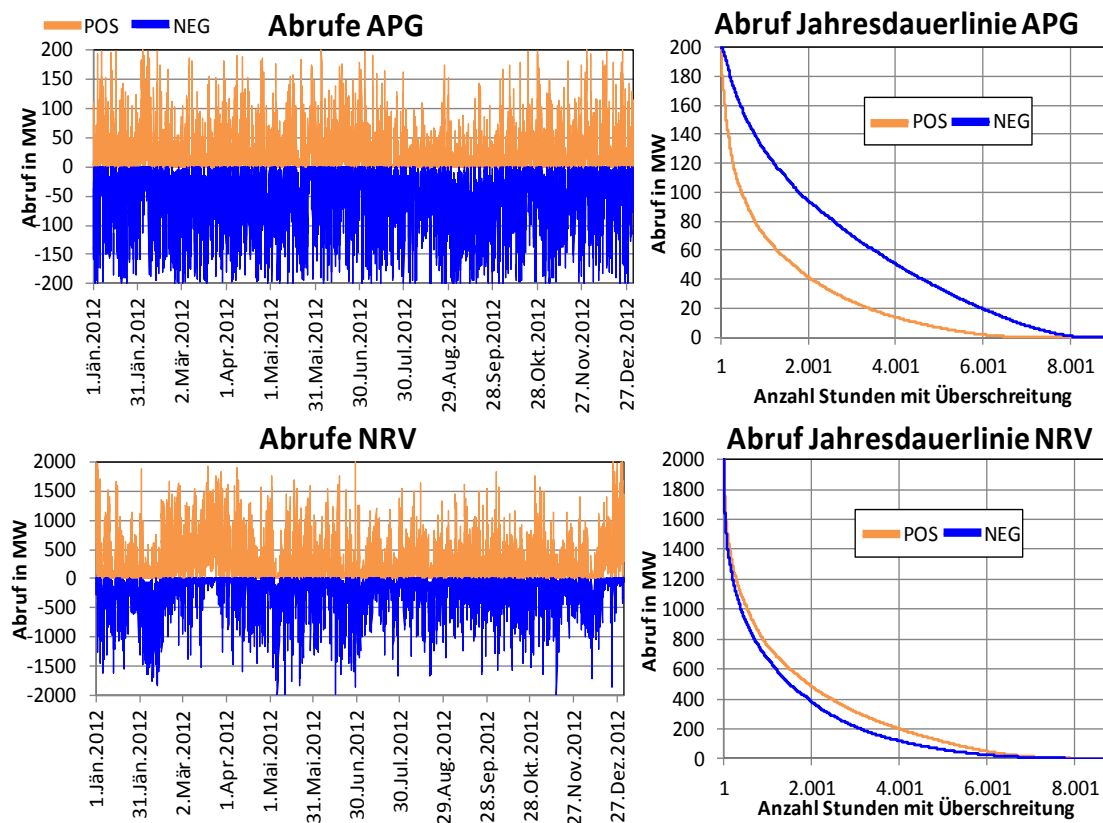


Abbildung 47: SRL Abrufe APG und NRV (Quelle: Eigene Darstellung).

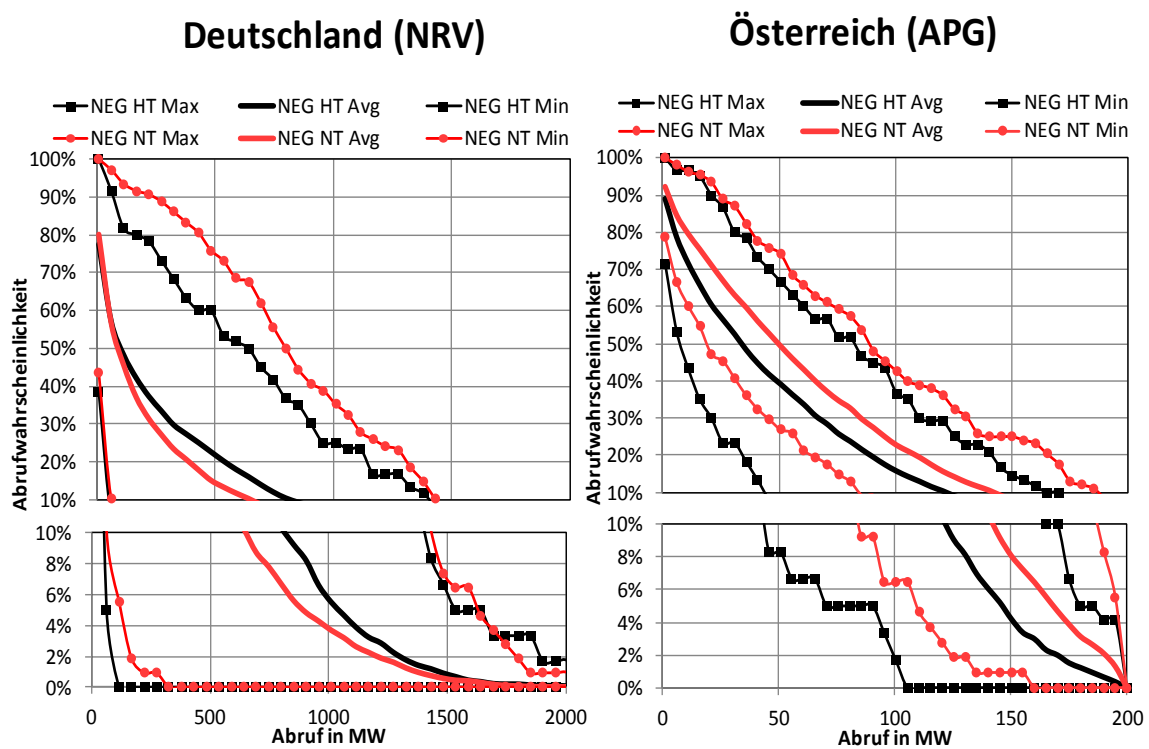


Abbildung 48: SRL Abrufwahrscheinlichkeiten 2012 (Quelle: Eigene Darstellung)

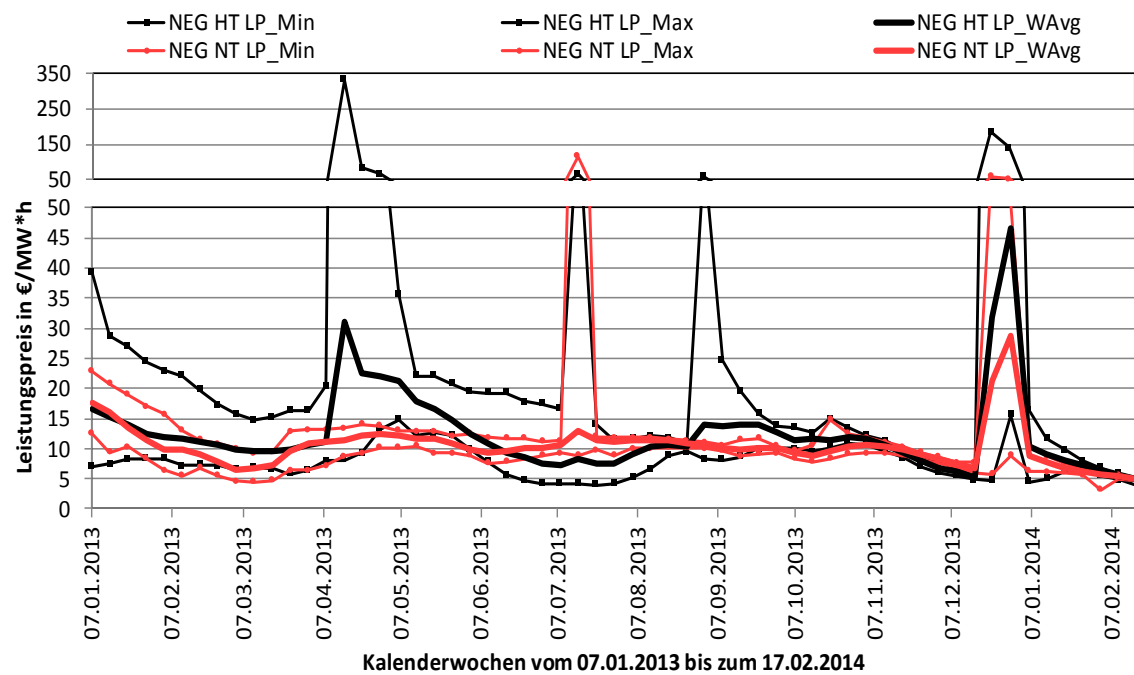


Abbildung 49: SRL Leistungspreise Deutschland 2013-2014 (Quelle: Eigene Darstellung).

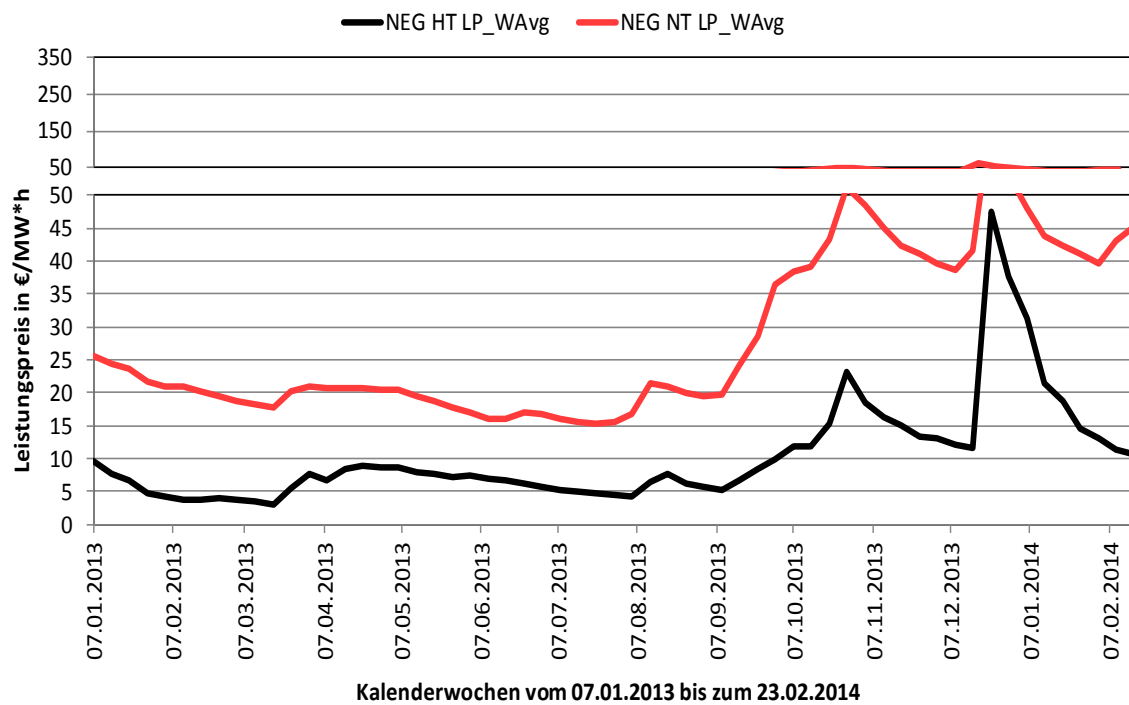
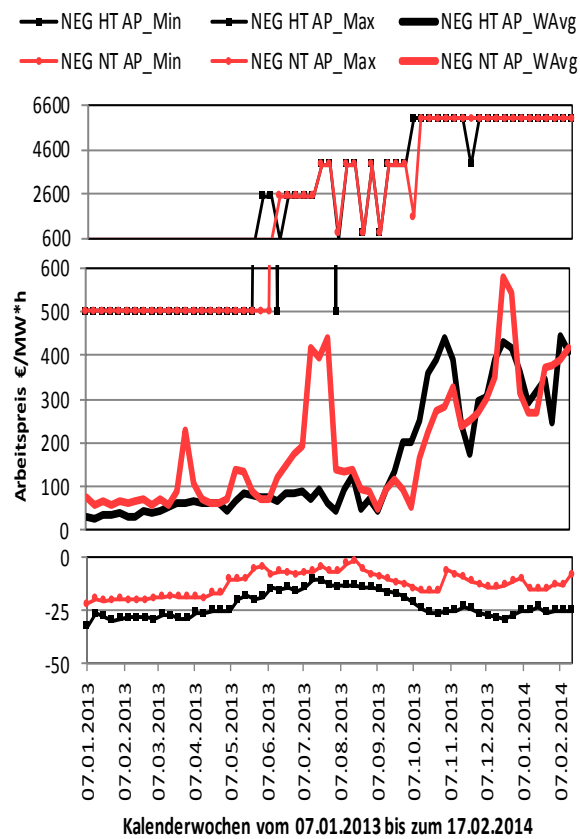


Abbildung 50: SRL Leistungspreise Österreich 2013-2014 (Quelle: Eigene Darstellung).

## Deutschland (NRV)



## Österreich (APG)

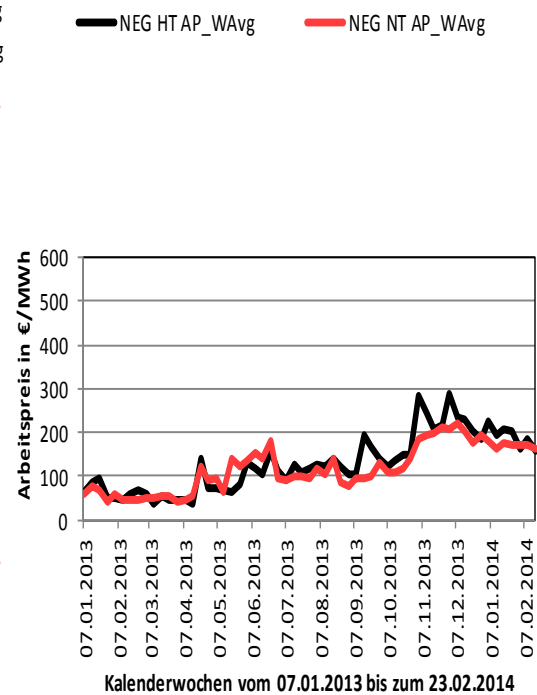


Abbildung 51: SRL Arbeitspreise 2013-2014 (Quelle: Eigene Darstellung).



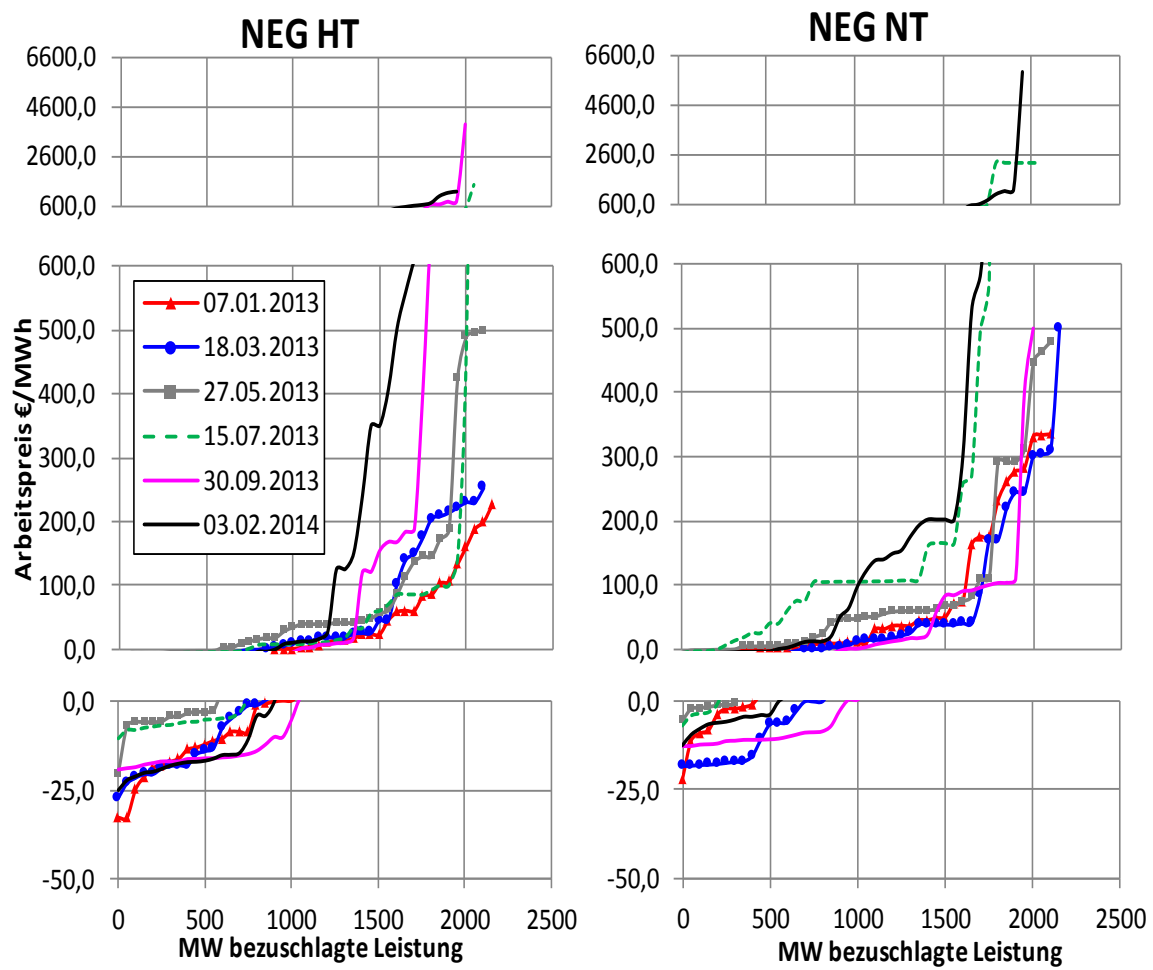


Abbildung 52: SRL Merit Order Arbeitspreise Deutschland (Quelle: Eigene Darstellung).

### Annahmen Betrieb fiktives KWK Heizkraftwerk 2012

#### Wärmelastgang

Spitzenlast	40,0 MW
Durchschnittliche Last	13,0 MW
Wärmeerzeugung Summe	114,0 GWh

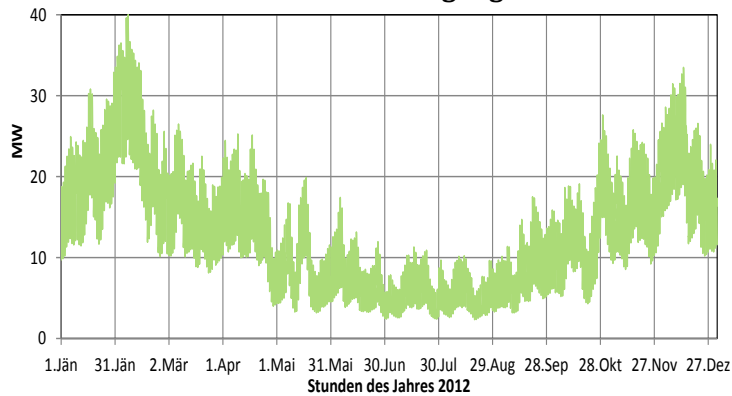
#### Spitzenlastkessel

Brennstoff	Gas
Thermische Leistung	16 MW
Volllaststunden	143 h
Wirkungsgrad	80 %
Max erlaubte Strombezugskosten EHK	31,25 €/MWh

#### Grundlastkessel

Brennstoff	Gas
Betriebsweise	Wärmegeführt
Thermische Leistung	25 MW
Volllaststunden	4467 h
Wirkungsgrad thermisch	60 %
Wirkungsgrad elektrisch	25 %
Kosten Primärenergieträger	25 €/MWh
Ø Stromerlös	40 €/MWh
Erzeugungskosten 1 MWh Wärme	41,67 €/MWh
Stromerlös bei Erzeugung 1 MWh Wärme	16,67 €
Max erlaubte Strombezugskosten EHK	25,00 €/MWh

#### Wärmelastgang



#### Jahresdauerlinie

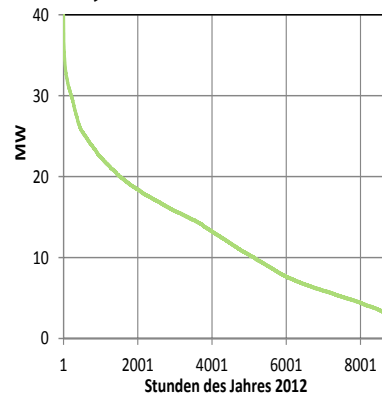


Tabelle 13: Kennzahlen Annahme fiktives Heizkraftwerk (Quelle: Eigene Darstellung).

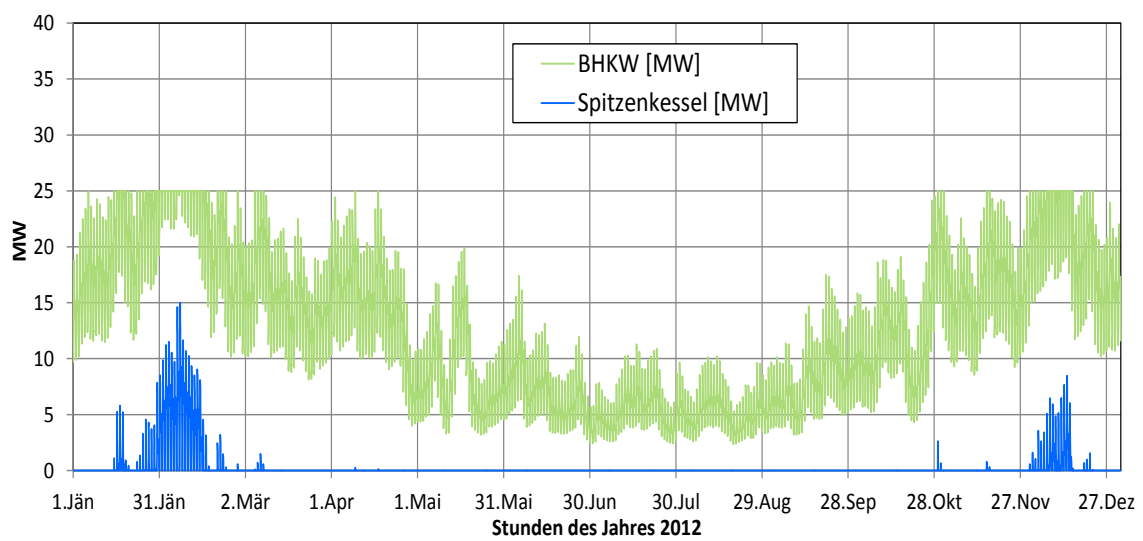


Abbildung 53: Heizkraftwerk ohne EHK (Quelle: Eigene Darstellung)

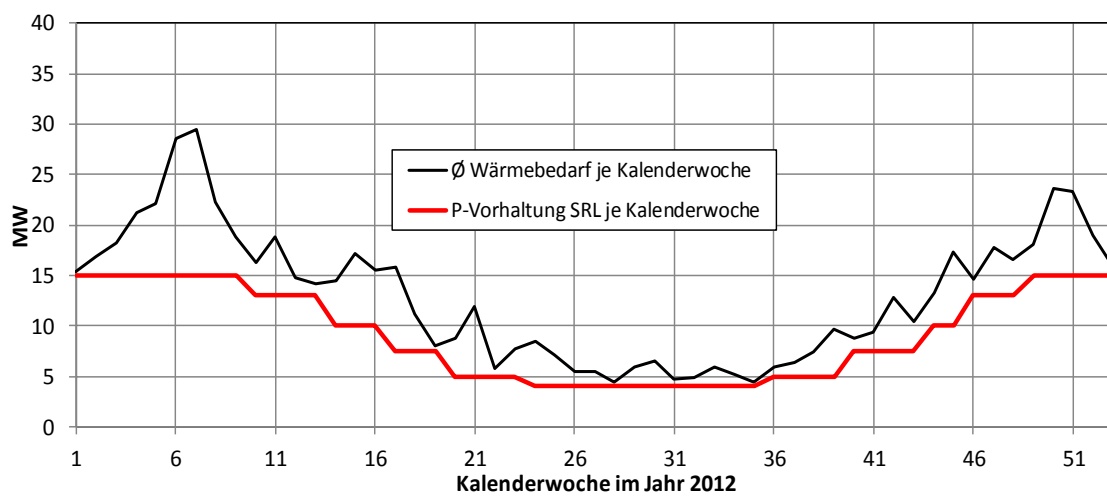


Abbildung 54: EHK angebotene SRL-Leistung (Quelle: Eigene Darstellung)

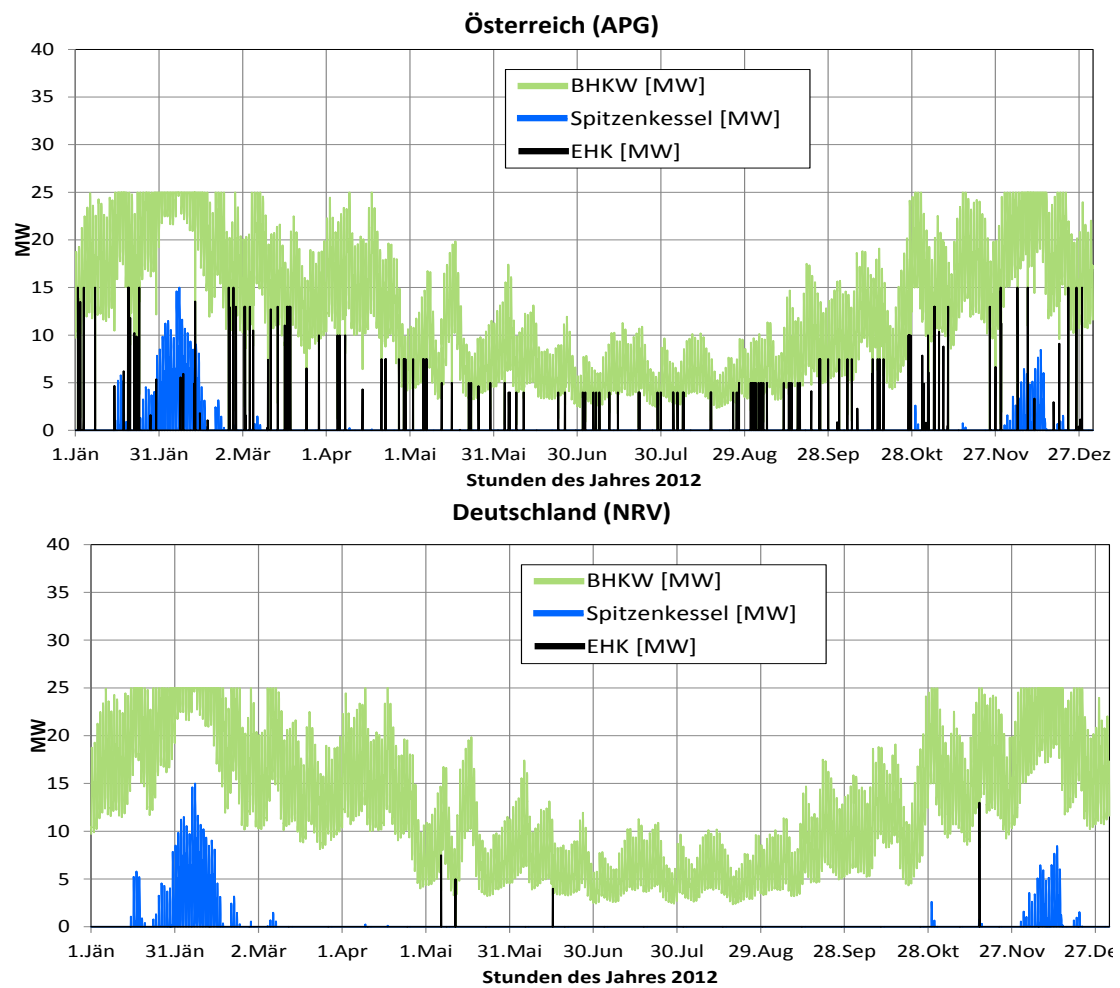


Abbildung 55: Heizkraftwerk mit EHK (Quelle: Eigene Darstellung)

<b>Erzeugung des EHK</b>	<b>Deutschland</b>	<b>Österreich</b>
Summe	29,50 MWh	1.479,46 MWh
Verdrängung BHKW	29,50 MWh	1.446,23 MWh
Verdrängung Spitzenkessel	0,00 MWh	33,23 MWh

<b>Erlöse und Kosten pro Jahr</b>	<b>Deutschland</b>	<b>Österreich</b>
Leistungspreis	1.055.888 €	1.877.359 €
Arbeitspreis	103.250 €	517.811 €
Primärenergieeinsparung	738 €	37.194 €
Kosten aus Strombezug	-2.950 €	-147.946 €
Betriebskosten	-45.000 €	-45.000 €
<b>Überschuss pro Jahr</b>	<b>1.111.926 €</b>	<b>2.239.418 €</b>

<b>Investitionskosten 200€/kW</b>	<b>3.000.000 €</b>	<b>3.000.000 €</b>
-----------------------------------	--------------------	--------------------

<b>Wirtschaftlichkeitskennzahlen</b>	<b>Deutschland</b>	<b>Österreich</b>
Amortisation statisch	2,70 a	1,34 a
Kapitalwert (i=7%, n=20a)	8,78 Mio €	20,72 Mio €
Interner Zinsfuß (n=20a)	36,98%	74,65%
Amortisation dynamisch (i=7%)	3,10 a	1,46 a

Tabelle 14: Wirtschaftlichkeit EHK am SRL-Markt (Quelle: Eigene Darstellung).

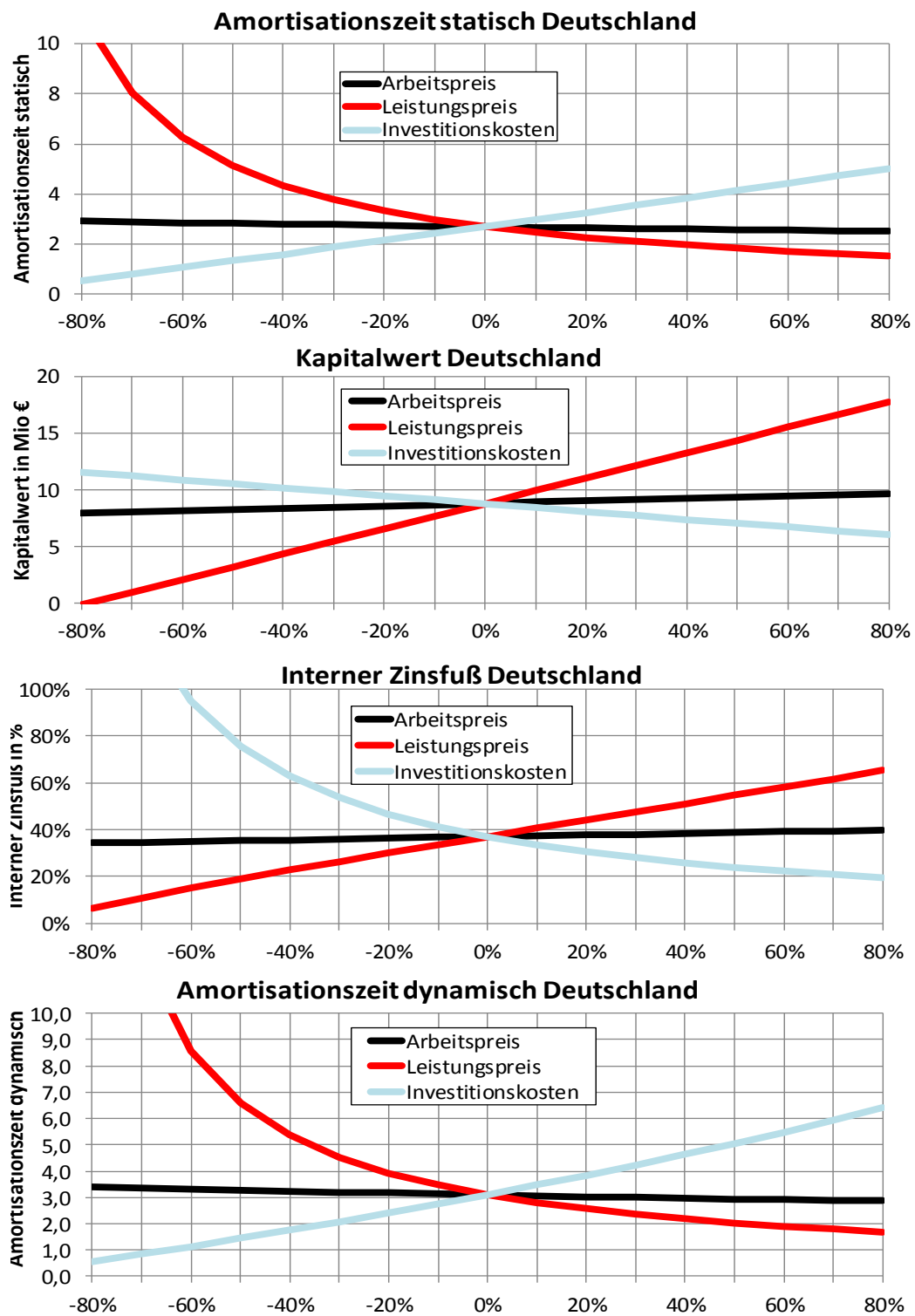


Abbildung 56: SRL Sensitivität Wirtschaftlichkeit Deutschland (Quelle: Eigene Darstellung).

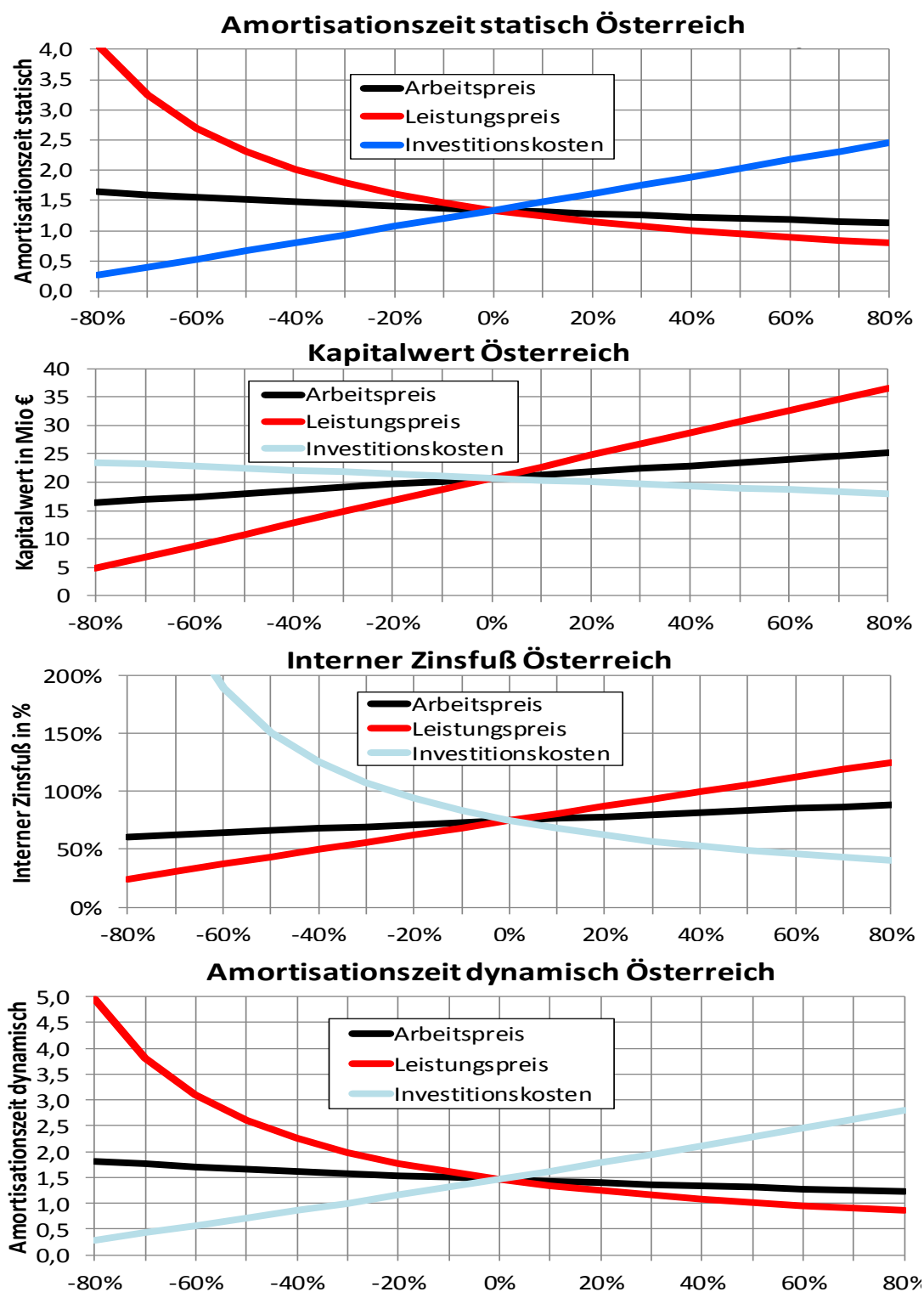


Abbildung 57: SRL Sensitivität Wirtschaftlichkeit Österreich (Quelle: Eigene Darstellung).



Szenarioname	Residuallast [MW]		EE-Überschüsse [TWh]	Anzahl Stunden RL<0	Wärmebedarf [TWh]		Max Wärmelast [MW]	
	Max	Min			Alle Netze	Größte 42 Netze	Alle Netze	Größte 42 Netze
40%_BEE_2011	75.791	-11.138	0,16	50	135,92	103,30	41.341	31.419
40%_BEE_2012	77.958	-12.537	0,39	96	141,08	107,22	49.518	37.634
40%_OwnGuess_2011	75.246	-11.456	0,24	58	135,92	103,30	41.341	31.419
40%_OwnGuess_2012	77.551	-18.176	0,72	117	141,08	107,22	49.518	37.634
60%_BEE_2011	70.913	-48.524	12,25	1.035	135,92	103,30	41.341	31.419
60%_BEE_2012	73.739	-51.638	13,55	1.075	141,08	107,22	49.518	37.634
60%_OwnGuess_2011	70.251	-45.938	13,43	1.079	135,92	103,30	41.341	31.419
60%_OwnGuess_2012	73.414	-45.647	14,90	1.057	141,08	107,22	49.518	37.634
80%_BEE_2011	67.919	-88.947	55,57	2.614	135,92	103,30	41.341	31.419
80%_BEE_2012	71.491	-93.135	55,79	2.418	141,08	107,22	49.518	37.634
80%_OwnGuess_2011	67.092	-74.720	58,43	2.463	135,92	103,30	41.341	31.419
80%_OwnGuess_2012	71.282	-77.586	55,62	2.263	141,08	107,22	49.518	37.634

*Tabelle 15: Potential P2H Übersicht Szenarien (Quelle: Eigene Darstellung)*

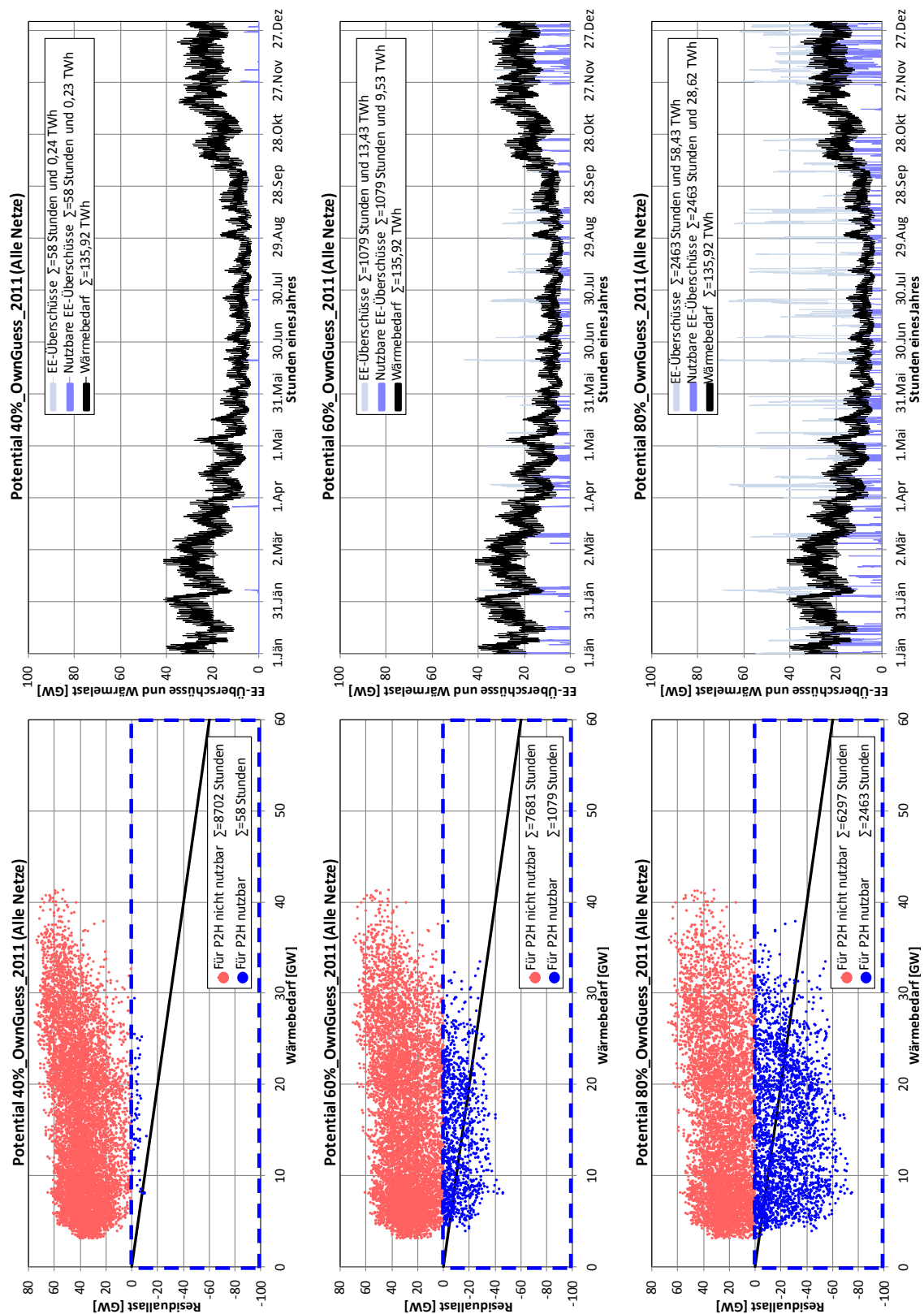


Abbildung 58: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

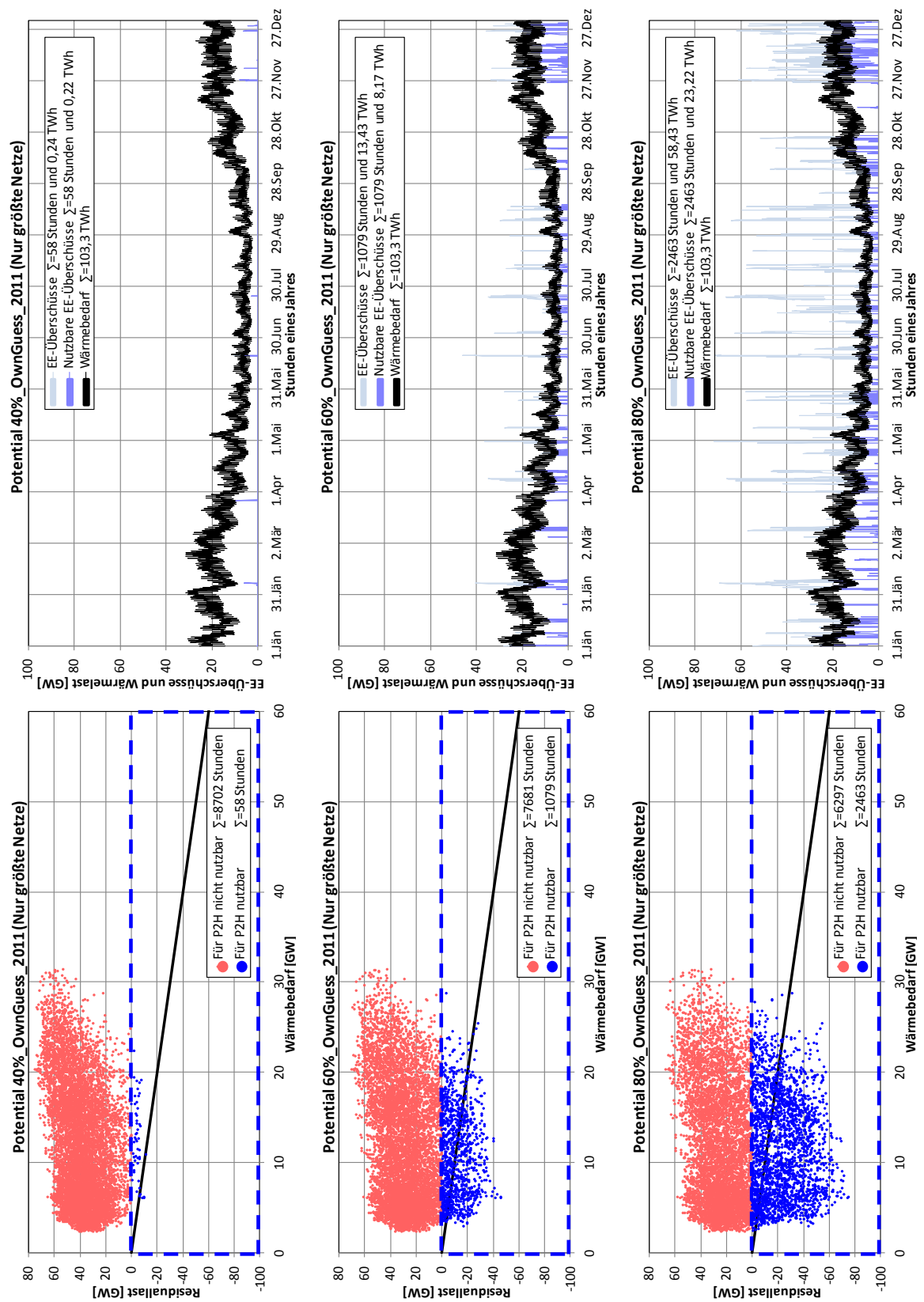


Abbildung 59: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

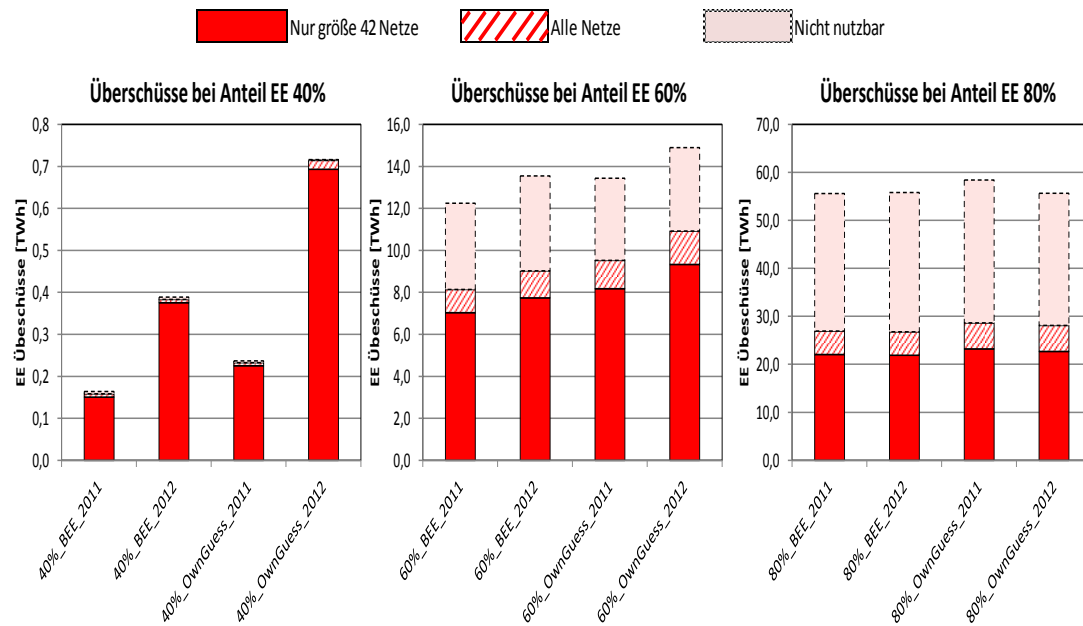


Abbildung 60: Stromüberschüsse Jahressummen (Quelle: Eigene Darstellung)

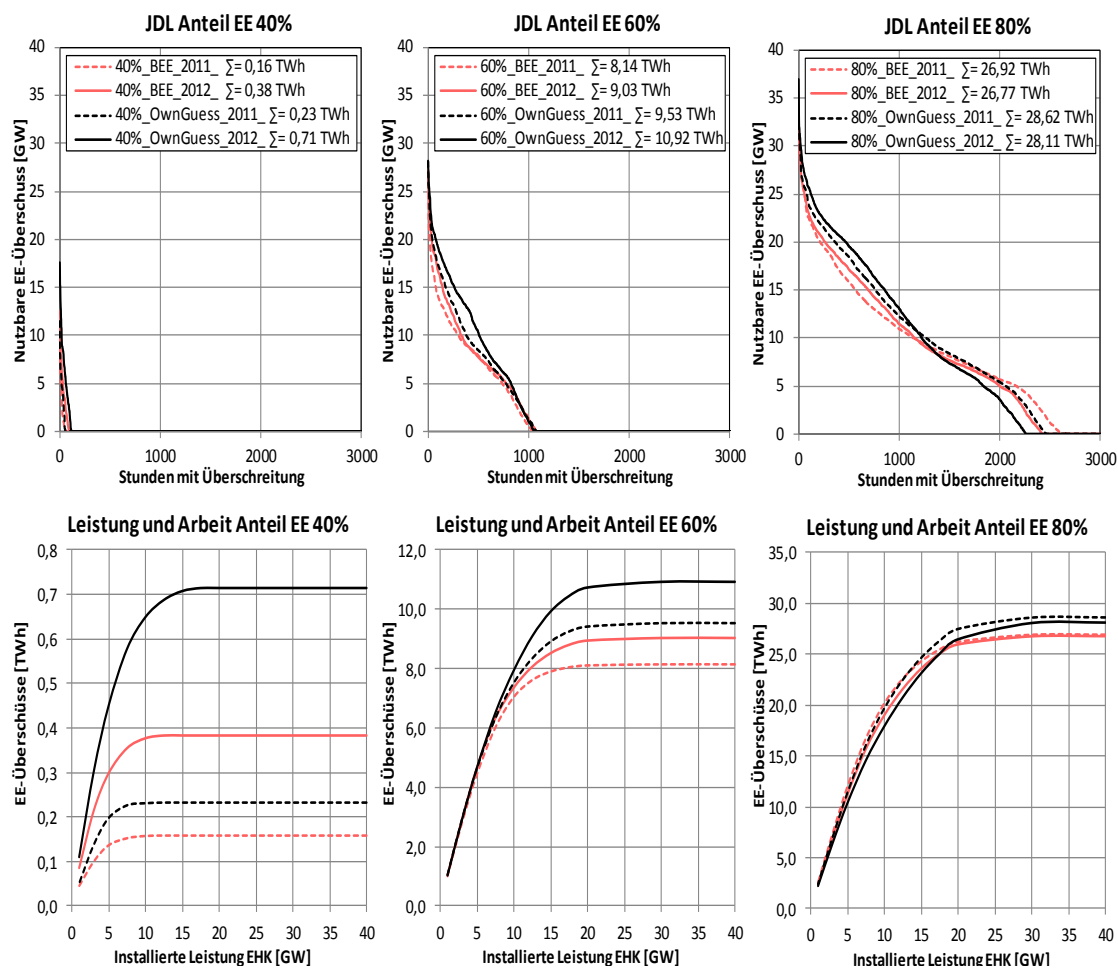


Abbildung 61: Nutzbare Stromüberschüsse alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung).

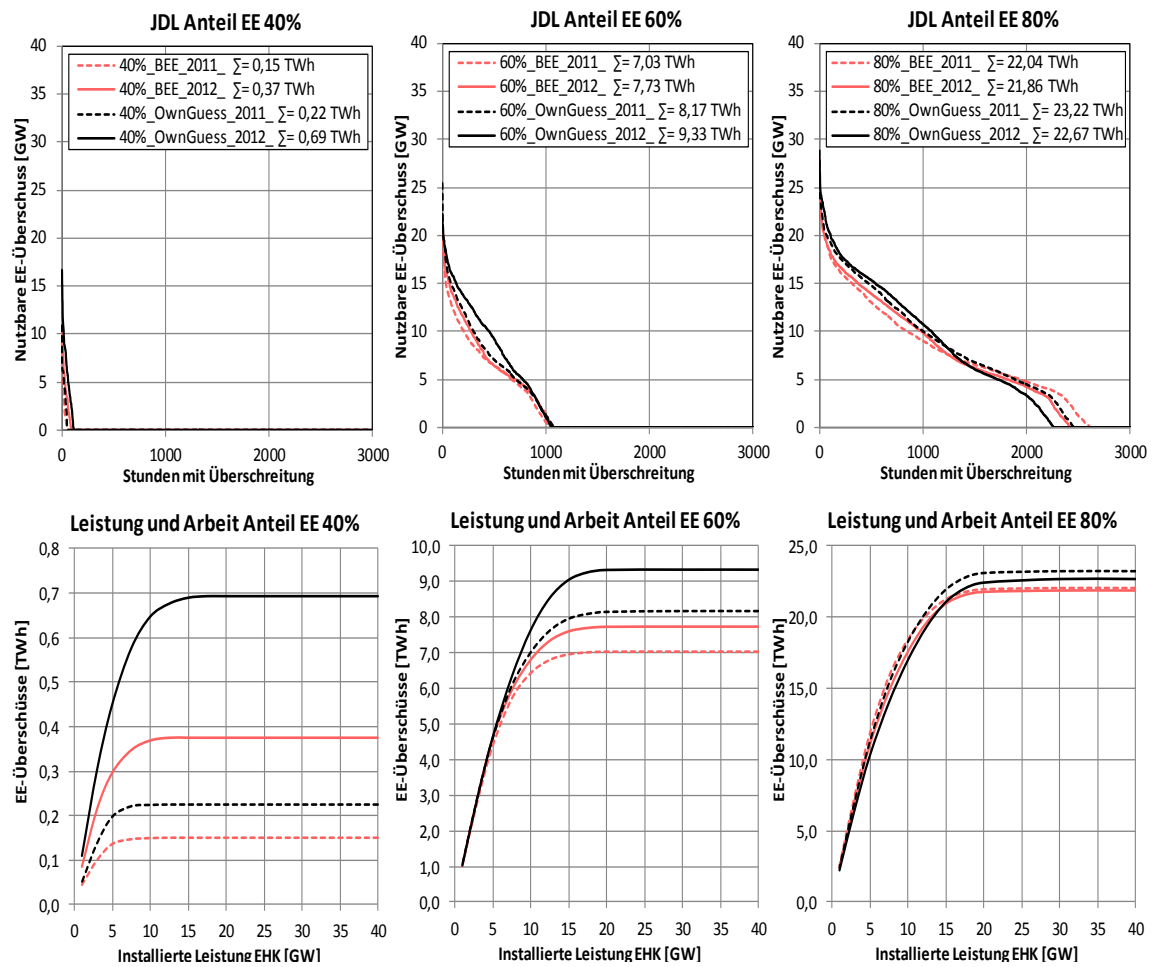


Abbildung 62: Nutzbare Stromüberschüsse größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung).

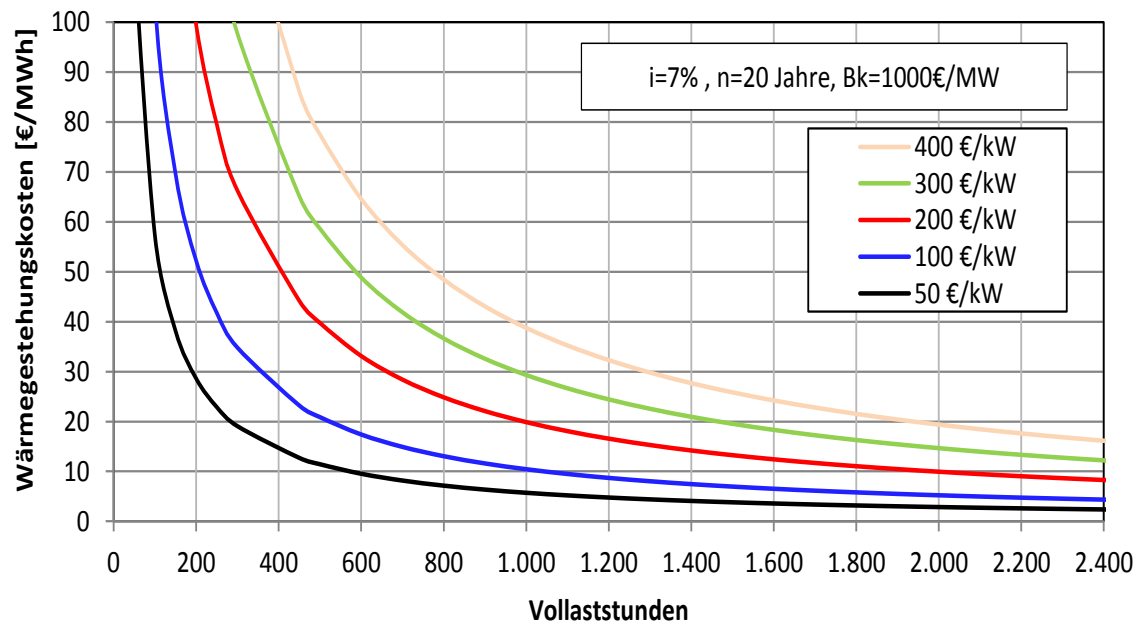


Abbildung 63: Wärmegeherungskosten EHK Sensitivität (Quelle: Eigene Darstellung)

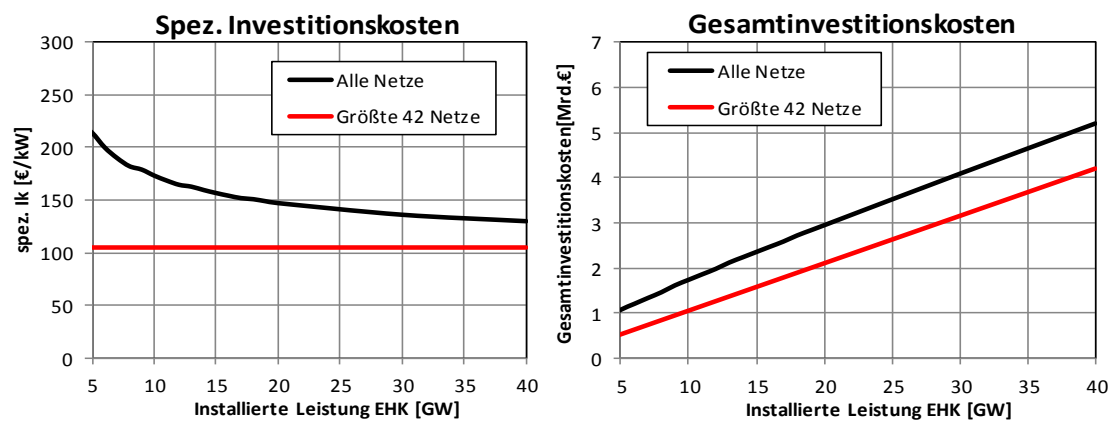


Abbildung 64: Spezifische- und Gesamtinvestitionskosten EHK (Quelle: Eigene Darstellung)



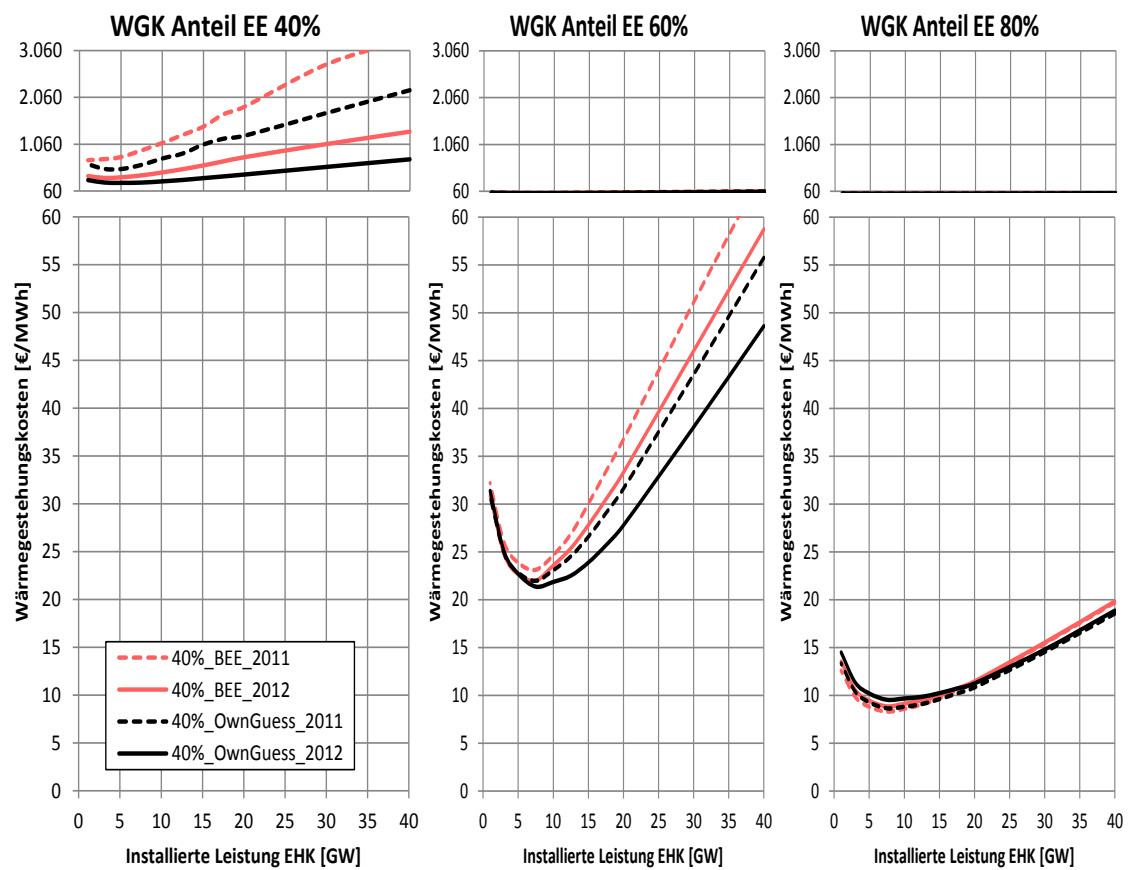


Abbildung 65: Wirtschaftlichkeit EHK alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung)

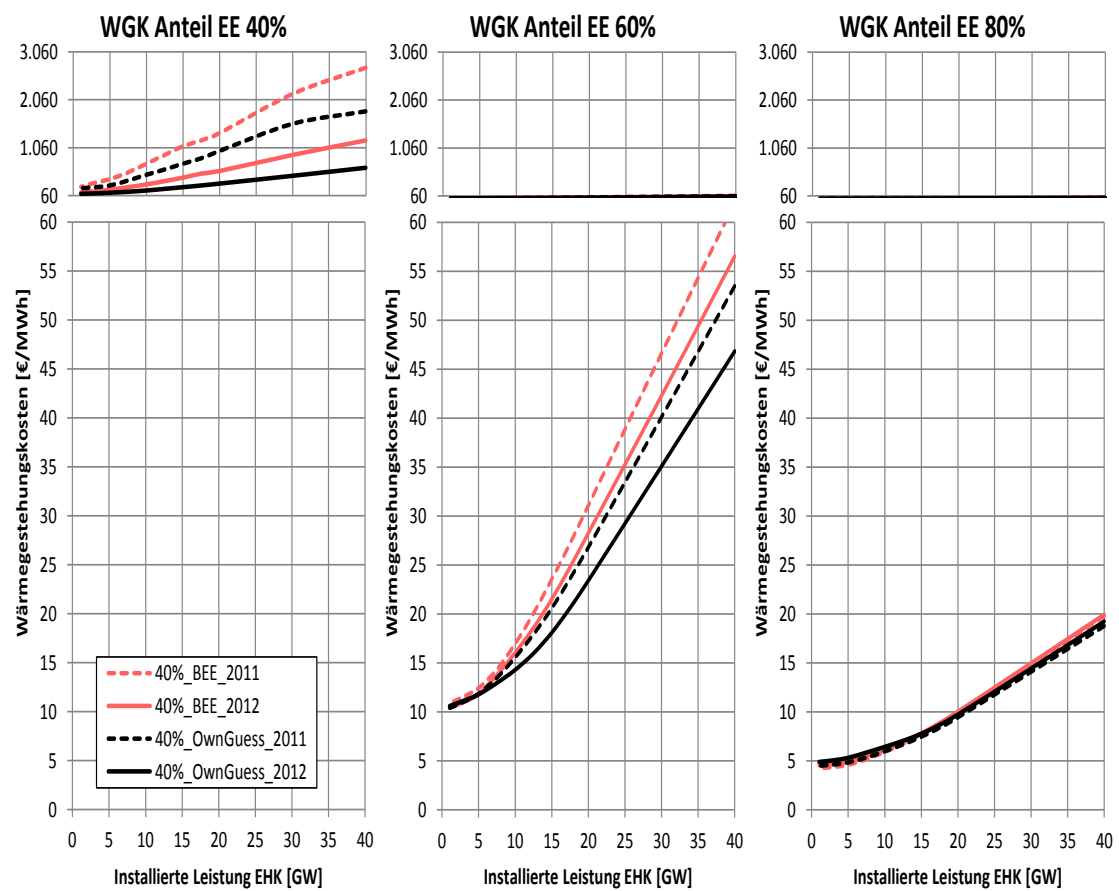


Abbildung 66: Wirtschaftlichkeit EHK größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung)

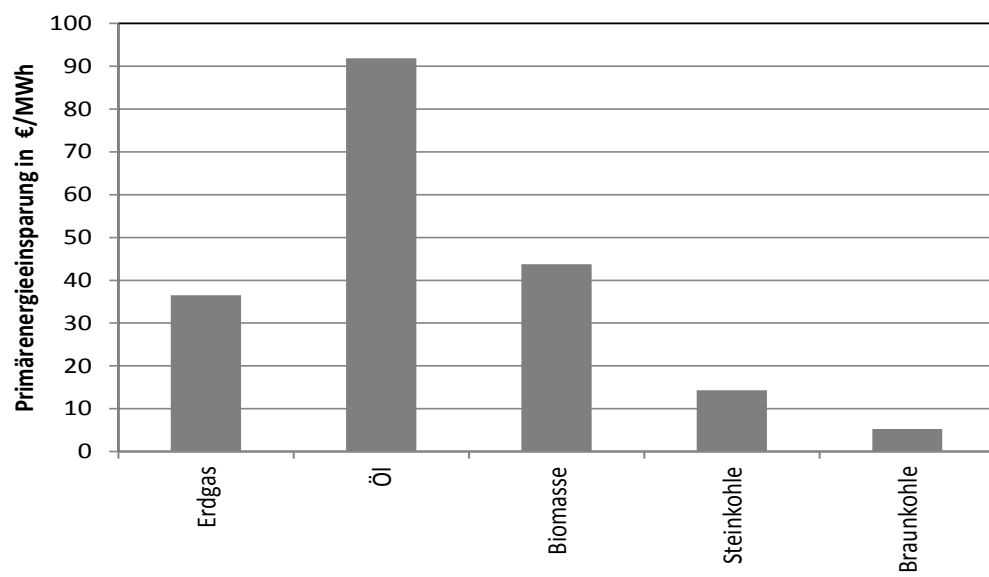


Abbildung 67: Primärenergieeinsparung bei diversen Brennstoffen (Quelle: Eigene Darstellung)

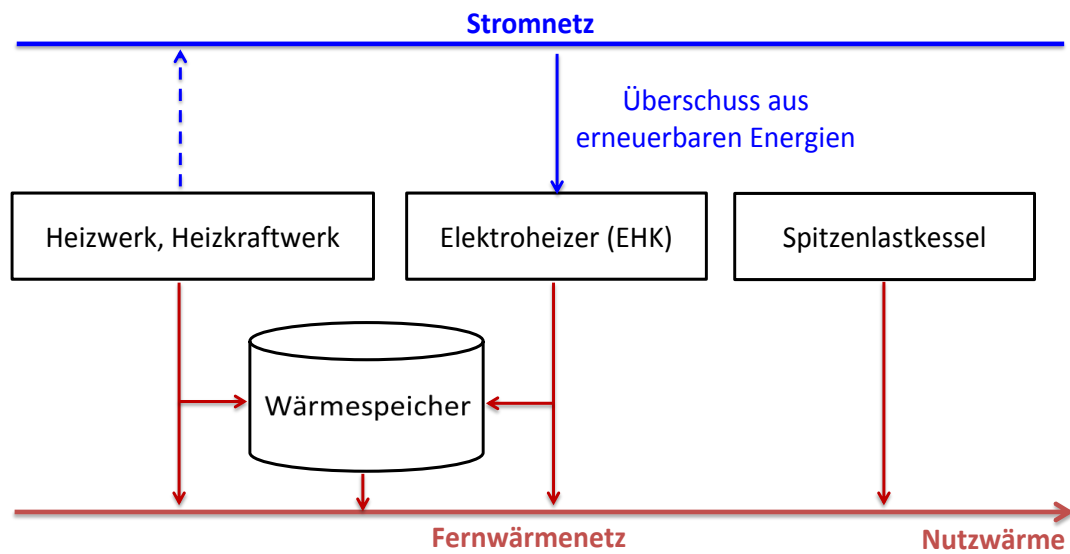


Abbildung 68: Anlagenschema EHK mit Wärmespeicher (Quelle: Eigene Darstellung, modifiziert nach Krzikalla et al., 2013, S.53).

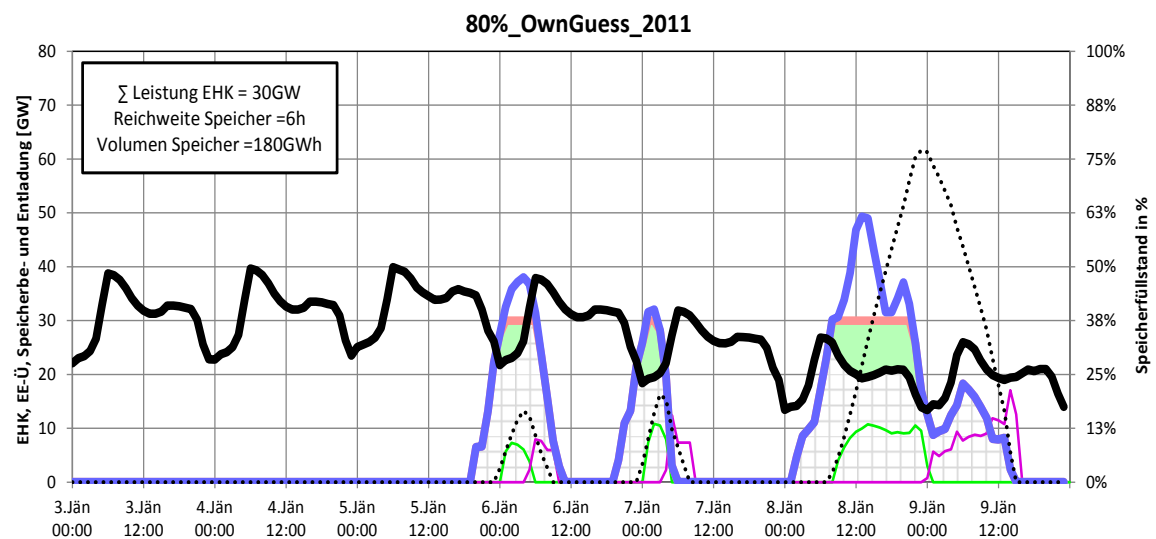
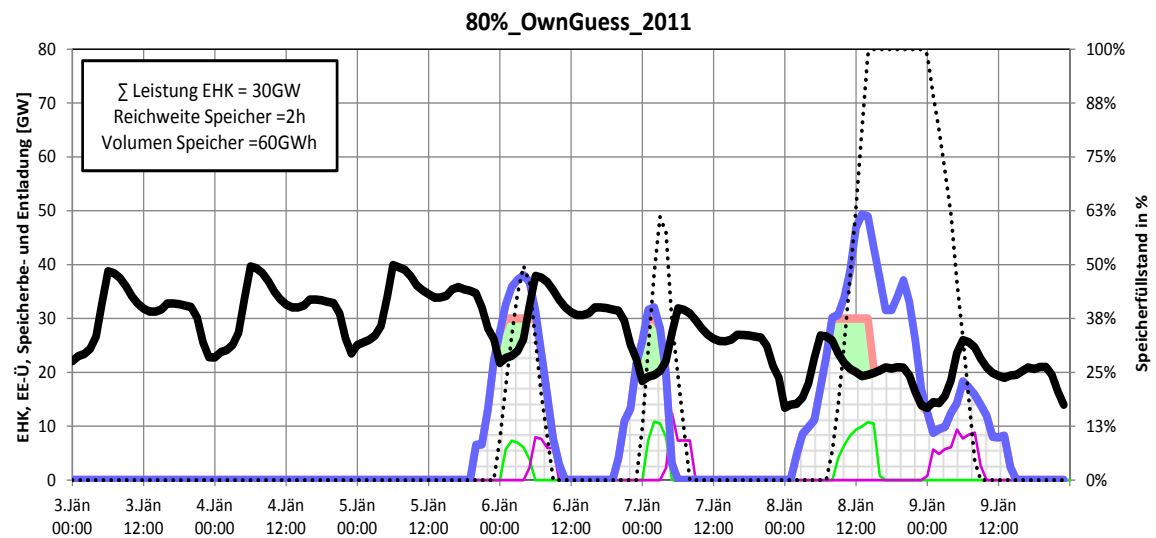
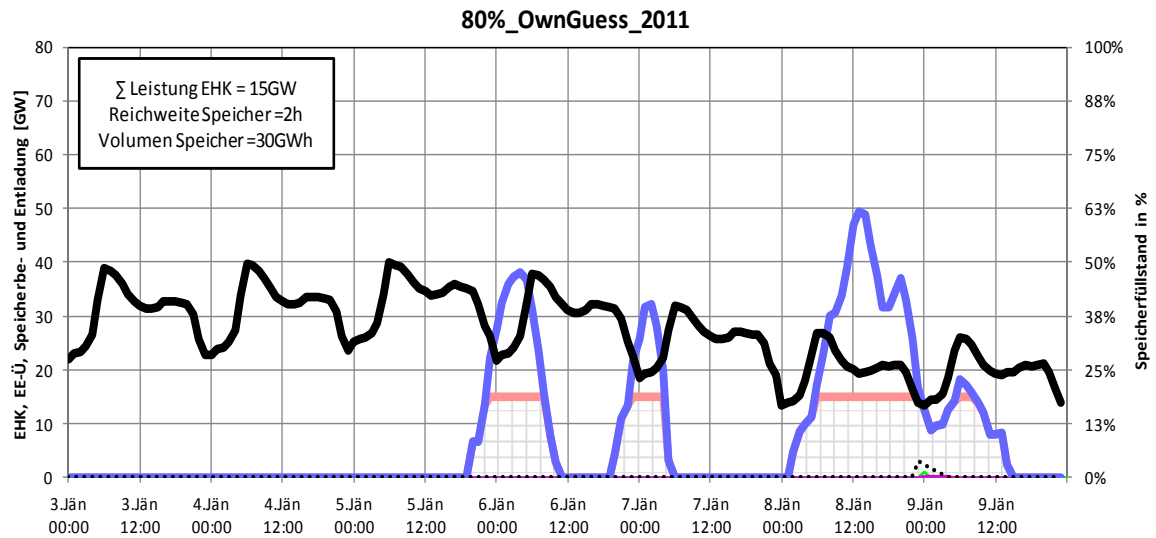
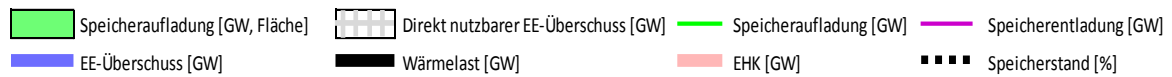


Abbildung 69: Speichersimulation Detailauszug Januar alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung)

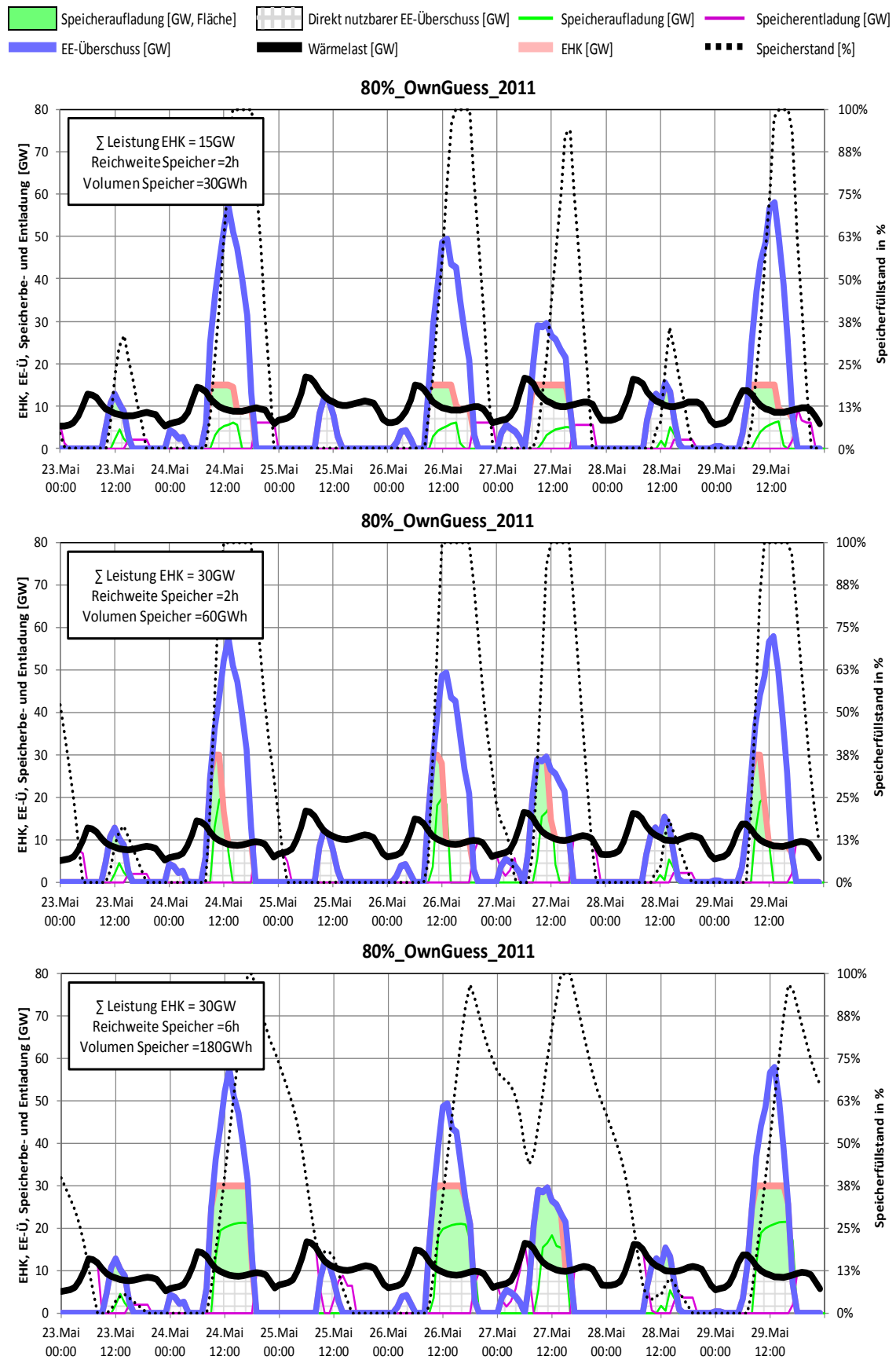


Abbildung 70: Speichersimulation Detailauszug Mai alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung).

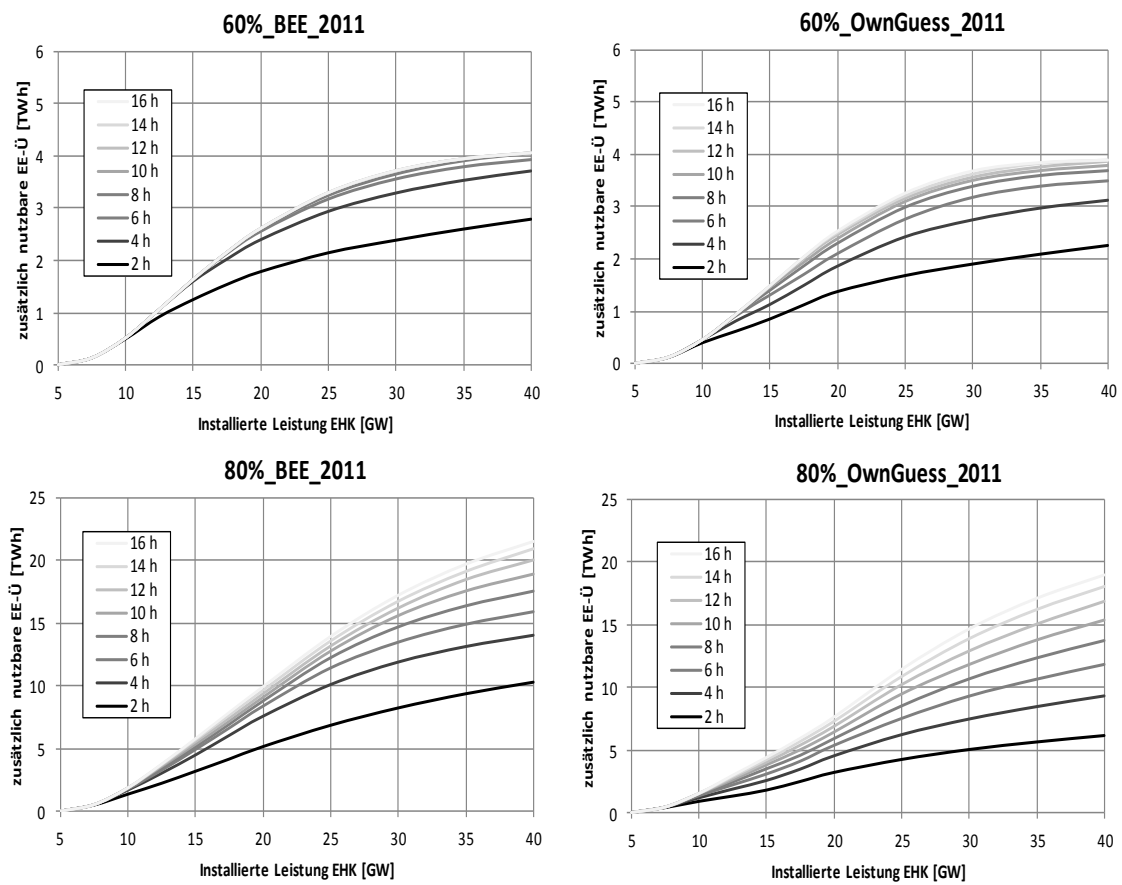


Abbildung 71: Wärmespeicher Potential 2011 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung).

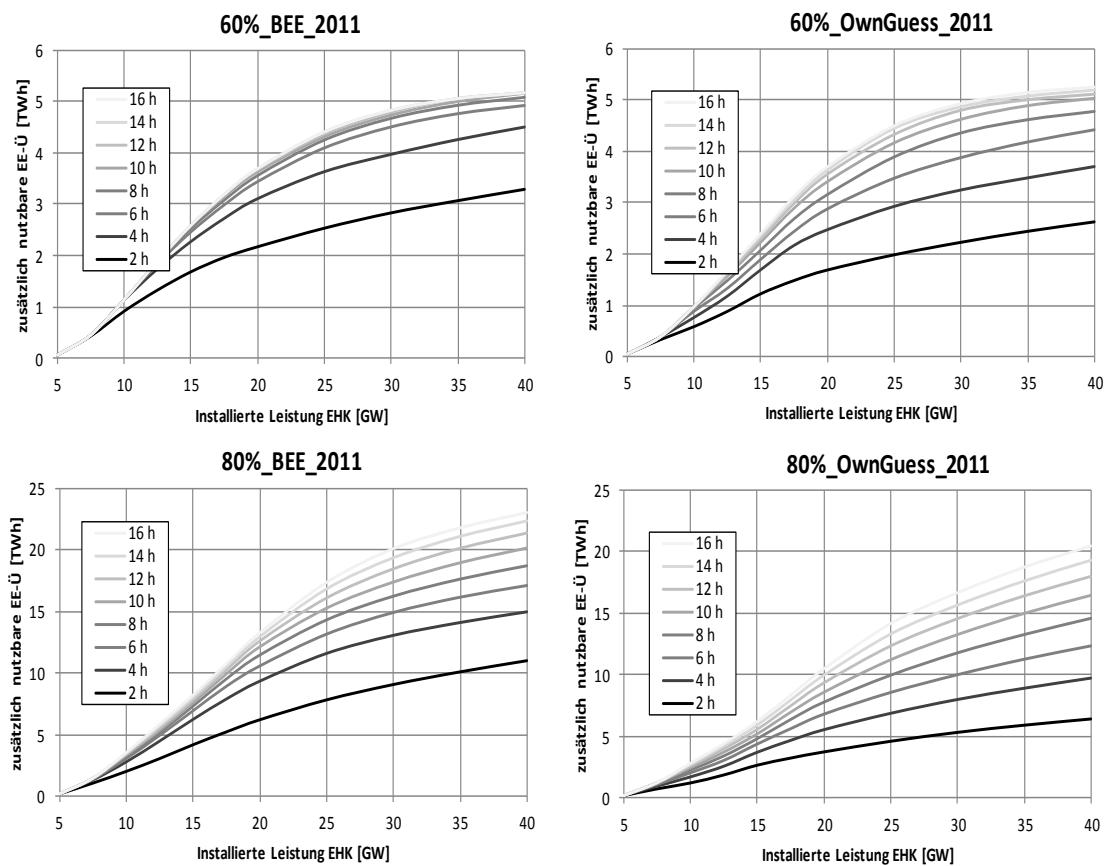


Abbildung 72: Wärmespeicher Potential 2011 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung).



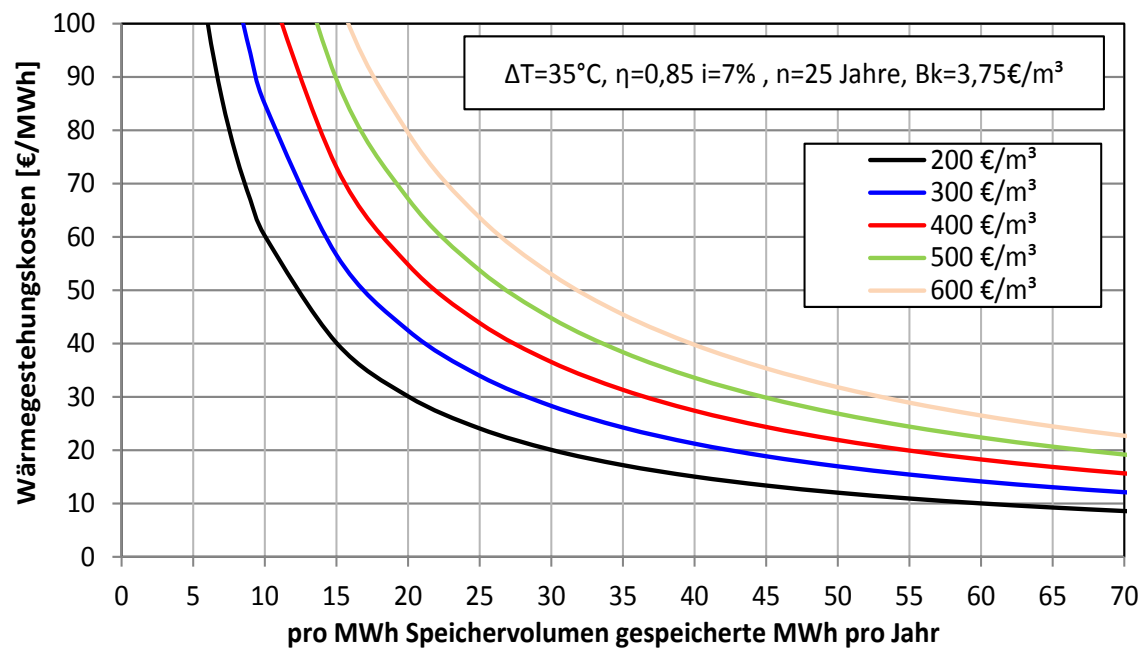


Abbildung 73: Wärmegestehungskosten Wärmespeicher Sensitivität (Quelle: Eigene Darstellung).

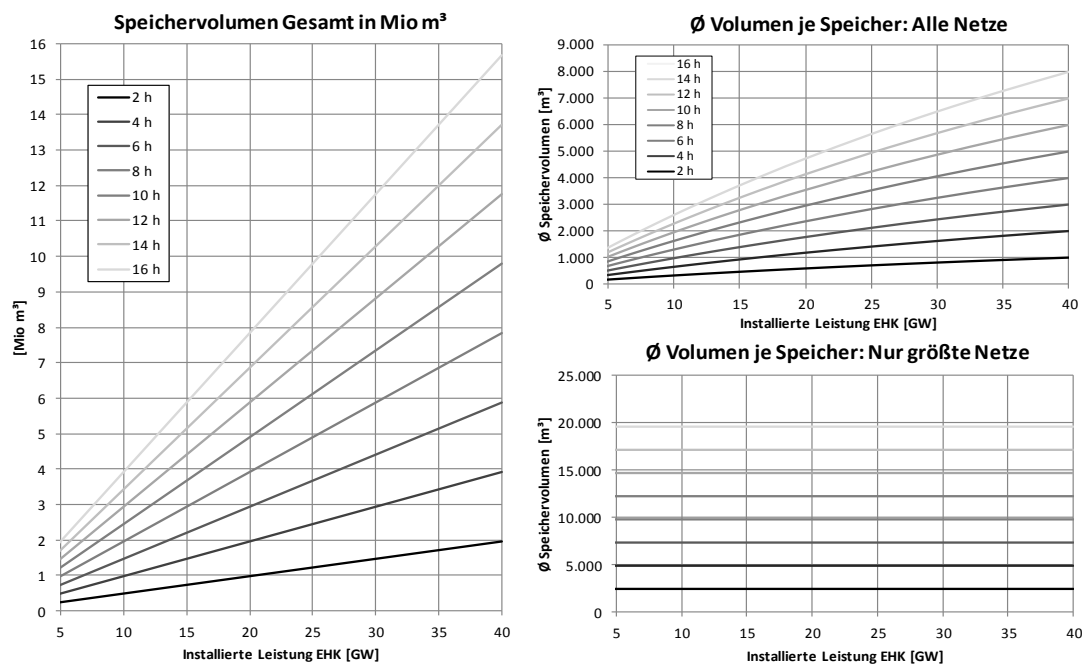


Abbildung 74: Gesamtspeichervolumen und Ø Volumen je Speicher (Quelle: Eigene Darstellung)

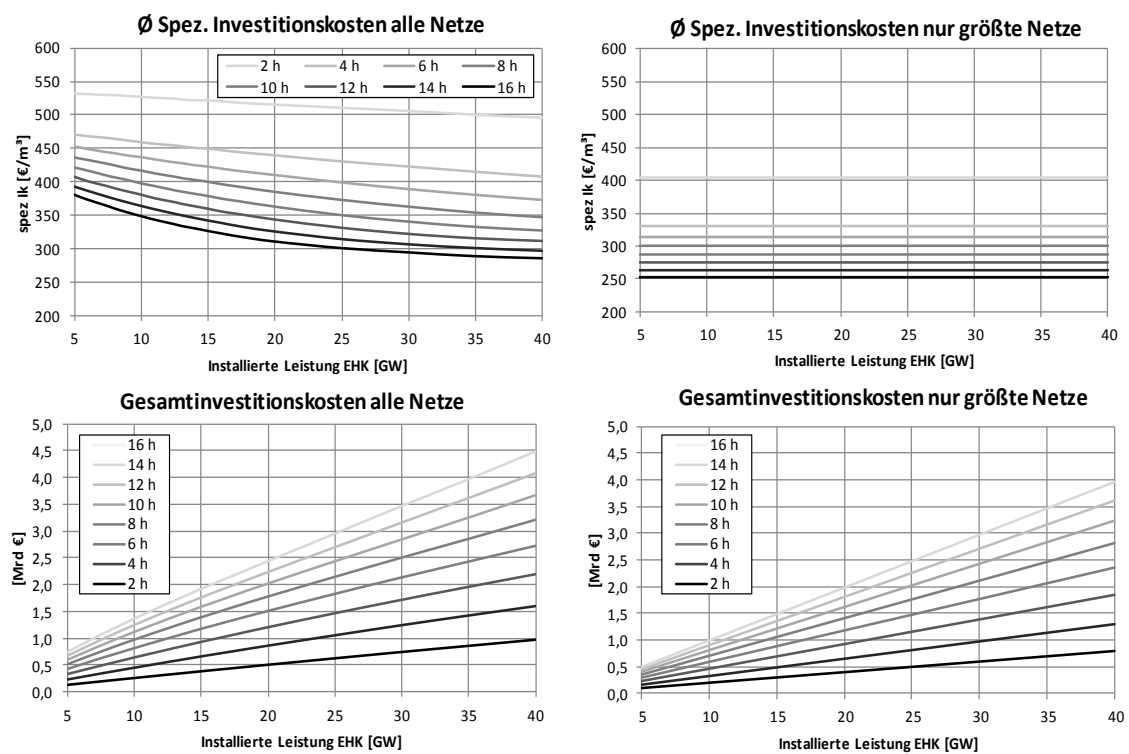


Abbildung 75: Wärmespeicher spezifische- und Gesamtkosten (Quelle: Eigene Darstellung).

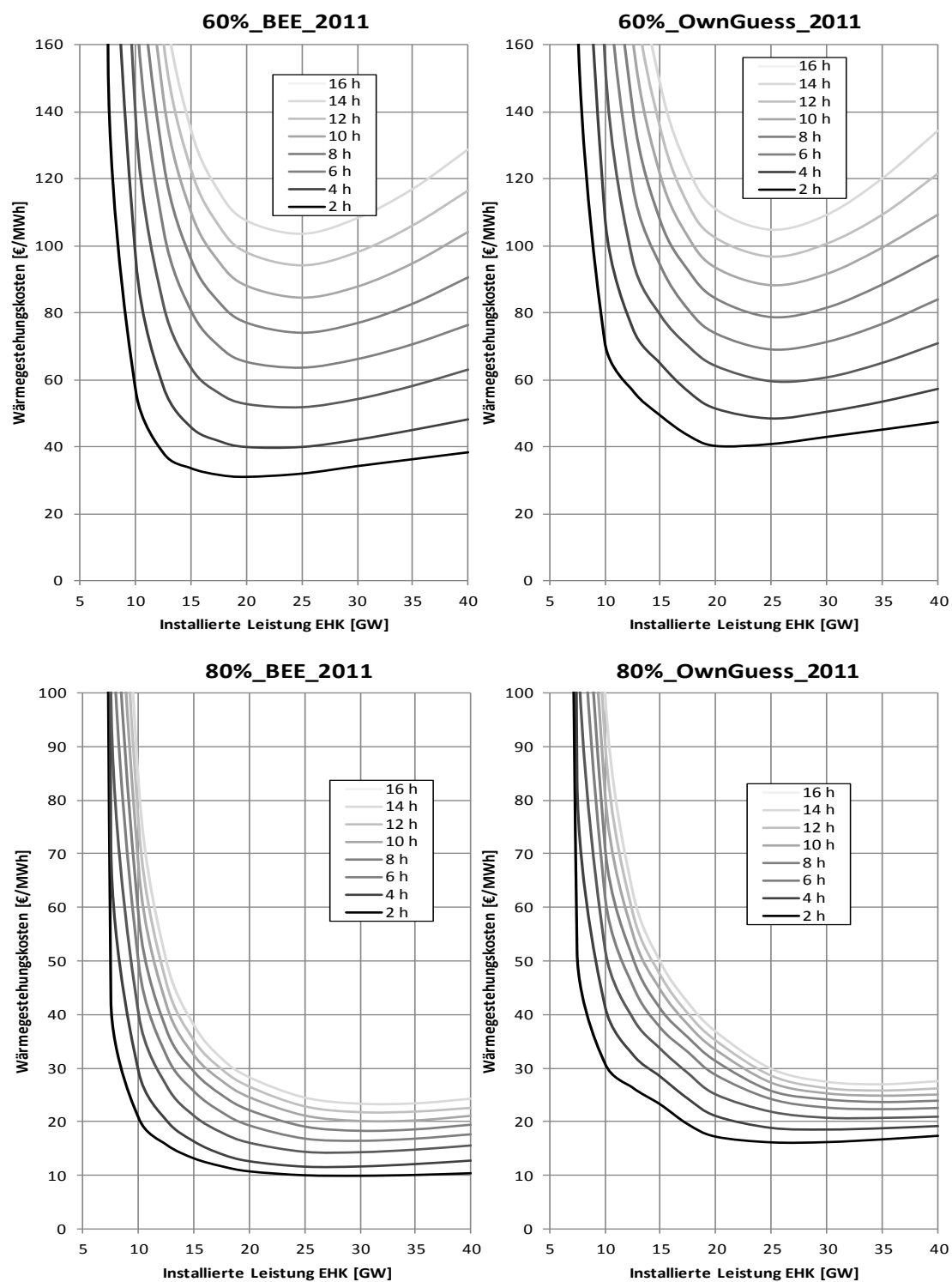


Abbildung 76: Wärmegestehungskosten Speicher 2011 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung)

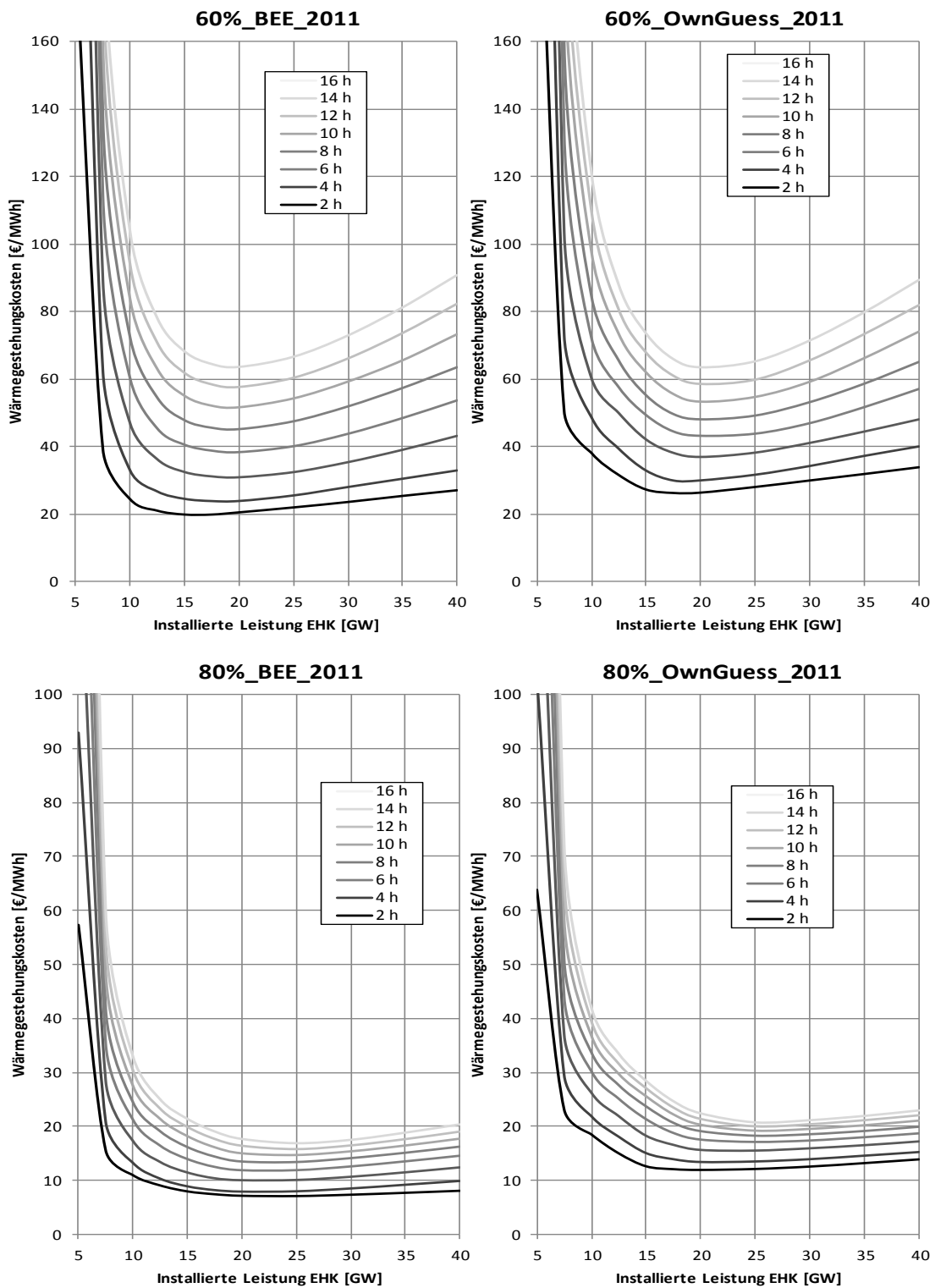


Abbildung 77: Wärmegestehungskosten Speicher 2011 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung)

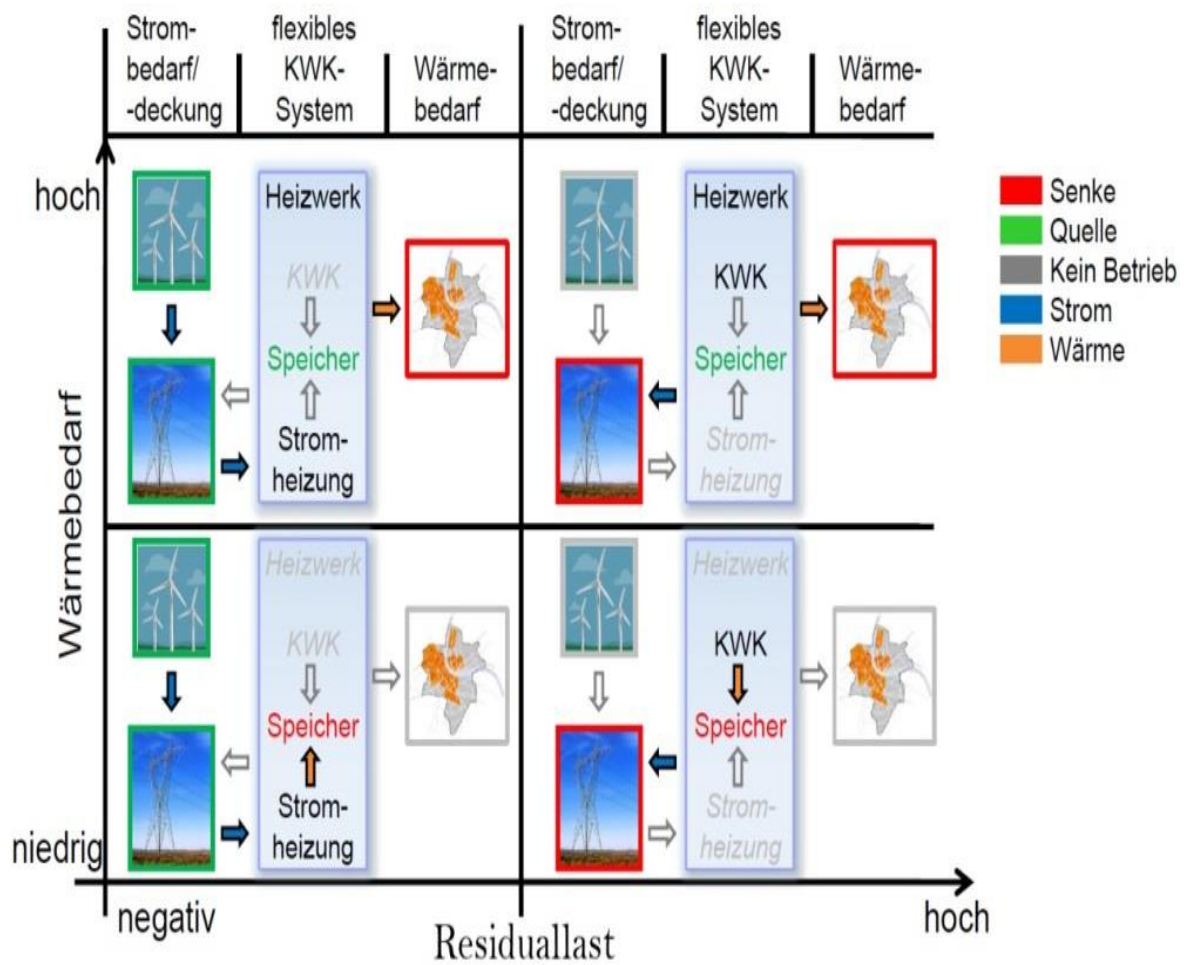


Abbildung 78: Flexible stromgeführte KWK (Quelle: Beer, 2011, S.10).

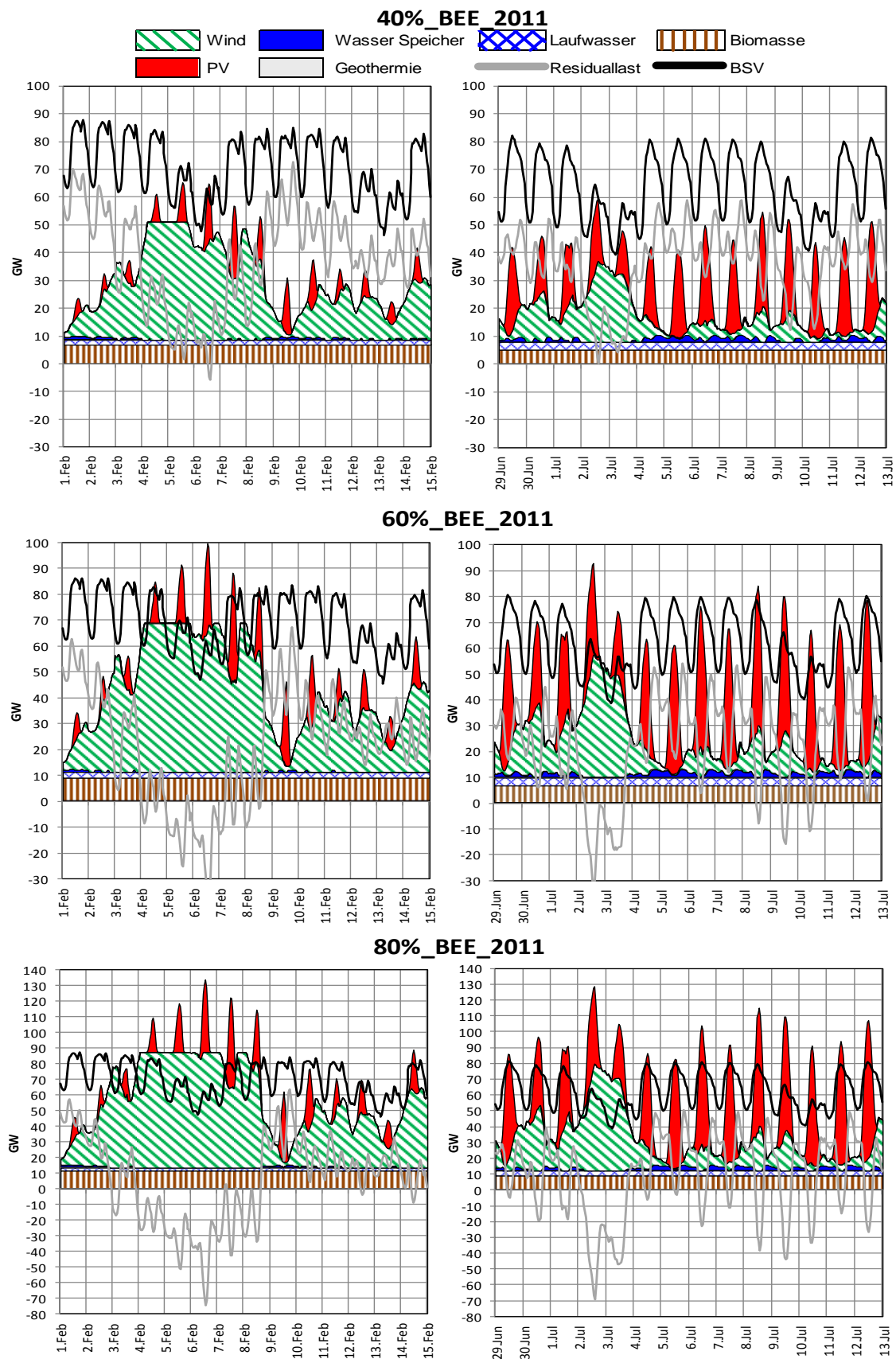


Abbildung 79: Stromsystem Zukunft BEE 2011 Detail (Quelle: Eigene Darstellung).

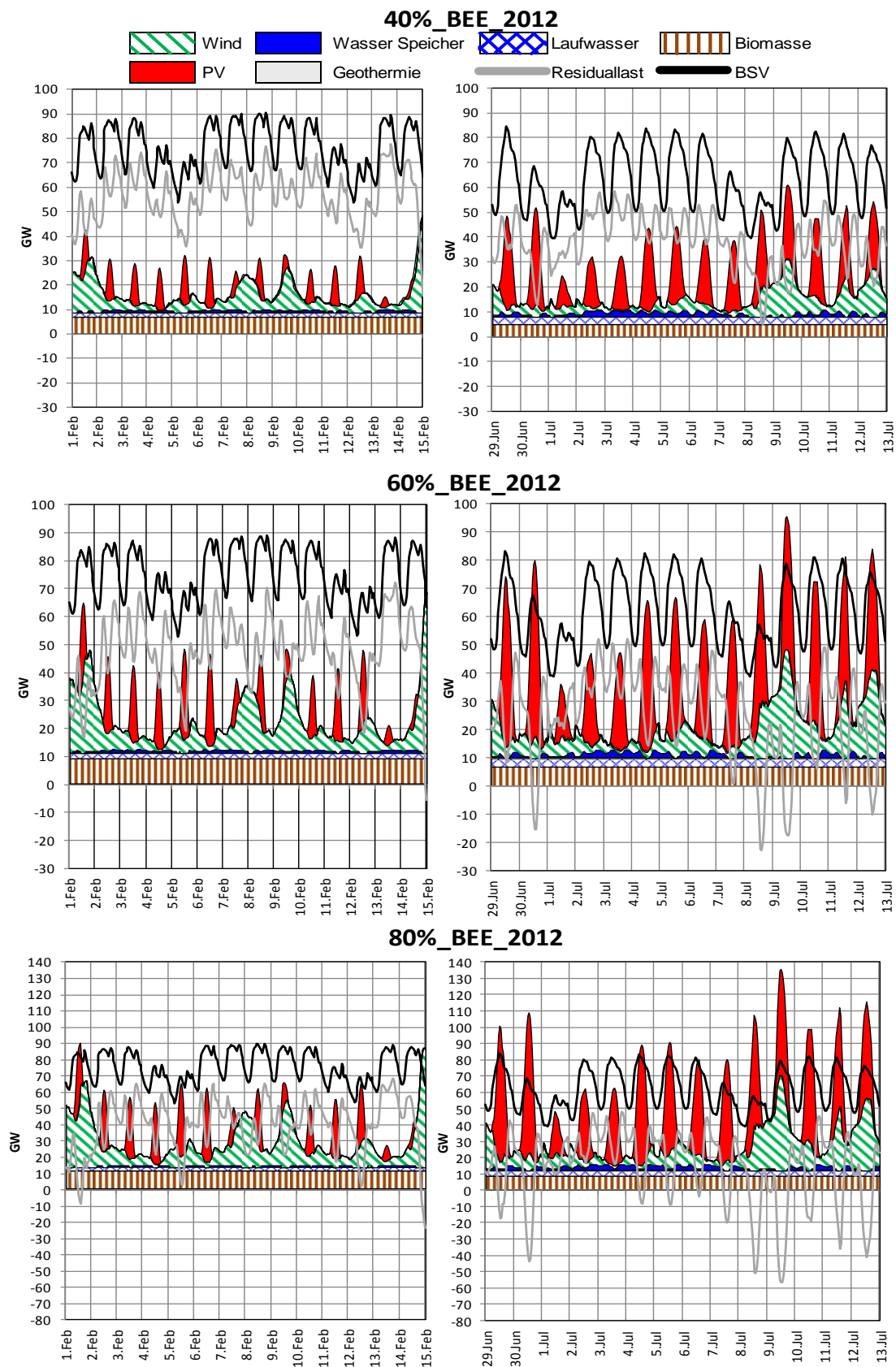


Abbildung 80: Stromsystem Zukunft BEE 2012 Detail (Quelle: Eigene Darstellung).



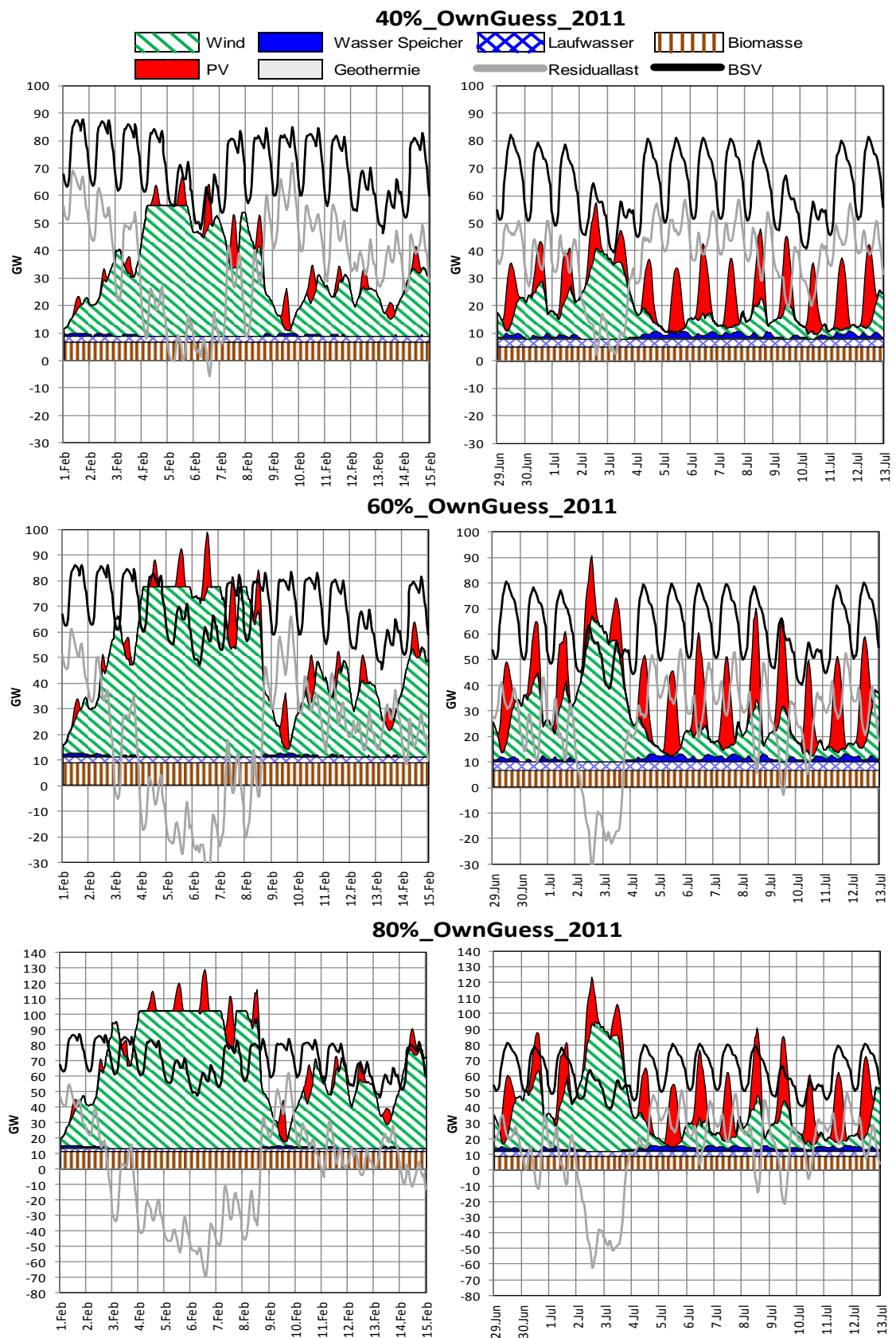


Abbildung 81: Stromsystem Zukunft OwnGuess 2011 Detail (Quelle: Eigene Darstellung).

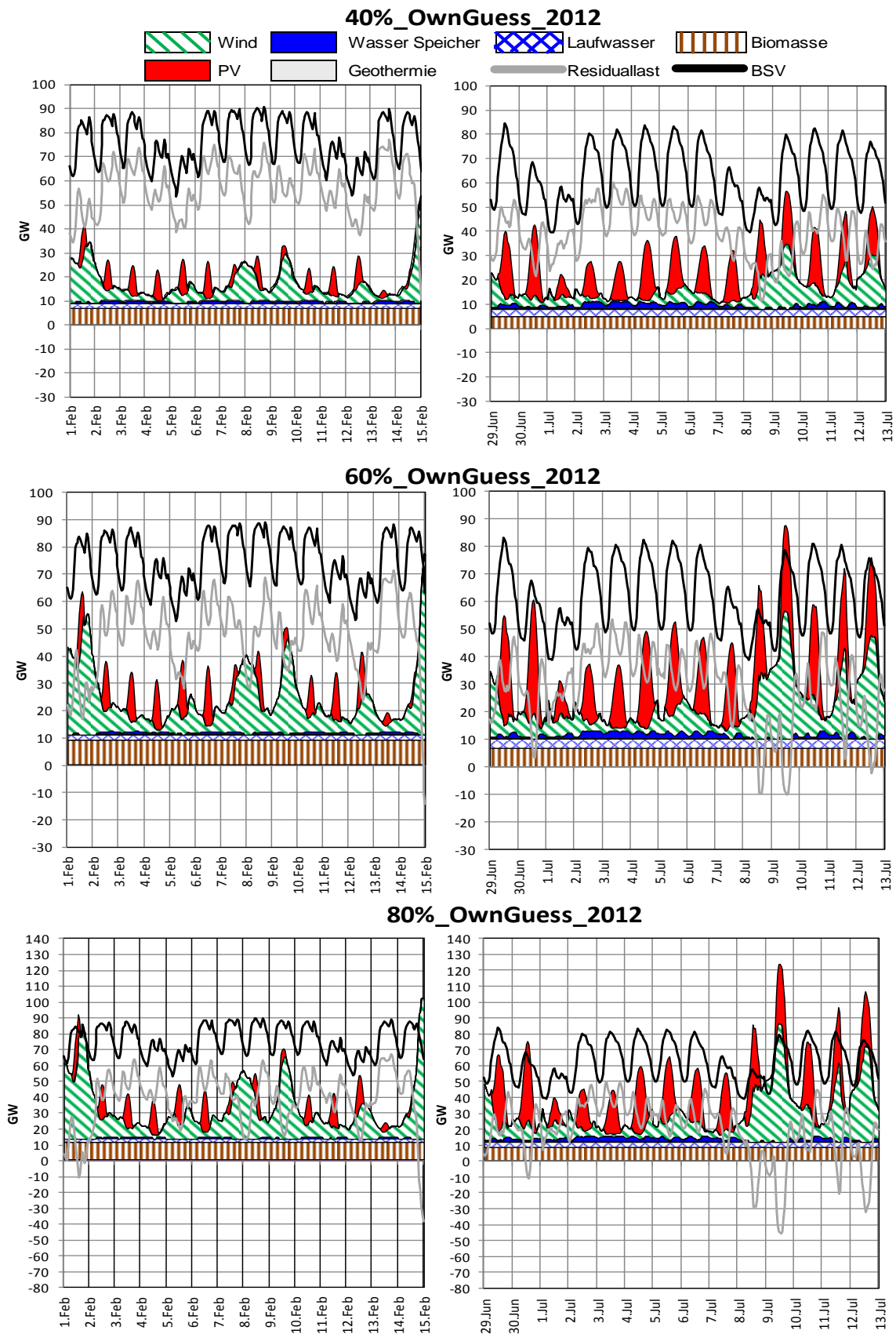


Abbildung 82: Stromsystem Zukunft OwnGuess 2012 Detail (Quelle: Eigene Darstellung).

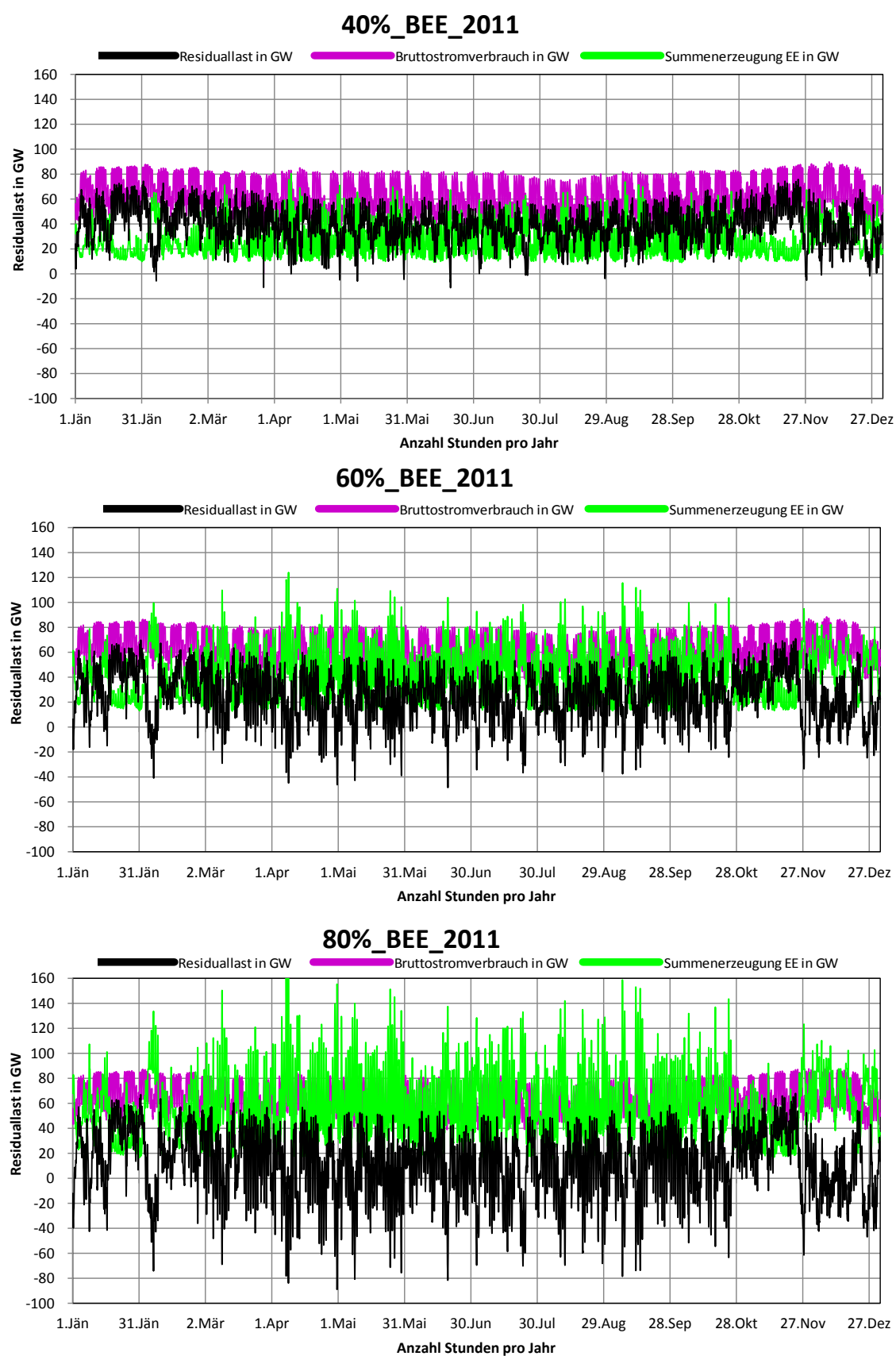


Abbildung 83: Stromsystem Zukunft Residuallast BEE 2011 (Quelle: Eigene Darstellung).

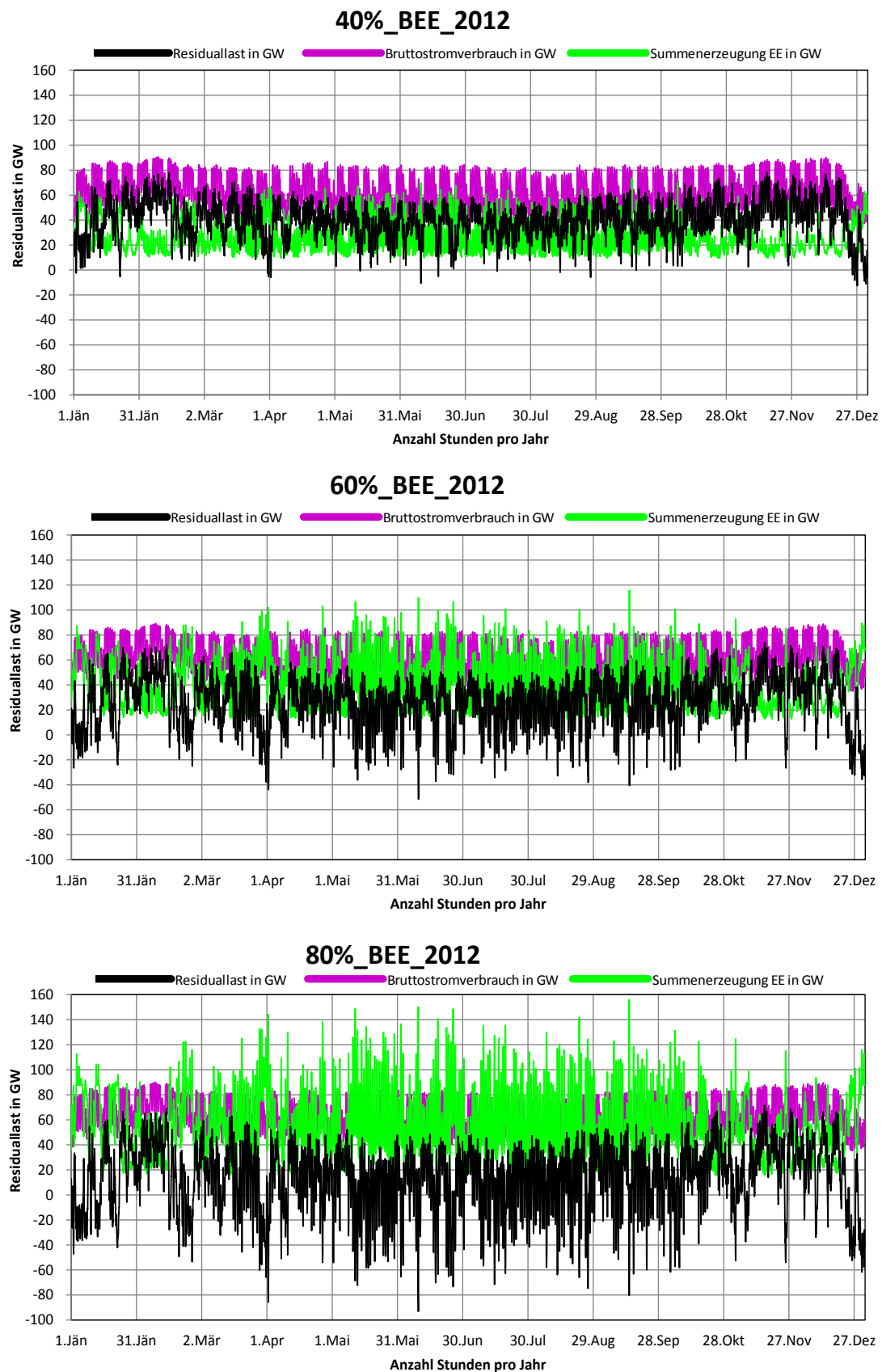


Abbildung 84: Stromsystem Zukunft Residuallast BEE 2012 (Quelle: Eigene Darstellung).

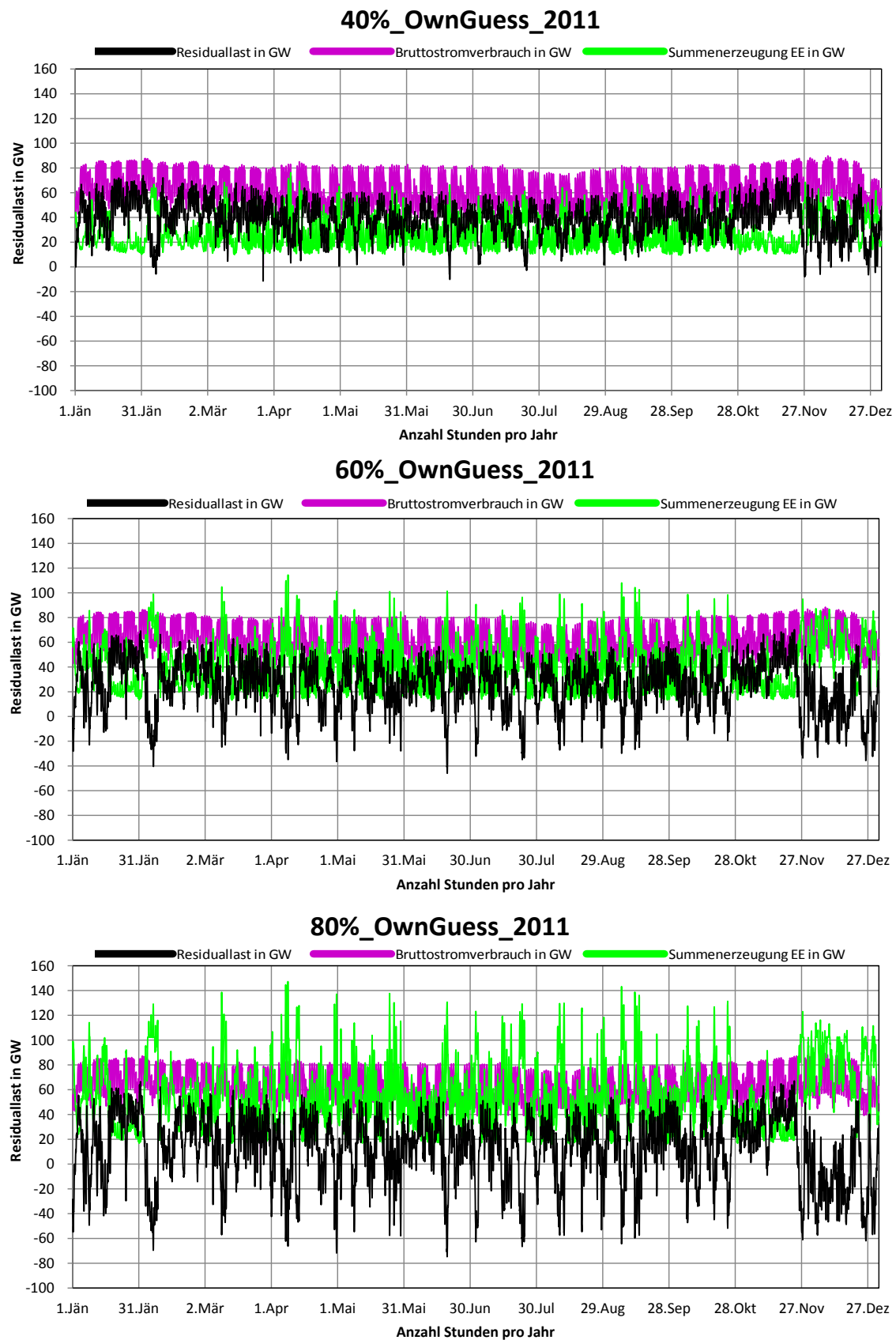


Abbildung 85: Stromsystem Zukunft Residuallast OwnGuess 2011 (Quelle: Eigene Darstellung).

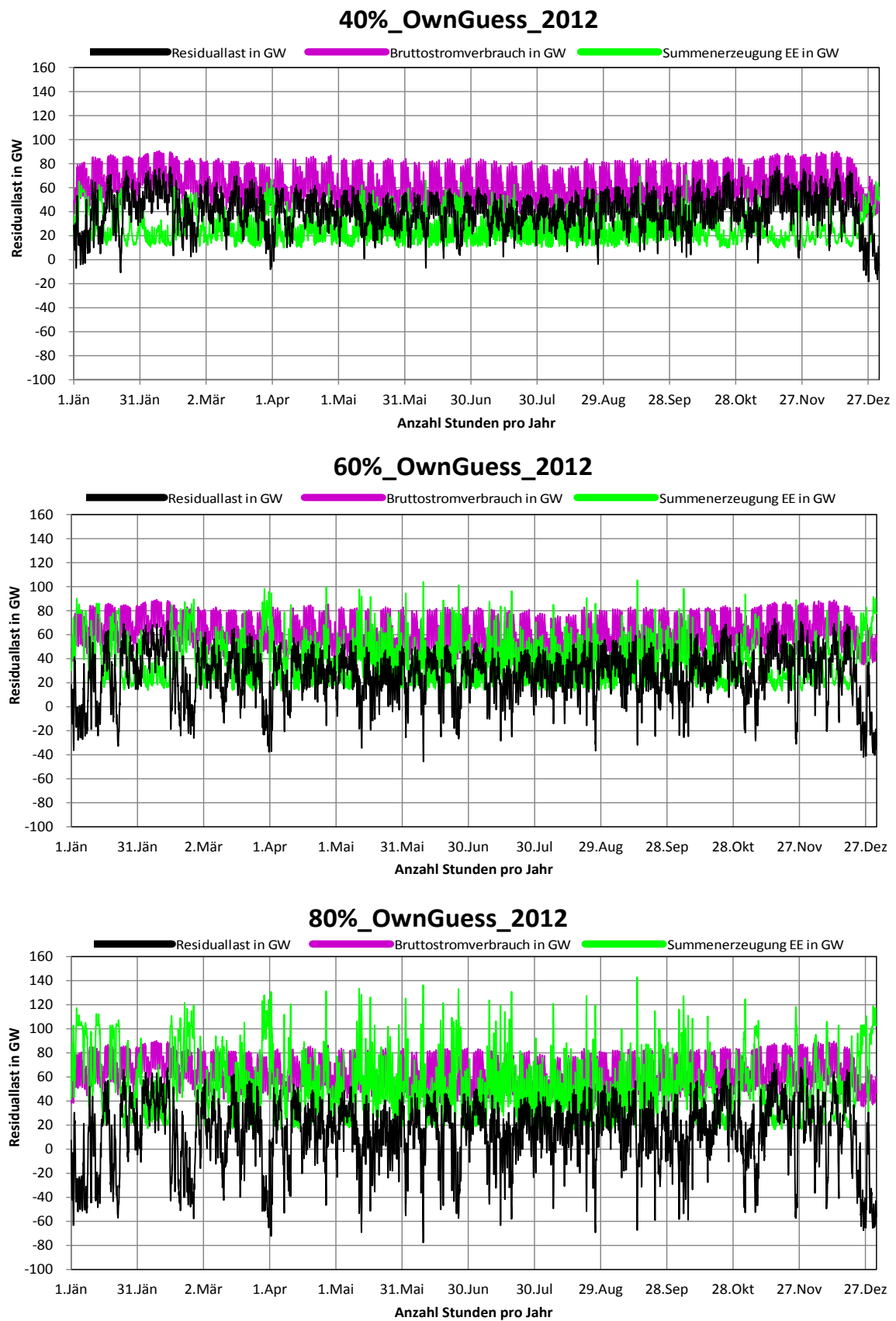


Abbildung 86: Stromsystem Zukunft Residuallast OwnGuess 2012 (Quelle: Eigene Darstellung).



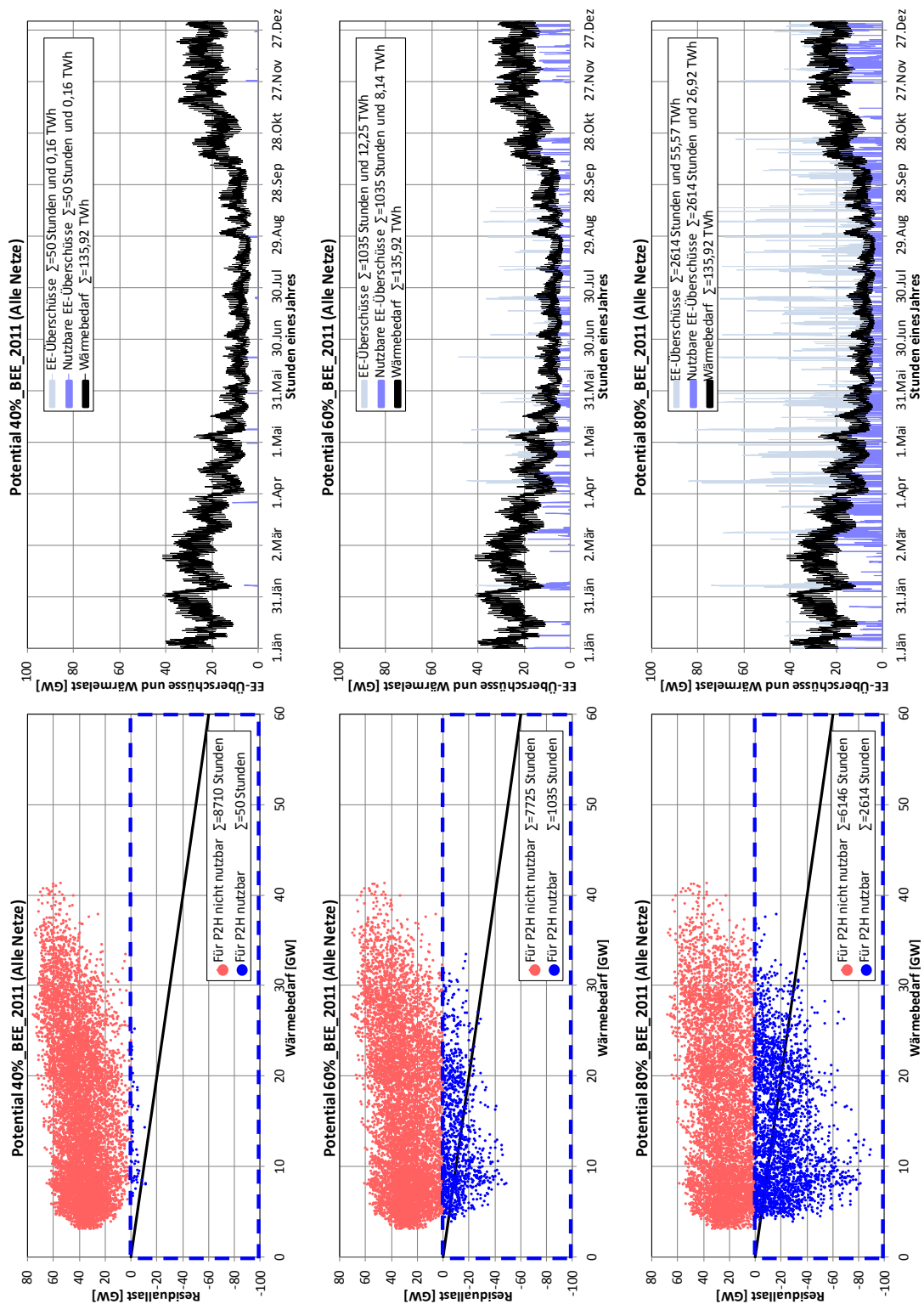


Abbildung 87: Potential P2H Szenario BEE 2011 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

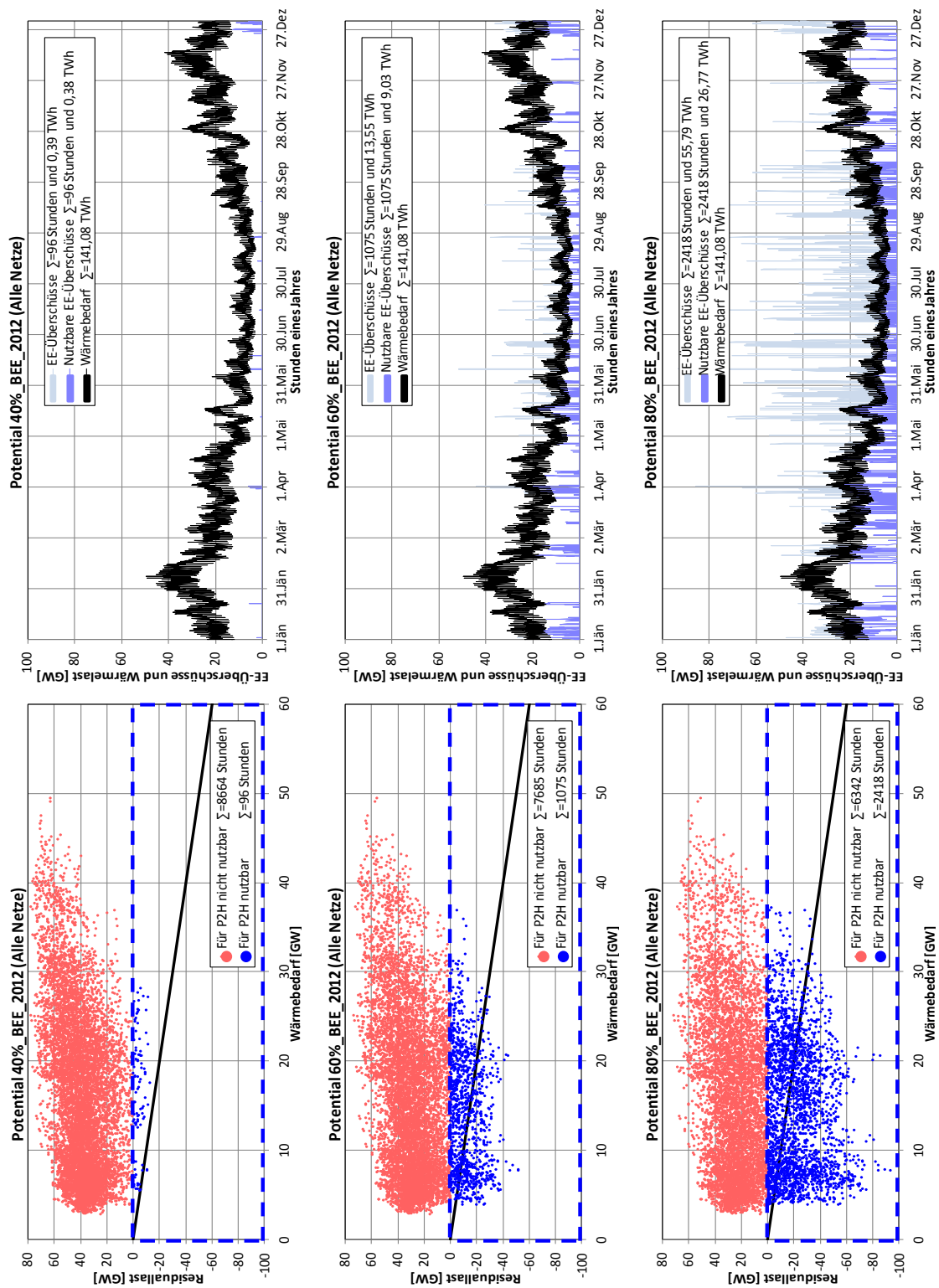


Abbildung 88: Potential P2H Szenario BEE 2012 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).



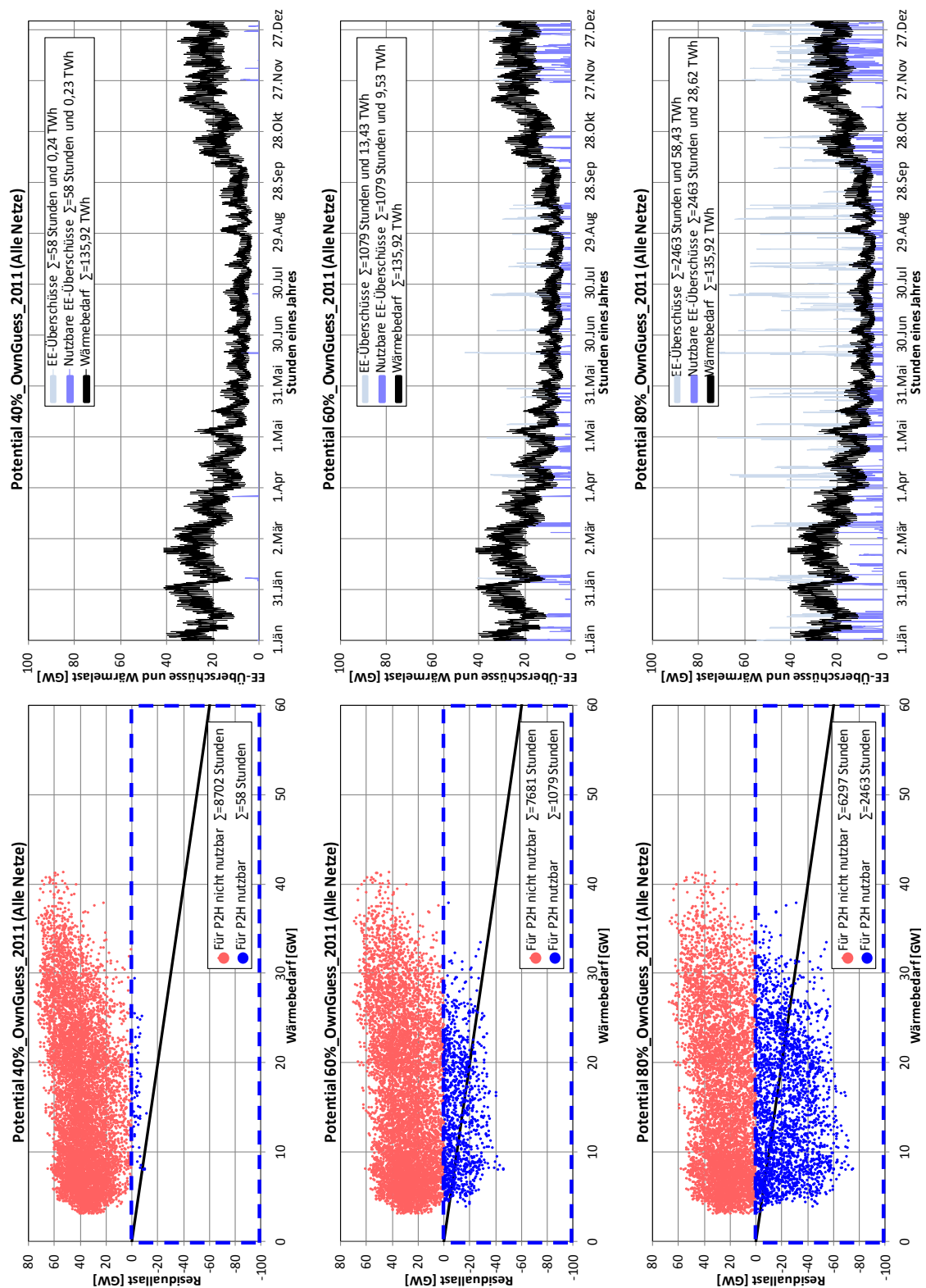


Abbildung 89: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

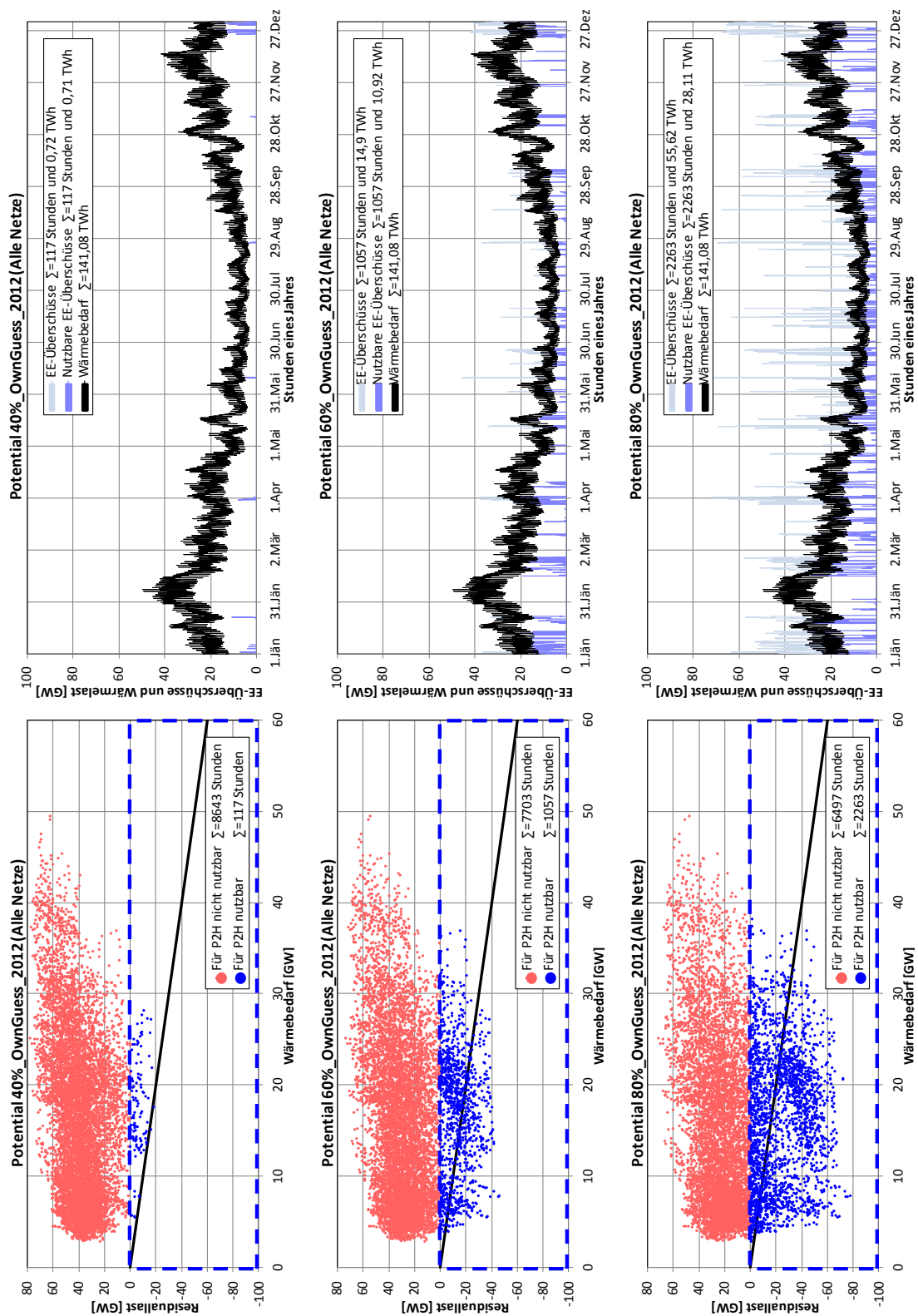


Abbildung 90: Potential P2H Szenario OwnGuess 2012 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

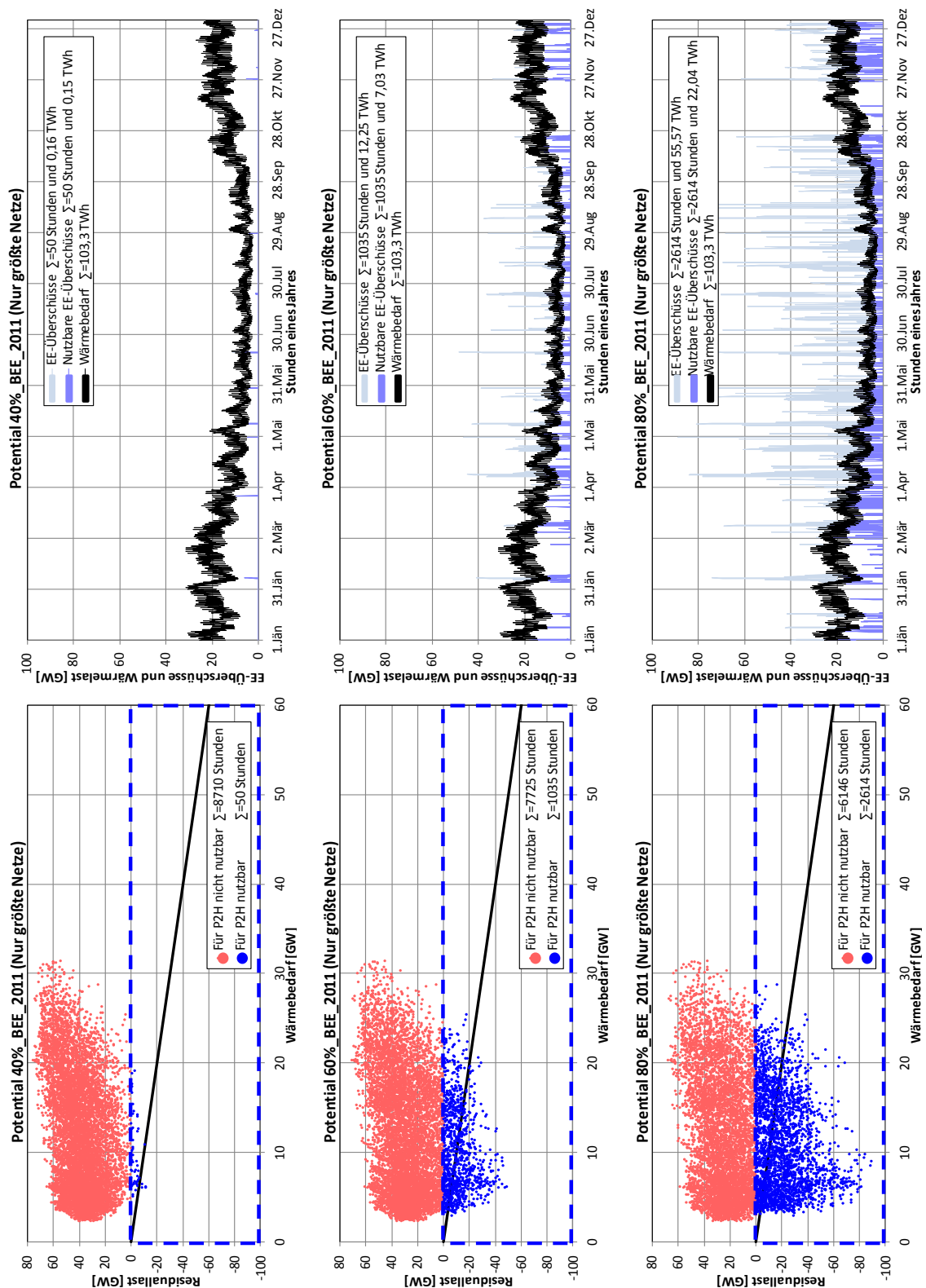


Abbildung 91: Potential P2H Szenario BEE 2011 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

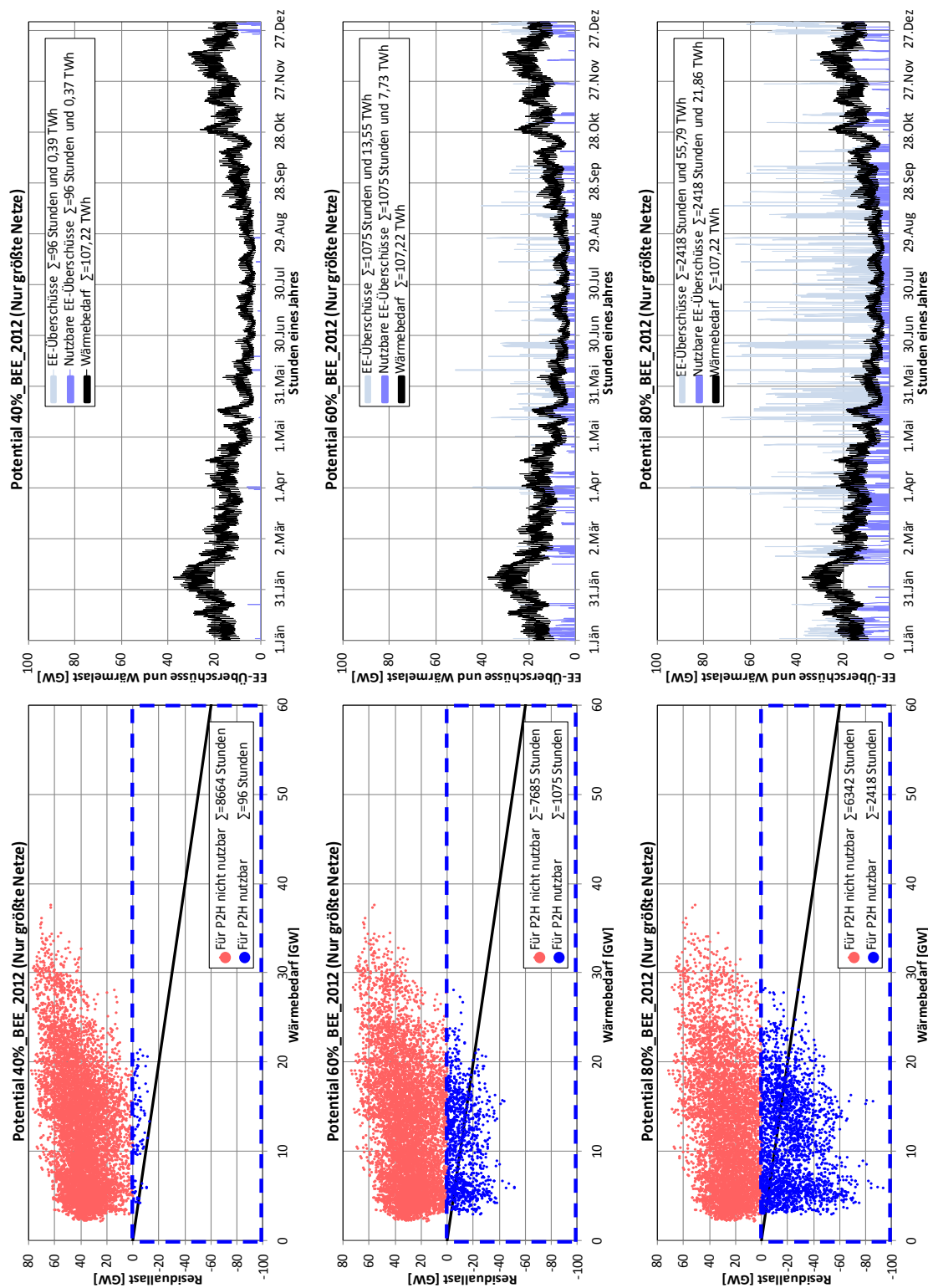


Abbildung 92: Potential P2H Szenario BEE 2012 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

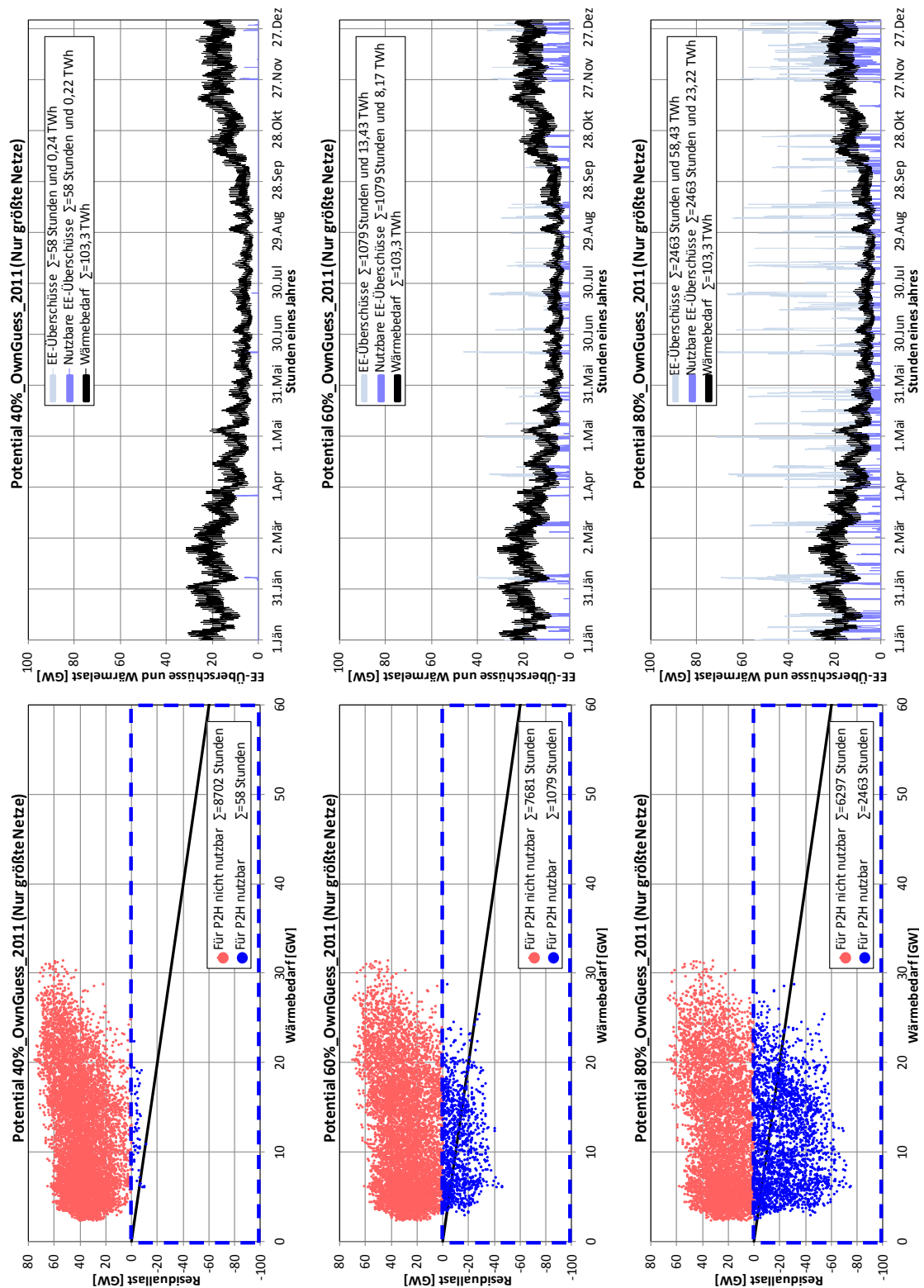


Abbildung 93: Potential P2H Szenario OwnGuess 2011 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

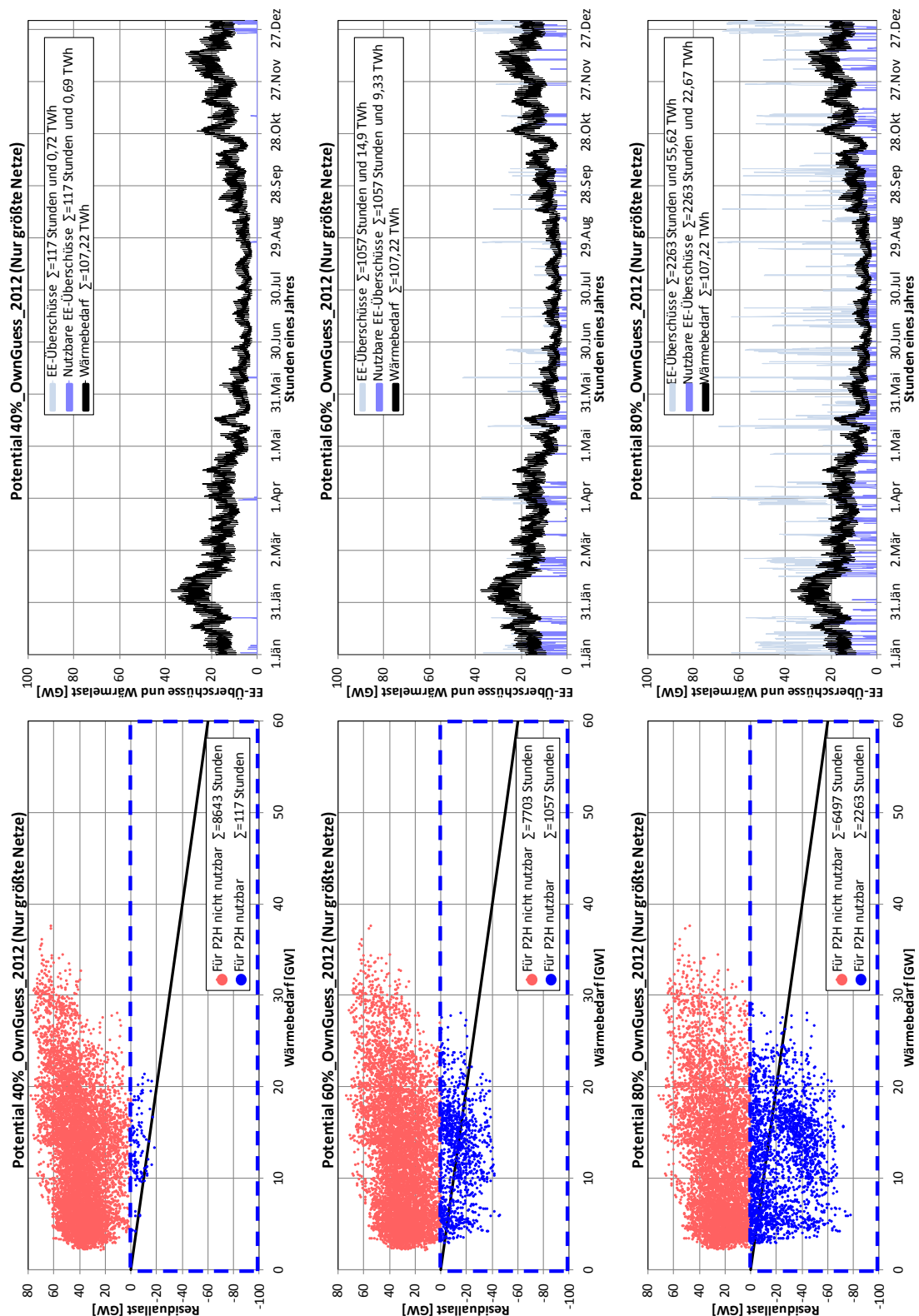


Abbildung 94: Potential P2H Szenario OwnGuess 2012 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung, Visualisierung Punktdiagramm nach Götz et al., 2013b, S.25).

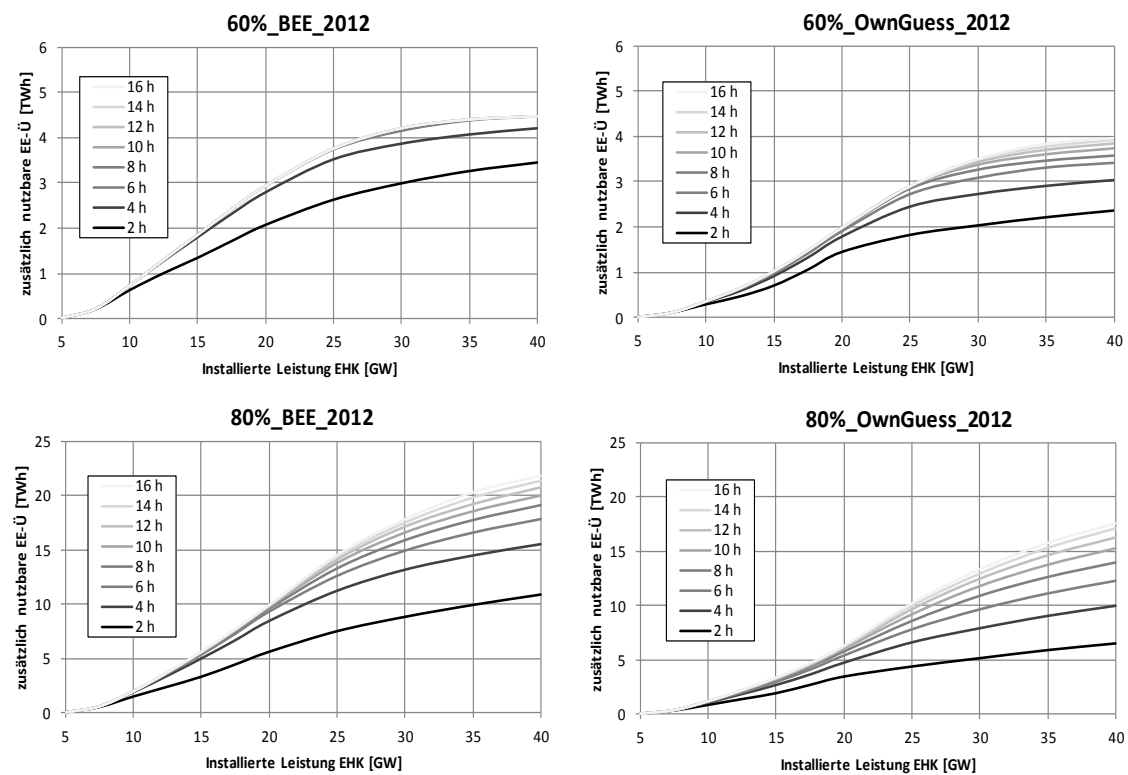


Abbildung 95: Wärmespeicher Potential 2012 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung).

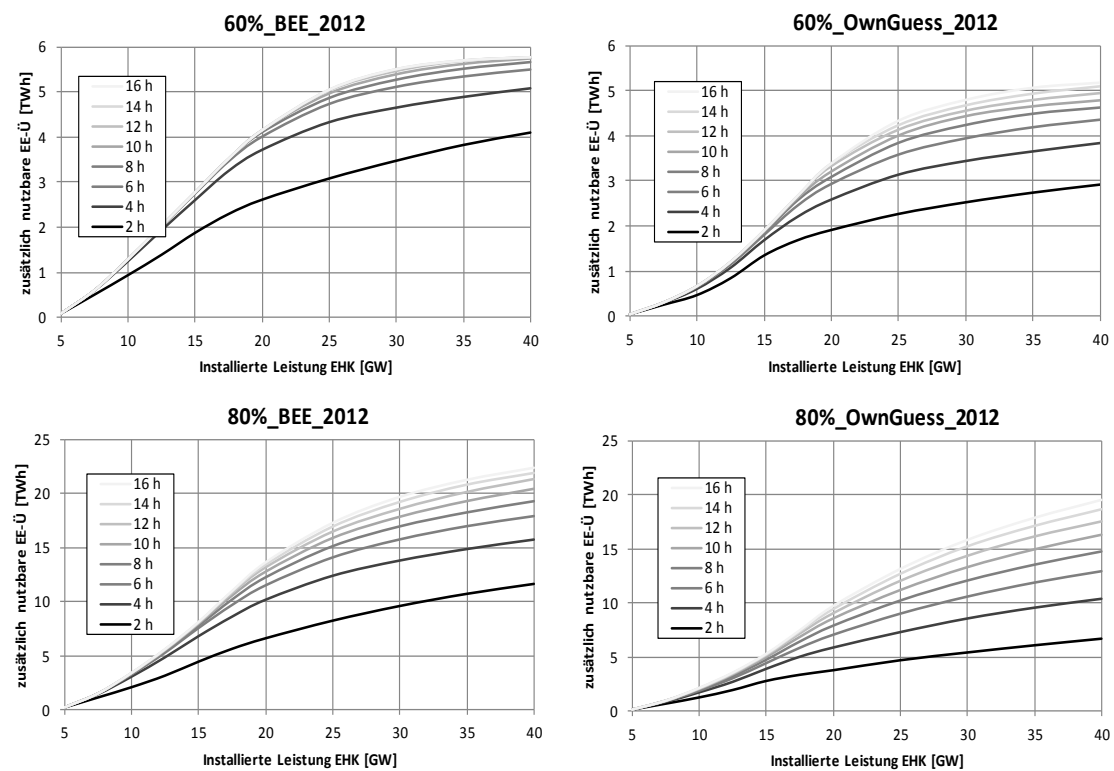


Abbildung 96: Wärmespeicher Potential 2012 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung).



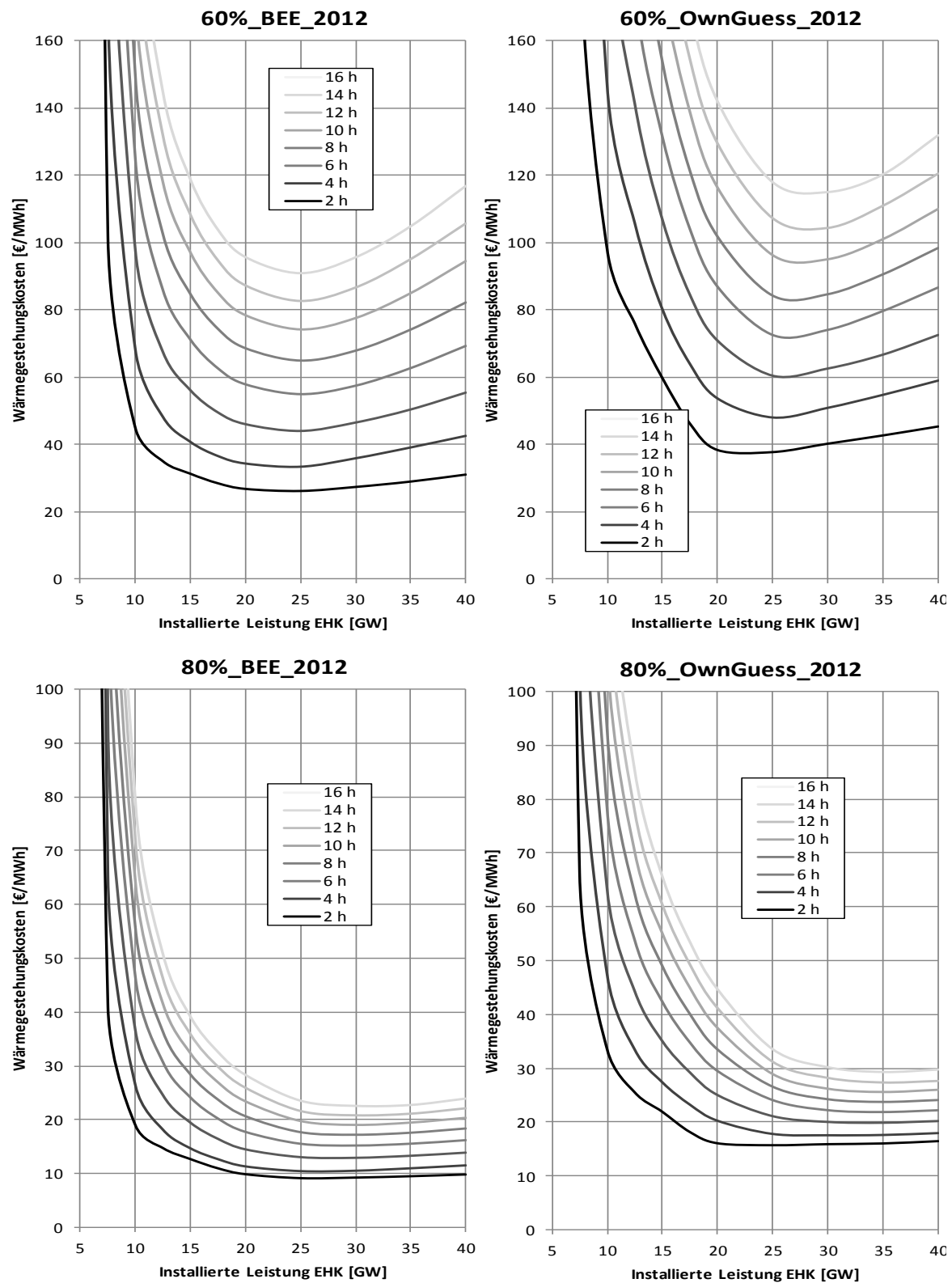


Abbildung 97: Wärmegestehungskosten Speicher 2012 alle Netze (Quelle: Eigene Darstellung)

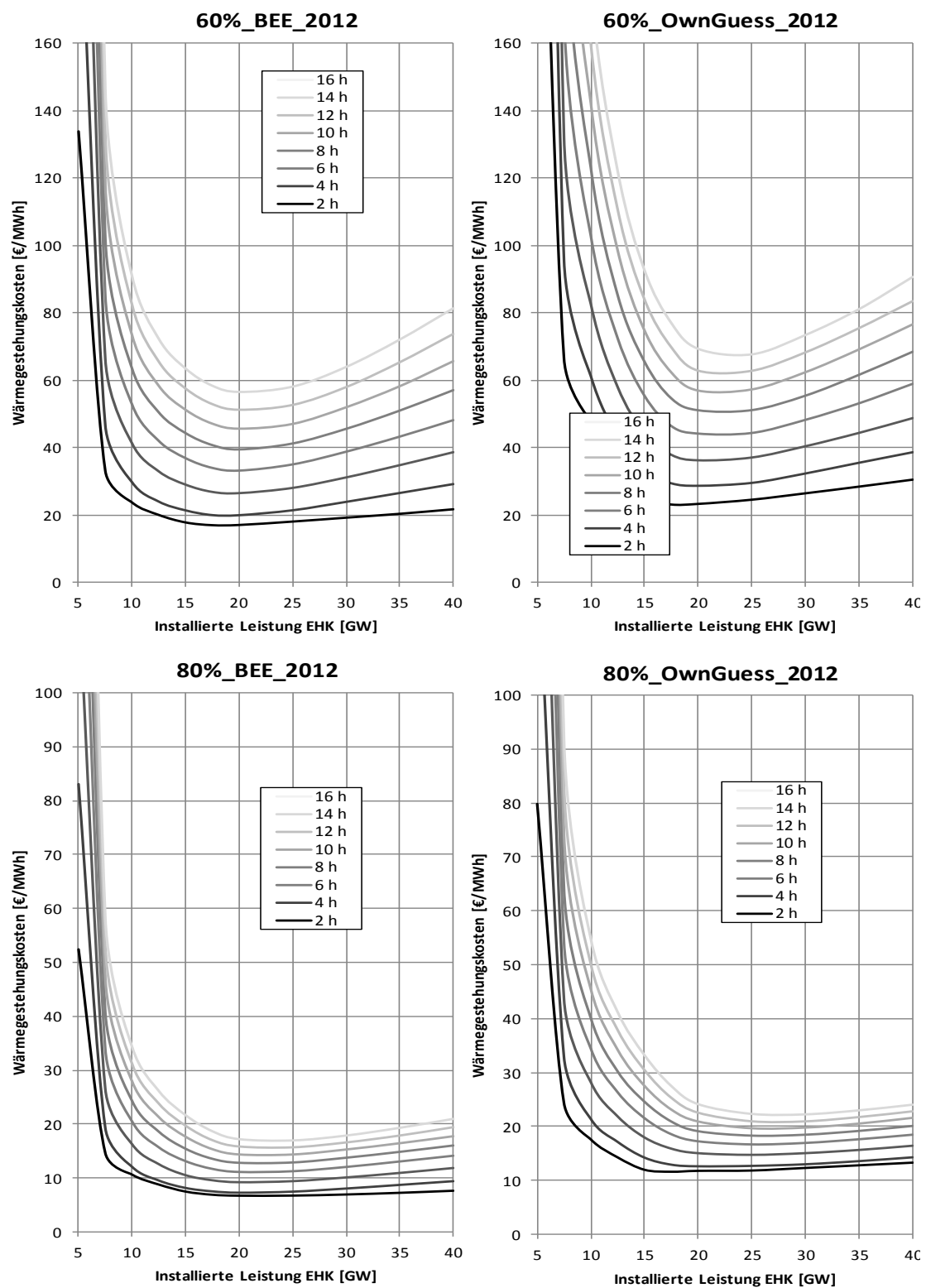


Abbildung 98: Wärmegestehungskosten Speicher 2012 größte Netze (Quelle: Eigene Darstellung)

Integration erneuerbarer Energien mit Power-to-Heat in  
Deutschland

Potentiale zur Nutzung von Stromüberschüssen in  
Fernwärmenetzen

Eller, D.

2015, XXI, 236 S. 98 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-10560-0