

Power-to-Heat

Frank Merten

Forschungsgruppe 1 - Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen

Bergische Energiewendestammtisch

26.01.2015, Solingen

Überblick

- Was ist Power-to-Heat (P2H)?
- Warum (und wozu) wird P2H diskutiert und verfolgt?
- Welche Trends und Perspektiven (inkl. Risiken) gibt es?
- Welche Alternativen gibt es?

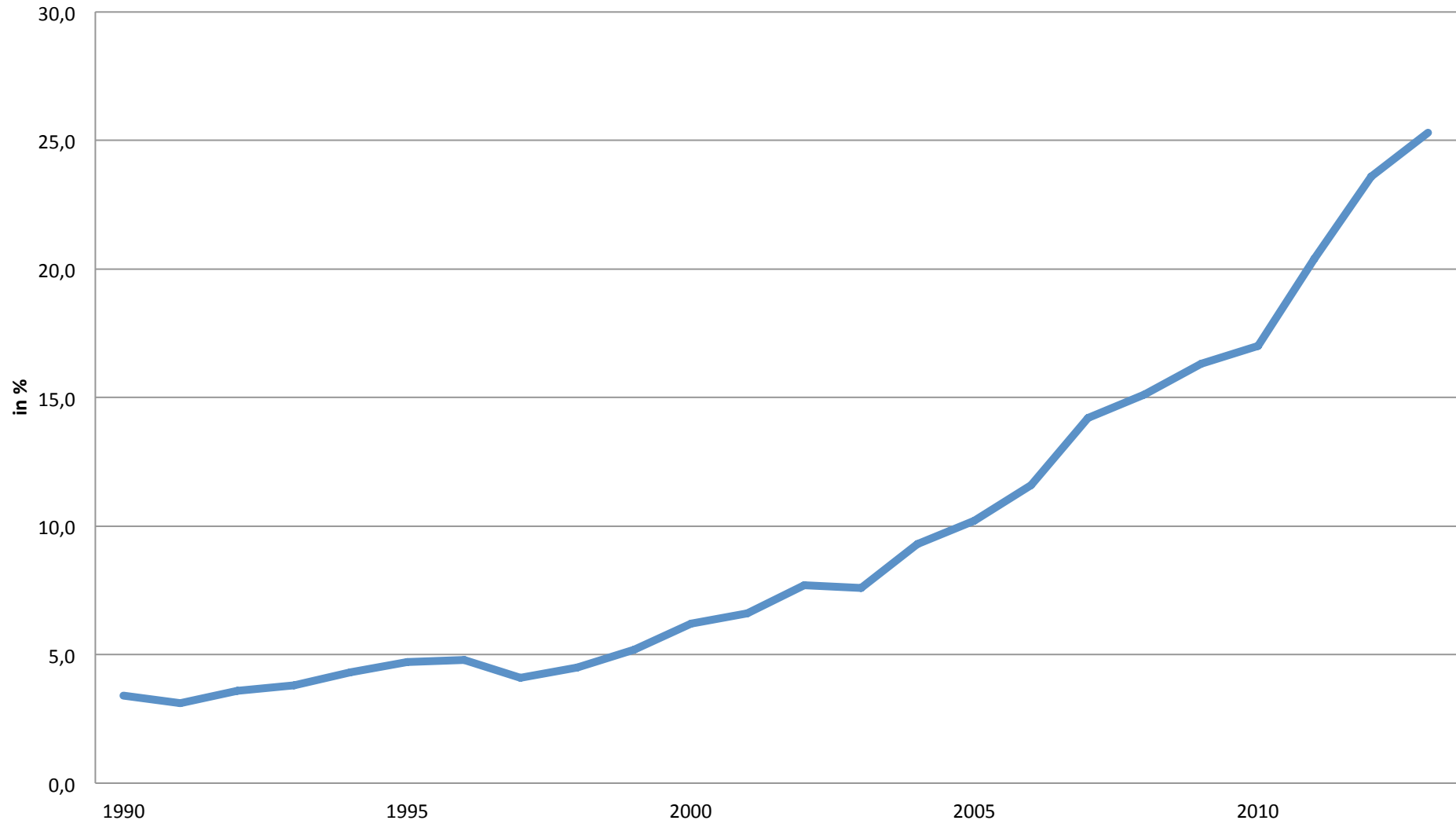
Was ist Power-to-Heat?

Was ist Power-to-Heat?



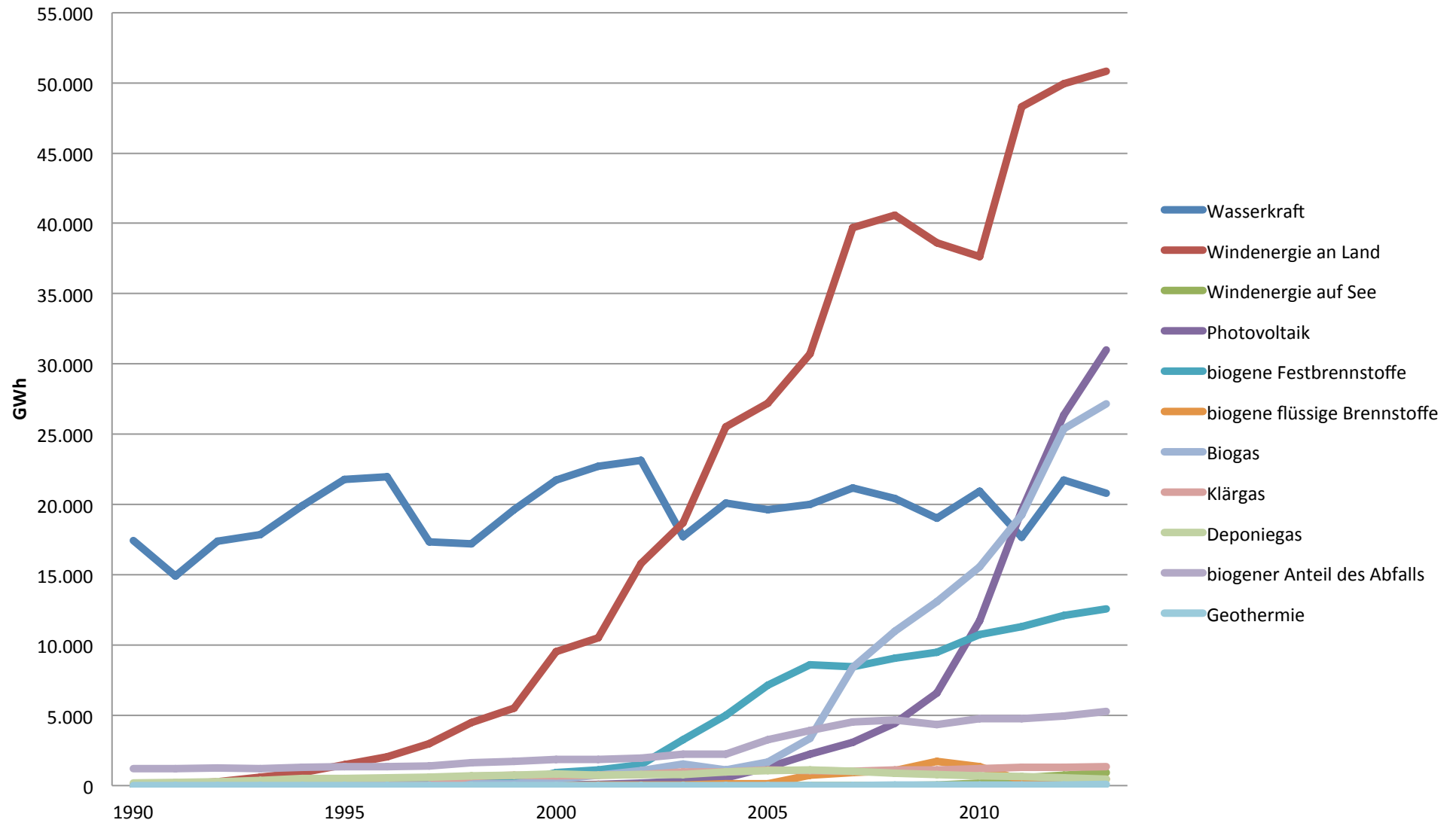
Gründe für Power-to-Heat

Anteile erneuerbarer Energien am Strom in den Jahren 1990 bis 2013



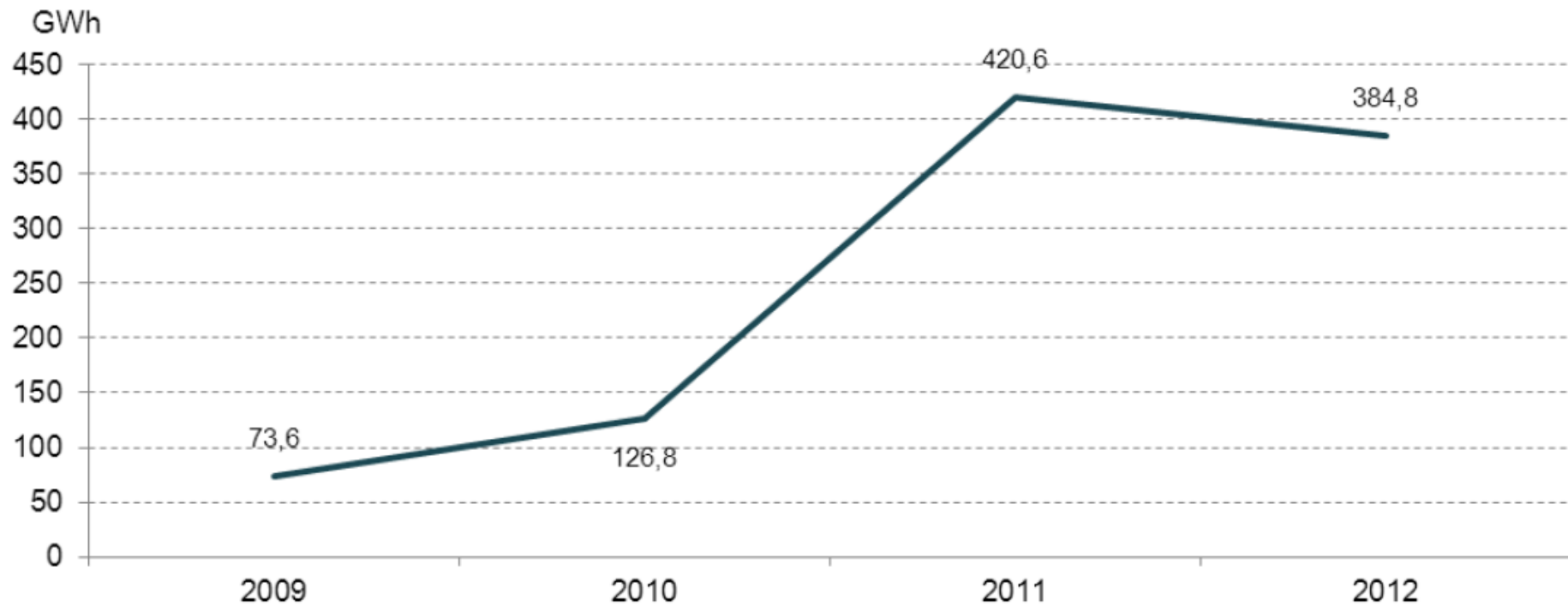
Quelle: AGEE-Stat 2014

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 1990 bis 2013



Quelle: AGEE-Stat 2014

Entwicklung der abgeregelten Strommengen aus EE

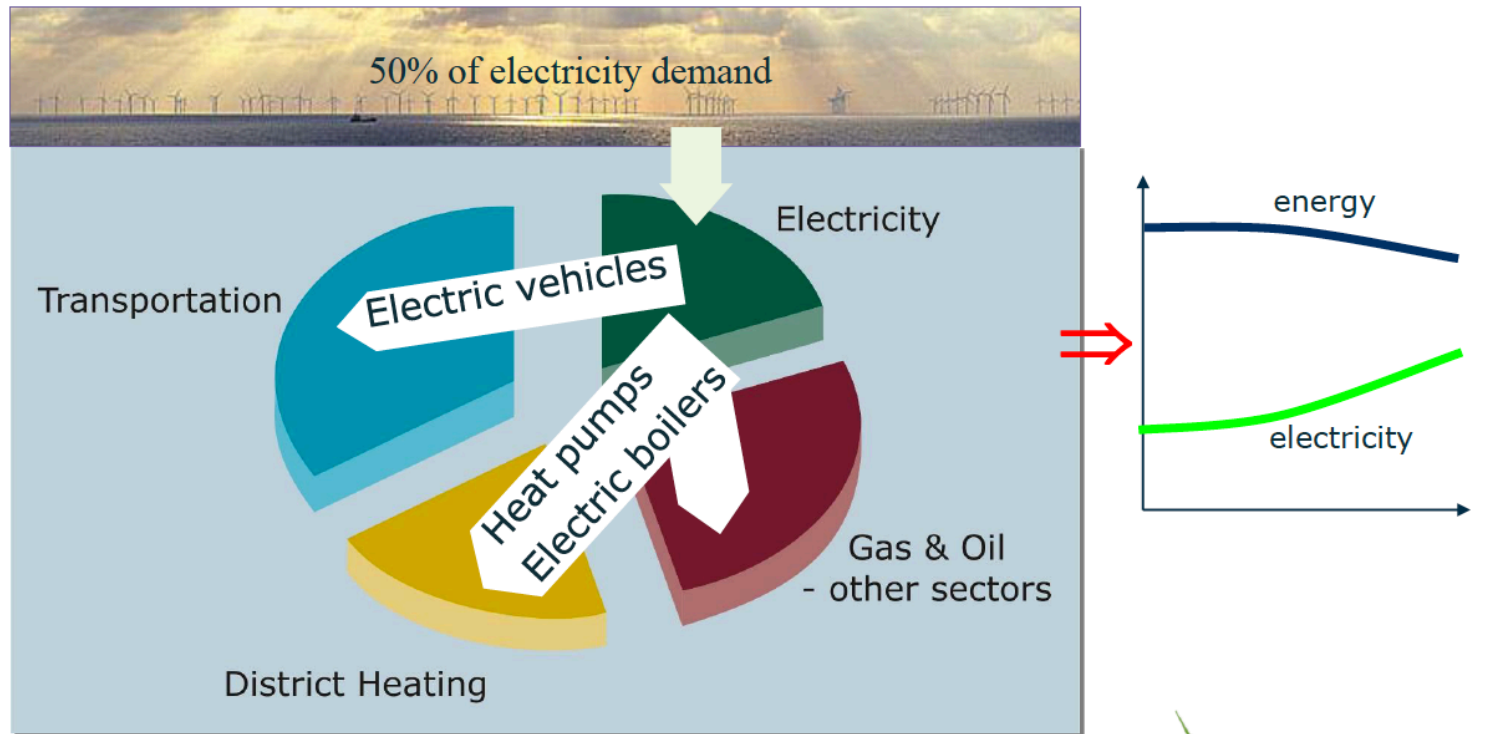


Quelle: Monitoringbericht 2013 BnetzA

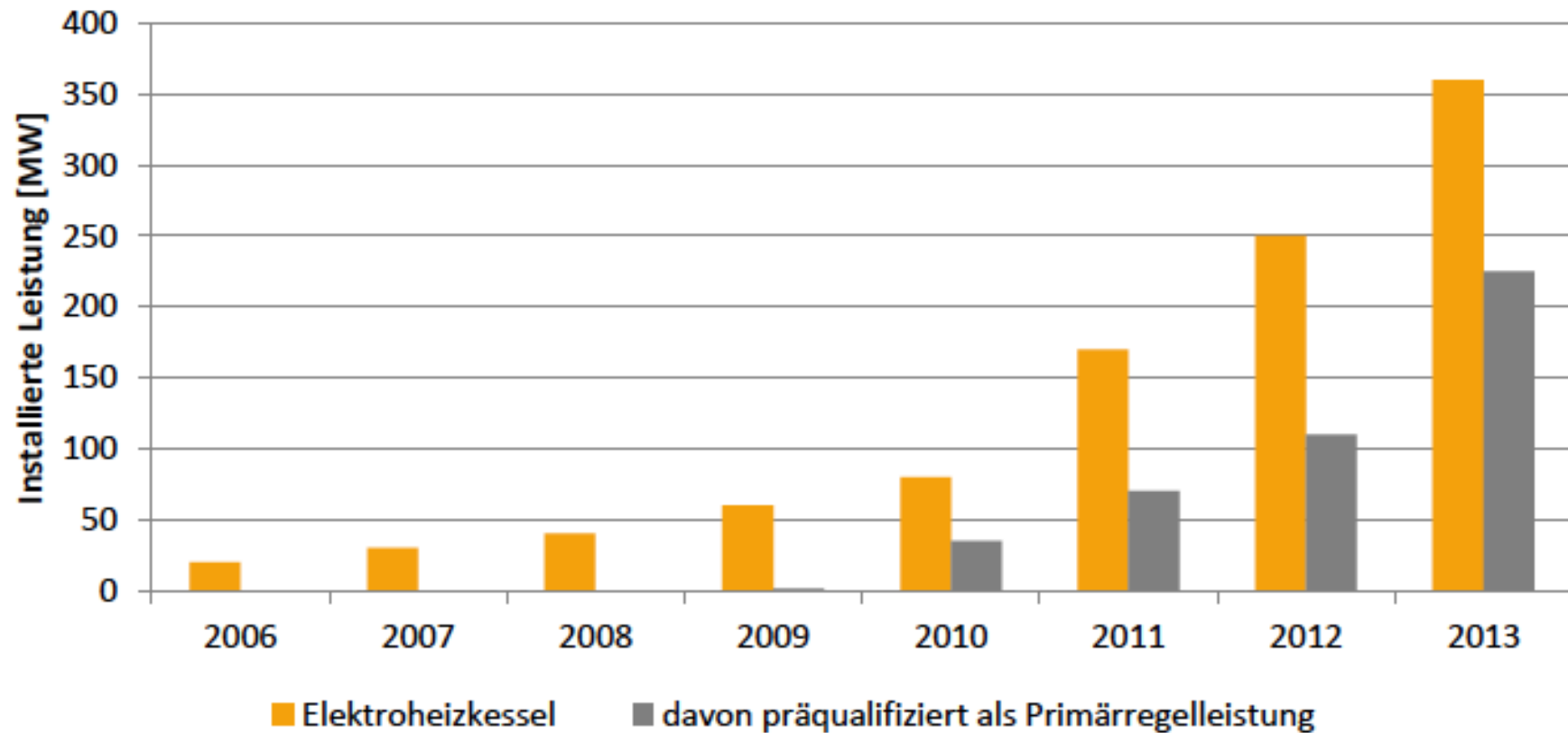
Power-to-Heat: Trends und Perspektiven

Dänemark macht sich auf den Weg zum Heizen mit Strom... Sollen wir folgen?

Coherent and flexible energy systems



Entwicklung der Verbreitung von Elektroheizkesseln in Dänemark



Quelle: dena 2014

Entwicklung der Verbreitung von Elektroheizkesseln in Dänemark

- Hoher Flexibilisierungsbedarf im dänischen Stromversorgungssystem
 - 28% Anteil Windenergie am Stromverbrauch in 2011
 - Hoher Anteil von durch KWK erzeugtem Strom sowie hoher Fernwärmeanteil
- P2H-Technologien werden durch Steuerreduktionen und Umlagebefreiung gefördert
 - Verordnung zur Förderung von Elektroheizkesseln ab dem 1. Januar 2008

„Windstromheizungen“ auch in Deutschland ?

Motivationen (aus den Medien)

- Spiegel online (3.12.12): „Stromkonzerne planen Comeback der Nachtspeicher“
 - „... als Energiespeicher für schwankende Strommengen aus Windkraftwerken...“
 - „Dazu solle das ab 2019 geplante Verbot für den Verkauf von Speicherheizungen fallen.“
 - „...die 1,4 Millionen noch eingebauten Geräte genügen laut RWE, um Pumpspeicher mit zehn Gigawatt Leistung zu ersetzen...“ (1)
- Financial Times Deutschland (04.12.12): „Energiewende: RWE will Comeback der Nachtspeicher“ / „Energiewende: Kreative Behelfslösung Nachtspeicher“
 - analog zum Spiegel (2)
- EnBW (MeRegio Newsticker, 18.10.12): „Die Elektrospeicherheizung – auf dem Weg zur Naturheizung“ (3)
 - „Perspektivisch soll so überschüssiger Strom – aus regenerativer Erzeugung – zum Zeitpunkt der Produktion genutzt werden“
- Stromtarife-Vergleicht.net (07.12.12): „EnBW forscht an Nachtspeicheröfen für Ökostrom“ (4)
 - „‘Es ist aber noch zu früh zu sagen, ob und wie das funktioniert‘ sagte ein Sprecher...“

Motivationen (eigene Interpretationen)

Hauptmotivation Energiewende?

- „Überschüssigen“ Strom aus erneuerbaren Energien nicht verwerfen, sondern in Nachtspeicherheizungen nutzen (speichern)
 - Nachfrage an fluktuierende Erzeugung anpassen
 - Bedarf an zusätzlichen Speicherkapazitäten reduzieren

ODER ...

- Festhalten an (alten) Geschäftsmodellen bzw. von Kunden mit Nachtspeicherheizungen
- Verbot von Nachtspeicherheizungen aufheben bzw. rauszögern

Hinter-Gründe für die Außerbetriebnahme von Nachtspeicherheizungen (NSH)

- Element des Integrierten Energie- und Klimaprogramms 2007 der Bundesregierung (Meseberger Beschlüsse)
- Zudem verankert in: Aktionsplan für Energieeffizienz (2007-2012) a. d. EU
- Übergeordnetes Ziel für die Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV): „Die energetischen Anforderungen an Gebäude werden in Stufen dem Stand der Technik und der Energiepreisentwicklung angepasst.“ (5)
 - Erreichung u.a. durch den Ersatz (stufenweise Außerbetriebnahme) von elektrischen Speicherheizsystemen mit einem Alter von 30 Jahren
 - **Begründung:**
„Der Einsatz von Strom für Heizzwecke erfordert einen wesentlichen höheren Energieeinsatz als bei anderen Energieträgern ...
Nachstromspeicherheizungssysteme sind deshalb Heizsysteme die zur Erreichung einer bestimmten Raumtemperatur wesentlich mehr Energie benötigen, als zur bestimmungsgemäßen Nutzung erforderlich ist.
... zu berücksichtigen, dass die Erzeugung des für den Betrieb elektrischer Widerstandsheizungen erforderlichen Stroms einen erheblichen CO₂-Ausstoß verursacht.“

Regelungen zur Außerbetriebnahme von Nachtspeicherheizungen nach §10a EnEV 2009

- Ersatz von elektrischen Speicherheizsystemen (NSH), **wenn:**
 - Wohngebäude (> 5 Wohneinheiten), Raumwärme ausschl. durch NSH
 - Nichtwohngebäude (> 500 qm durch NSH und min. 4 Monate auf 19°C beheizt)
 - **Dann Außerbetriebnahme**
 - Zum 31.12.2019 für vor dem 1.1.1990 eingebaute/aufgestellte Anlagen
 - Sonst 30 Jahre nach Einbau/Aufstellung bzw. wesentlicher Erneuerung
 - **Ausnahmen:**
 - Andere öffentlich-rechtliche Pflichten entgegenstehen
 - Nicht wirtschaftlicher Umsetzung in angemessener Frist
 - Für Gebäude, die die WSVO 1995 erfüllen

- Offene Frage: Wie viele NSH sind wann betroffen?

Heizstrom-Markt ist rückläufig, wenig Wettbewerb ausgesetzt und stark regionalisiert

- Gegenstand sind unterbrechbare elektrische Verbrauchseinrichtungen zum Zwecke der Raumheizung: A) Nachtspeicherheizung und B) Wärmepumpe
- **Anzahl NSH** ca. 2,2 Mio. (2006) und 1,6 Mio. (2009) (5)
- z. Vgl. Anzahl WP: ca. 350.000 (2009) und 450.000 (2011), davon zuletzt ca. 40% Luft-Wärmepumpen
- **Heizstrombedarf von NSH** ca. 13,8 (13,4) Mrd. kWh in 2009 (2011), d.h. etwa 11% Anteil am Haushaltsstromverbrauch (5, 6)
- Auf Haushalte entfällt ca. 80% des Heizstrommarktes mit einem mittleren Preise von ca. 17,64 ct/kWh (6)
- Ca. 25 (30) Unternehmen decken 70 (75) % des Heizstrommarktes ab (1,1 Mio. NSH mit 10 TWh),
- Marktbeherrschende Stellung vor allem durch Grundversorger wird durch Zutrittsschranken (z.B. intransparente Lastprofile und Tarife) noch abgesichert und vermutlich noch kurz- bis mittelfristig anhalten (5)
- **Regionaler Fokus** in NW, BW und BY (ca. 900.000 oder ca. 63%) (7)
- **Installierte elektrische Gesamtlast:** schätzungsweise ca. 10-11 GWel (7 kWel/NSH)

Nachtspeicherheizungen werden in der Hälfte der Fälle bereits durch andere Heizungstypen ersetzt



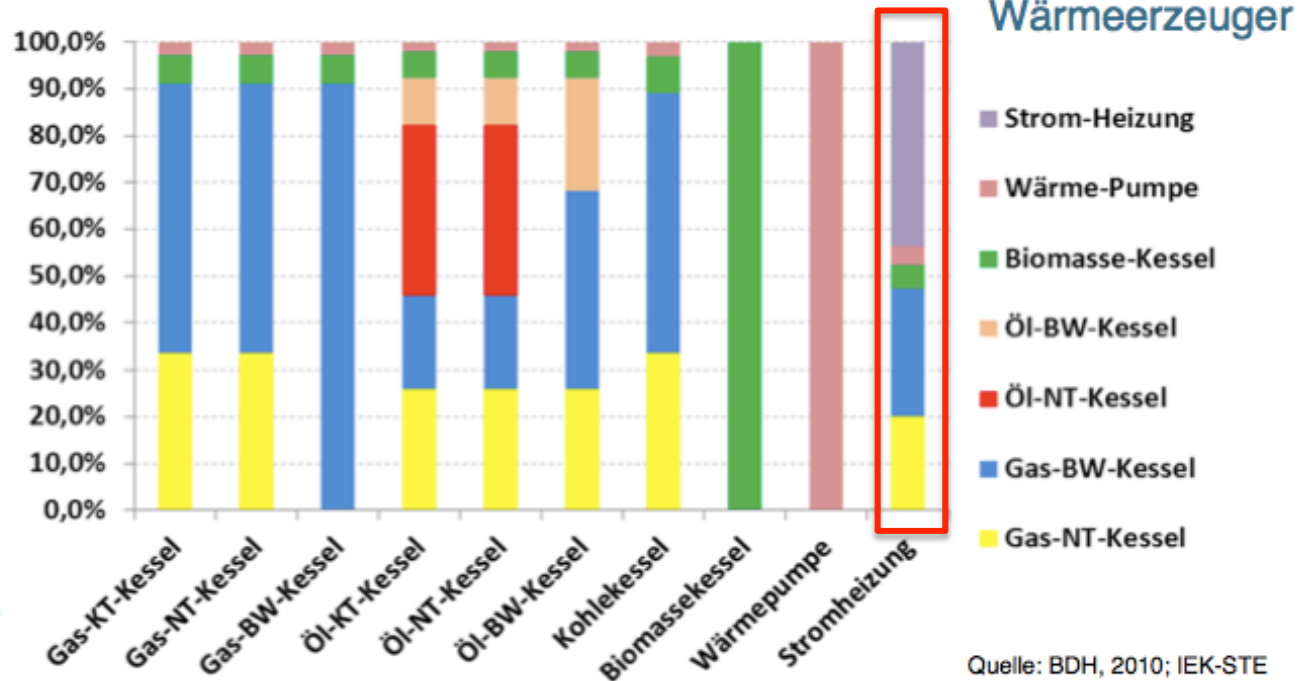
Substitution von alten Wärmeerzeugern

Analyse des Sanierungsmarkts für den Zeitraum 2005 – 2009:

-> **Substituierte Wärmeerzeuger:**
 davon Gas-Brennwertkessel: **gesamt 2,7 Mio.**
 davon Gas-Niedertemperaturkessel: **ca. 1,0 Mio. (37%)**
ca. 0,54 Mio. (20%)

KT = Konstanttemperatur,
 NT = Niedertemperatur,
 BW= Brennwert.

Alte
Wärmeerzeuger



Quelle: BDH, 2010; IEK-STE

Überschüssiger Strom und Nachtspeicherheizungen

Was ist „überschüssiger“ Windstrom?

Verfügbarer Strom,

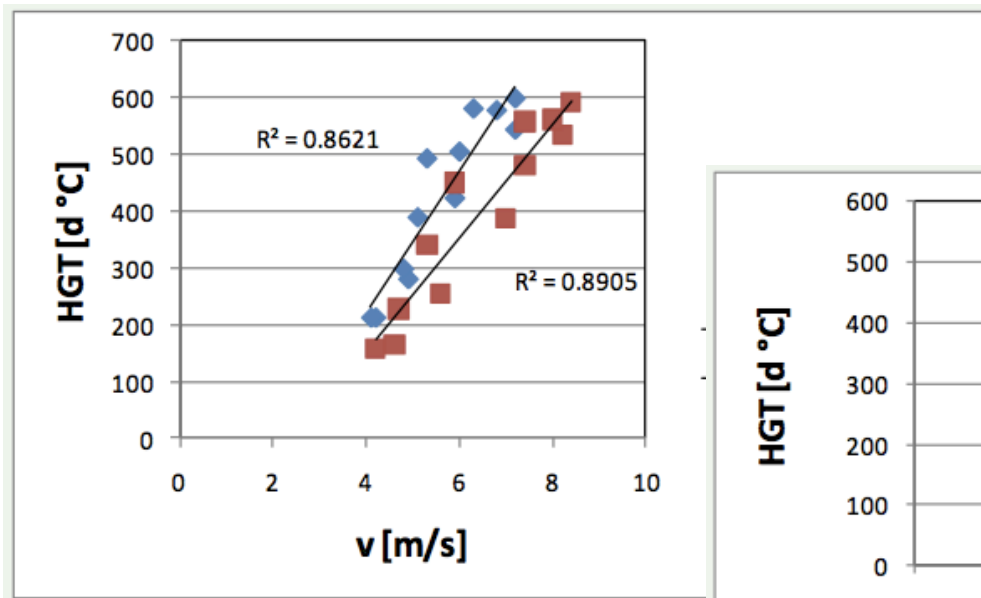
- a) der temporär die lokale Nachfrage übersteigt und der nicht abtransportiert werden kann aufgrund regionaler Netzengpässe - Verteilnetz zu Transportnetz (regionale Überschüsse)
- b) der temporär die (Gesamt-)Nachfrage übersteigt (negative Residuallast)

Regionale Überschüsse

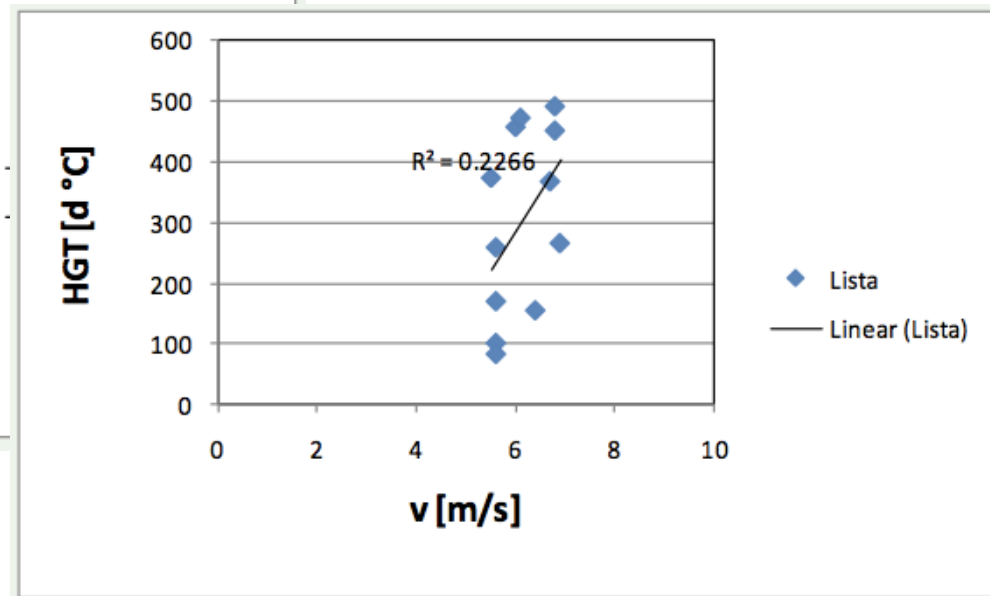
- Abgeregelter Strom aus Erneuerbaren Energien (EE) gemäß §11 EEG (Einspeisemanagement: 127 (421) GWh in 2010 (2011) (Faktor 3,3) davon 97% Windstrom bzw. 0,3 (0,9 %) am eingespeisten Windstrom)
 - Dieser vor allem im Norden anfallende „Überschuss“-Windstrom kann durch den größten Teil der NSH-Last (in NRW und Süddeutschland) nicht genutzt werden
 - Selbst regional bleibt die mögliche „Speicherung“ von „Überschuss“-Windstrom für NSH (ca.10%) im Idealfall (Problem Windstrombezug) und rein bilanziell auf bisher ca. 10 % (30 %) in 2010 (2011) begrenzt

Windstrom steht lokal aber nicht immer dann zur Verfügung, wenn Raumwärme benötigt wird...

- Untersuchung für Norwegen (10) zur Korrelation von Windleistung und Heizenergiebedarf für verschiedene Standorte zeigt uneinheitliche Ergebnisse
- Es gibt vermeintlich gute Standorte ...

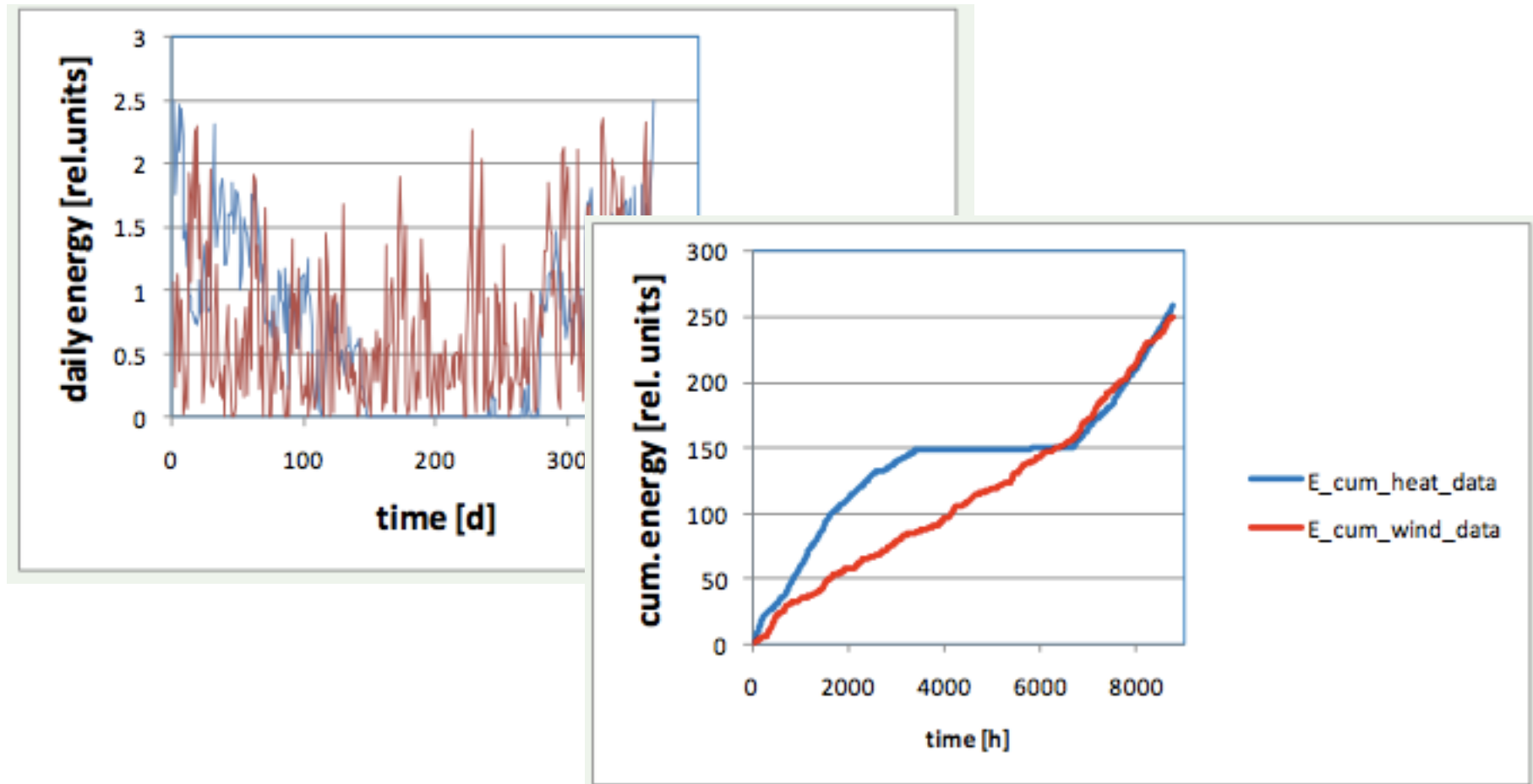


sowie schlecht geeignete Standorte



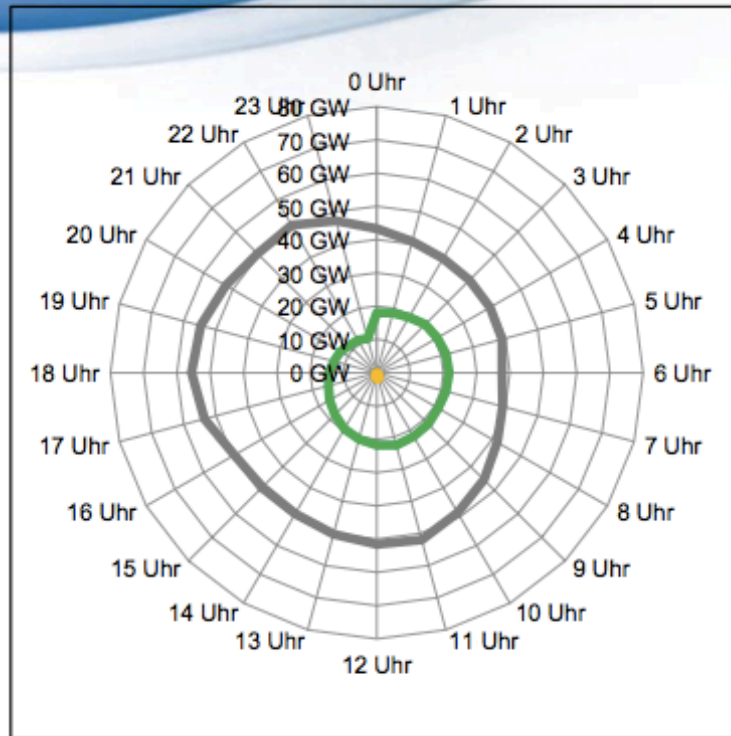
Windstrom steht lokal aber nicht immer dann zur Verfügung, wenn Raumwärme benötigt wird...

- Untersuchung für Norwegen (10) zur Korrelation von Windleistung und Heizenergiebedarf für verschiedene Standorte zeigt uneinheitliche Ergebnisse

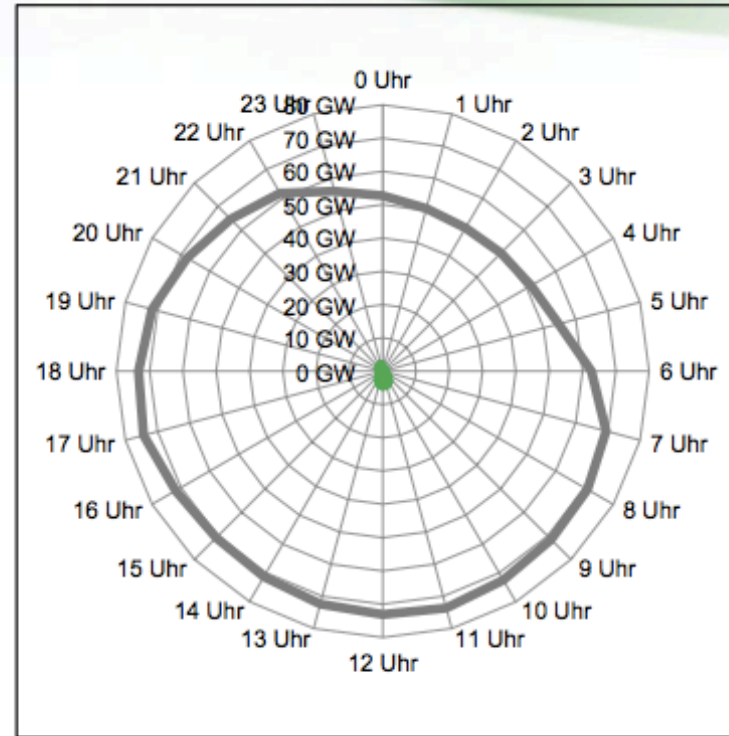


... und Windstrom kann (noch) nicht die gesamte Last decken

Die heutige Perspektive: Überschüsse aus FEE-Erzeugung?



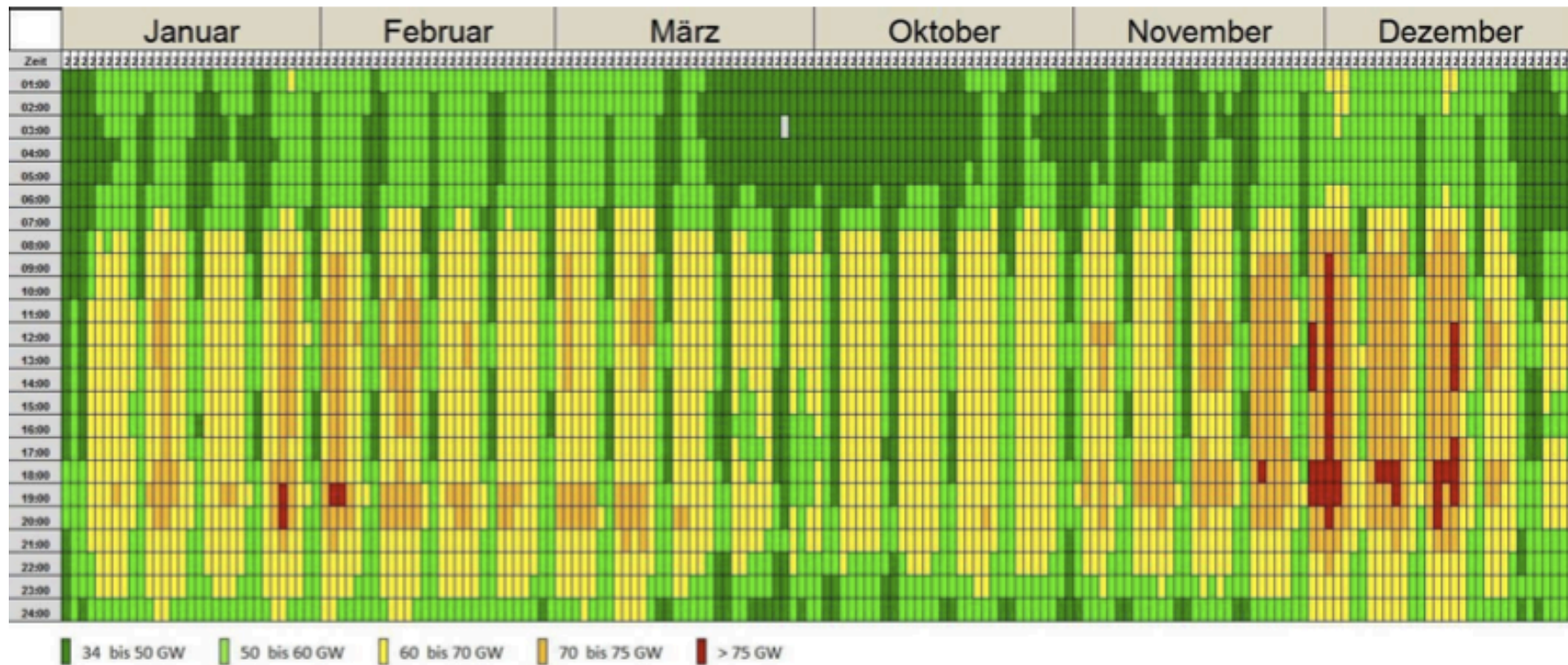
22.01.2012
Niedrigste Residuallast
im Winterhalbjahr 2011/12



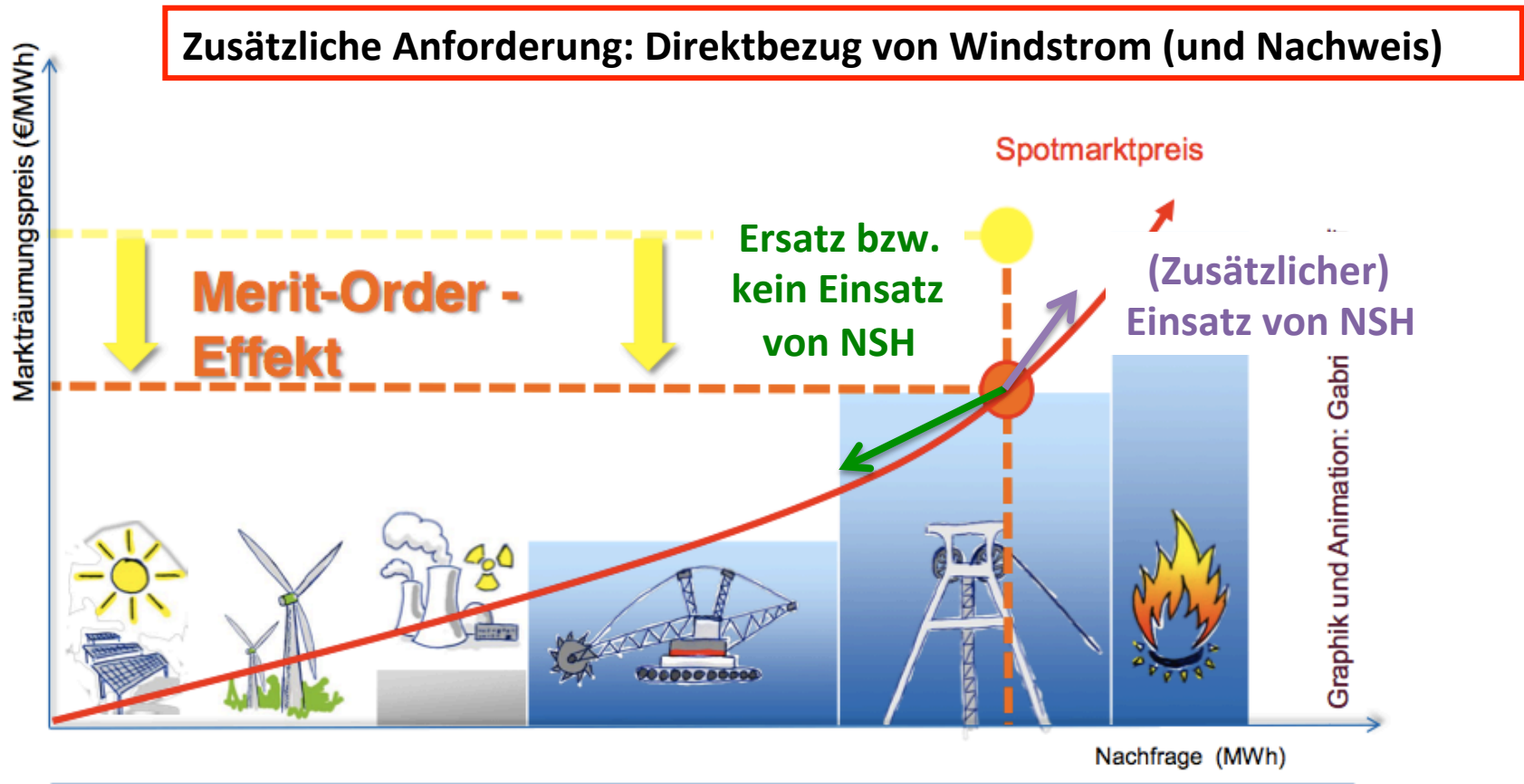
23.11.2011
Höchste Residuallast
im Winterhalbjahr 2011/12

Graphik IZES auf Basis von Daten der EPEX

Die gesamte elektrische Last liegt bisher in Winternächten meistens zwischen etwa 34 und 60 GW

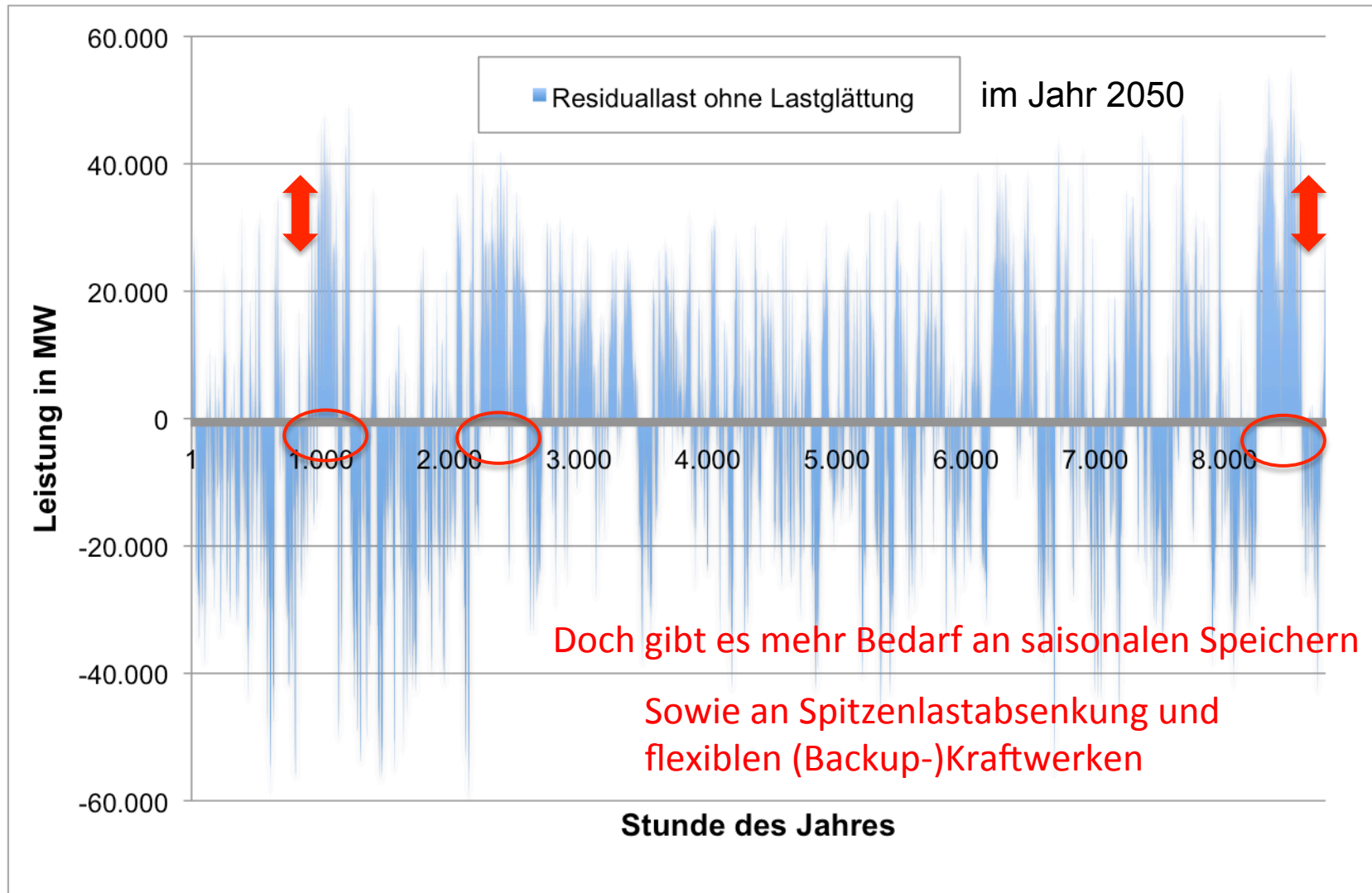


Hohe Nachfrage ist eher ein Garant für den Einsatz von thermischen Kraftwerken und höheren Spotmarktpreisen



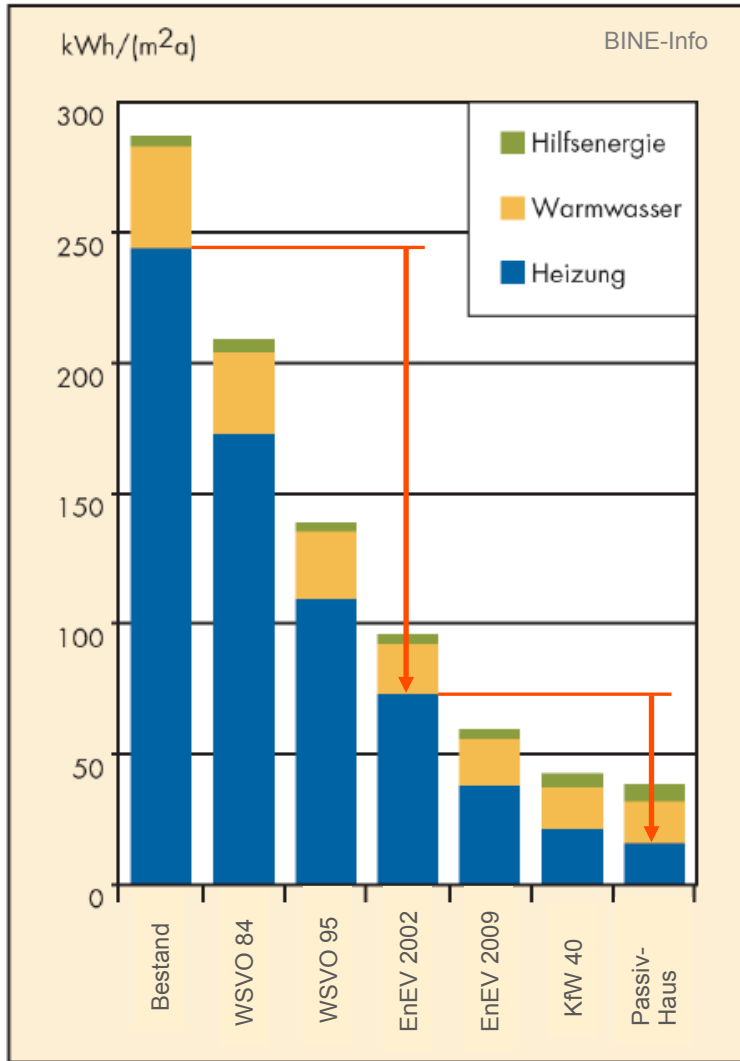
Und die Perspektive?

In Zukunft steigen zwar die negativen Residuallasten stark an...



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der BMU-Leitstudie 2010

Und in Zukunft? Sollen und können die gewaltigen Effizienzpotenziale im Bereich Gebäude gehoben werden



Neubau / Modernisierung nach EnEV (bis 2008) vs. Altbau



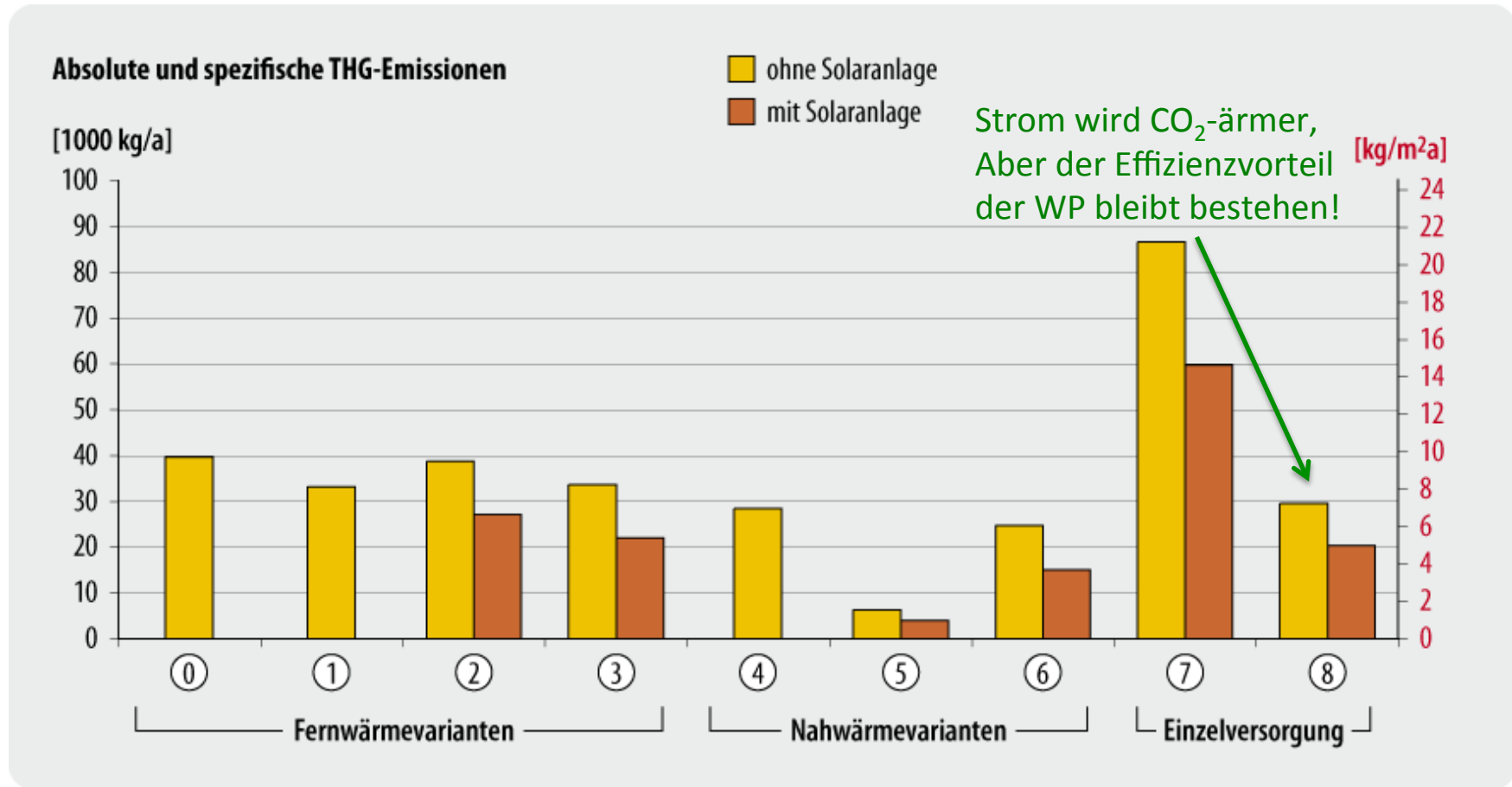
70 statt 240 kWh/(m²a)
 → - 71 %

Passivhäuser vs. EnEV-Standard



15 statt 70 kWh/(m²a)
 → - 79 %

Für diesen Fall (PH*) gibt es sowohl ökologisch als auch ökonomisch weitaus bessere Optionen als NSH



0 FW klassisch (Stichleitungen)
 1 Verlegung durch Häuser
 2 Kopfstationen
 3 Zentraler WT / durch Häuser

4 Zentrales BHKW
 5 Holzpellets Kopfstationen
 6 Kalte Nahwärme

7 Strom Direktheizung
 8 WP-Kompaktaggregate

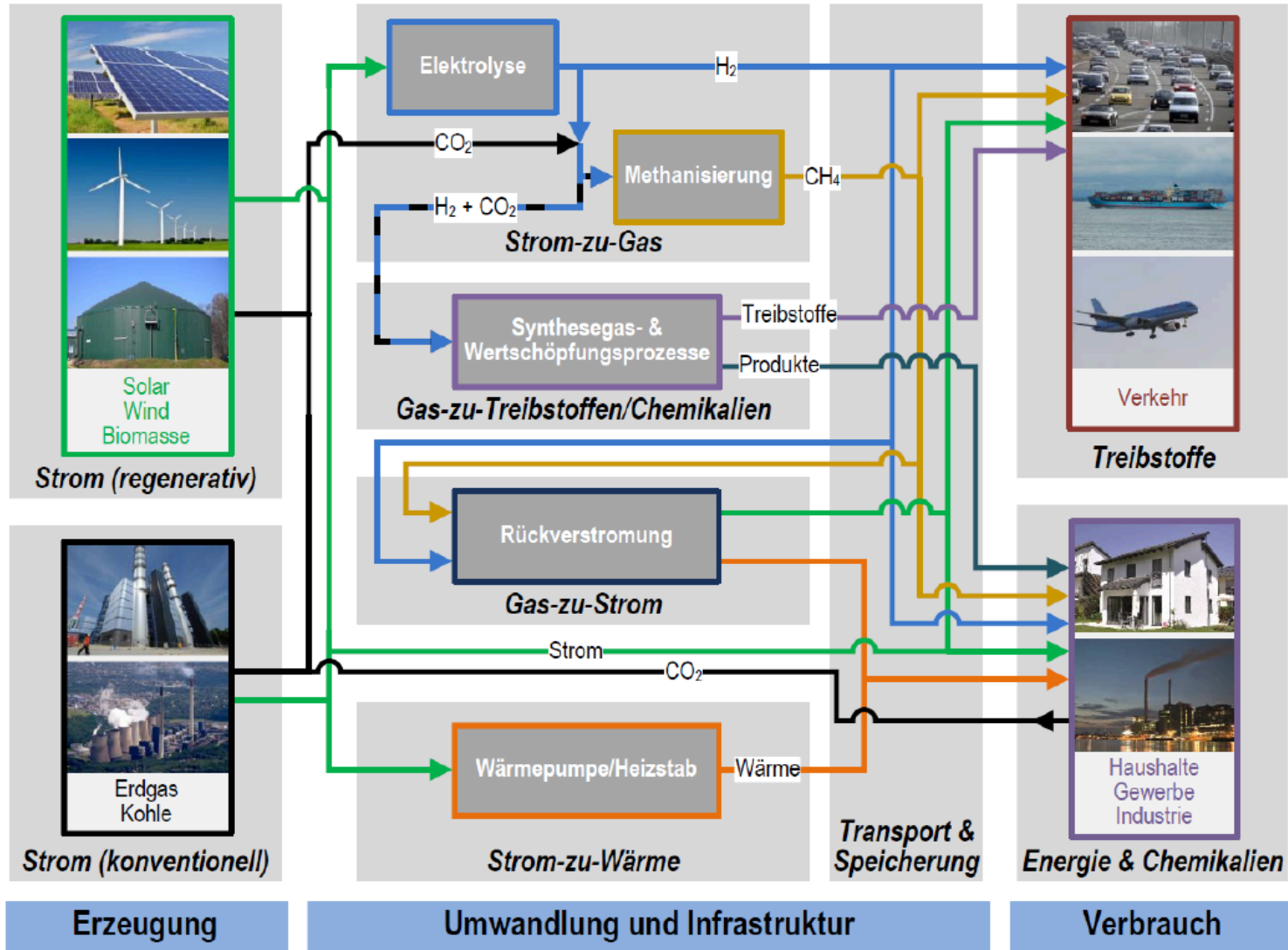
*Passivhäuser-Siedlung

Alternativen zu Power-to-Heat

Überblick über verfügbare Technologien und Brennstoffe

	BRENNSTOFFE		TECHNOLOGIEN																	
Wärme	<p><u>Fossil</u></p> <table border="1"> <tr><td>Erdgas</td></tr> <tr><td>Heizöl</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>Strom (fossil)</td></tr> <tr><td>Strom (Deutschlandmix)</td></tr> </table>	Erdgas	Heizöl	Strom (fossil)	Strom (Deutschlandmix)	<p><u>Regenerativ</u></p> <table border="1"> <tr><td>fest</td><td>Holz</td></tr> <tr><td>flüssig</td><td>Pflanzenöl</td></tr> <tr><td>gasförmig</td><td>Biogas</td></tr> <tr><td colspan="2">Solarstrahlung</td></tr> </table>	fest	Holz	flüssig	Pflanzenöl	gasförmig	Biogas	Solarstrahlung		<table border="1"> <tr><td>0) NT-Heizung</td></tr> <tr><td>Brennwert-Heizung</td></tr> <tr><td>1) Holz-Heizung (Kessel/Ofen)</td></tr> <tr><td>2) Solarkollektor</td></tr> <tr><td>3) Elektro- / Gas-Wärmepumpe (Stromdirektheizung)</td></tr> </table>	0) NT-Heizung	Brennwert-Heizung	1) Holz-Heizung (Kessel/Ofen)	2) Solarkollektor	3) Elektro- / Gas-Wärmepumpe (Stromdirektheizung)
	Erdgas																			
Heizöl																				
Strom (fossil)																				
Strom (Deutschlandmix)																				
fest	Holz																			
flüssig	Pflanzenöl																			
gasförmig	Biogas																			
Solarstrahlung																				
0) NT-Heizung																				
Brennwert-Heizung																				
1) Holz-Heizung (Kessel/Ofen)																				
2) Solarkollektor																				
3) Elektro- / Gas-Wärmepumpe (Stromdirektheizung)																				
KWK	<table border="1"> <tr><td>Erdgas</td></tr> <tr><td>Heizöl</td></tr> </table>	Erdgas	Heizöl	<table border="1"> <tr><td>fest</td><td>Holz</td></tr> <tr><td>flüssig</td><td>Pflanzenöl</td></tr> <tr><td>gasförmig</td><td>Biogas</td></tr> <tr><td colspan="2">Solarstrahlung</td></tr> </table>	fest	Holz	flüssig	Pflanzenöl	gasförmig	Biogas	Solarstrahlung		<p>4)</p> <table border="1"> <tr><td>Motor-BHKW</td></tr> <tr><td>Mikro-Gasturbine</td></tr> <tr><td>Dampfmotor</td></tr> <tr><td>Stirlingmotor</td></tr> </table> <p>Quelle:</p>	Motor-BHKW	Mikro-Gasturbine	Dampfmotor	Stirlingmotor			
Erdgas																				
Heizöl																				
fest	Holz																			
flüssig	Pflanzenöl																			
gasförmig	Biogas																			
Solarstrahlung																				
Motor-BHKW																				
Mikro-Gasturbine																				
Dampfmotor																				
Stirlingmotor																				

Alternativen zu Power-to-Heat Power-to-Gas, -Fuels, -Chemicals (P2X)



Fazit zu Power-to-Heat

Heizen mit Strom (mit Wärmespeicher)

Treiber und Hemmnisse

Treiber

- Die Energieversorgung wird insgesamt stromintensiver
- Zunehmende Überschüsse an kostengünstigem EE-Strom
- Wachsender Bedarf an flexiblen Lasten und Speichern
- Merit-Order-Effekt (zeitweise niedrigere bis negative Spotmarktpreise)
- Zunehmende Preisspannen des Spotmarktpreises durch EE-Stromausbau erwartet

Hemmnisse

- Bisher keine Zunahme, sondern Abnahme der Strompreisspannen (insb. durch PV)
- Niedrige/negative Börsenpreise (bzw. viel EE-Strom) unabhängig vom Wärmebedarf
- Zusätzliche Kosten für Flexibilisierung (z.B. größere Pufferspeicher) und Informations- und Kommunikationstechnik sowie ggf. höhere Betriebskosten
- Ggf. höhere Wärmeverluste
- Ökologische, ökonomische und systemtechnische „Effizienz“ und Bedarf abhängig von der weiteren Systemtransformation und Gebäudesanierung → z.B. Lastausgleich und Speicherung besser lokal, regional und/oder national?

Fazit

- Langfristig dürften die Treiber und Vorteile für effiziente Stromanwendungen überwiegen!
- Heizen mit Strom bleibt jedoch nur eine von vielen Optionen!
- Gefahr von Lock-in-Effekten → auch mittel- und langfristig benötigen wir nachfrageseitige Stromeffizienz (z.B. elektrische WP Faktor 2 bis 4 effizienter als Widerstandsheizung)

Handlungsempfehlungen aus Sicht des Klima- und Ressourcenschutzes

- Energetische Gebäudesanierung in der Breite und in der Tiefe - jetzt!
- Gebäude als System betrachten und zeitlich abgestimmtes Sanierungskonzept entwickeln (kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen)!
- (Wenn möglich) erst isolieren, dann installieren!
- Erdgas-Brennwert als Referenzanlage (Mindeststandard)
- KWK (Nahwärme, Fernwärme, Mikro-KWK), Biogas, Holzpellets, Solaranlage und Gas-WP bieten ökologische Vorteile
- Elektro-WP i.d.R. nur unter bestimmten Voraussetzungen (Niedertemperatursystem, guter Dämmstandard) ökonomisch und ökologisch sinnvoll, speziell Luft-WP nur für energetisch hocheffiziente Gebäude (Passivhaus / KfW-40-Haus mit WRG)
- Elektroheizung (Nachtspeicher) ökologisch und ökonomisch nicht vertretbar
- Zentralheizung i.d.R. flexibler (offen für Nachrüstung Solar / Holz / KWK) und kostengünstiger (ggf. Dachheizzentrale)
- Gut abgestimmte Komponenten (Kessel, Brenner, Regelung, Hocheffizienzpumpe, hydraulischer Abgleich) wichtig für Gesamteffizienz
- Geräte mit Umweltzeichen (Blauer Engel) bevorzugen

Power-to-Heat, -Gas, -X

Ist eine Frage von (vielen) verschiedenen Faktoren

- Standort
- Zeitpunkt
- Korrelationen
- Akteuren
- Systemebenen
- Entwicklungen auf der Nachfrageseite

Was kann jeder Einzelne tun?

STROM	<p>Kaufen Sie nur energieeffiziente Geräte! d.h. Geräte der Energieeffizienzklasse A bei Kühlgeräten Klasse A+ / A++</p> <p>Vermeiden Sie Stand-by-Verbräuche!</p> <p>Wechseln Sie zu einem unabhängigen Ökostrom-Anbieter!</p> <p>Installieren Sie auf Ihrem Dach eine Photovoltaik-Anlage!</p>	<p>Top-Ten-Seiten: www.ecotopten.de www.spargeraete.de www.topten.ch</p> <p>Aktion No-Energy: www.no-e.de</p> <p>Aktion Stromwechsel: www.atomausstieg-selber-machen.de/wechsel</p> <p>Strompreisrechner: www.verivox.de/P/energienetz/Stromrechner.asp</p> <p>Energieagentur NRW: www.solarenergie.ea-nrw.de</p>
WÄRME	<p>Lüften Sie energiesparend (Stoßlüften statt Kipplüften)!</p> <p>Lassen Sie Ihr Haus dämmen bzw. motivieren Sie Ihren Vermieter dazu!</p> <p>Verlangen Sie vom Vermieter einen qualifizierten Energiebedarfs-Ausweis!</p> <p>Lassen Sie eine "Faktor-4-Umwälzpumpe" einbauen!</p> <p>Installieren Sie auf Ihrem Dach eine Solarthermie-Anlage!</p> <p>Heizen Sie mit Holzpellets!</p>	<p>Verbraucherzentrale: www.verbraucherzentrale-energieberatung.de</p> <p>Hess. Energiespar-Aktion: www.impulsprogramm.de</p> <p>Deutsche Energie-Agentur: www.gebaeudeenergiepass.de</p> <p>Energy+ Pumps: www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/Ecolnno_Pumps_de.pdf</p> <p>EnergieAgentur NRW: www.solarenergie.ea-nrw.de</p> <p>Aktion Holzpellets: www.aktion-holzpellets.de</p> <p>Energie-Pellet-Verband: www.depv.de</p> <p>C.A.R.M.E.N.: www.carmen-ev.de</p>
MOBILITÄT	<p>Erledigen Sie kurze Strecken zu Fuß oder mit dem Fahrrad!</p> <p>Nutzen Sie soweit möglich die Bahn und den ÖPNV!</p> <p>Bei unvermeidbaren Flügen: Fliegen Sie klimabewusst!</p> <p>Fahren Sie ein energieeffizientes Auto!</p> <p>Nehmen Sie am Carsharing teil!</p> <p>Organisieren Sie Fahrgemeinschaften!</p>	<p>ADFC: www.adfc.de</p> <p>Deutsche Bahn: www.reiseauskunft.bahn.de</p> <p>Atmosfair: www.atmosfair.de</p> <p>Top-Ten-Seite: www.topten.ch</p> <p>Verkehrsclub Deutschland: www.besser-autokaufen.de</p> <p>Bundesverband CarSharing: www.carsharing.de</p> <p>Mitfahrgelegenheit: www.mitfahrgelegenheit.de</p>
KAPITAL	<p>Investieren Sie in ökologische Anlagen!</p> <p>Wechseln Sie zu einem unabhängigen Ökostrom-Anbieter!</p>	<p>Natur-Aktien-Index: www.nai-index.de</p> <p>Nachhaltiges Investment: www.nachhaltiges-investment.org s. unter "Strom"</p>
FÖRDER	<p>Nutzen Sie die zahlreichen Förderprogramme!</p>	<p>BINE-Info: www.energiefoerderung.info</p> <p>EnergieAgentur NRW: www.ea-nrw.de/foerderung</p> <p>Fördermitteldatenbank: www.foerderdata.de</p> <p>KfW Förderbank: www.kfw-foerderbank.de</p> <p>Solarförderung (BSW & KfW): www.solarfoerderung.de</p>
INFORMATION	<p style="text-align: center;">Download Klimaschutz-Linkliste:</p> <p style="text-align: center;">www.wupperinst.org</p> <p style="text-align: center;">Such-Stichwort: „Klimaschutz Links“</p>	<p>BINE-Info: www.bine.info</p> <p>Bund der Energieverbraucher: www.energienetz.de</p> <p>Bundesumweltministerium: www.bmu.de/energieeffizienz www.erneuerbare-energien.de</p> <p>Deutsche Energie-Agentur: www.dena.de</p> <p>Effizienzkampagne: www.stromeffizienz.de</p> <p>EnergieAgentur NRW: www.ea-nrw.de</p> <p>Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.de</p> <p>Verbraucherzentrale: www.verbraucherzentrale-energieberatung.de</p>

Vieles ist möglich...

**Vieles ist möglich...
aber nicht immer sinnvoll 😊**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

