



Null- und Plusenergiegebäude: Methodische Einordnung, Projekte, Planungswerkzeuge

Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss

Bergische Universität Wuppertal
Fachbereich D, Architektur
Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung



Studentenwohnheim Neue Burse, Wuppertal

Preisgekrönte Sanierung eines 70er Jahre Baus nach dem Passivhauskonzept

Architektur: ACMS, Wuppertal

Forschung/Evaluierung: Universität Wuppertal, b+tga





Inhalt

- Kontext
- Definitionen
- Projekte & Erfahrungen
- Werkzeuge für die Praxis
- Ausblick

Plusenergie im experimentellen Kleinformat:

Plusenergiehaus der Uni Wuppertal
Solar Decathlon Europe, Madrid, 2012





EnOB
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Bergische Universität Wuppertal
Bauphysik und Technische
Gebäudeausrüstung
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss



www.enob.info



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

[Newsletter](#) | [Inhaltsübersicht](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [English](#)

Suchbegriff



Sie sind hier: **Startseite**

■ **Neubau**

■ **Sanierung**

■ **Neue Technologien**

■ **Betriebsoptimierung**

■ **Analysen**

■ **Software und Tools**

■ **Themensuche**

■ **Publikationen**

■ **Forschungsfelder**

■ **Presse**

■ **Glossar**

EnOB: Forschung für Energieoptimiertes Bauen

»Gebäude der Zukunft« ist das Leitbild von EnOB – Forschung für Energieoptimiertes Bauen. In den vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Forschungsprojekten geht es um Gebäude mit minimalem Primärenergiebedarf und hohem Nutzerkomfort – und das bei moderaten Investitions- und deutlich reduzierten Betriebskosten.

Dafür braucht man clevere Gebäudekonzepte und innovative Technologien. So setzt EnOB einen Schwerpunkt auf Forschung und Entwicklung in Bautechnik und technischer Gebäudeausrüstung. Niedrig-Exergie-Systeme, Bauelemente mit Vakuumisolation oder innovative Glas- und Fassadensysteme sind aktuelle Beispiele dafür. Ein zweiter Schwerpunkt ist die wissenschaftliche Evaluierung energieoptimierter Gebäude. So werden erfolgsbestimmende und auch performancekritische Faktoren für Planer, Hersteller und Betreiber von Gebäuden identifiziert. Erfahren Sie mehr über die verschiedenen Forschungsakzente von EnOB und über die Erprobung neuer Konzepte, Technologien und Materialien in Modellprojekten.

[weiterlesen](#)



Nullenergiegebäude & Co

Nullenergie- und Plusenergiegebäude zeigen was möglich ist. Mit einer konsequenten Zusammenführung von Architektur, Energieeffizienz



Finale im Solar Decathlon Europe 2012

Im Hochschulwettbewerb Solar Decathlon stehen jetzt die Sieger fest: Von den 18 beteiligten Hochschulteams konnte das Team Rhône Alpes aus

Aktuell

EnerCalc2013

Das große Update ist da!

Infos zur neuen Version EnerCalc 2013 und zum Update-Verfahren gibt's [hier ...](#)

Quick Links

Projektförderung

Forschungsinitiative EnOB: Ziele, Schwerpunkte und Auswahlkriterien für die

» [Projektförderung](#)

Begleitforschung

Projektübergreifende Analysen für Neubau und Sanierung: Performance, Komfort, Wirtschaftlichkeit etc.

» [Begleitforschung](#)

Energieeffiziente Schule

Forschungsakzent für zukunftsorientierte Schulgebäude

» [Energieeffiziente Schule](#)



Kontext Energiepolitik

Energy Performance of Buildings Directive Fortschreibung 5/2010

Member States shall ensure that:

- **by 31 December 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings**
- **after 31 December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities are nearly zero-energy.**

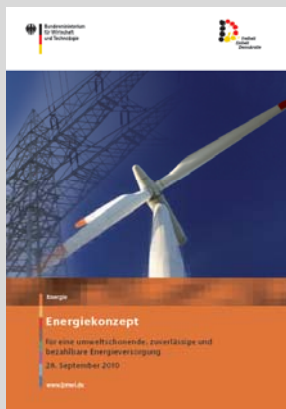
Member States shall draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings. These national plans may include targets differentiated according to the category of building.



Energiekonzept der Bundesregierung 9/2010

Mit der Novelle der EnEV 2012 wird das Niveau „**klimaneutrales Gebäude**“ für Neubauten bis 2020 auf der Basis von **primärenergetischen Kennwerten** eingeführt.

Der daran ausgerichtete Sanierungsfahrplan für Gebäude im Bestand beginnt 2020 und führt bis 2050 stufenweise auf ein Zielniveau einer **Minderung des Primärenergiebedarfs um 80 Prozent**. Das geltende **Wirtschaftlichkeitsgebot** ist dabei einzuhalten.





EnEV 2012 ?

Das Bundeskabinett hat am 6. Februar die Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV) beschlossen. Damit sollen insbesondere die Standards für Neubauten angehoben werden. **Für Bestandsgebäude sind keine wesentlichen Verschärfungen vorgesehen.** Als nächstes wird sich der Bundesrat mit der EnEV-Novelle befassen. Voraussichtlich wird sie **Anfang 2014** in Kraft treten.

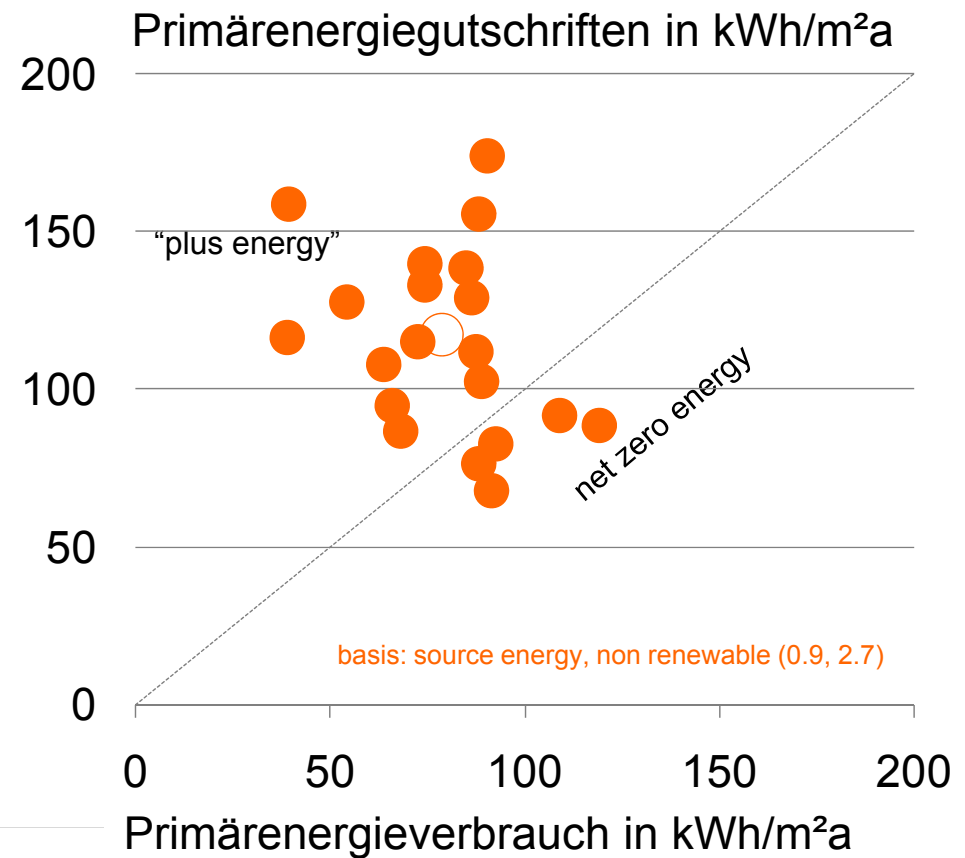
- Verschärfung der **primärenergetischen Anforderungen** bei Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden um 12,5%, ab 2016 um 25%
- Verschärfung der Anforderungen an die Gebäudehülle über den spezifischen Transmissionswärmeverlust (H'T) und mittlere U-Werte.
- Einführung des "Modellgebäudeverfahrens" als alternatives Nachweisverfahren ("EnEV easy").
- Stufenweise Senkung des **Primärenergiefaktors von Strom** auf 2,0 und ab 2016 auf 1,8.
-



Betriebsergebnisse 2007



Solarsiedlung Freiburg, Architektur & Konzept: Rolf Disch



Quelle: Universität Wuppertal, b+tga



Null- und Plusenergiegebäude Weltkarte

350 Gebäude aller Typologien sind auf einer Weltkarte erfasst (Stand 1/2013)

<http://www.enob.info/en/net-zero-energy-buildings/international-projects/>



Google | 5000 km | 5000 Meilen

Kontext: IEA SHCP Task 40 / ECBCS Annex 52

[Nutzungsbedingungen](#)

- comparable building typology
- special typology (hotel, hospital, sports hall,...)
- educational building
- office building
- small residential building
- settlement (building group, row houses)
- apartment building (block of flats)
- Others

list edited by Elke Musall, Bergische Universität Wuppertal (emusall@uni-wuppertal.de). list will be updated continuously, locations used for reference only. Sometimes they simply refer to a general location (city / country), but not to the exact address



„The first Swiss Zero Energy Office Building“
Support Office Marché International, Kemptthal, 2008



Portugal

INETI office/laboratory building Solar XXI in Lisbon, Portugal, 2007

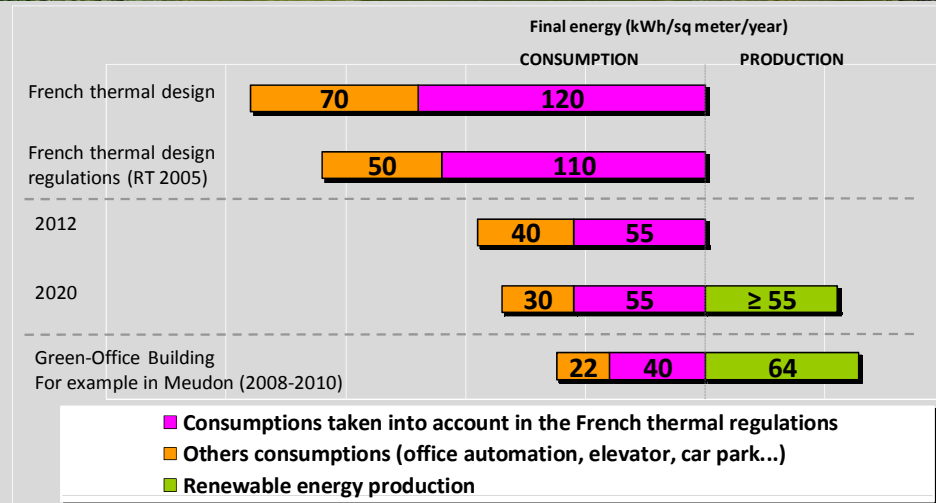


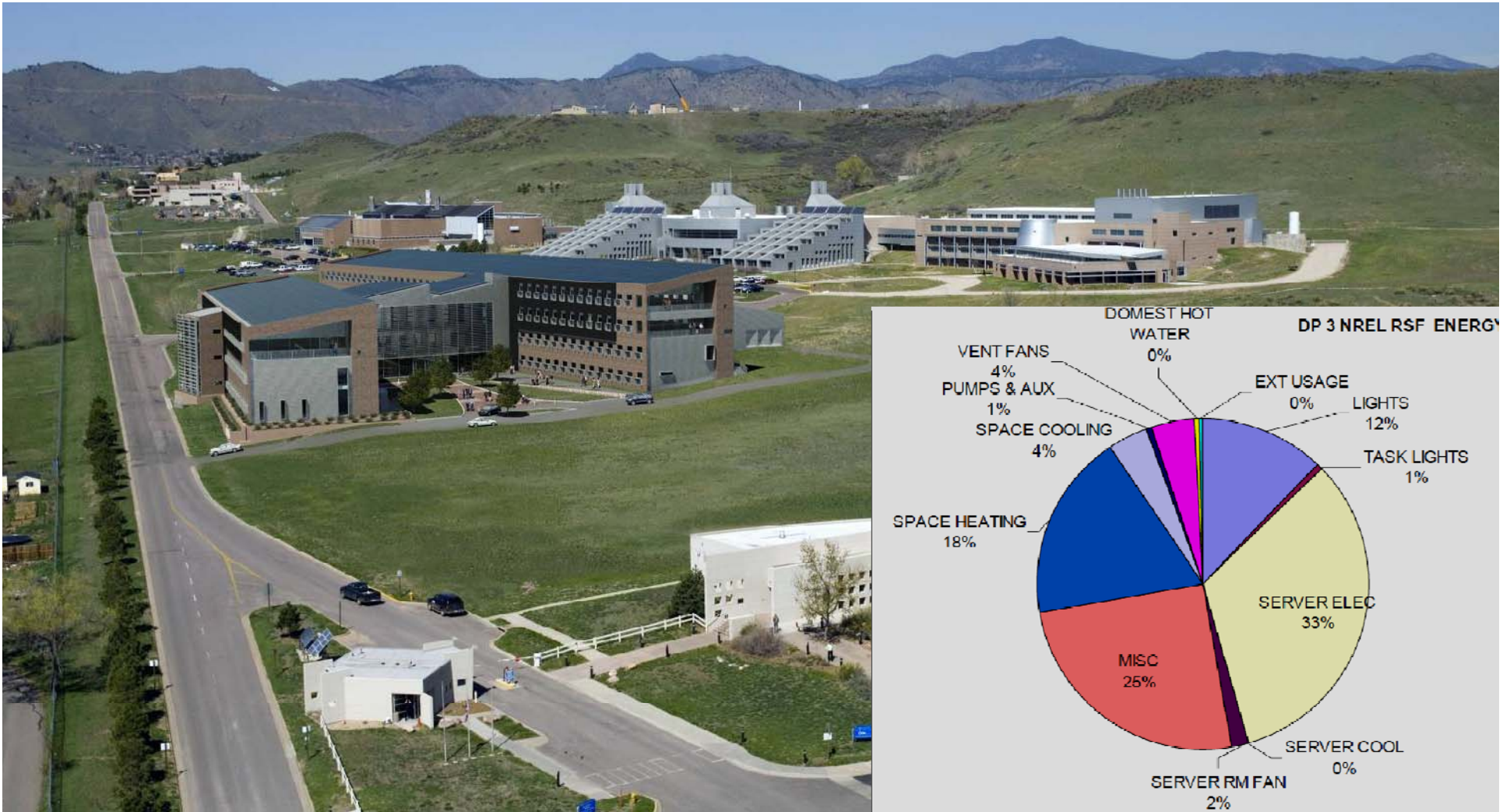


Réunion / France

800 m² laboratory building, 2009

20,000 m² office building in Paris, 2011





USA

22,000 m² NREL office building with data centre, Golden, Colorado (2011)



Kindertagesstätte, Mohnheim, Deutschland, 2009

Picture: A. Schröder, Stuttgart



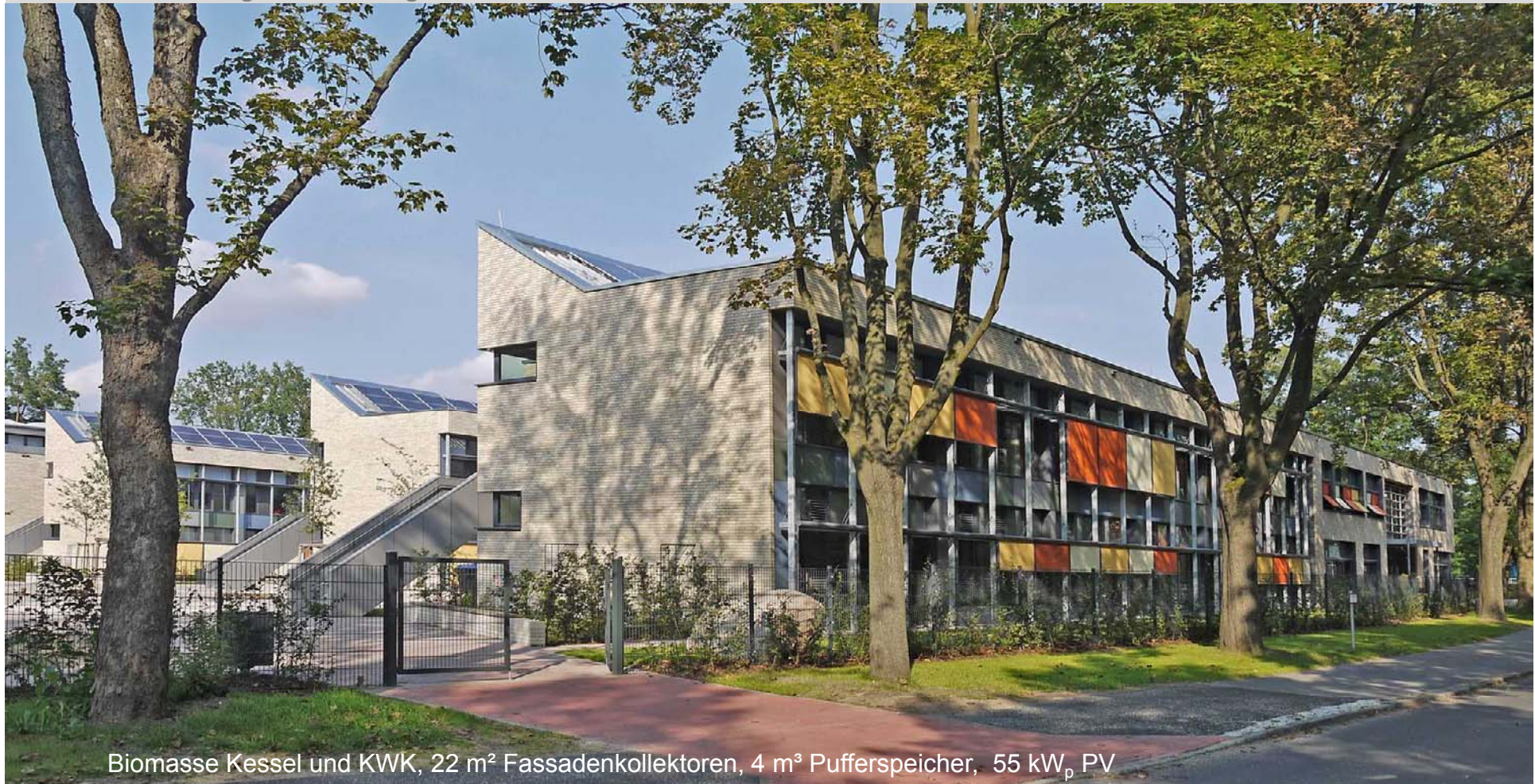
Erdsonden Wärmepumpe, 49 kW_p, PV, 20 m² Solarthermie

Architektur: tr architekten, Köln
Energieplanung: Jung Ingenieure, Köln



Plusenergieschule in Hohen Neuendorf, 2011

Architektur: IBUS Architekten & Ingenieure
Forschung/Evaluierung: HTW Berlin



Biomasse Kessel und KWK, 22 m² Fassadenkollektoren, 4 m³ Pufferspeicher, 55 kW_p PV

Schulsanierung Wolfurt, 2010

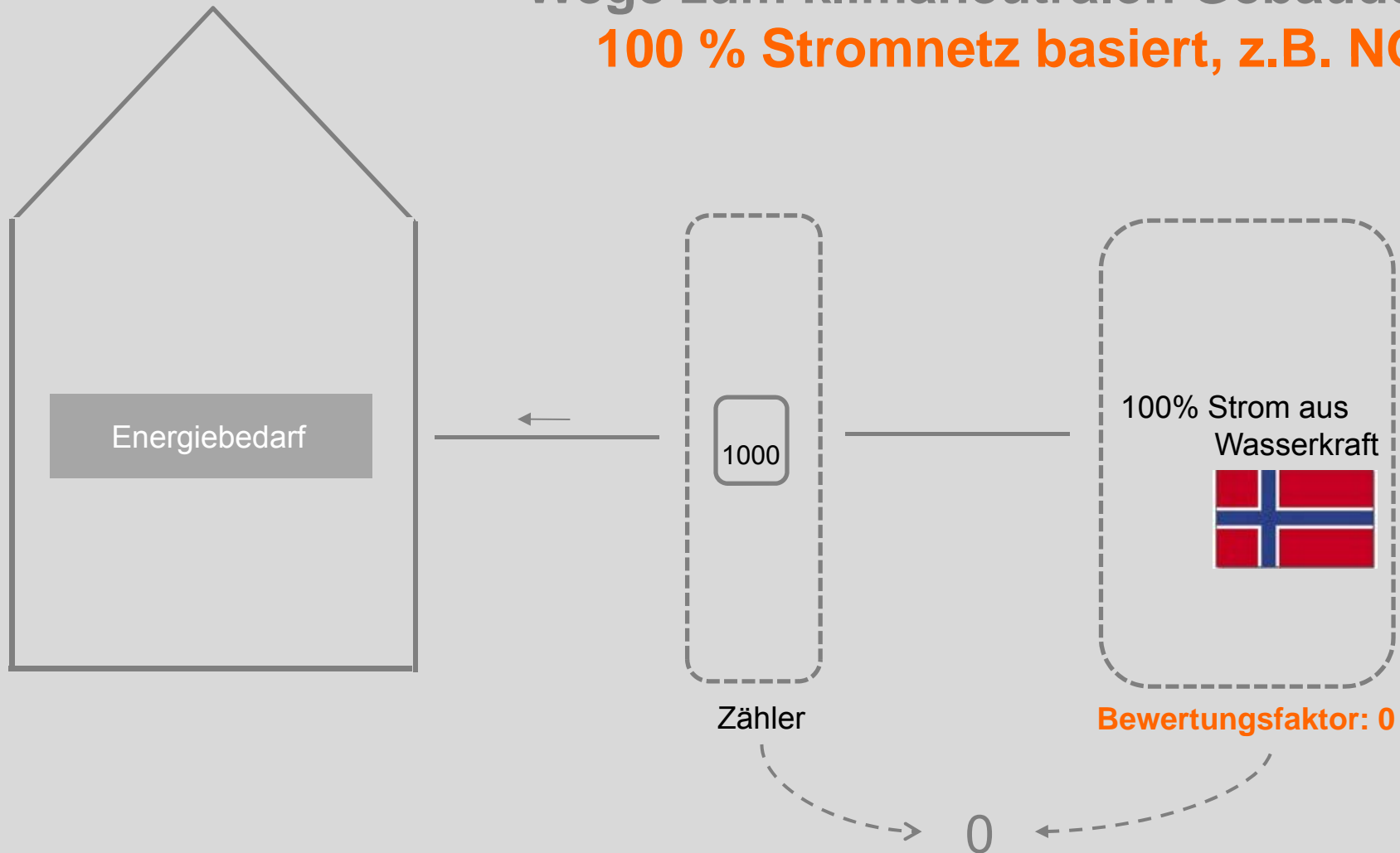
Architektur: G. Zweier, Wolfurt
Forschung/Evaluierung: EPLUS, Egg

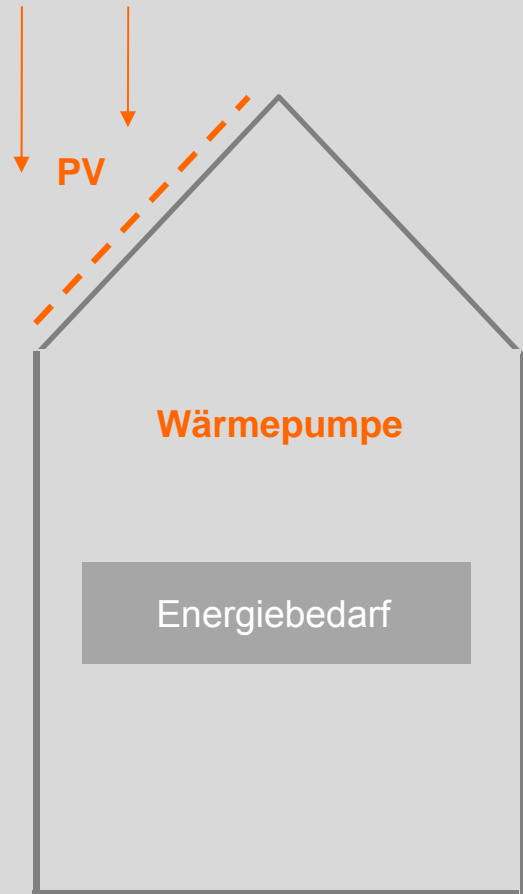


Erdsonden Wärmepumpe, 80 m² Fassadenkollektoren, 6 m³ Pufferspeicher, 26 kW_p PV



Wege zum klimaneutralen Gebäude **100 % Stromnetz basiert, z.B. NO**

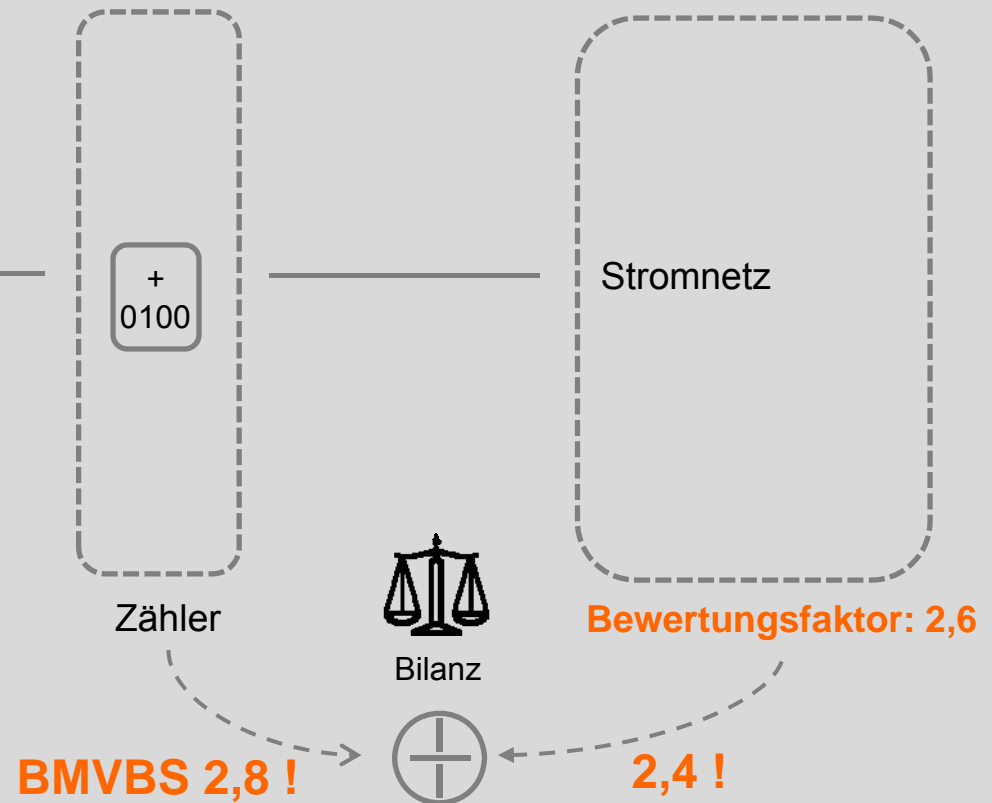




Wege zum klimaneutralen Gebäude

Bilanz basiert: Nur-Strom-Haus

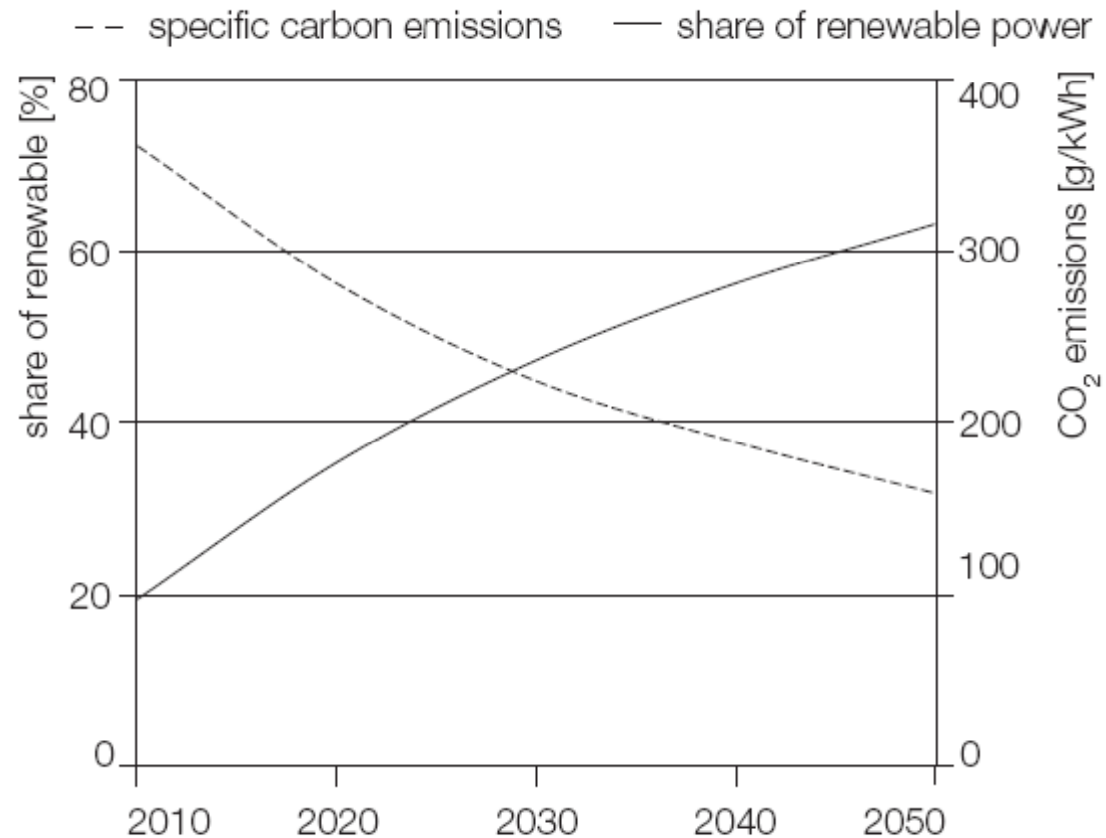
(normativ aber nicht korrekt !)





Green scenario for the development of the **European electricity grid until 2050** with rising share of renewables (local and regional level), limited demand (high efficiency) and thereby decreasing specific emissions (EMPS modelling).

The share of renewable power in Germany is currently comparable to the average EU mix by about 18%. Switzerland reaches about 56% and Norway 96%, both mainly hydro power based.

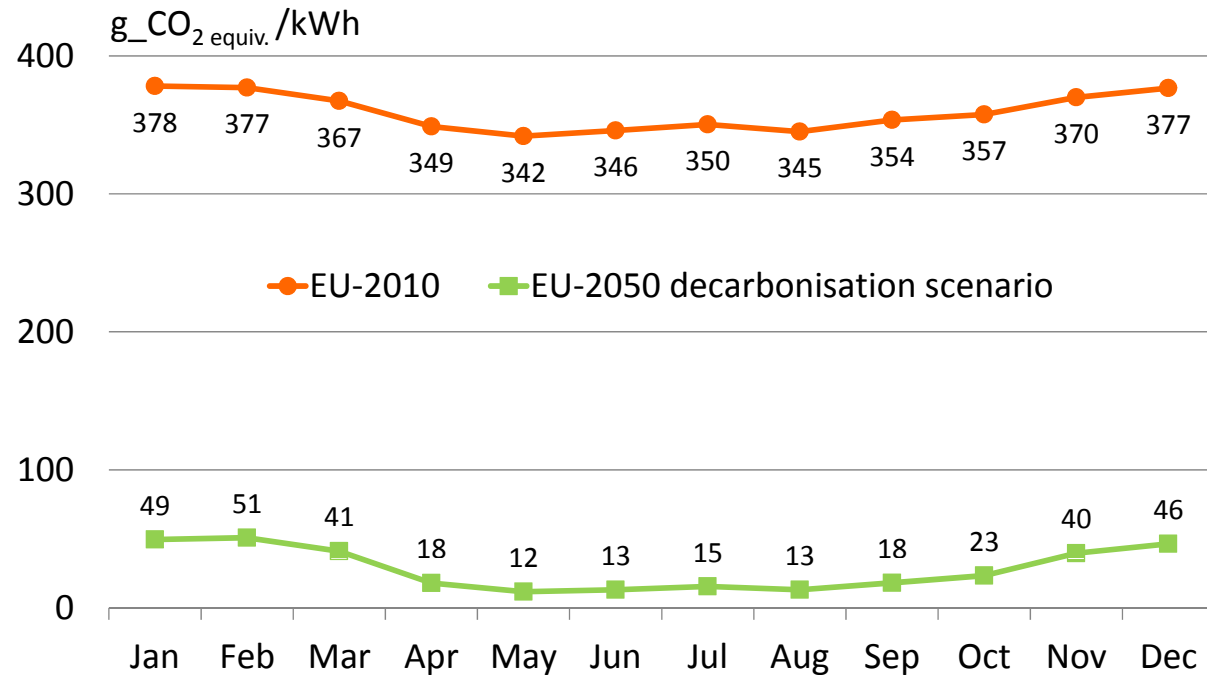


Graabak, Ingeborg; Feilberg, Nicolai:
 CO₂-Emissions in Different Scenarios of
 Electricity Generation in Europe, SINTEF
 report TRA 7058, 2011.



Green scenario for the development of the **European electricity grid until 2050** with rising share of renewables (local and regional level), limited demand (high efficiency) and thereby decreasing specific emissions (EMPS modelling).

Mainly based on the increase of demand in the winter season, the carbon emission are higher in winter compared to the summer season. The relative importance of this effect increases in the 2050 green scenario.

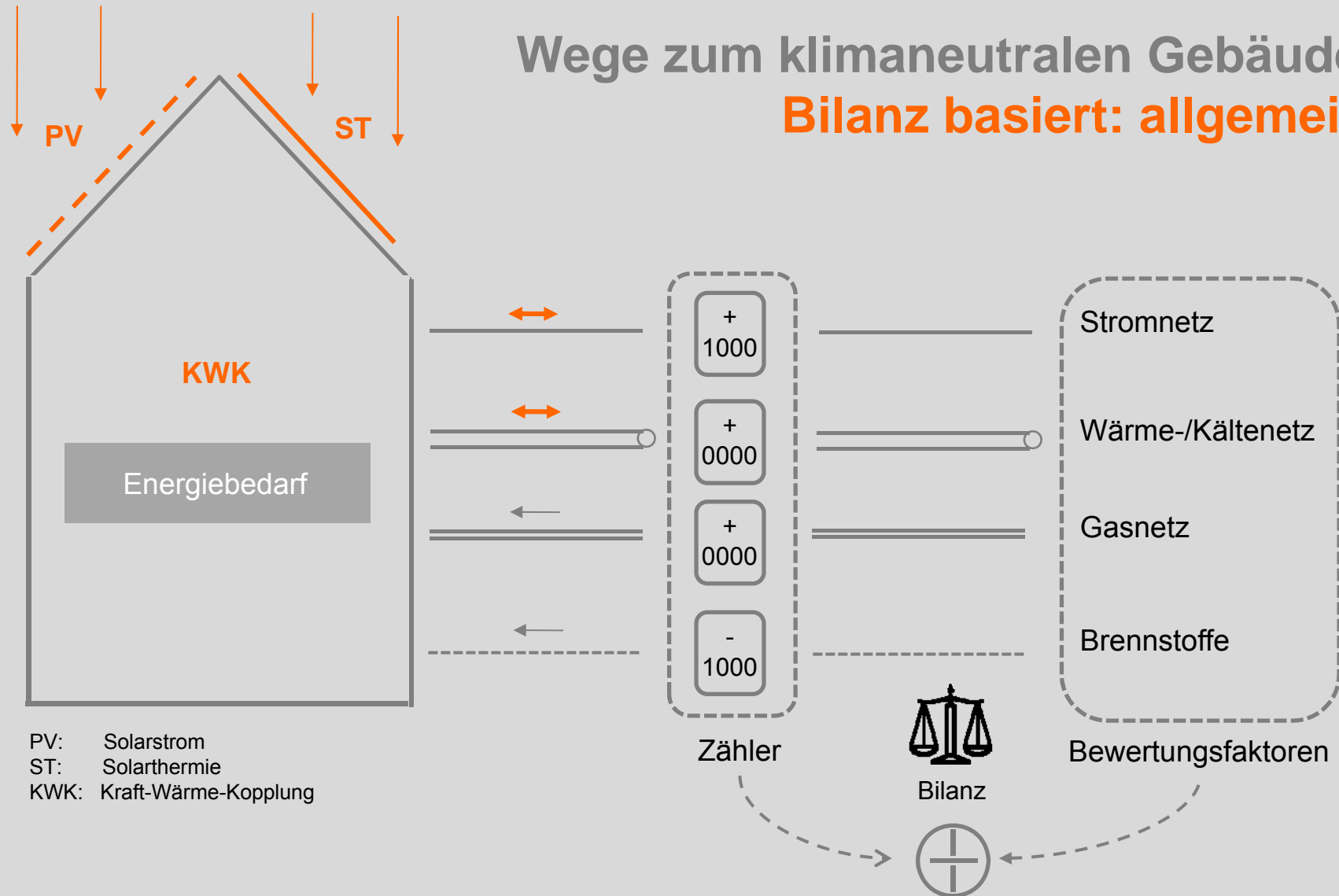


Graabak, Ingeborg; Feilberg, Nicolai:
CO₂-Emissions in Different Scenarios of
Electricity Generation in Europe, SINTEF
report TRA 7058, 2011.



Wege zum klimaneutralen Gebäude

Bilanz basiert: allgemein

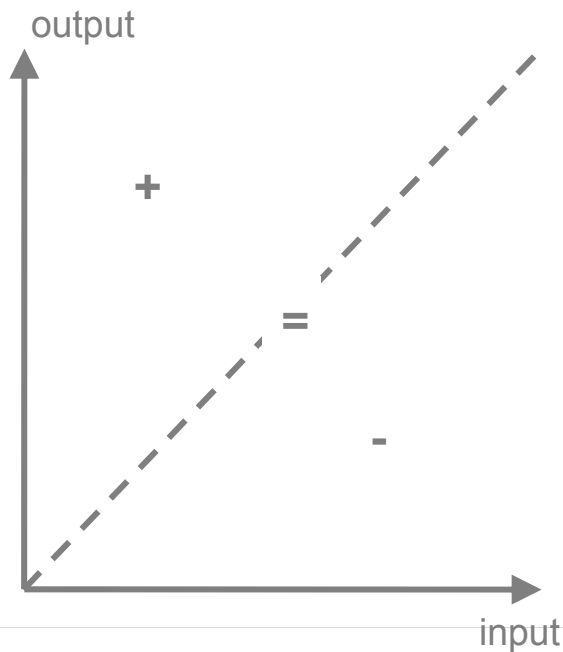


PV: Solarstrom
ST: Solarthermie
KWK: Kraft-Wärme-Kopplung



Neu: Bilanz- statt Effizienzstandard

GRUNDPRINZIP



Quelle: Uni Wuppertal

FESTLEGUNGEN

INDIKATOR

- Endenergie
- **Primärenergie, n. e.**
- Primärenergie, gesamt ?
- äquiv. CO₂ Emissionen ?
- Energiekosten ?

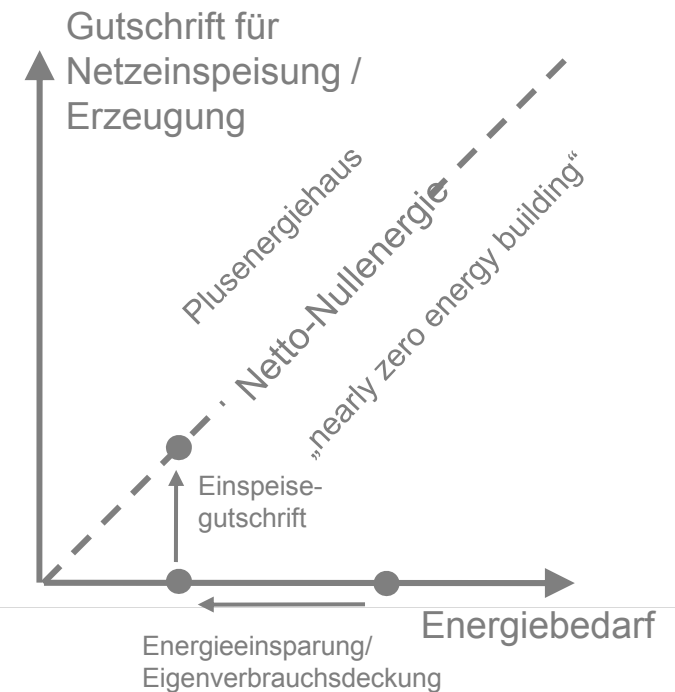
BILANZGRENZE

- **HLK, WW & Beleuchtung**
- + Geräte, Arbeitshilfen und zentrale Dienste ?**
- + Elektromobilität ?
- + Baustoffe und Materialien ?
- + externe Investitionen ?

BILANZIERUNGSZEITRAUM

- **Betriebsjahr**
- Gesamtnutzungsdauer ?
- Lebenszyklus ?

BEISPIEL





Verfahrensfragen in Detail

- Einbeziehung von Strombedarf jenseits von HLK, WW & Licht (Gerätestrom, Aufzüge,.....)
- Bilanzart: Erzeugung versus Bedarf oder Einspeisung versus Bezug?
- Anrechnungsbegrenzung und saisonaler Übertrag von Stromerträgen, die nicht unmittelbar am Objekt verbraucht werden
- Anrechenbarkeit von Stromüberschüssen auf nicht elektrische Verbräuche (fuel switching)
- Methodische Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Stromerzeugungskonzepten, insbesondere PV und KWK
- Gewichtungsfaktoren für Energieträger
- Symmetrie oder Asymmetrie der Gewichtungsfaktoren für Strom
- Nebenbestimmungen in Bezug auf Wärmeschutz,...
-



Beispiel: Effizienzhaus Plus, BMVBS (2011)

Definition:

Das Plus-Energie-Haus-Niveau nach der Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung über die Vergabe von Zuwendungen für Modellprojekte im „Plus-Energie-Haus-Standard“ ist erreicht, wenn sowohl ein negativer Jahres-Primärenergiebedarf ($\Sigma Q_p < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) als auch ein negativer Jahres-Endenergiebedarf ($\Sigma Q_e < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) vorliegen. Alle sonstigen Bedingungen der Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV) wie z.B. die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind einzuhalten.

Bewertungsmethode:

Die Nachweise sind in Anlehnung an die Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV) nach der DIN V 18599 zu führen. Allerdings müssen in Ergänzung zur Nachweisprozedur der EnEV die End- und Primärenergiebedarfswerte für die Wohnungsbeleuchtung und für die Haushaltsgeräte und –prozesse in der Berechnung mitberücksichtigt werden. Dabei ist ein pauschaler Wert von $20 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$ (davon Kochen: $3 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$) jedoch maximal $2.500 \text{ kWh}/\text{a}$ je Wohneinheit anzunehmen.

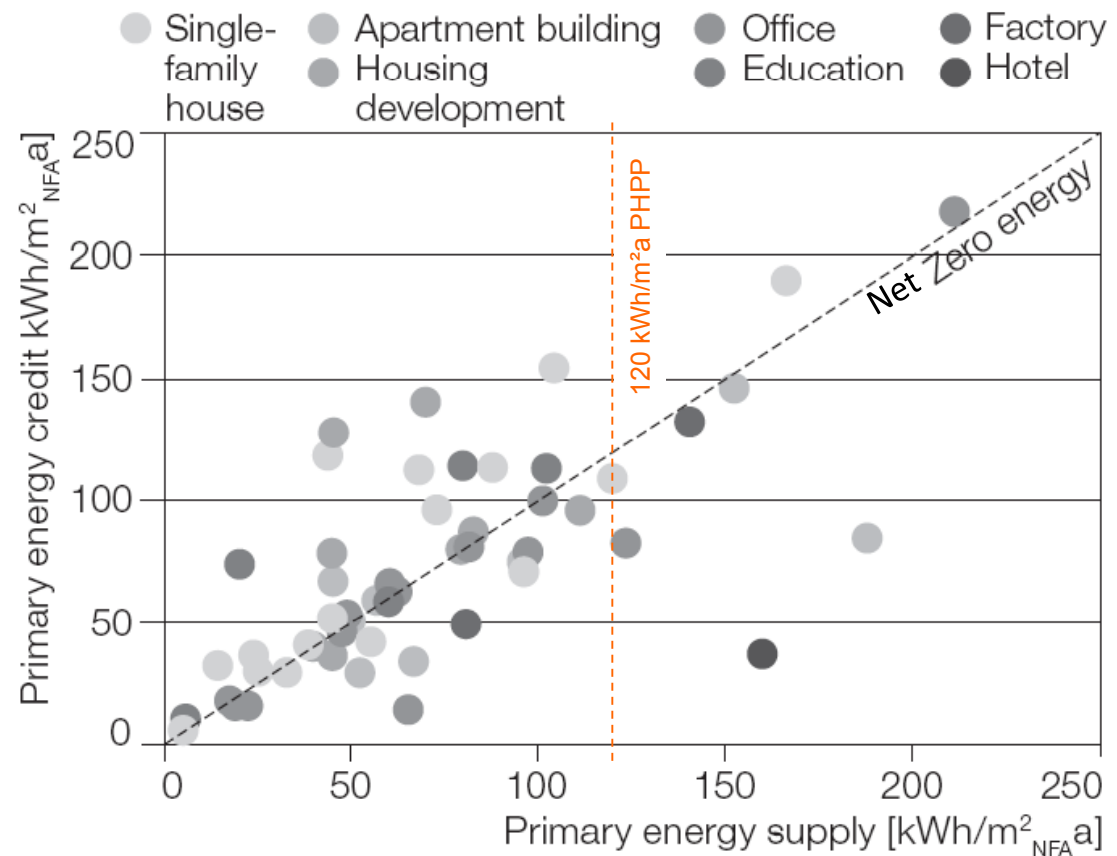
		PE-Faktoren, n.e.	
Strom	allgemeiner Strommix	2,8	2,4
	Verdrängungsstrommix	2,8	2,8



Erfahrungen I: Verbrauch versus Produktion vor Ort

Gesamtenergiebilanz
aus Verbrauch und
Gutschriften für die
Eigenstromerzeugung
(Produktion)

- **nutzungsspezifische Verbräuche berücksichtigt**
- jeweils nationale Primärenergiefaktoren

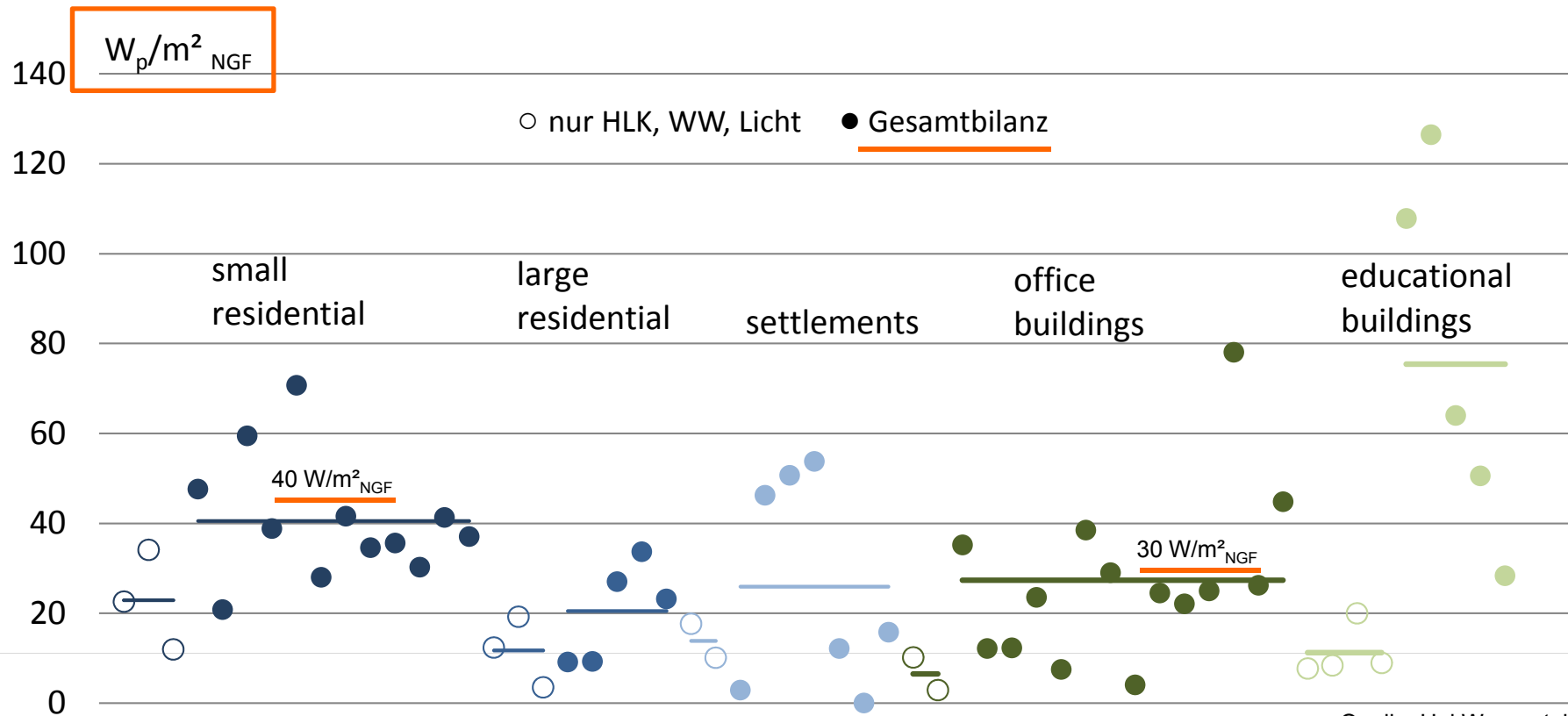


Quelle: Uni Wuppertal



Erfahrung II: Dimensionierung von Solarstromanlagen

Gebäude an unterschiedlichen Standorten (Klima, Primärenergiefaktoren), mit/ohne Sonnenkollektoren, KWK,..



Quelle: Uni Wuppertal

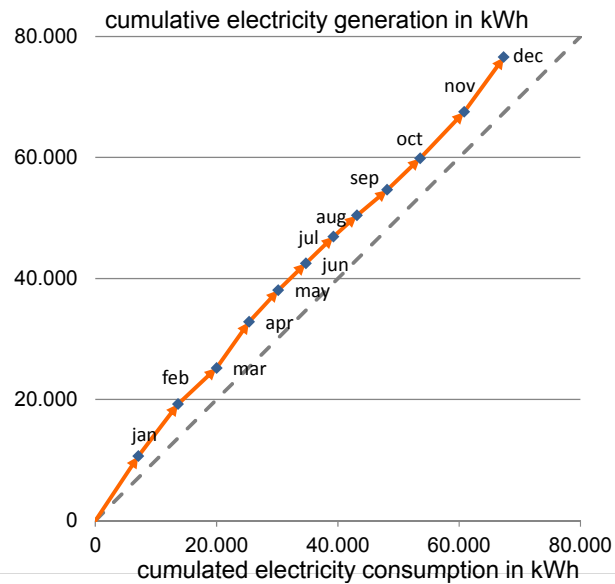


Erfahrung III: Bilanzgrenzen

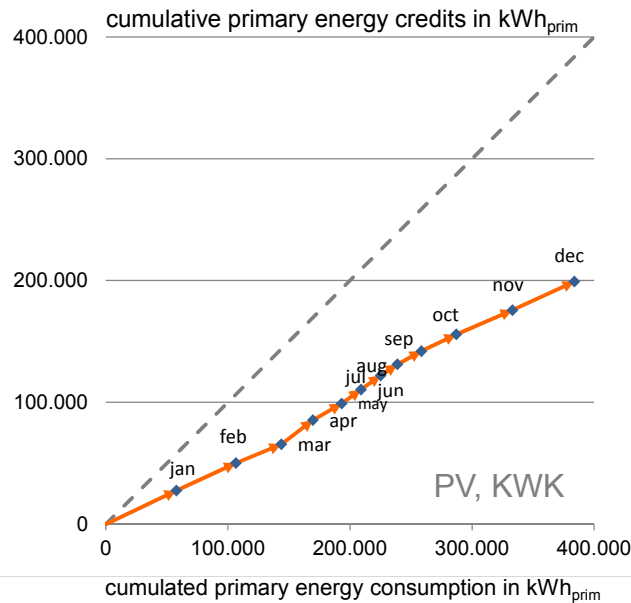
Client: Kleehäuser Ownership Association, Freiburg, Germany
Architect: Common & Gies Architekten, project architect: Michael Gies, Freiburg
Energy consultant: solares bauen, Freiburg
Building services: solares bauen, Freiburg
Monitoring: Jörg Lange, Kleehäuser, Freiburg
Primary stakeholders: client



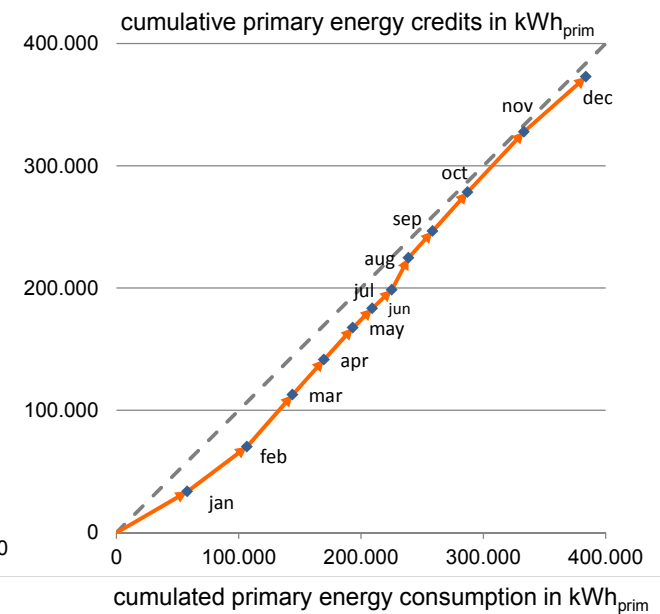
Strombilanz



Primärenergiebilanz, Anlagen am Gebäude



Primärenergiebilanz, mit Windkraftanteil





Erfahrung IV: Experimentelles Bauen European Solar Decathlon 2010, Madrid



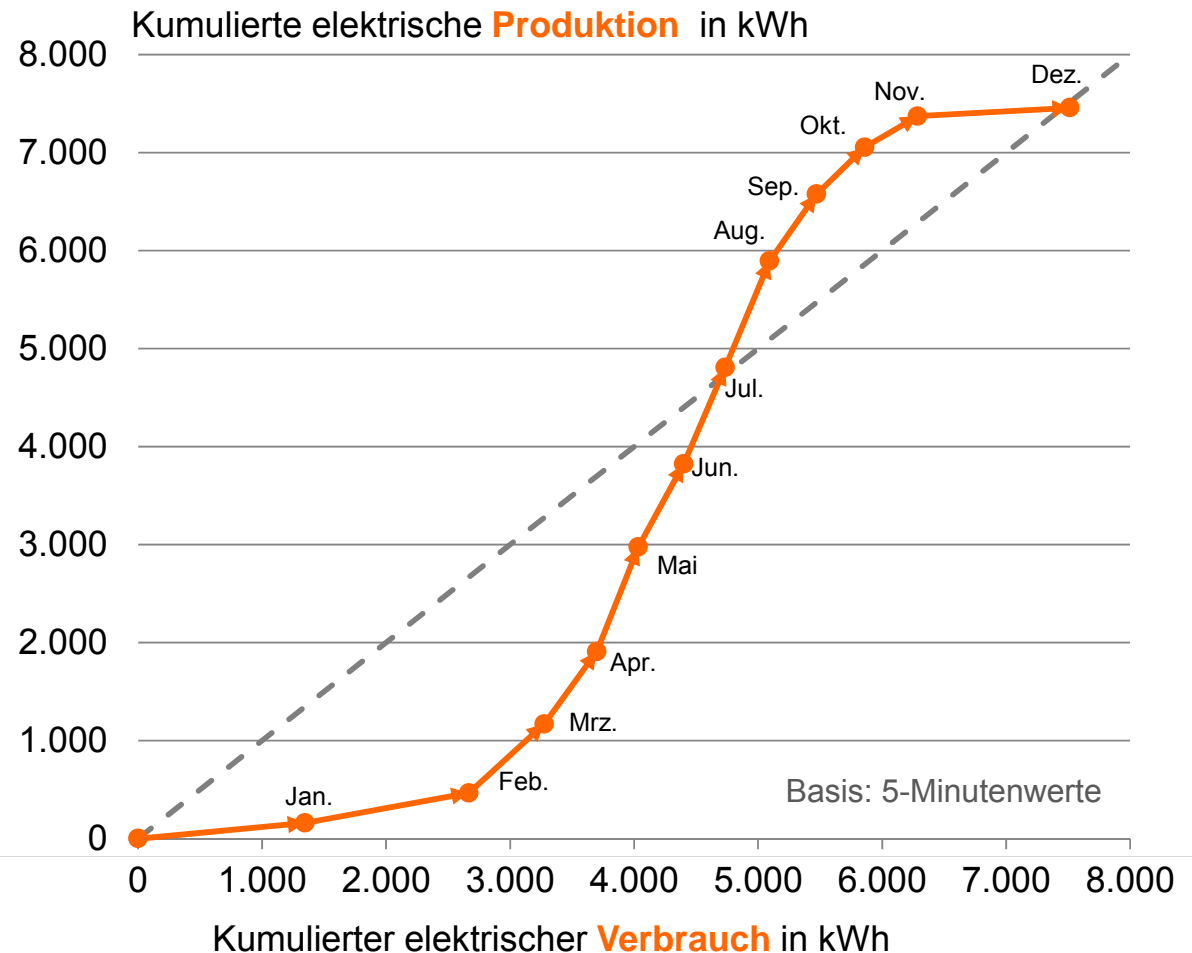


Beispiel – Verbrauch versus Produktion

Zeitlich aufgelöste
Messergebnisse
bei realer Nutzung
durch einem 2-
Personen-Haushalt
am Standort
Wuppertal, 2012

Plusenergie im experimentellen Kleinformat:

Plusenergiehaus der Uni Wuppertal
Solar Decathlon Europe, Madrid, 2012



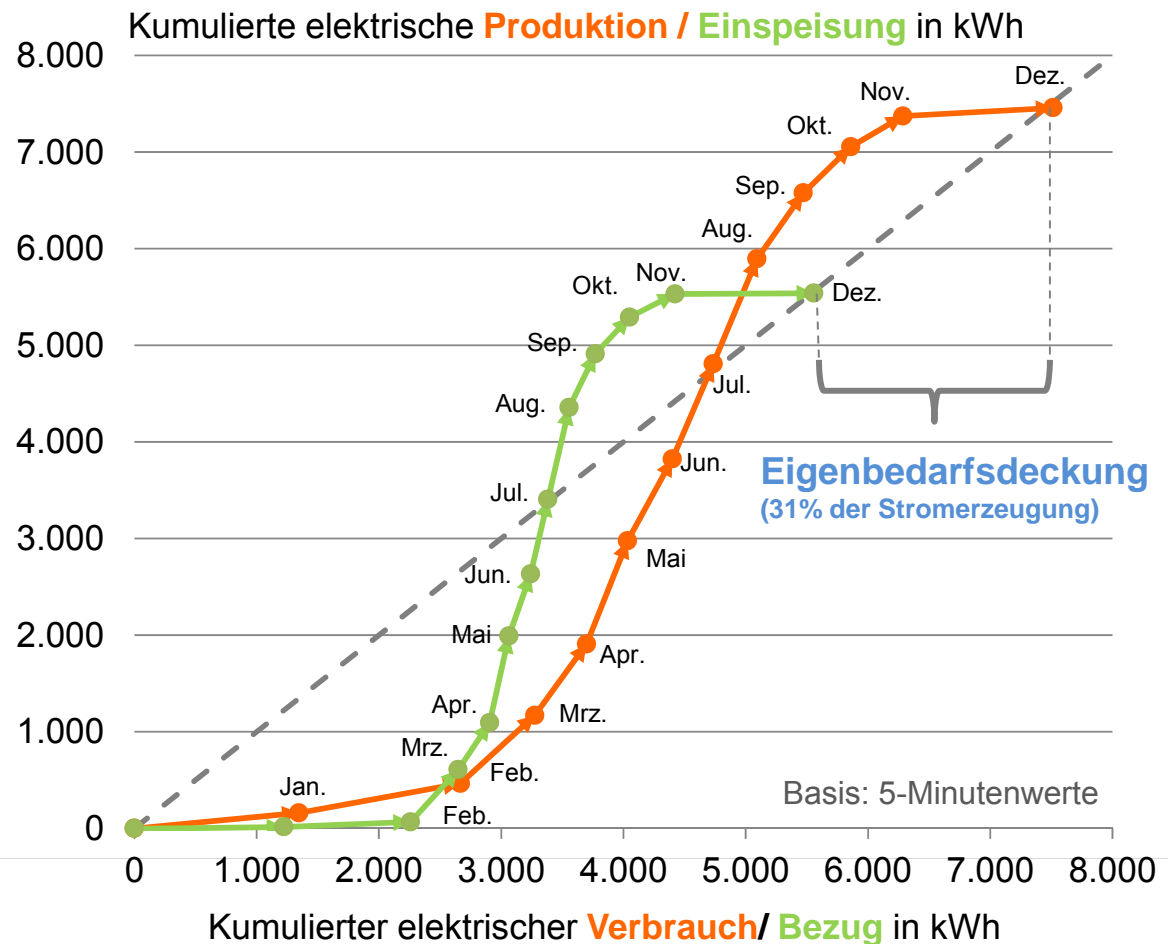


Beispiel – Bezug versus Einspeisung

Zeitlich aufgelöste
Messergebnisse
bei realer Nutzung
durch einem 2-
Personen-Haushalt
am Standort
Wuppertal, 2012

Plusenergie im experimentellen Kleinformat:

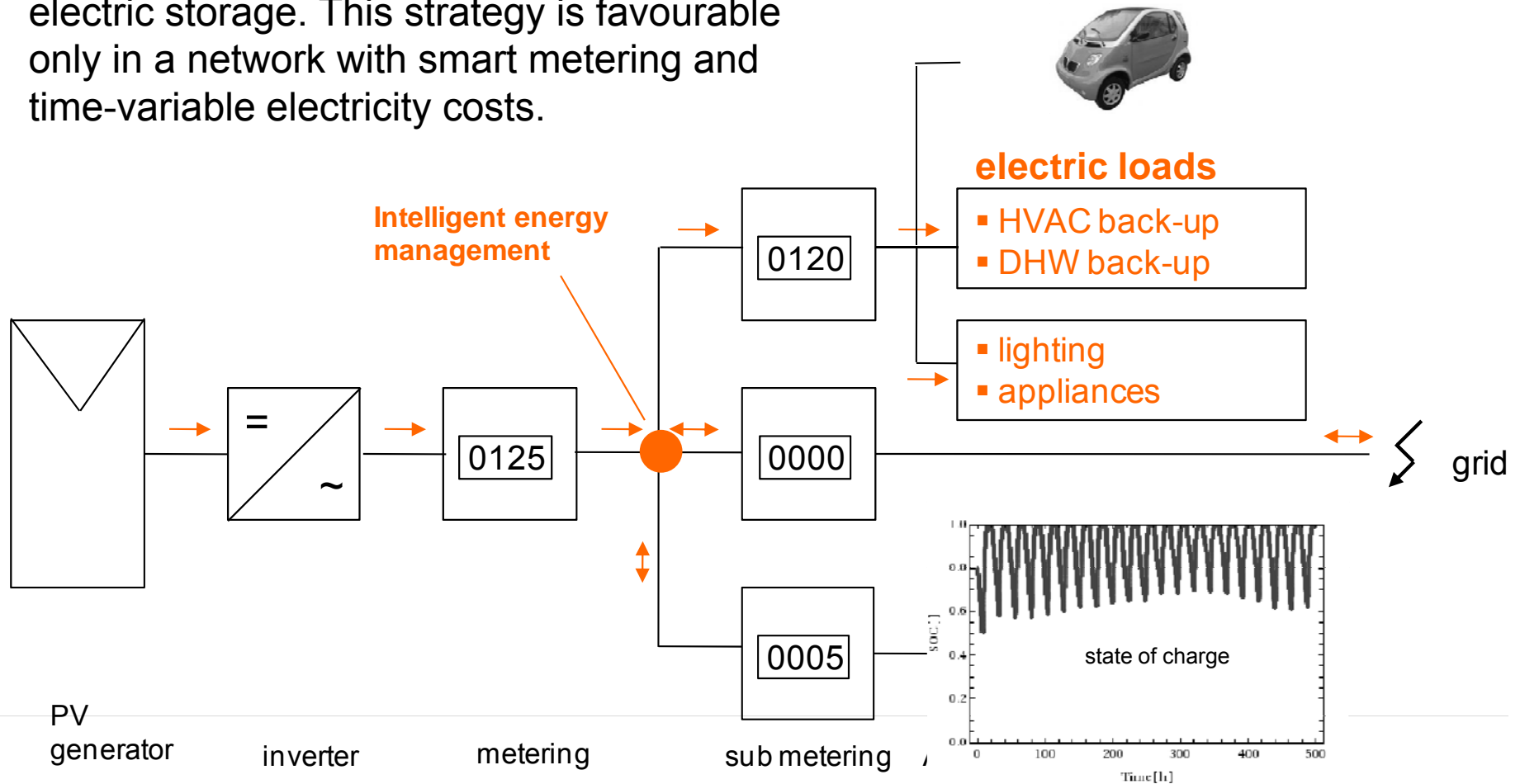
Plusenergiehaus der Uni Wuppertal
Solar Decathlon Europe, Madrid, 2012





Improved Load Matching by Small Electric Storage

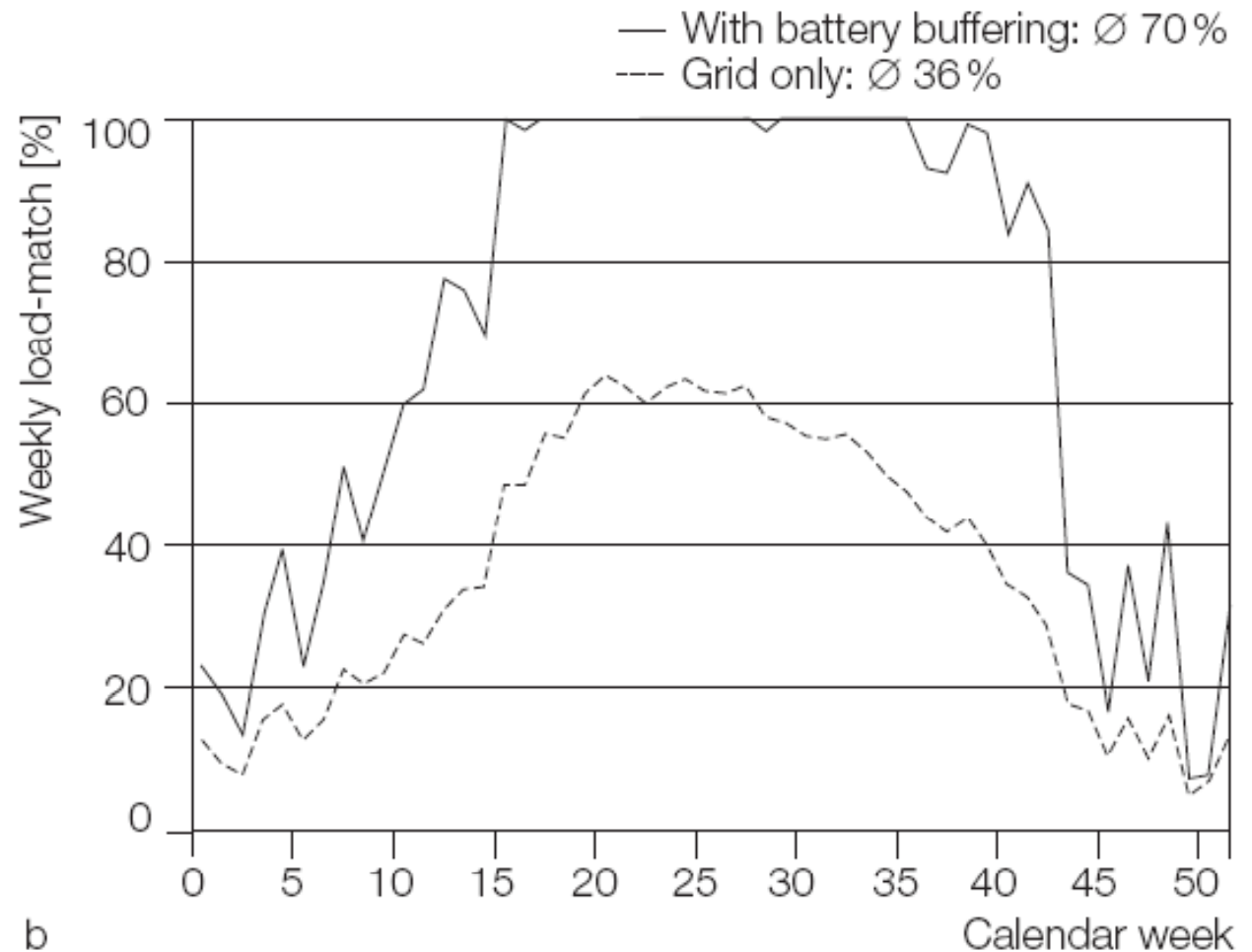
Load matching can be improved by **small** electric storage. This strategy is favourable only in a network with smart metering and time-variable electricity costs.





Improved Load Matching by Small Electric Storage

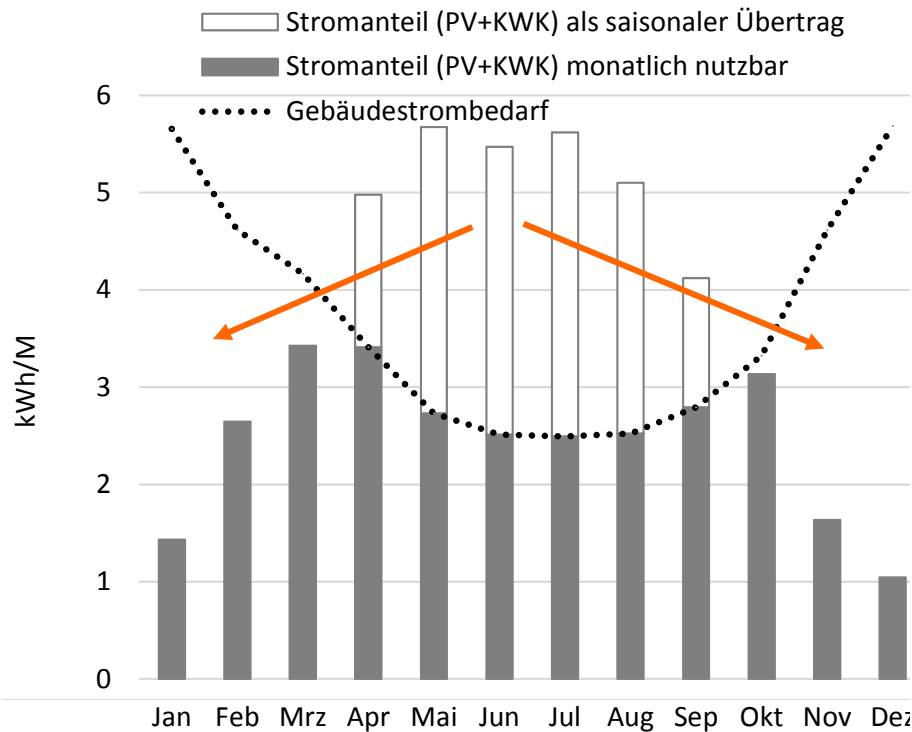
Simulated weekly load match with and without a building integrated battery system (7 kWh) and favouring the use of self-generated power.



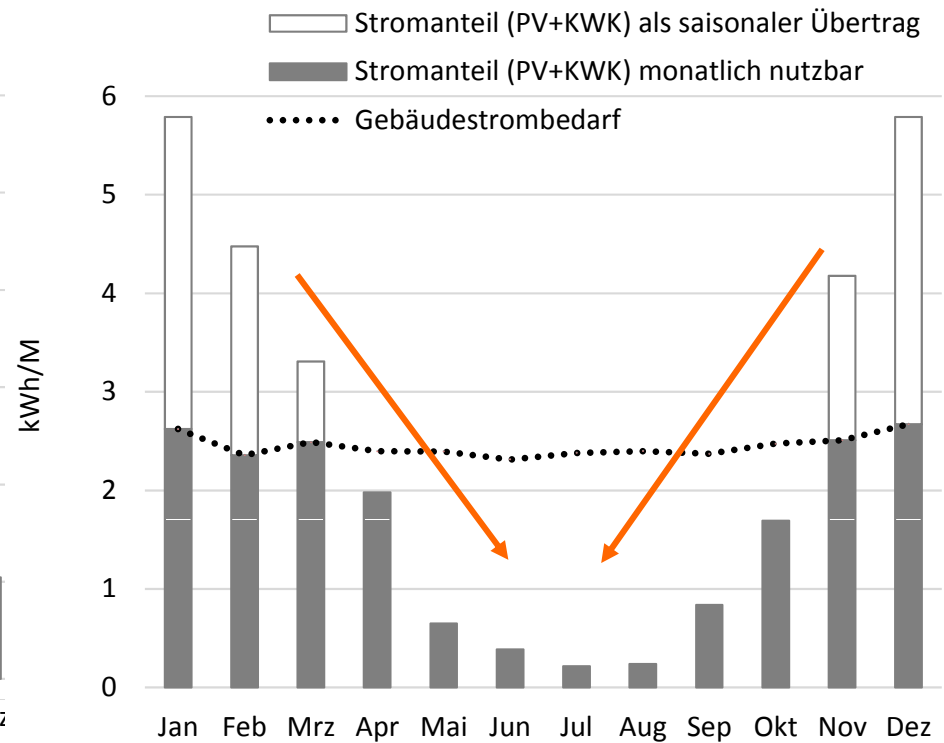


Systemkonzepte: Jahreszeitliche Performance

Nur Strom-Haus
(Wärmepumpe und Solarstrom)



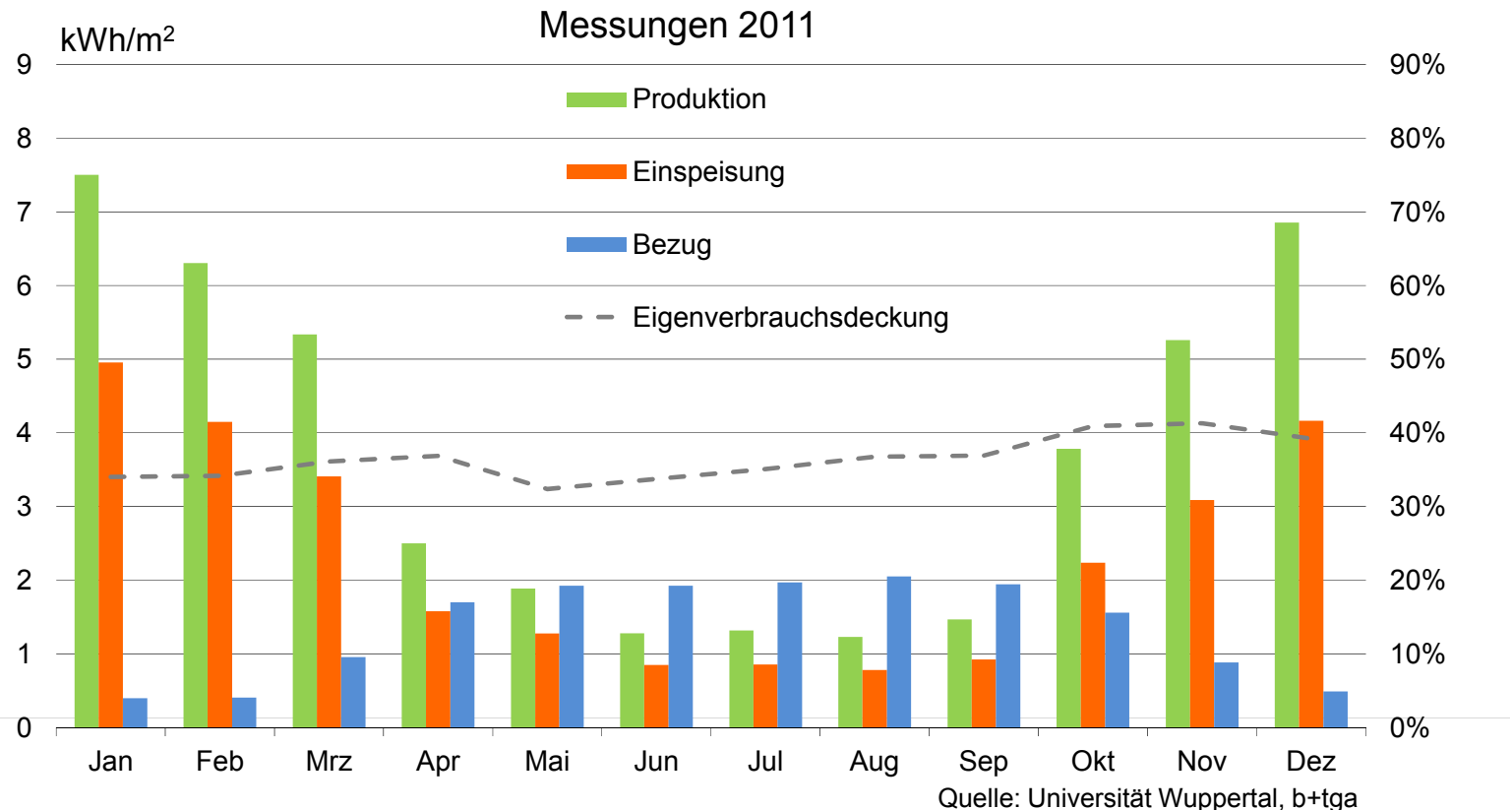
KWK-Variante
(Brennstoff Biomasse)





Beispiel: KWK im Bestandsgebäude

Ähnlich zum Betrieb einer PV-Anlage wird der überwiegende Anteil des erzeugten Stroms eingespeist. Die Einspeisung erfolgt vorrangig in den Monaten mit Heizbetrieb.

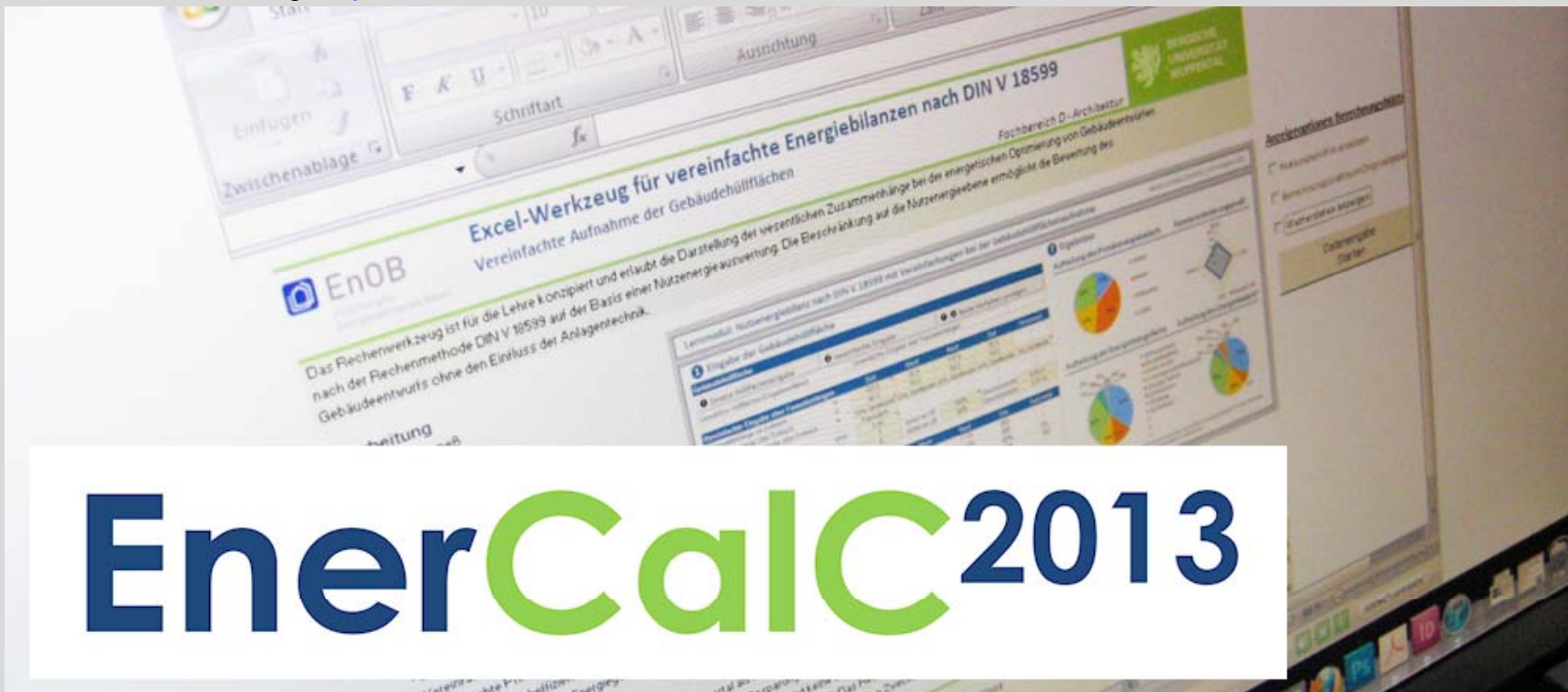




Planungswerkzeug

Mit EnerCalc 2013 steht jetzt ein **kostenfreies Planungswerkzeug** für Null- und Plusenergiegebäude zur Verfügung. Bei vergleichsweise einfacher Handhabung (Excel) berechnet es vereinfacht den Energiebedarf gemäß DIN V 18599 und bilanziert dazu die Eigenstromerzeugung durch PV oder KWK-Anlagen.

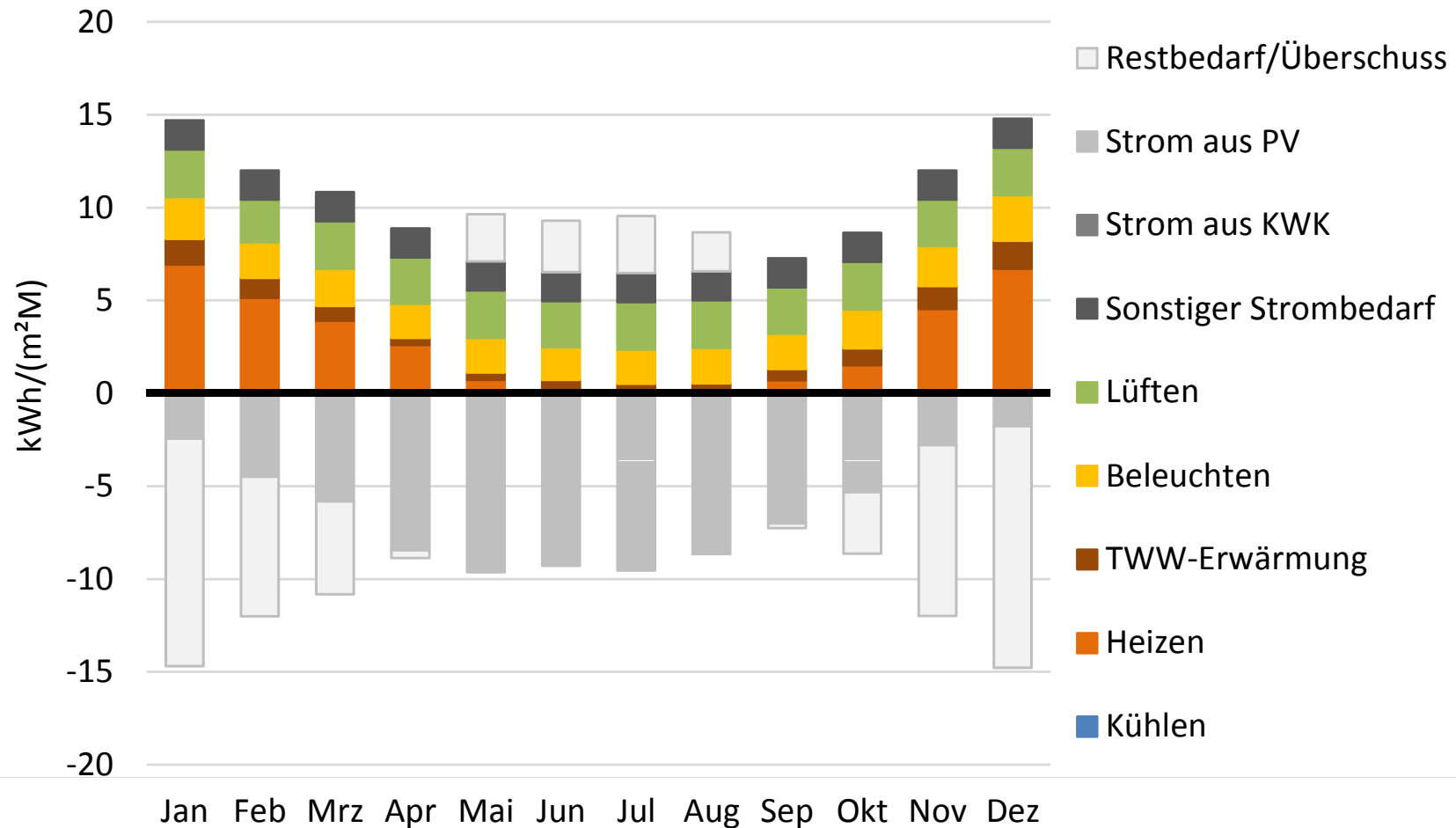
Information und Bezug: <http://www.enob.info/de/software-und-tools/>



EnerCalc 2013

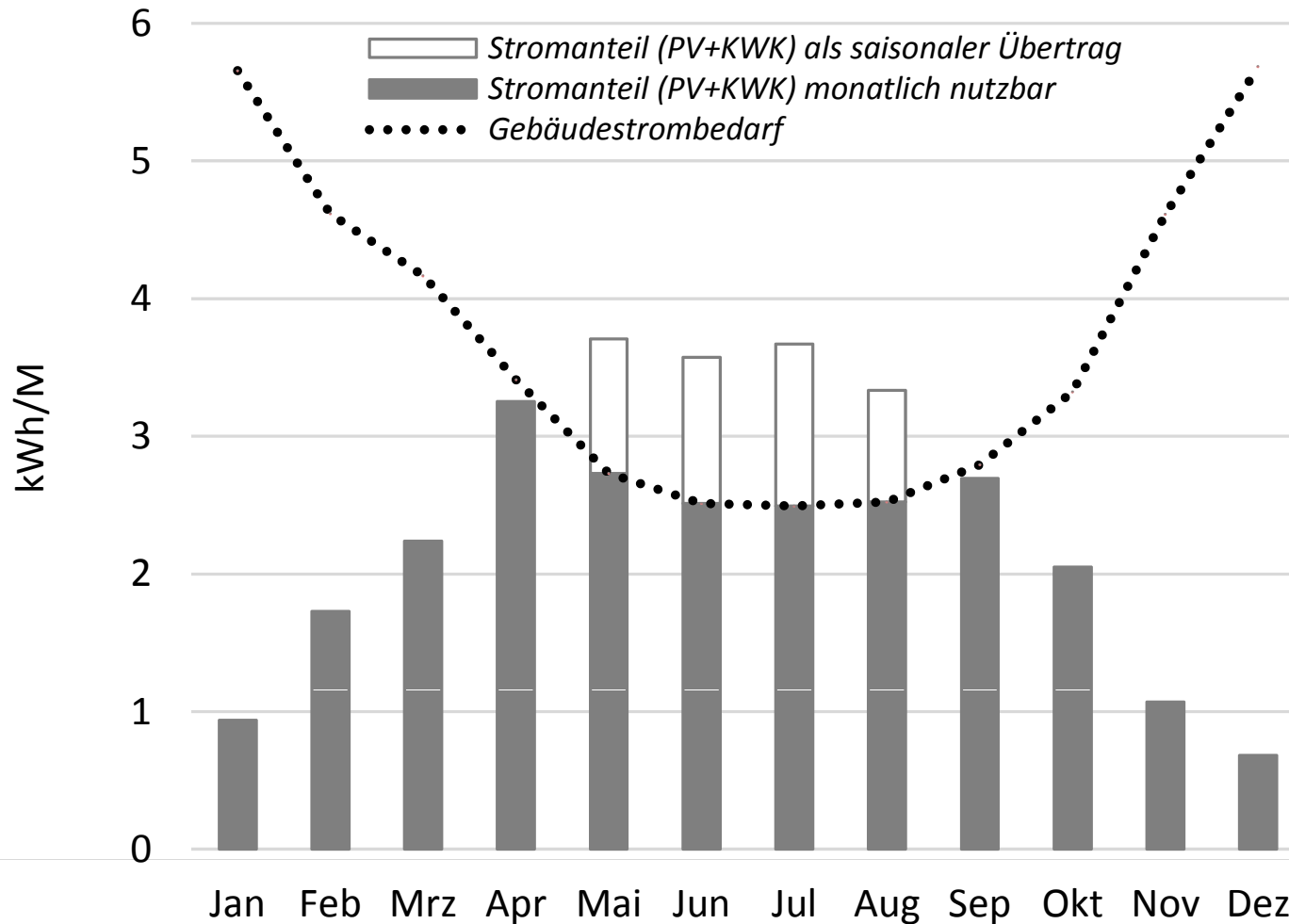


Grafische Ergebnisdarstellung: Monatsbilanz +/-



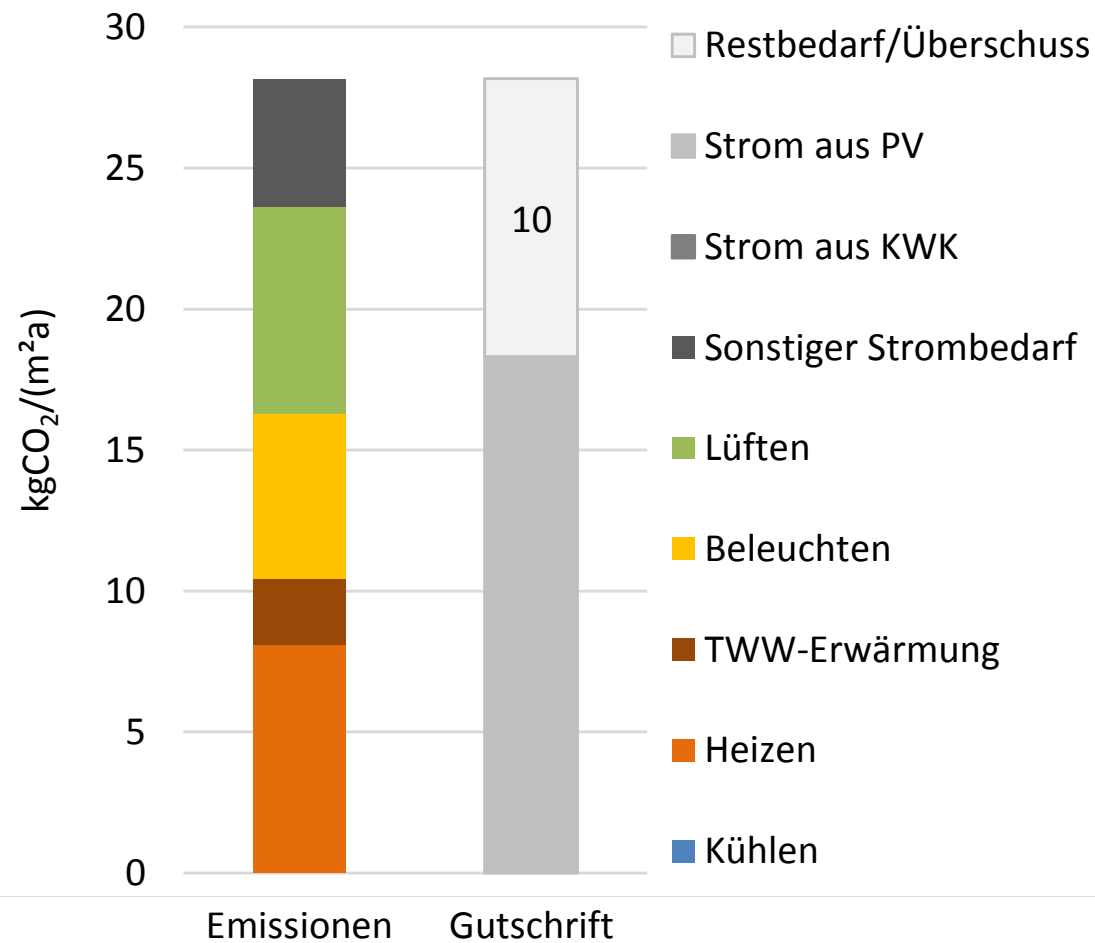


Grafische Ergebnisdarstellung: Über-/Unterdeckung





Grafische Ergebnisdarstellung: **Klimagase**





Fazit & Ausblick



192 Seiten, 49,- €
ISBN 978-3-920034-50-8
Hintergründe, Beispiele,
Erfahrungen, ...

- (Nahezu-) Null- und Plusenergiegebäude sind im Neubau zu vertretbaren Kosten umsetzbar. Sanierungsprojekte sind noch selten.
- Zur Planungsunterstützung ist der frühe Einsatz von Bilanzierungswerkzeugen in Abstimmung mit der Zieldefinition erforderlich -> EnerCalc 2013
- Erst sehr hohe Energieeffizienz (PH) schafft die Voraussetzung für den Ausgleich der Energiebilanz vor Ort.
- Speziell bei Nichtwohngebäuden sind – abhängig von der Umweltindikatoren von Fernwärme und Netzstrom - Solarstromanlagen allein oft nicht als Bilanzausgleich ausreichend (Biomasse-, Biogas-KWK,...)
- Eine hohe Eigenverbrauchsdeckung ist kein Qualitätsmerkmal. Indikator für „Netzfrendlichkeit“?
- Für die Betriebsoptimierung und die Erfolgskontrolle ist ein gebäudescharfes Monitoring mit einer auf die Zieldefinition abgestimmten Zählerausstattung notwendig.