



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

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



Null- und Plusenergiegebäude - Definitionen, Erfahrungen, Planungsinstrumente

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





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.**

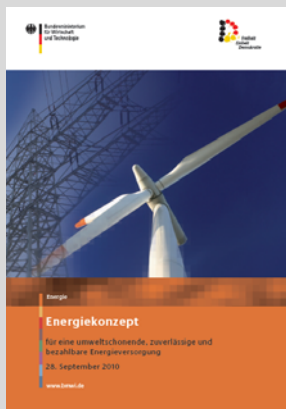
Member States shall draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings. These national plans may include targets differentiated according to the category of building.



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.
-



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/>



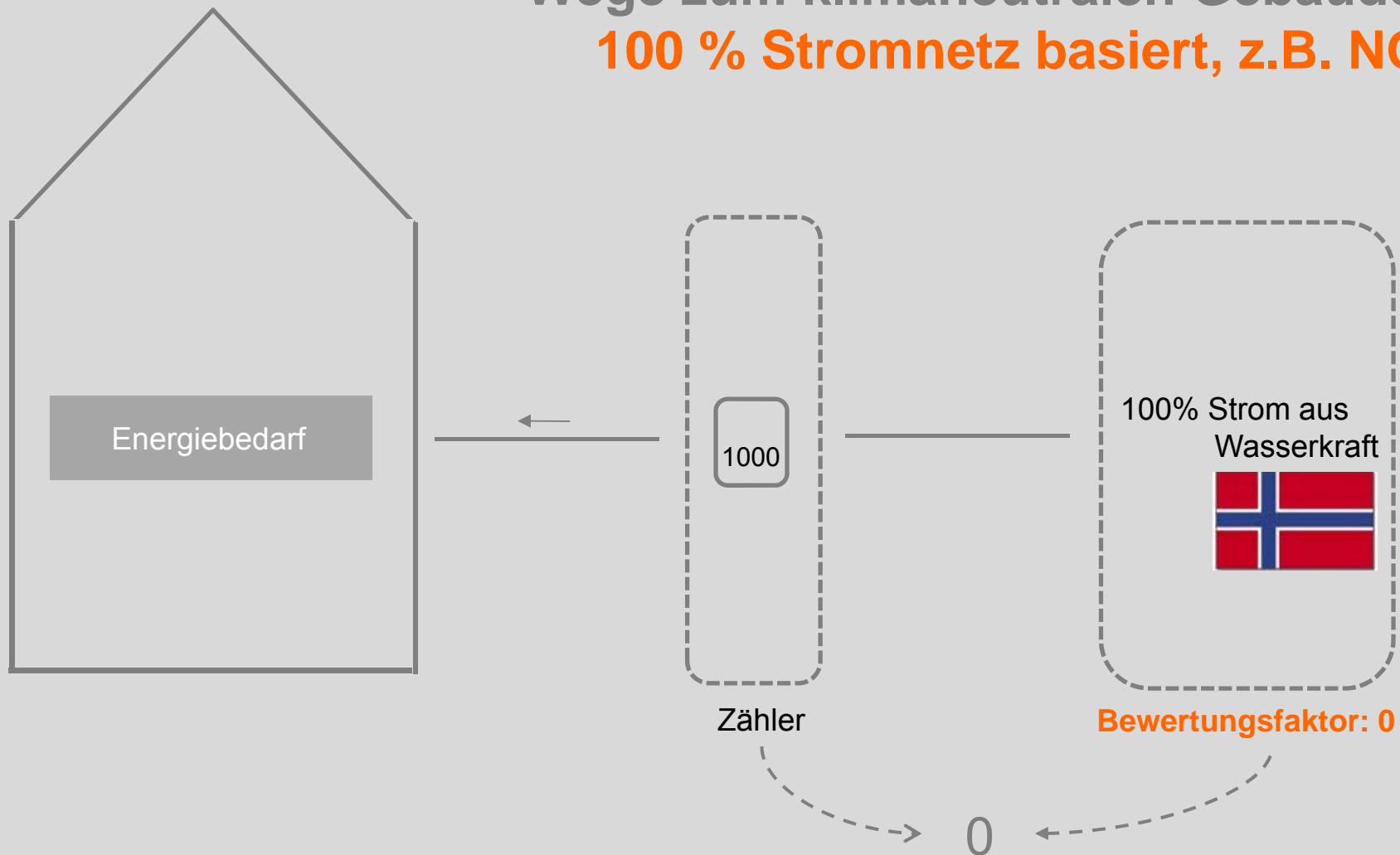
comparable building typology special typology (hotel, hospital, sports hall,...) educational building office building small residential building settlement (building group, row houses)
 apartment building (block of flats) Others

list edited by Eike 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





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

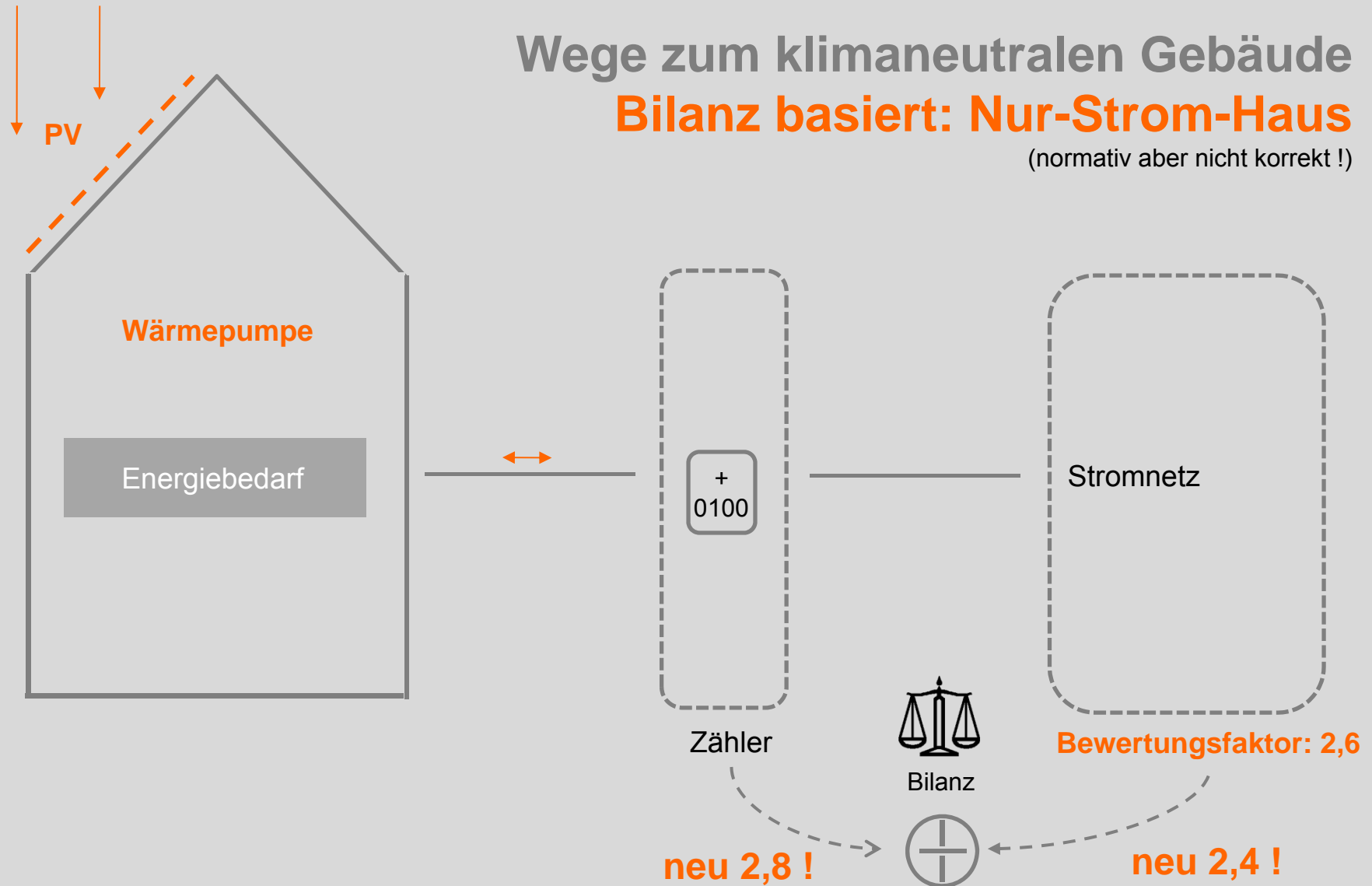




Wege zum klimaneutralen Gebäude

Bilanz basiert: Nur-Strom-Haus

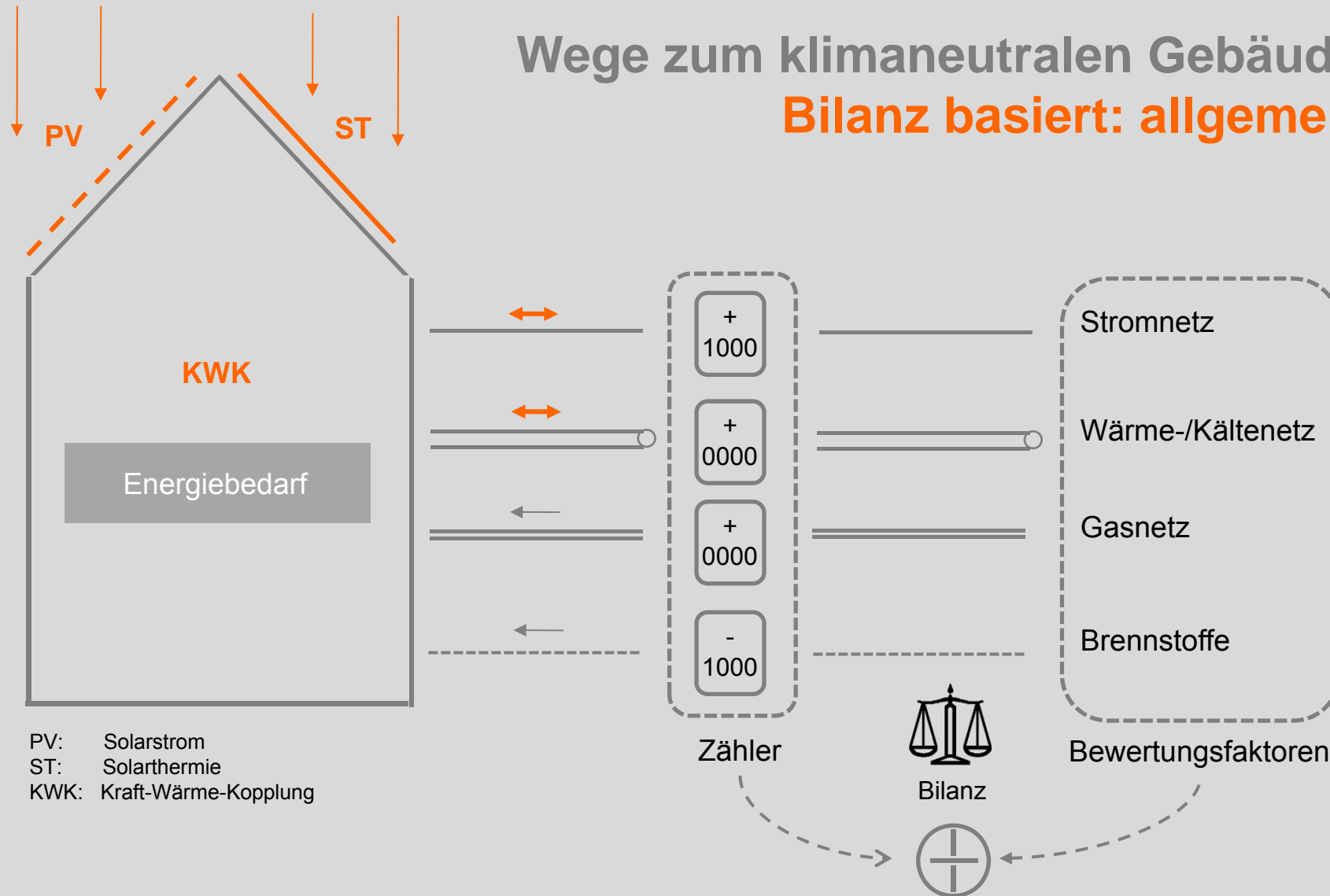
(normativ aber nicht korrekt !)





Wege zum klimaneutralen Gebäude

Bilanz basiert: allgemein

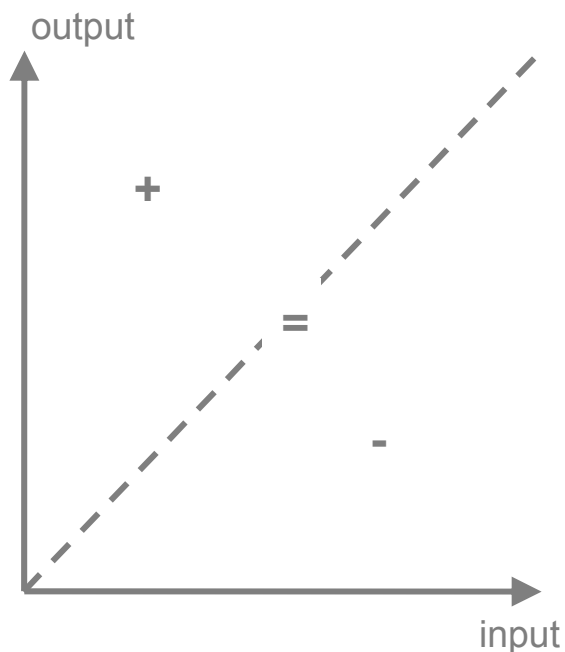


PV: Solarstrom
ST: Solarthermie
KWK: Kraft-Wärme-Kopplung



Neu: Bilanz- statt Effizienzstandard

GRUNDPRINZIP



Quelle: Uni Wuppertal

FESTLEGUNGEN

INDIKATOR

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

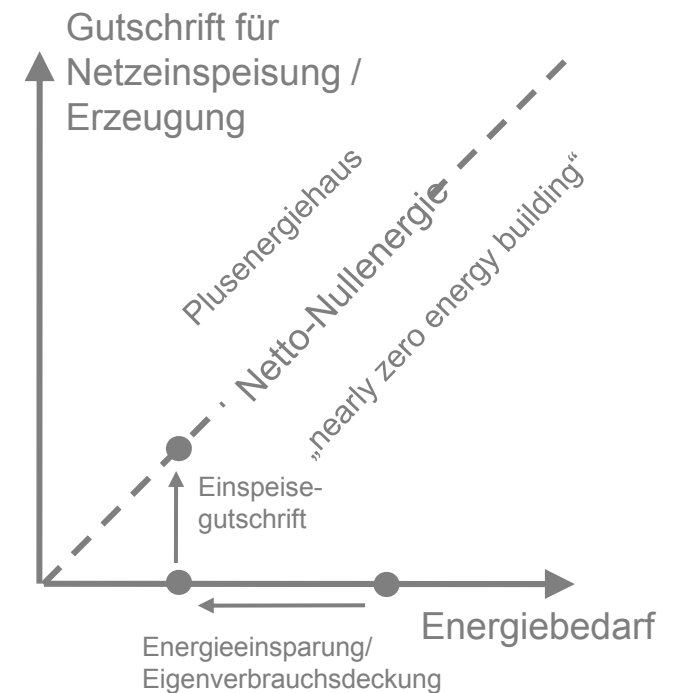
BILANZGRENZE

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

BILANZIERUNGSZEITRAUM

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

BEISPIEL





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.

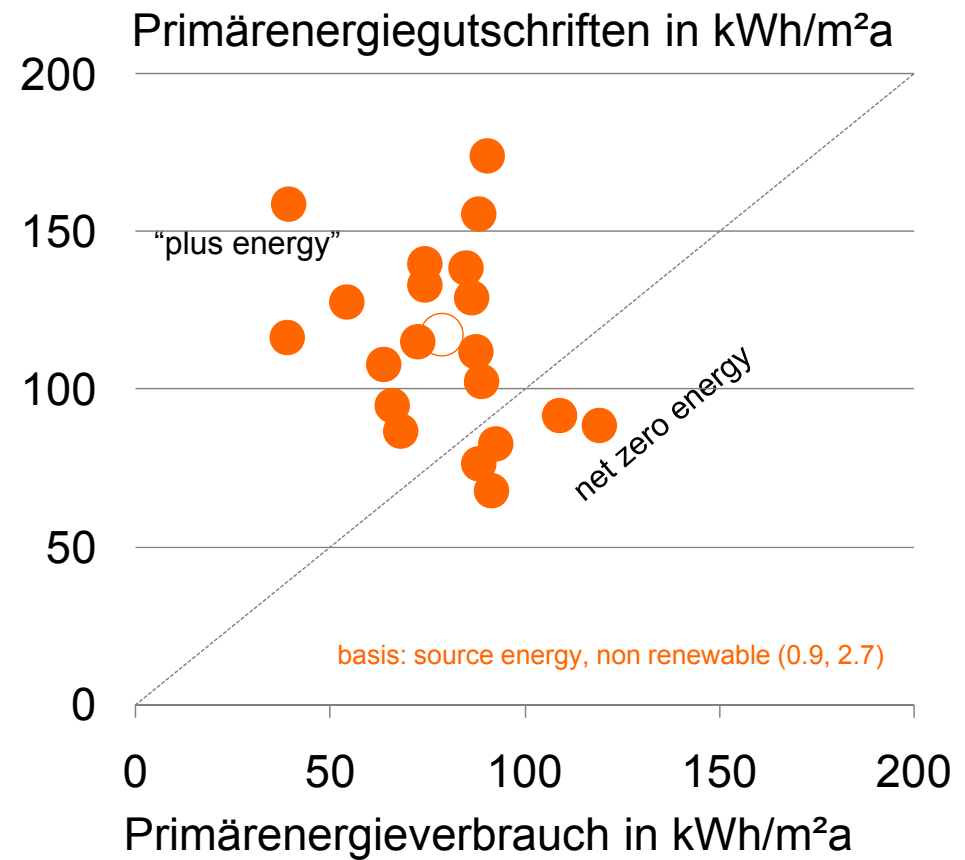
Bewertungsmethode:

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



Betriebsergebnisse 2007

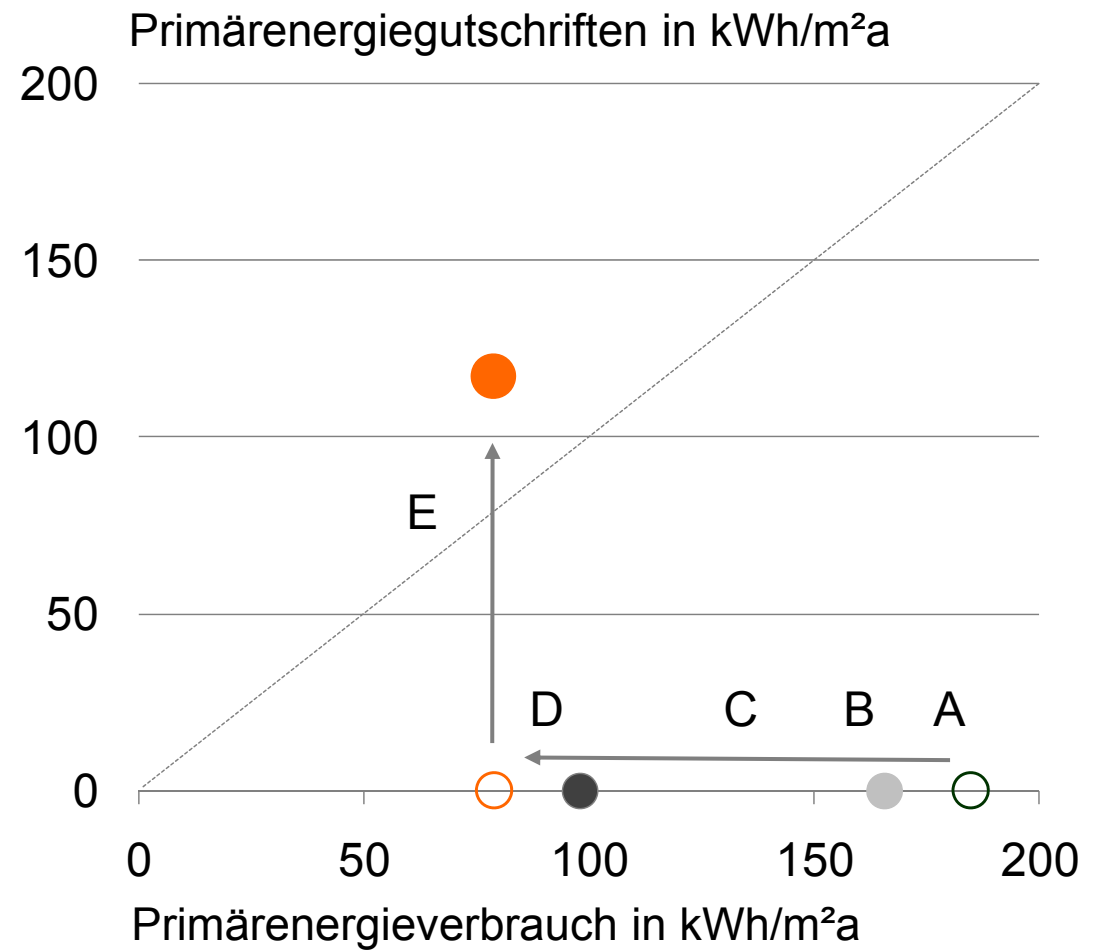


Quelle: Universität Wuppertal, b+tga



Wege zum Erfolg

- A Referenzbauweise
(EnEV 2007)
- B Höhere Geräteeffizienz
- C Passivhaus Bauweise
- D Beitrag durch erneuerbare
Energie im Wärmenetz
- E Einspeisegutschrift



Quelle: Universität Wuppertal, b+tga



Kindertagesstädte, 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



Energiebilanzen: Verbrauch versus Produktion vor Ort

Gesamtenergiebilanz
aus Verbrauch und
Gutschriften für die
Eigenstromerzeugung
(Produktion)

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

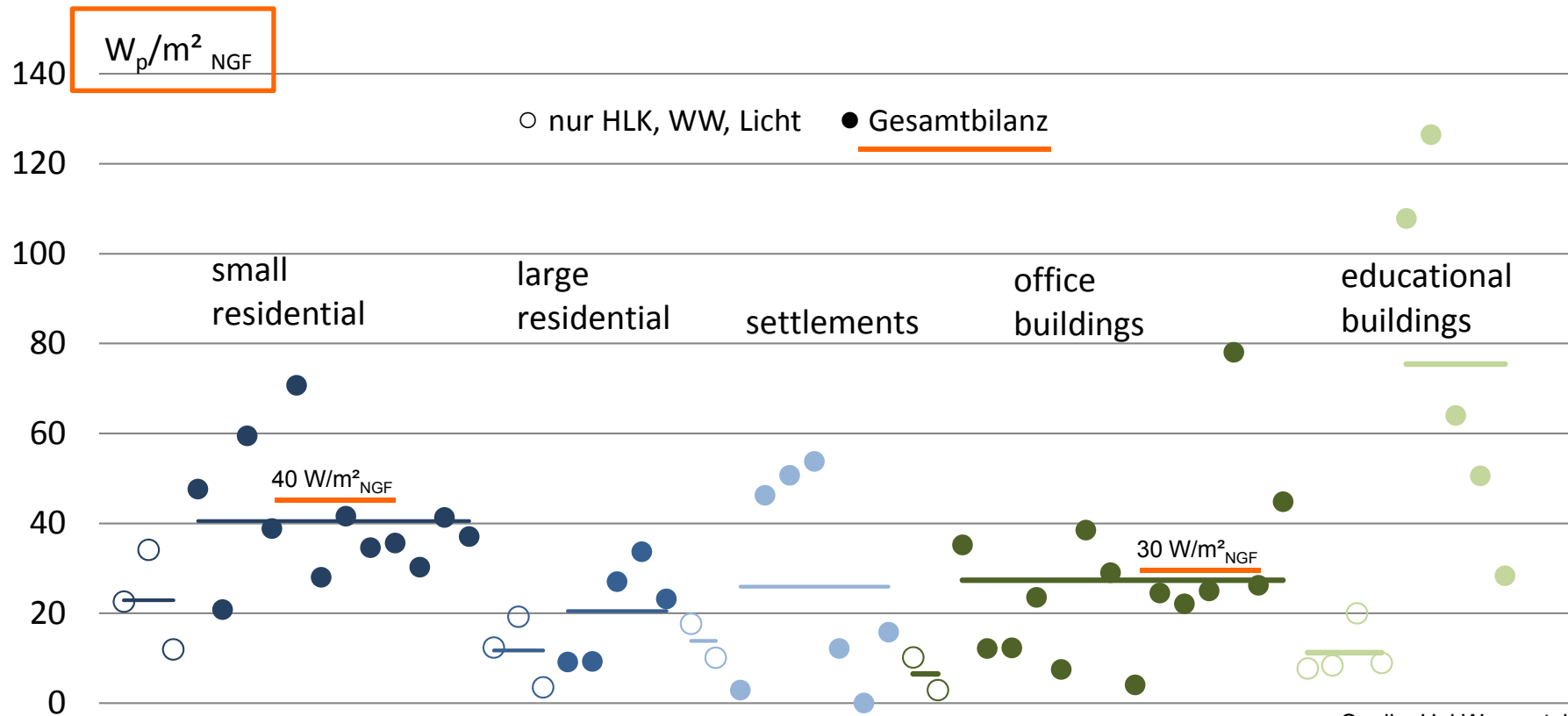
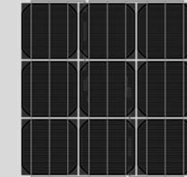


Quelle: Uni Wuppertal



Dimensionierung von Solarstromanlagen

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



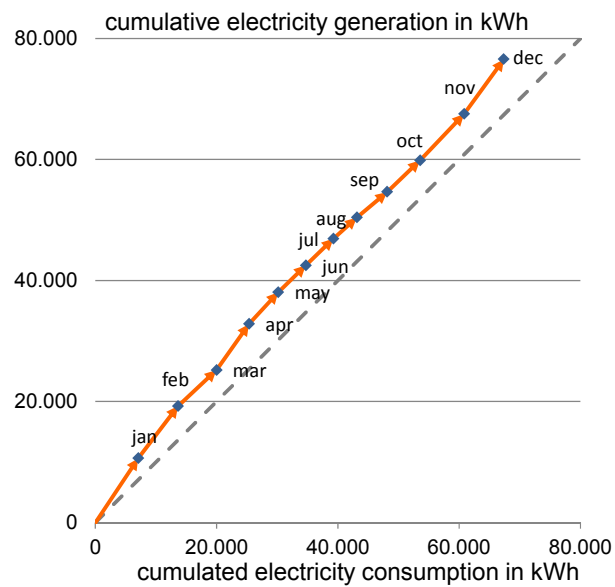


Bilanzgrenzen

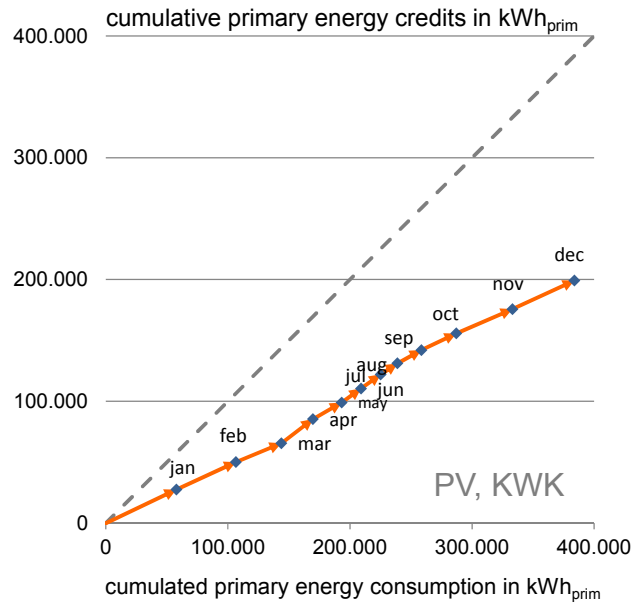
Client: Kleehäuser Ownership Association, Freiburg, Germany
Architect: Common & Gies Architekten, project architect: Michael Gies, Freiburg
Energy consultant: solares bauen, Freiburg
Building services: solares bauen, Freiburg
Monitoring: Jörg Lange, Kleehäuser, Freiburg
Primary stakeholders: client



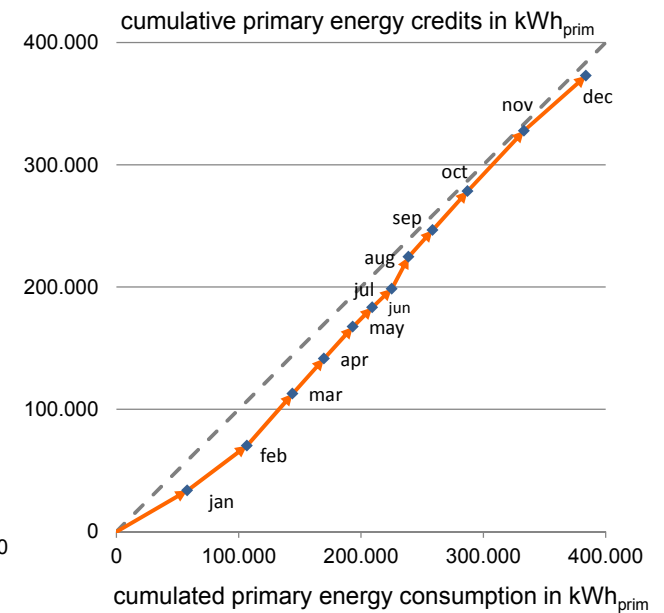
Strombilanz



Primärenergiebilanz, Anlagen am Gebäude



Primärenergiebilanz, mit Windkraftanteil





Experimentelles Bauen European Solar Decathlon 2010, Madrid



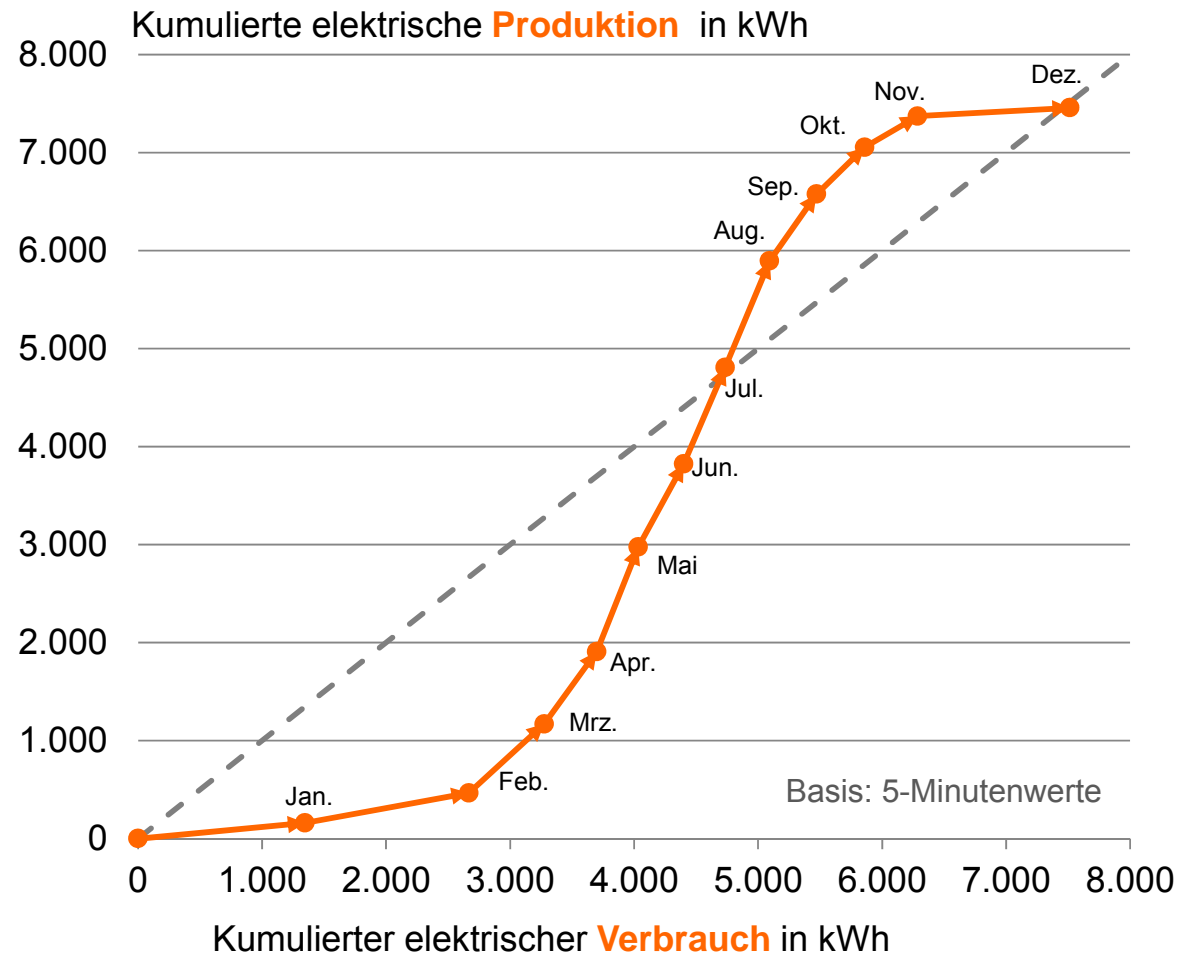


Beispiel – Verbrauch versus Produktion

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



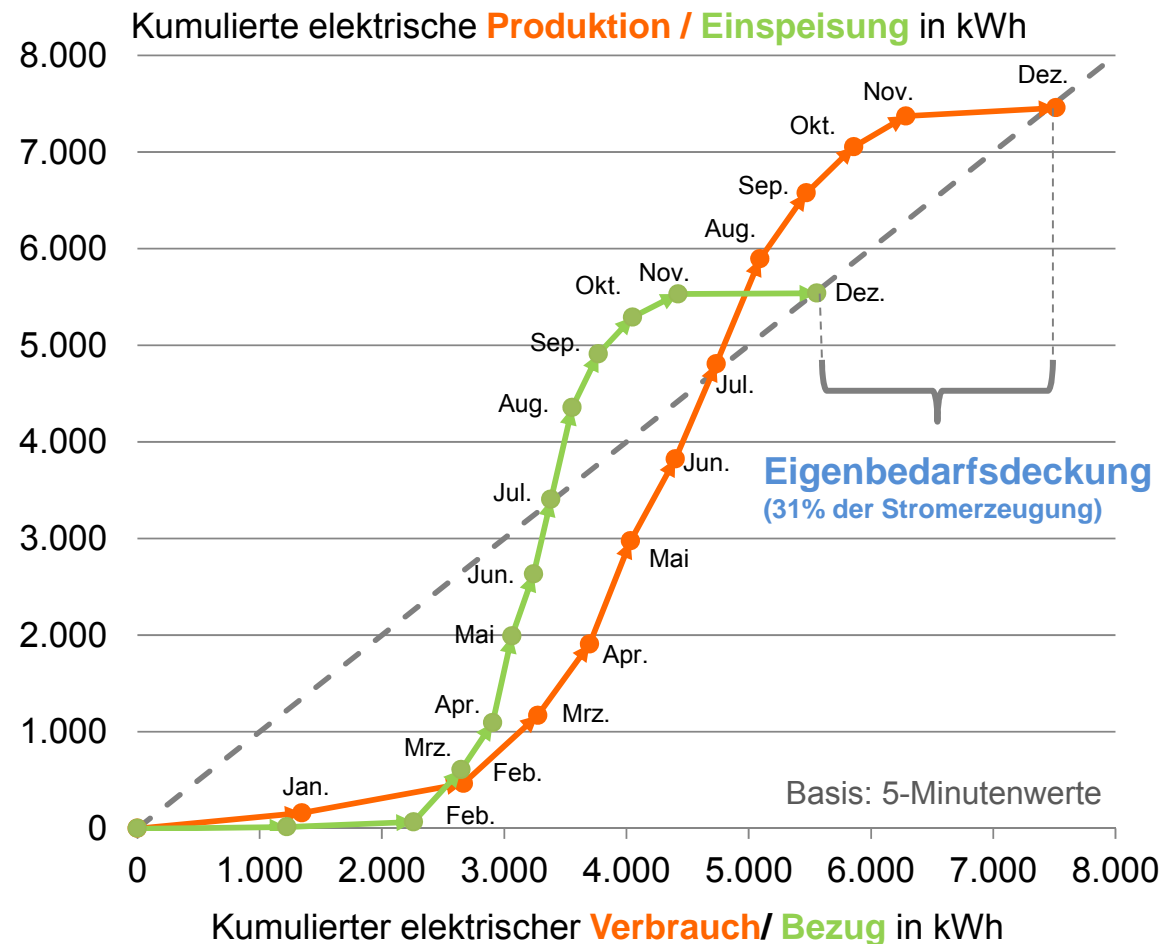


Beispiel – Bezug versus Einspeisung

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

Plusenergie im experimentellen Kleinformat:

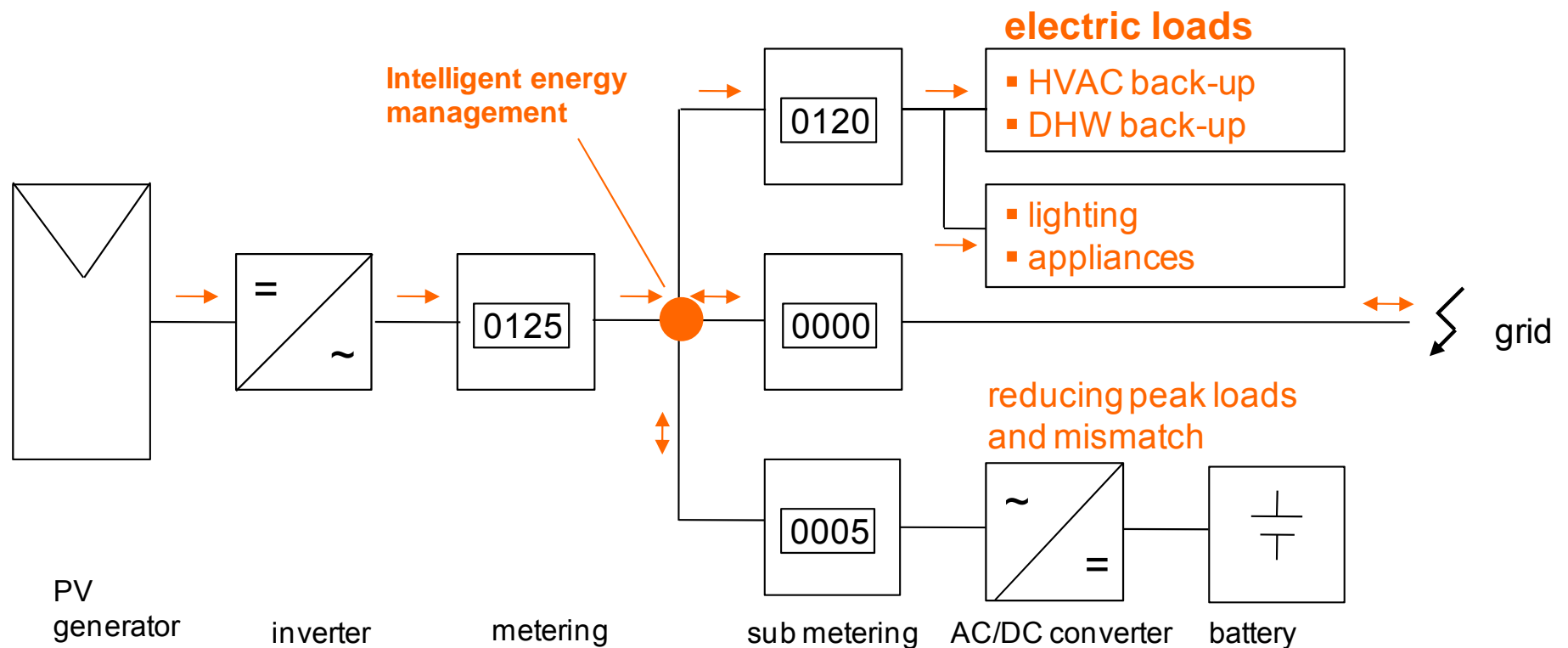
Plusenergiehaus der Uni Wuppertal
 Solar Decathlon Europe, Madrid, 2012





Improved Load Matching by Small Electric Storage

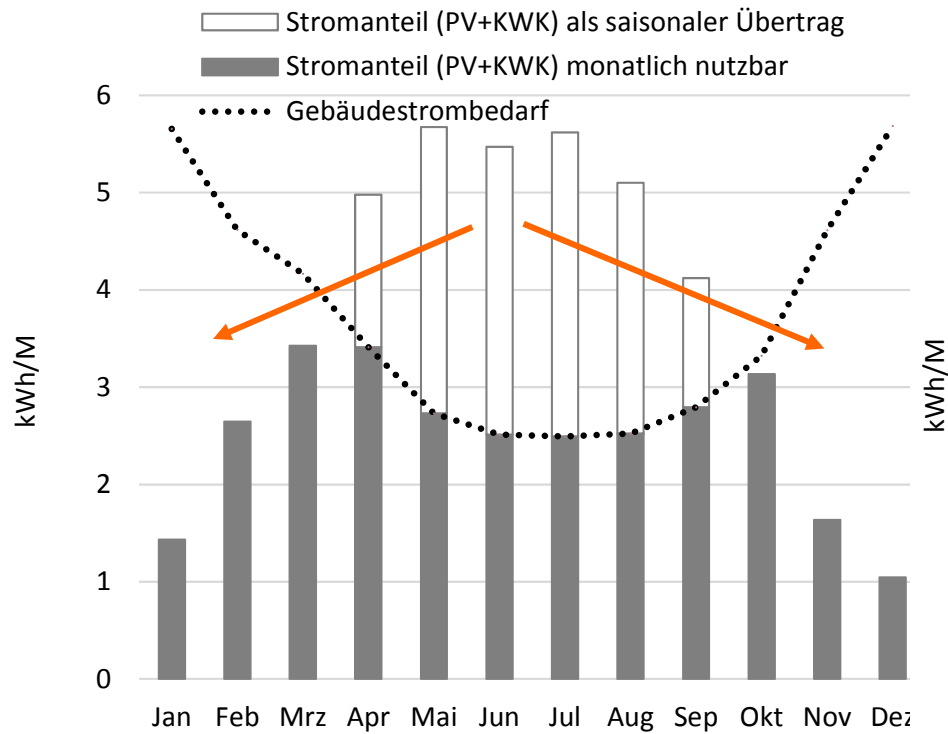
Load matching can be improved by **small** electric storage. This strategy is favourable only in a network with smart metering and time-variable electricity costs.



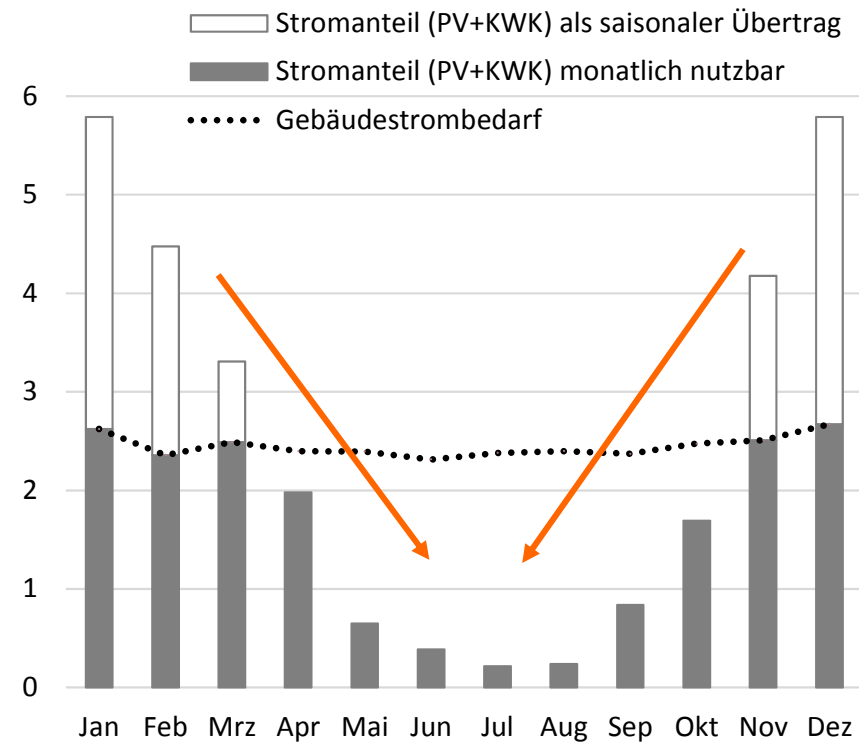


Jahreszeitliche Performance

Nur Strom-Haus
(Wärmepumpe und Solarstrom)



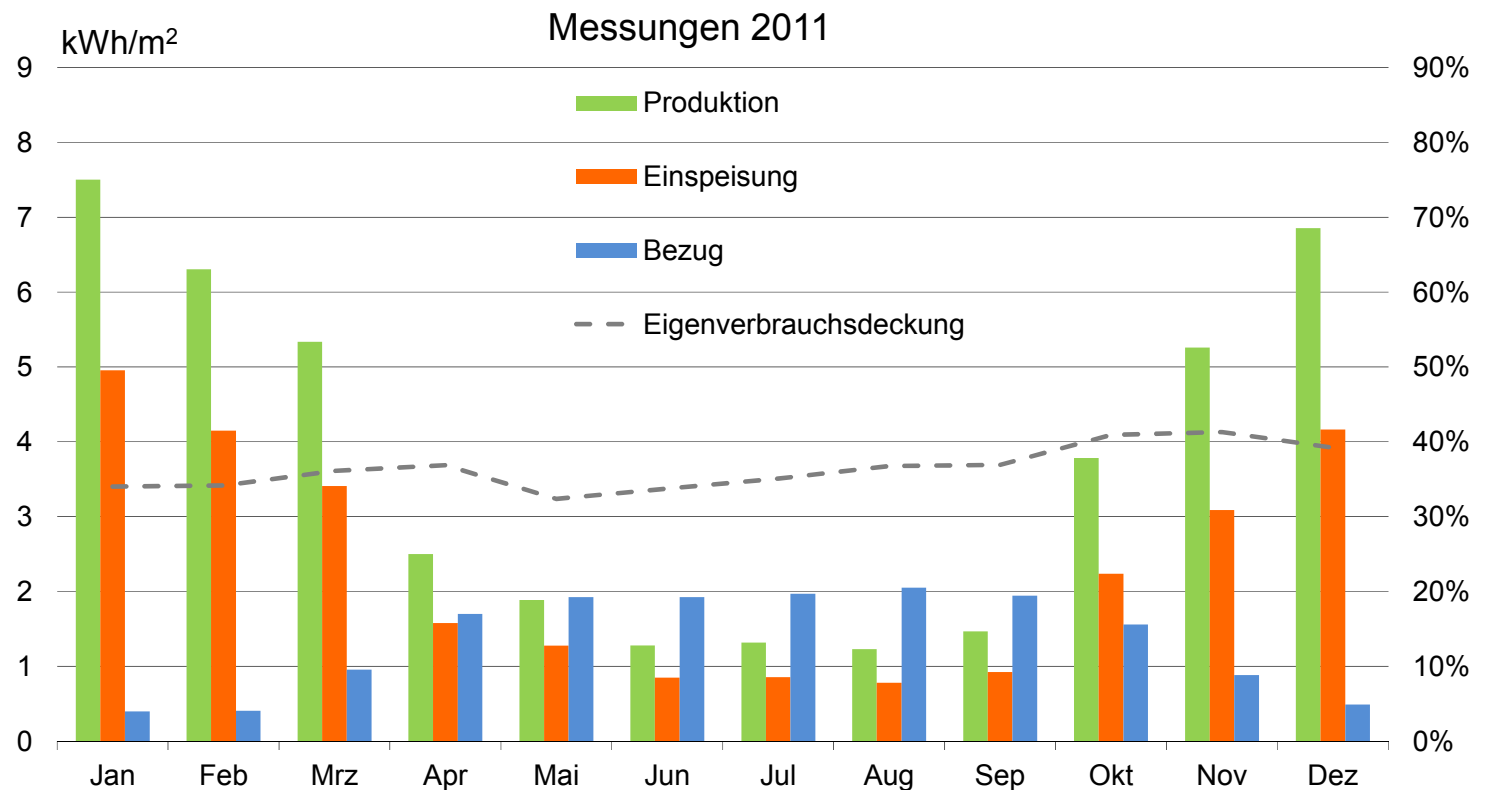
KWK-Variante
(Brennstoff Biomasse)





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.

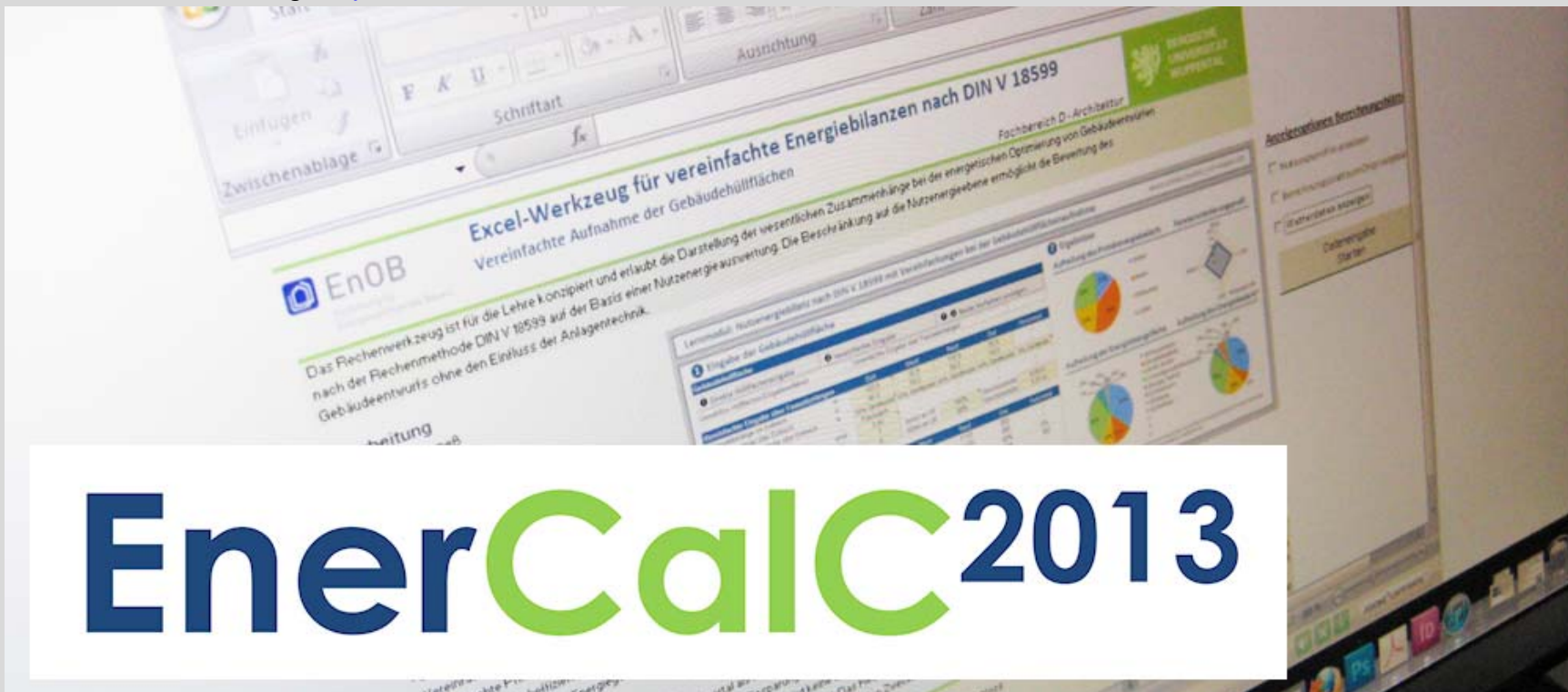




Planungswerkzeug

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.

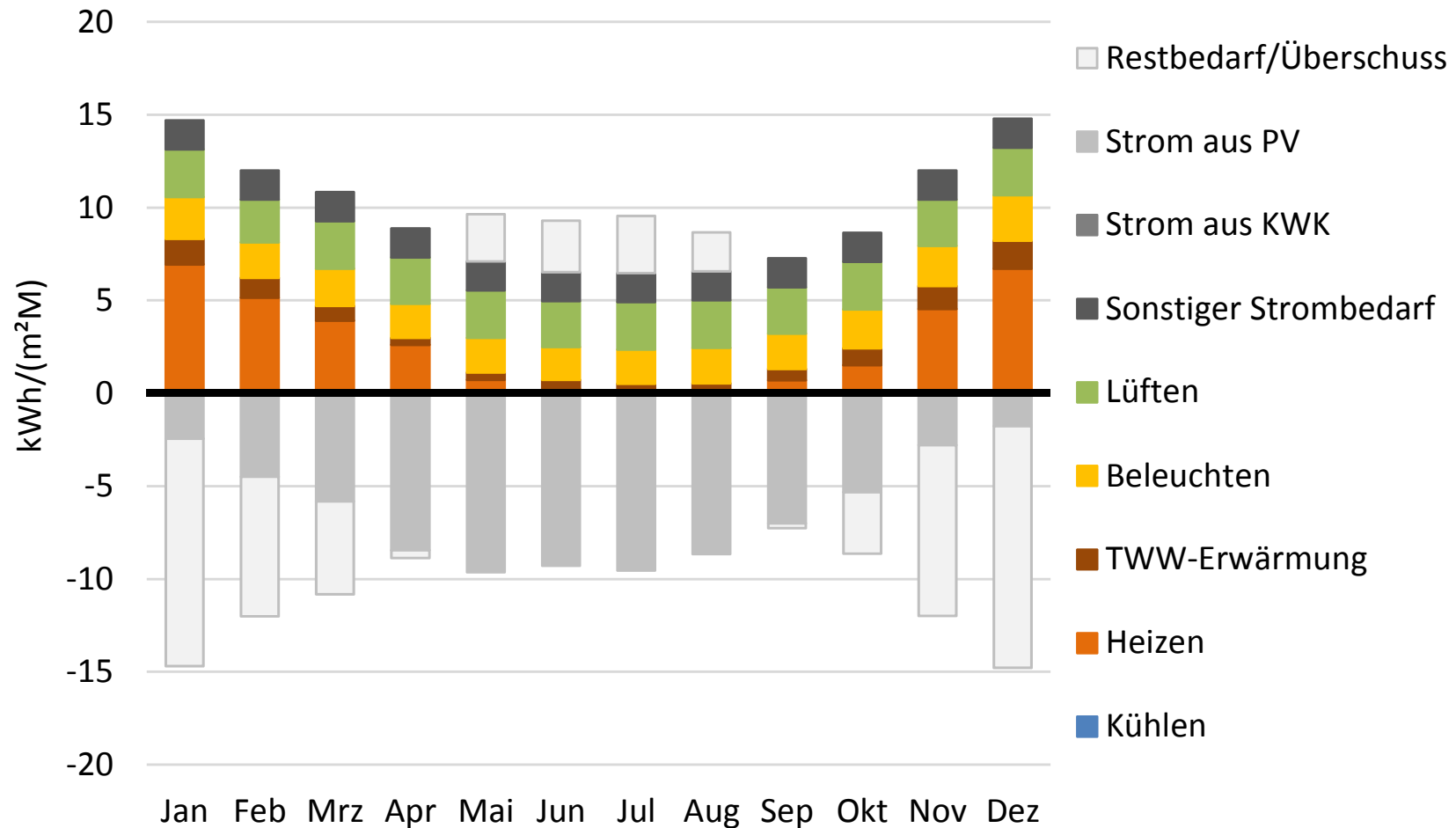
Information und Bezug: <http://www.enob.info/de/software-und-tools/>



EnerCalc 2013

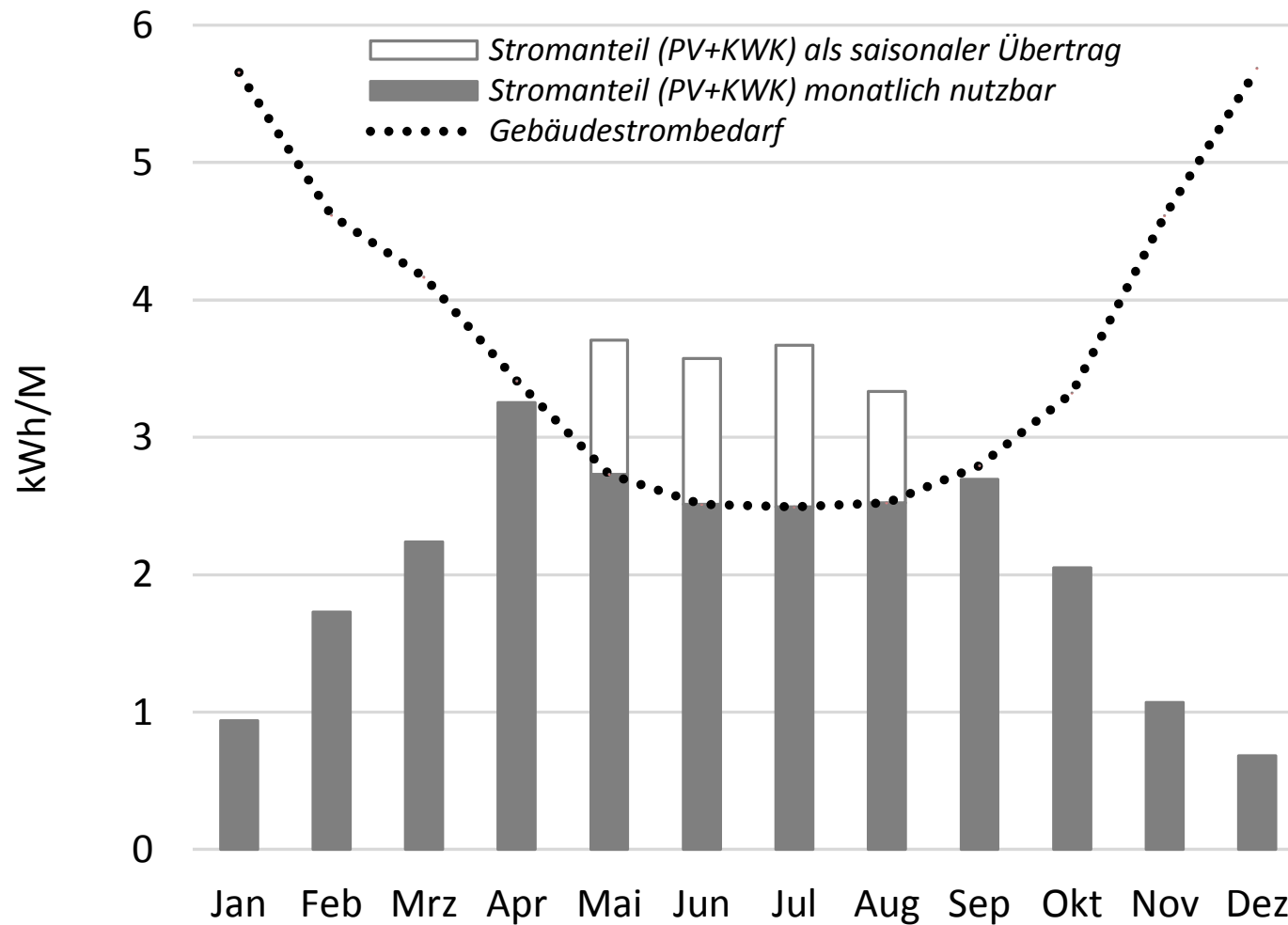


Grafische Ergebnisdarstellung: Monatsbilanz +/-



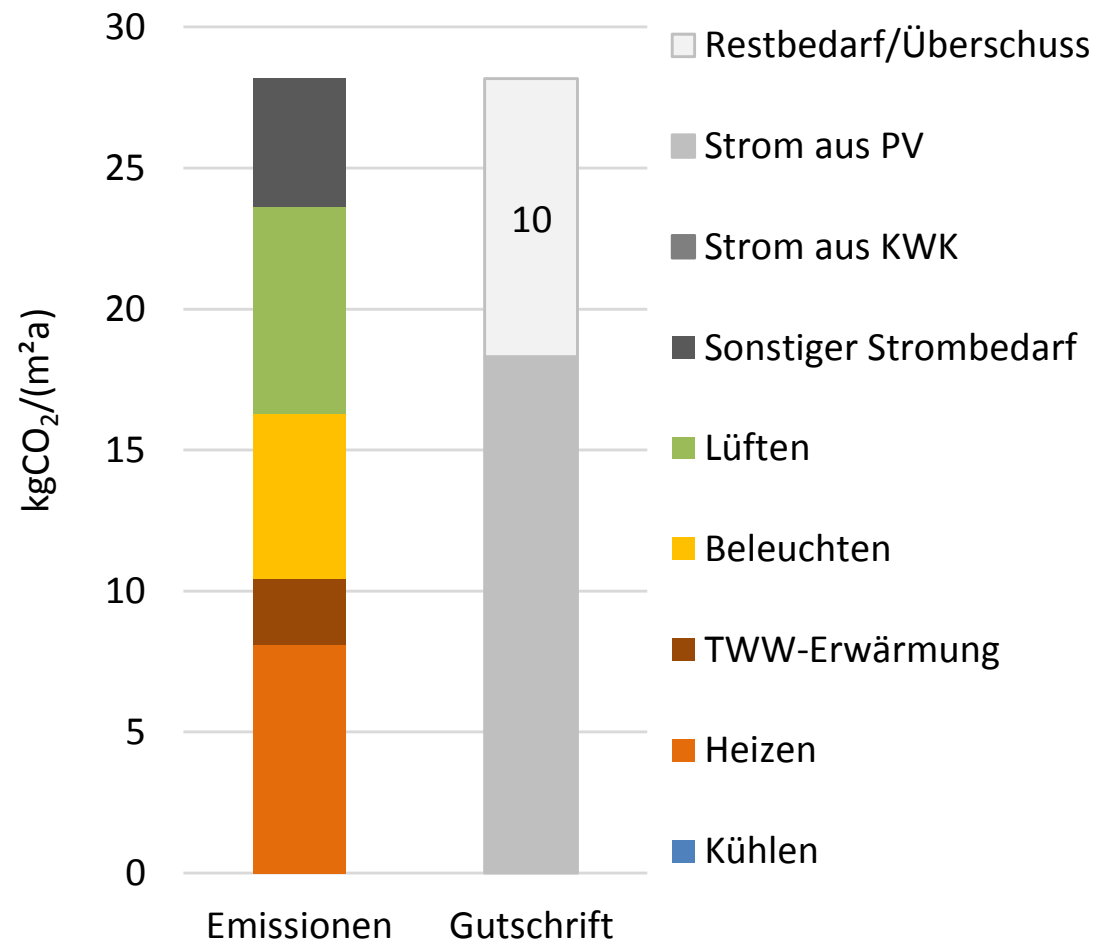


Grafische Ergebnisdarstellung: Über-/Unterdeckung



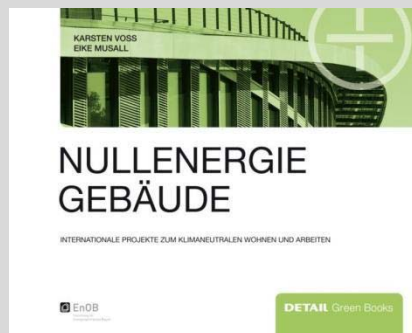


Grafische Ergebnisdarstellung: **Klimagase**





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.