

M4

Reduktion des Energiebedarfs auf Gebäudeebene



Inhalt

1. // Einleitung

- 1.1. Energieverbrauch im Gebäudesektors
- 1.2. Lebenszyklusanalyse – ein ganzheitlicher Ansatz
- 1.3. Energieinhalt von Baumaterialien

2. // Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

- 2.1 Europäische Richtlinie 2002/91/EC
- 2.2 Europäische Richtlinie 2010/31/EC
- 2.3 Kennzeichnungen und Zertifikate

3. // Parameter für den Energieverbrauch im Gebäudesektor

- 3.1. Passiv: Wärmeträgheit / Isolation / Solare Einstrahlung / Ventilation
- 3.2. Hybrid: Freie Kühlung / Wärmerückgewinnung / Wärmetauscher
- 3.3. Aktiv: Energieeffiziente Einrichtung
- 3.4. Gebäudemanagement- und Kontrollsysteme

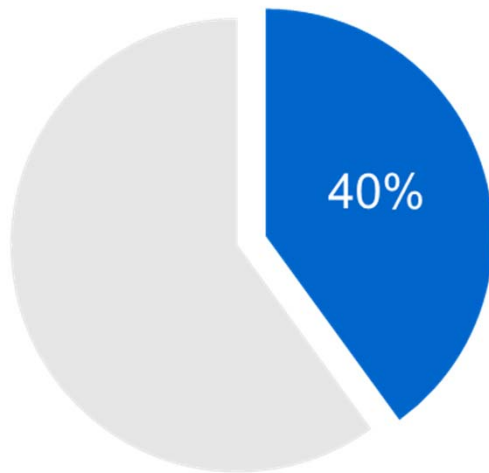
4. // Städtebauliche Maßnahmen zur Förderung von energieeffizienter Gebäudesanierung

- 4.1. Bedeutung der energieeffizienten Gebäudesanierung
- 4.2. Innovative städtebauliche Gemeindeverordnung

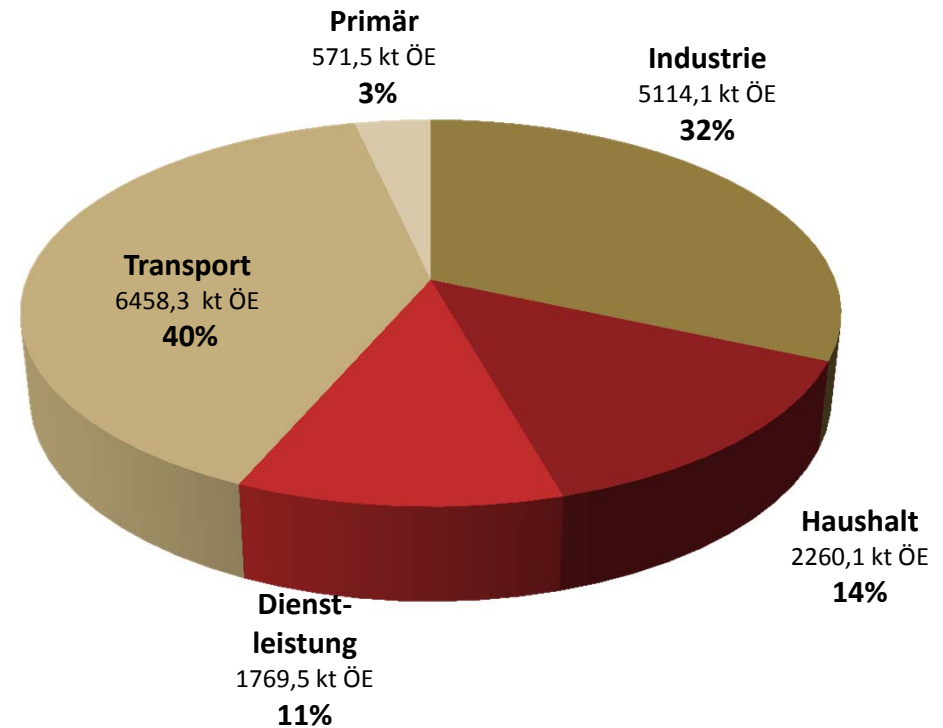
1. Einleitung

1.1. Energieverbrauch im Gebäudesektor

Beitrag des Gebäudesektors zu den gesamten CO₂ Emissionen in Europa [1]:



[1] EPBD - *Energy Performance Buildings Directive* 2002/91/EC, 4. Januar 2003, offizielles Journal der Europäischen Gemeinschaft

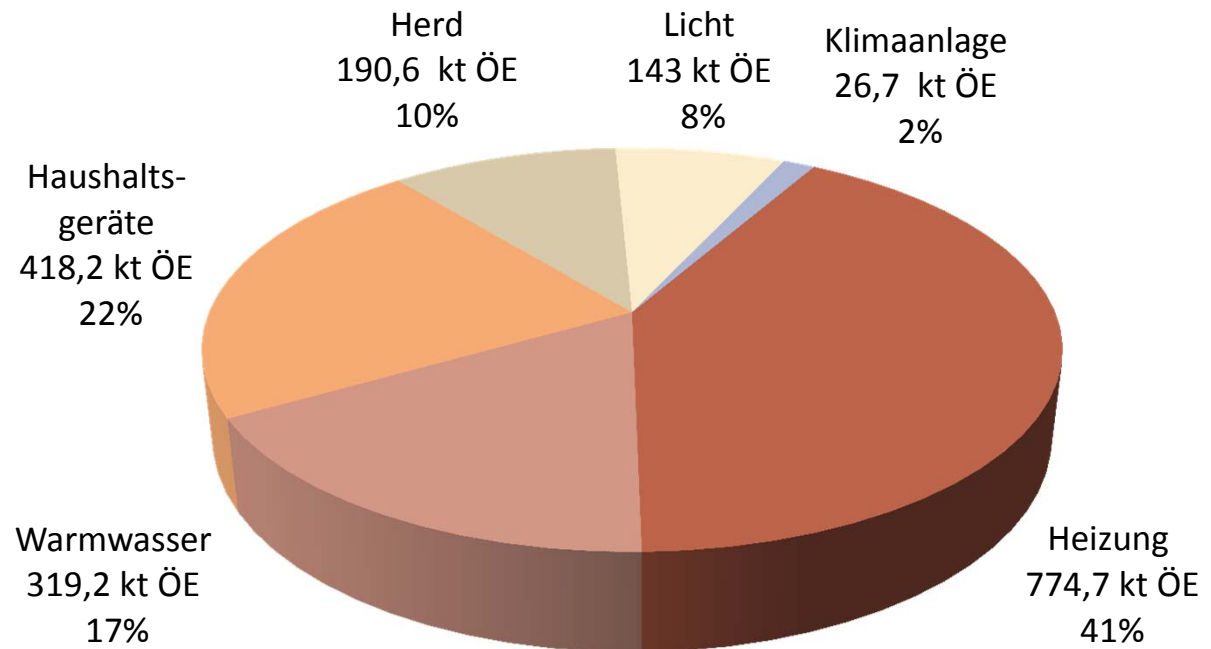


Endenergieverbrauch pro Sektor. Gesamter Endenergieverbrauch: 9714 kt ÖE. Katalonien 2007. Quelle: ICAEN

1. Einleitung

1.1. Energieverbrauch im Gebäudesektor

Endenergieverbrauch im Gebäudesektor von Katalonien.



Endenergieverbrauch im Gebäudesektor pro m ² in 2007	Haushalt (gesamt)	Heizung	Warmwasser / Herd	Haushaltsgeräte	Licht	Kühlung
kWh/m ²	83.0	34.3	22.9	18.5	6.4	1.2

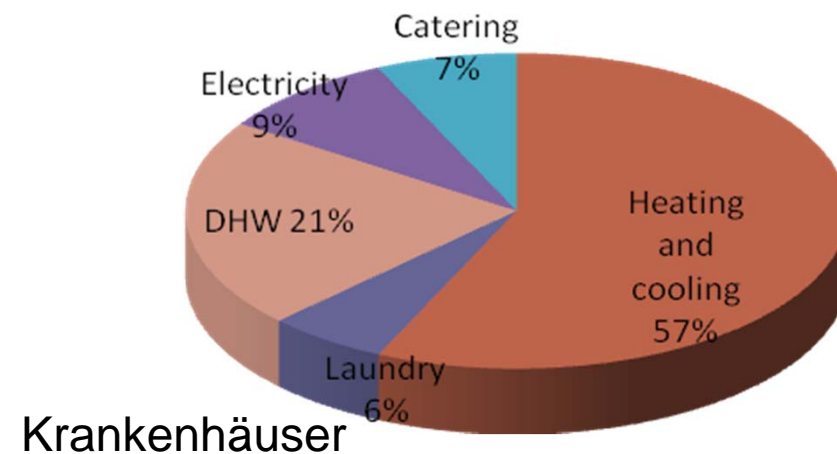
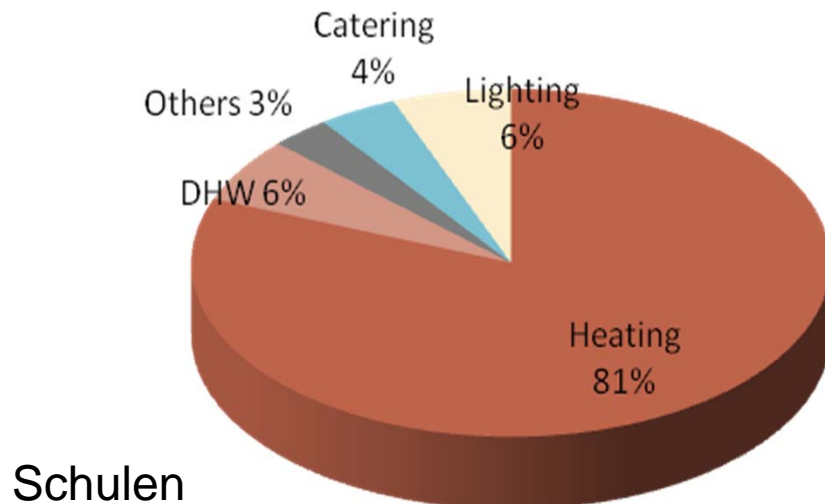
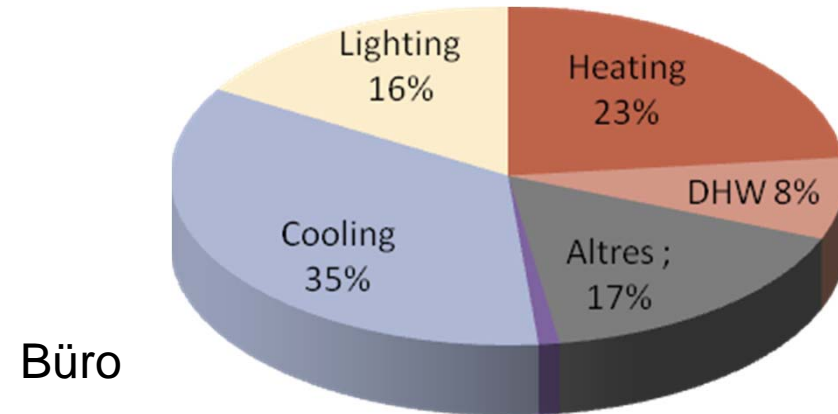
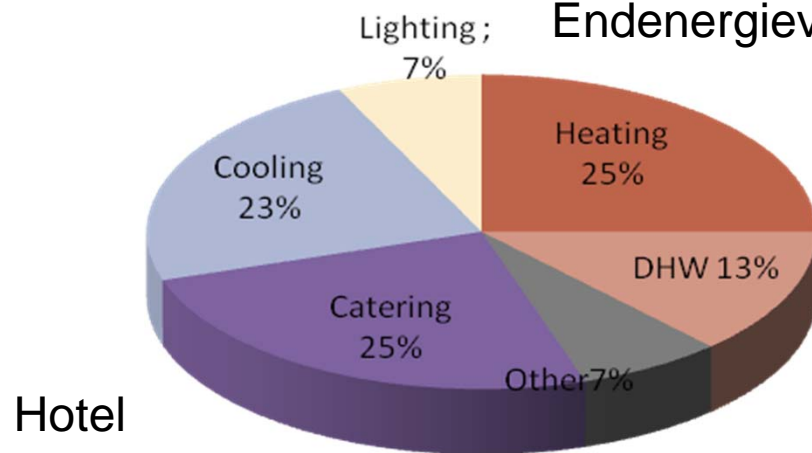
Quelle. Associació LIMA – Low Impact Mediterranean Architecture, “Regional Benchmark Analysis”, based on data from IDESCAT and ICAEN, elaborated in the frame of the MARIE project, 9/2011



1. Einleitung

1.1. Energieverbrauch im Gebäudesektor

Endenergieverbrauch im Dienstleistungssektor (Katalonien)

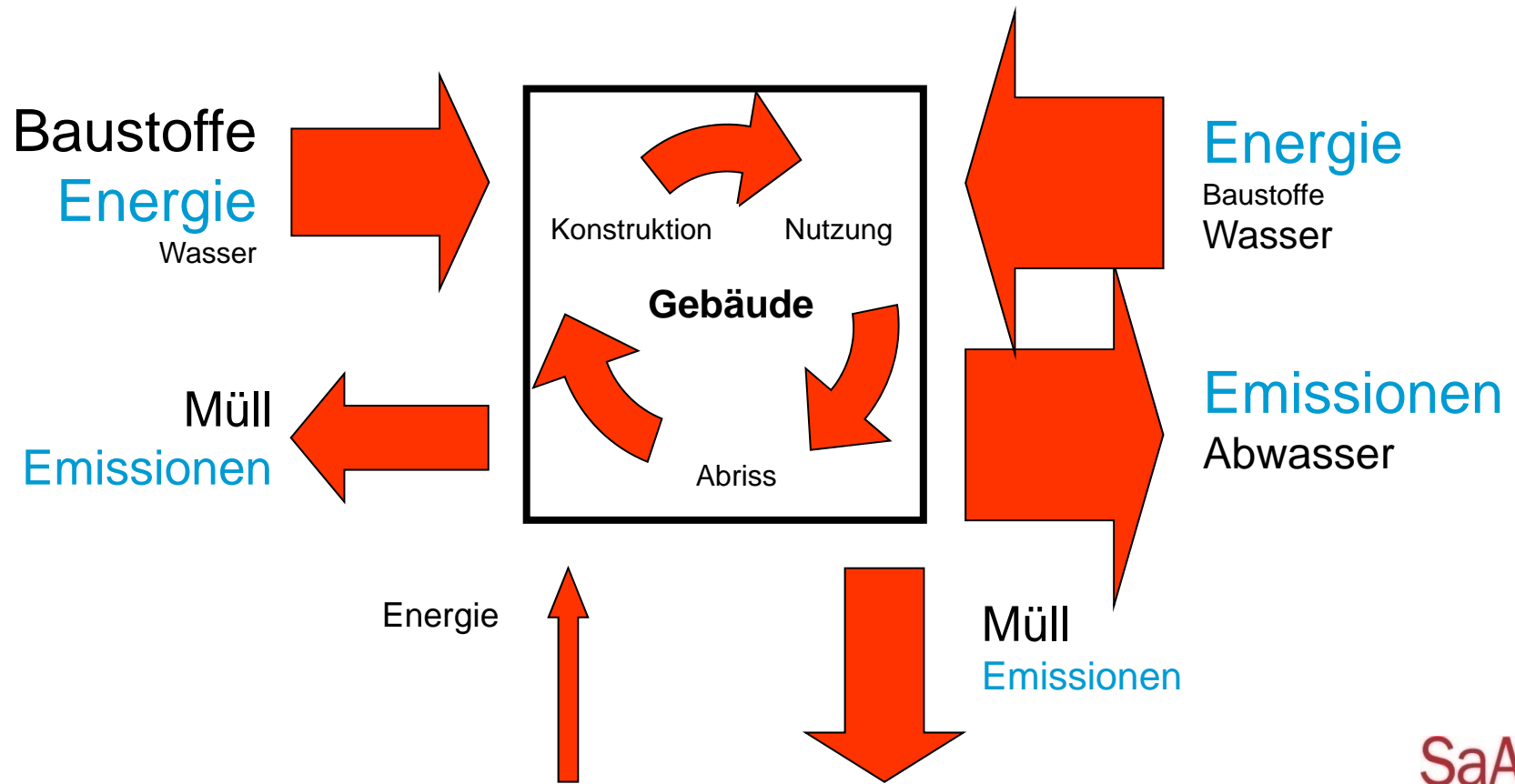


ICAEN (2004): Dades de consums i comportament energètic per a diferents sectors consumidors Projecte Ciutat Sostenible. Fòrum Barcelona 2.004

1. Einleitung

1.2. Lebenszyklusanalyse – ein ganzheitlicher Ansatz

Ressourcenkreislauf eines Gebäudes

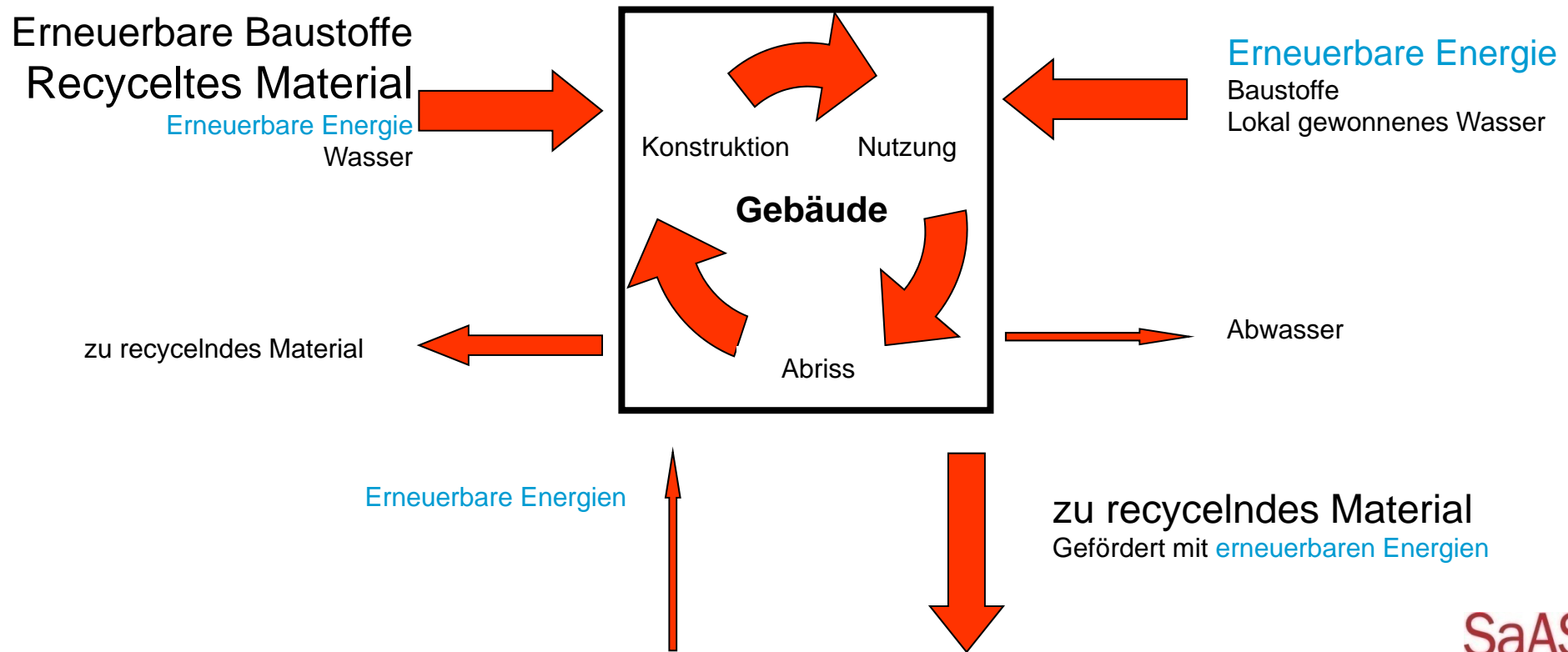


SaAS

1. Einleitung

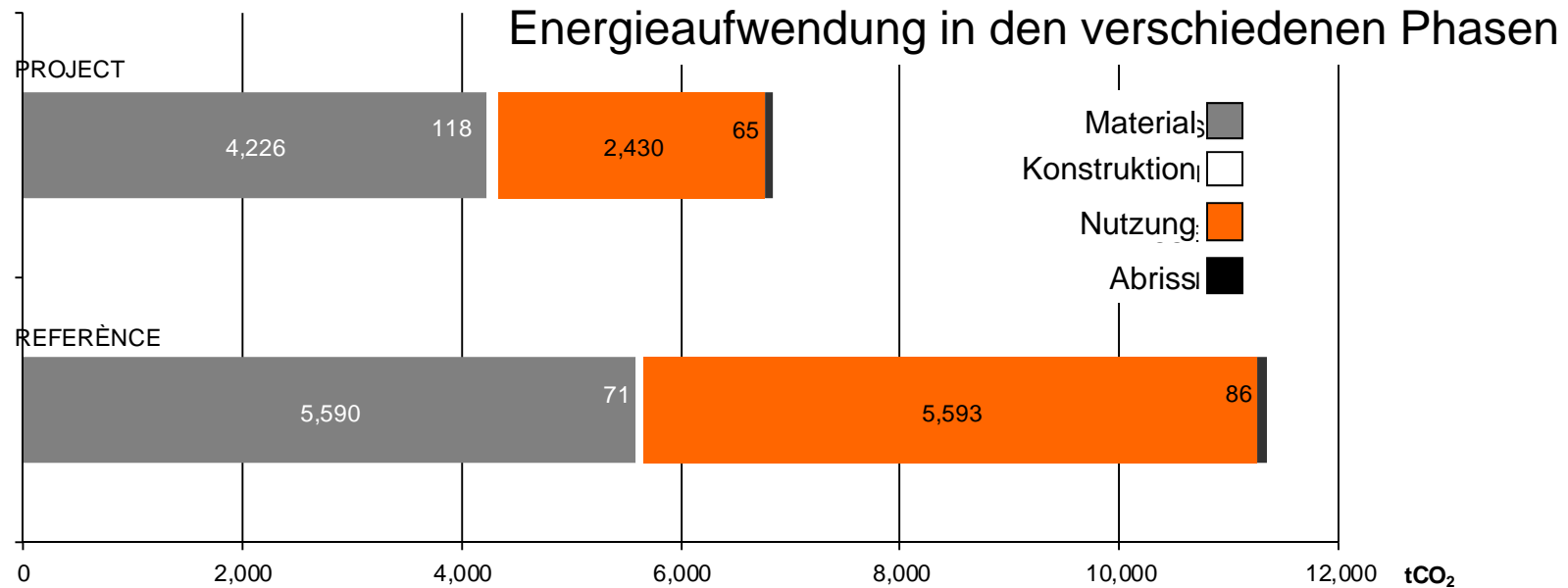
1.2. Lebenszyklusanalyse – ein ganzheitlicher Ansatz

Zielvorstellung des Ressourcenkreislaufs



1. Einleitung

1.2. Lebenszyklusanalyse – ein ganzheitlicher Ansatz



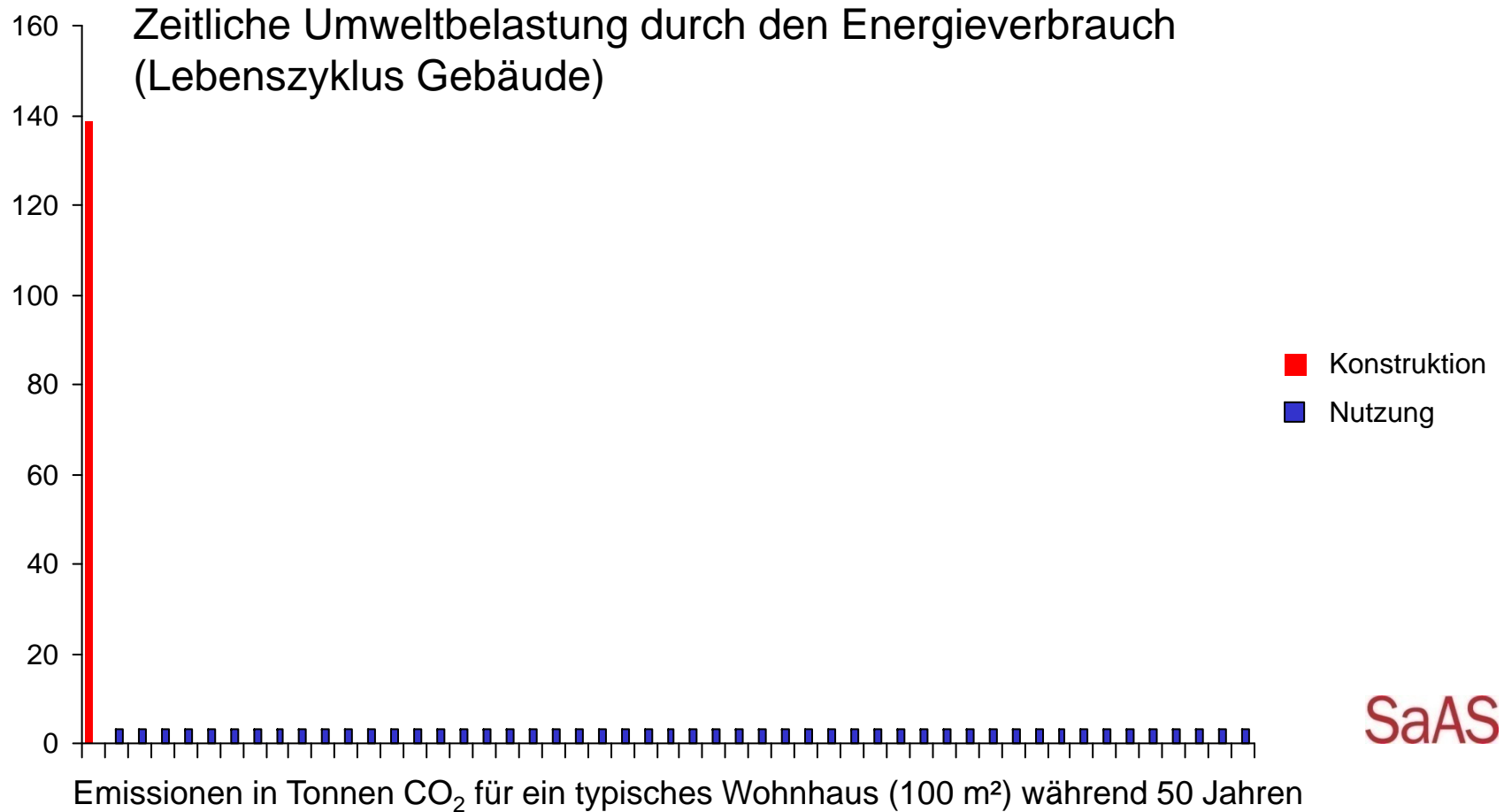
Lebenszyklus - Phase	Energieverbrauch			CO ₂ Emissionen		
	Referenz MWh	Projekt MWh	Reduzierung %	Referenz t CO ₂	Projekt t CO ₂	Reduktion %
Material	16.333	12.589	23%	5.590	4.226	24%
Konstruktion	167	289	-73%	71	118	-66%
Nutzung	23.388	10.162	57%	5.593	2.430	57%
Abriss	251	194	23%	86	65	24%
Total	40.139	23.234	42%	11.340	6.839	40%

SaaS

Lebenszyklusanalyse von einem Wohnungsblock mit 60 Sozialwohnungen, Referenz und Projekt, SaAS 2007

1. Einleitung

1.2. Lebenszyklusanalyse – ein ganzheitlicher Ansatz



1. Einleitung

1.3. Energieinhalt von Baumaterialien



Schafswolle: 0,043 W/m·K (12% Polyesterfasern)



Quelle: Victermofitex



Zellulose: 0,040 W/m·K (10% Borax, Feuerschutz und Fungizid)



Quelle: CLIMACELL, Christoph Peters

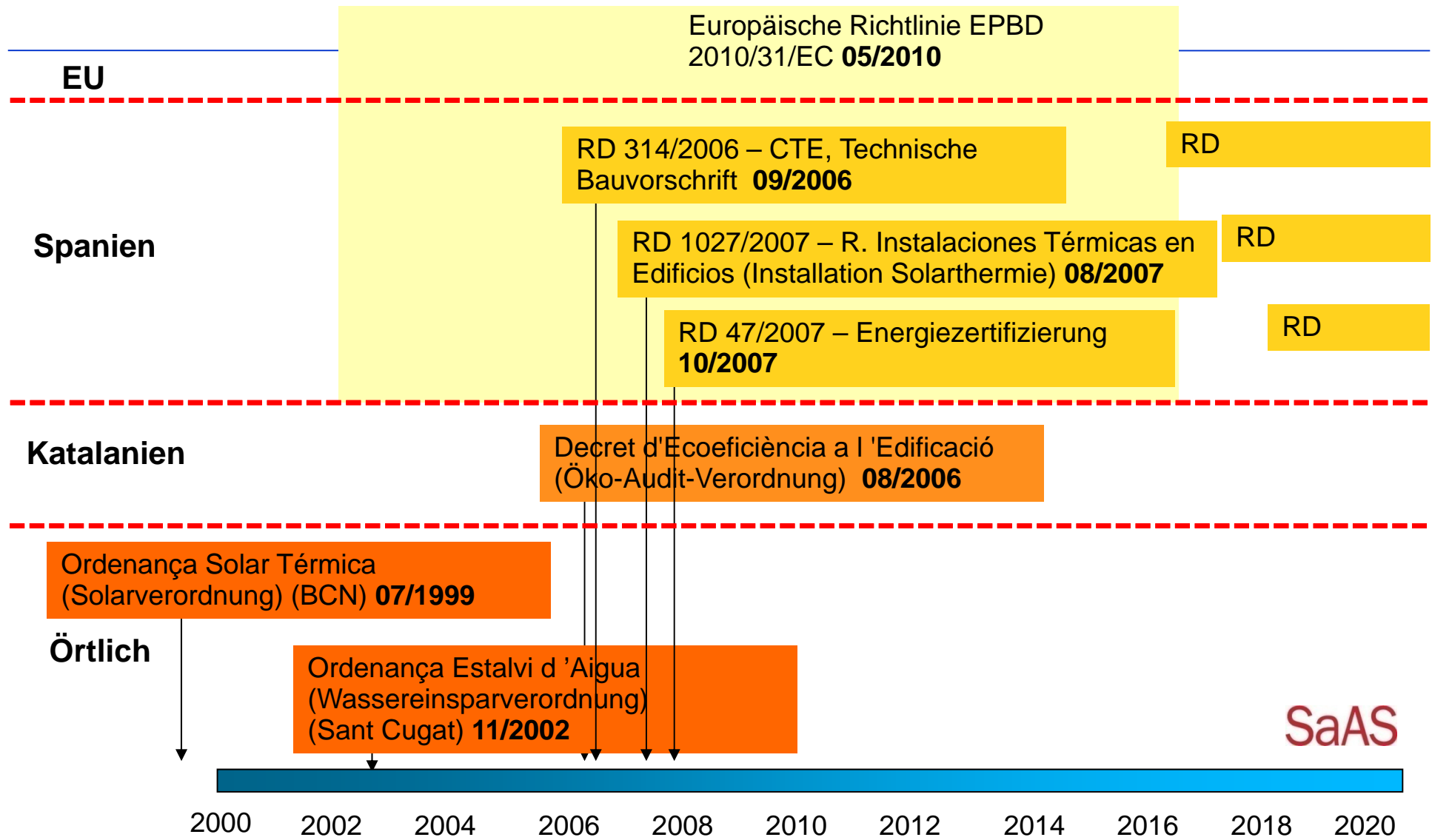
1. Einleitung

1.3. Energieinhalte von Baumaterialien

Isolationsmaterial	Primärenergie (MJ/kg)	Emissionen (kgCO _{2eq} /kg)	Kosten (€/m ³)	Quelle MJ - kgCO _{2eq}
Polystyrol, gepresst	92,4	9,580	107	EMPA
Polystyrol, aufgeschäumt	105,0	4,120	65	EMPA
Polyurethane (PUR)	100,0	4,210	136	EMPA
Glaswolle	45,1	1,490	26	EMPA
Steinwolle	21,7	1,480	115	EMPA
Schaumglas	16,5	0,600	295	PROVEIDOR
Schaafswolle	14,7	0,045	108	PASSIVHAUS
Kork	25,0	0,021	402	EMPA
Holzfaser	13,7	-0,183	224	PROVEIDOR
Zellulose	7,2	-0,907	90	PASSIVHAUS



2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

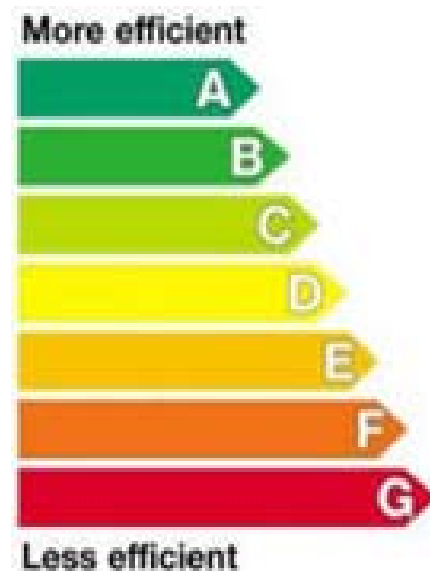


SaAS

2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

2.1. Europäische Richtlinie 2002/91/CE – EPBD

Die Richtlinie setzt folgende Anforderungen:



- Grundsätzliche Rahmenbedingungen zur Berechnung der Energiekennzeichnung von Gebäuden
- Einhaltung von energetischen Mindeststandards für neue Gebäude
- Energetische Mindeststandards bei Renovierungen großer Bestandsgebäude
- Energiezertifikate für Gebäuden
- Regelmäßige Kontrolle der Boiler und Klimaanlage; zusätzlich Bewertung der Heizung bei einem Boiler, der älter als 15 Jahre ist.

2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

2.2. Europäische Richtlinie 2010/31/CE – EPBD (Neufassung)

18.6.2010

EN

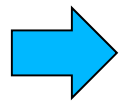
Official Journal of the European Union

L 153/13

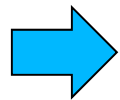
DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 19 May 2010
on the energy performance of buildings
(recast)

Artikel 9

Niedrigstenergiegebäude



nach **31. Dezember 2018**: Neue **öffentliche** Gebäude müssen Niedrigstenergiegebäude sein.



nach **31. Dezember 2020**: **Alle** neuen Gebäude müssen Niedrigstenergiegebäude sein.

2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

2.2. Europäische Richtlinie 2010/31/CE – EPBD (Neufassung)

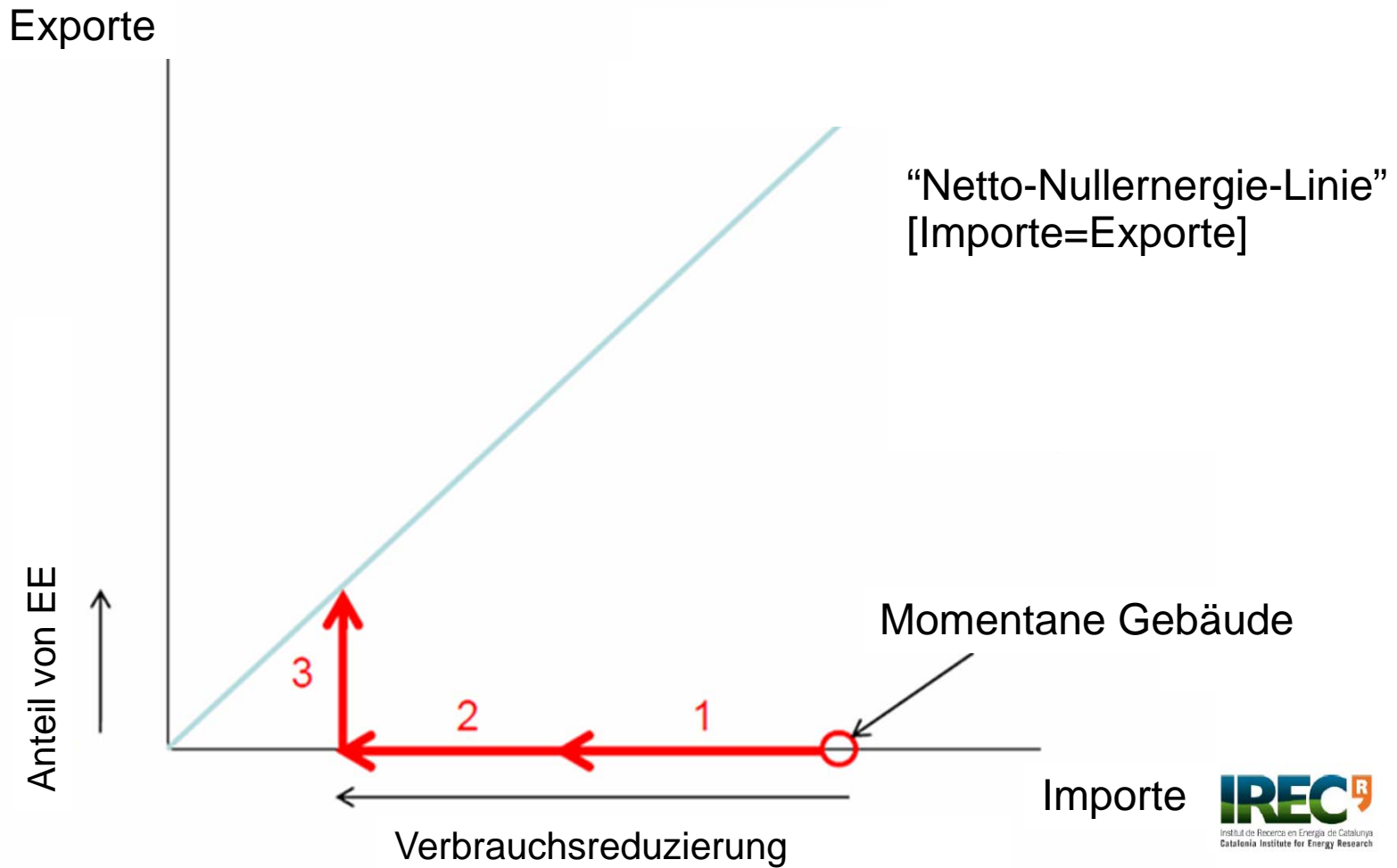
“**Niedrigstenergiegebäude**”: Gebäude, das eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – insbesondere aus Quellen, die am Standort oder in der Nähe liegen - gedeckt werden.

Spanische Pläne zur Ausweitung von Niedrigstenergiehäusern:

- Zwischenziele zur Verbesserung der Energieprofile bis 2015
- Einheitlicher Energieausweis für den Primärenergieverbrauch in kWh/m²·a
- Ausweitung des Zertifizierungssystems
- Energieeffiziente Errichtung/Einbau von Gebäuden
- Verstärkter Ausbau von EE, KWK, Fernwärme, Wärmepumpen und Monitoring

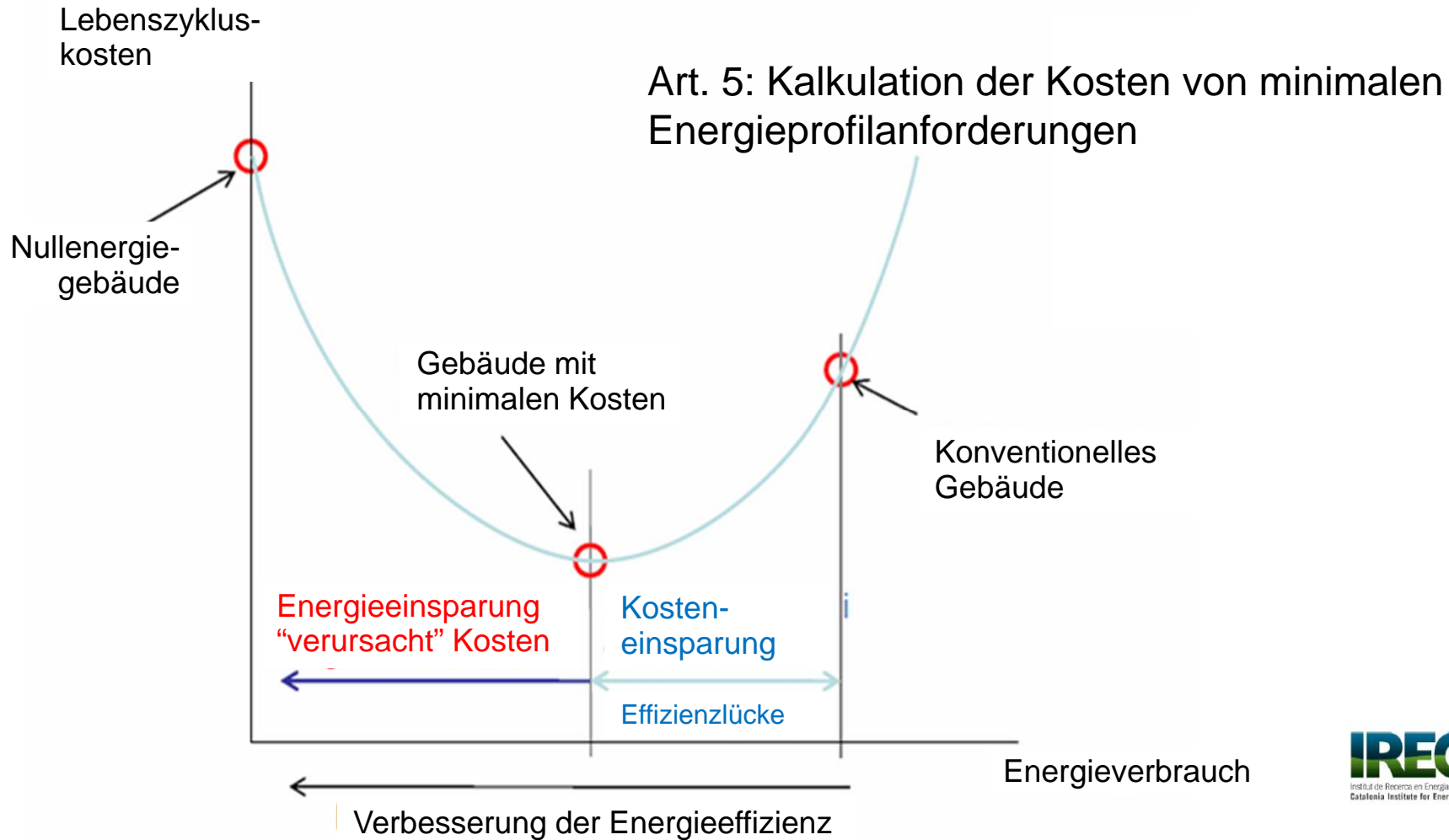
2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

2.2. Europäische Richtlinie 2010/31/CE – EPBD (Neufassung)



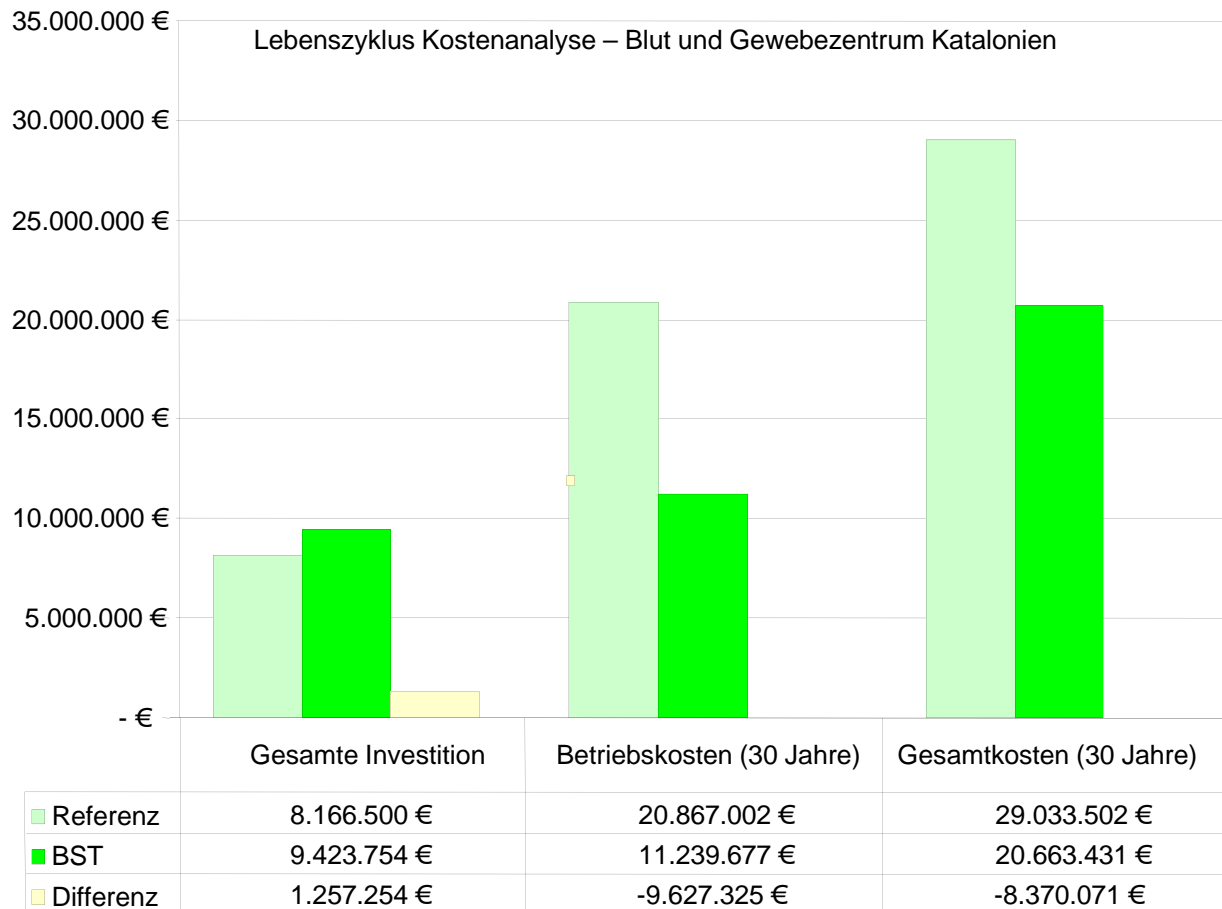
2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

2.2. Europäische Richtlinie 2010/31/CE – EPBD (Neufassung)



2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

2.2. Europäische Richtlinie 2010/31/CE – EPBD (Neufassung)



Detaillierte Analyse der Investitions- und Betriebskosten des geplanten Gebäudes führt zu folgendem Ergebnis:

Differenz:
 Investition 1.2 M€
 Betriebskosten 9.6 M€
 Gesamt (30 Jahre) 8.4 M€

Zusätzlicher Gewinn:
 Über 30 Jahre 800%
 Jährlich 26%

Amortisationszeit: 4-5 Jahren.

SaaS

Studie ausgeführt im Rahmen des Projekts b_EFIEN von Fundació b_TEC, mit Teilnahme von engineering und FM enterprises, SaAS, grupo JG, et.al. Barcelona 2009

2. Energie in Bezug auf Gebäude: Rechtsvorschriften

2.3. Kennzeichnungen und Zertifikate

Hauptanwendung von Zertifizierungen

Umwelt	Mobilität Bodenschutz Grünflächen Städtische Bevölkerungsdichte	Gesundheit und Wohlbefinden	Raumluftqualität Elektromagnetische Felder Radioaktive Emissionen Thermische, visuelle und akustische Behaglichkeit
Material	Belastung Verfügbarkeit Lokales Wissen Müll	Sozio-ökonomische Rolle	Kosten für Verbesserungen Nutzer-Wahrnehmung Professionelles Training Netzwerk-Integration
Energie	Energienachfrage Energieverteilung Erneuerbare Energien Leistungsfähigkeit der Anlagen	Management	Integriertes Design Wartungsplanung Prüfungsintervalle Monitoring
Wasser	Wassernachfrage Regenwasser Grauwasser Abwasserbehandlung	Andere	



Innovative Responsible Housing
for the Mediterranean

3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.1. Passiv: Wärmeträgheit / Isolation / Solare Einstrahlung / Ventilation

Wärmeträgheit: Wärmespeicherkapazität eines Körpers. Strategie bei Klima mit starker Tag-/Nachttemperaturschwankungen.

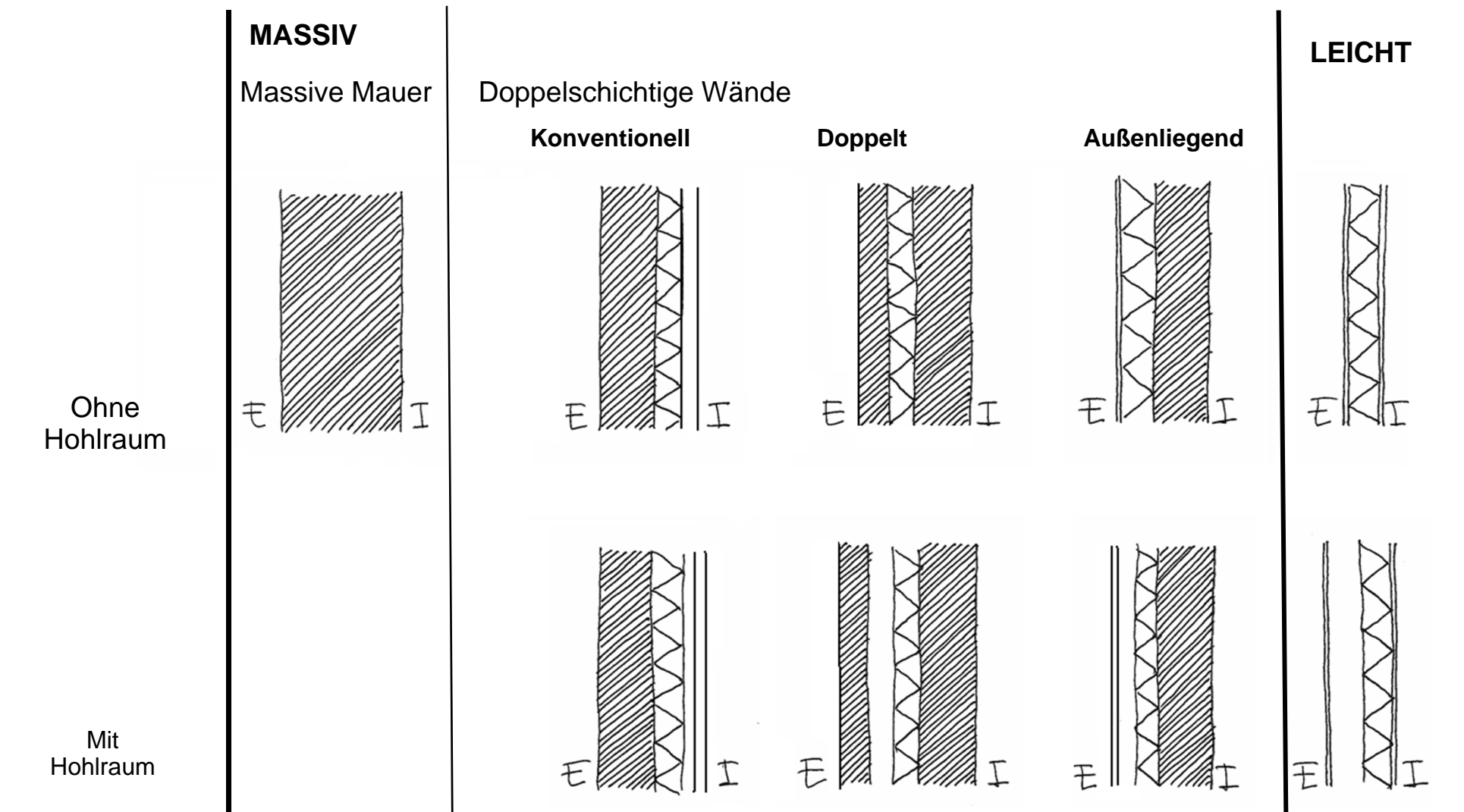
Isolierung: Auch Wärmedämmung, soll den Übergang von Wärmeenergie von einem Punkt zum anderen verhindern (wird bei Gebäuden durch Austausch des Materials oder zusätzlicher Dämmschicht erreicht).

Solare Einstrahlung: Zusätzlicher Schutz vor solarer Einstrahlung durch Reflexion oder Abschirmung im Sommer, Nutzung der solaren Einstrahlung im Winter.

Ventilation: Ventilation hat zwei Effekte: Unterstützung der Luftzirkulation und des natürlichen Kühlprozesses (wird in heißen Gegenden mit Gebäuden mit geringer thermischer Masse bevorzugt)..

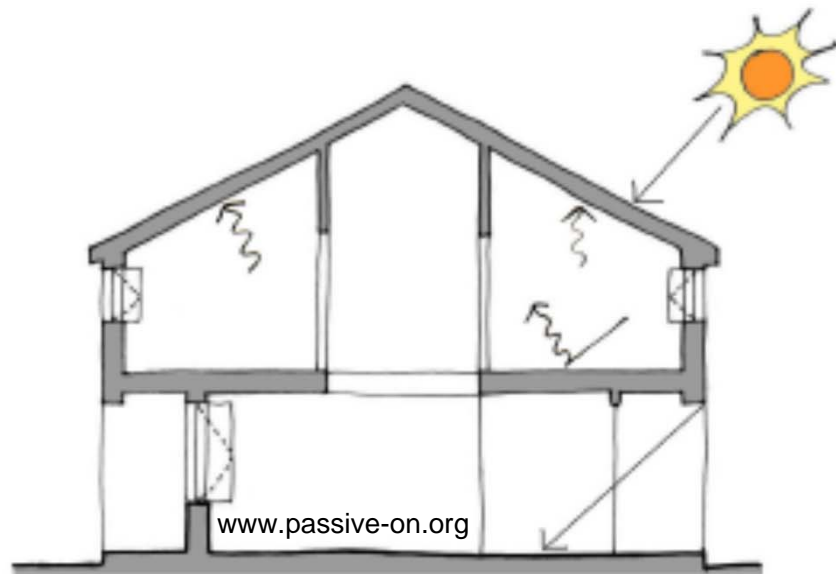
3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.1. Fassadenbau - Topologien

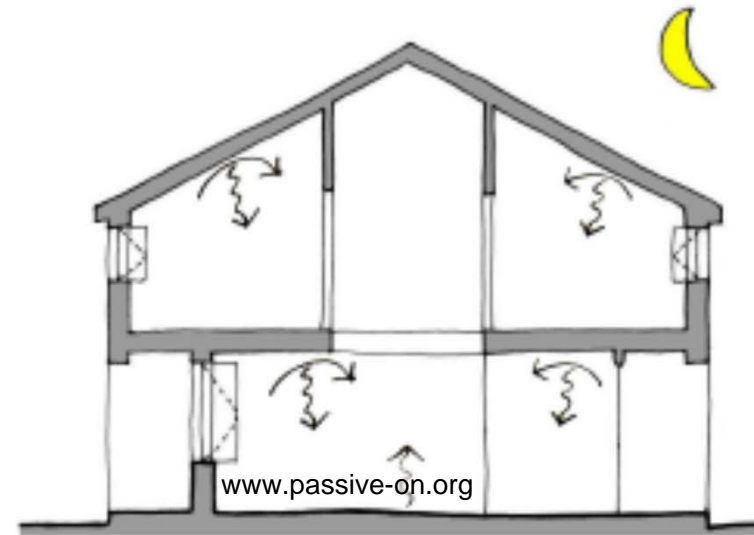


3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.1. Passive: Wärmeträgheit



Wärmespeicher Aufladung (Tag)



Abstrahlung der tagsüber aufgenommenen Wärme (Nacht)

Typisches nord-mediterranes Landhaus mit Wärmespeicher

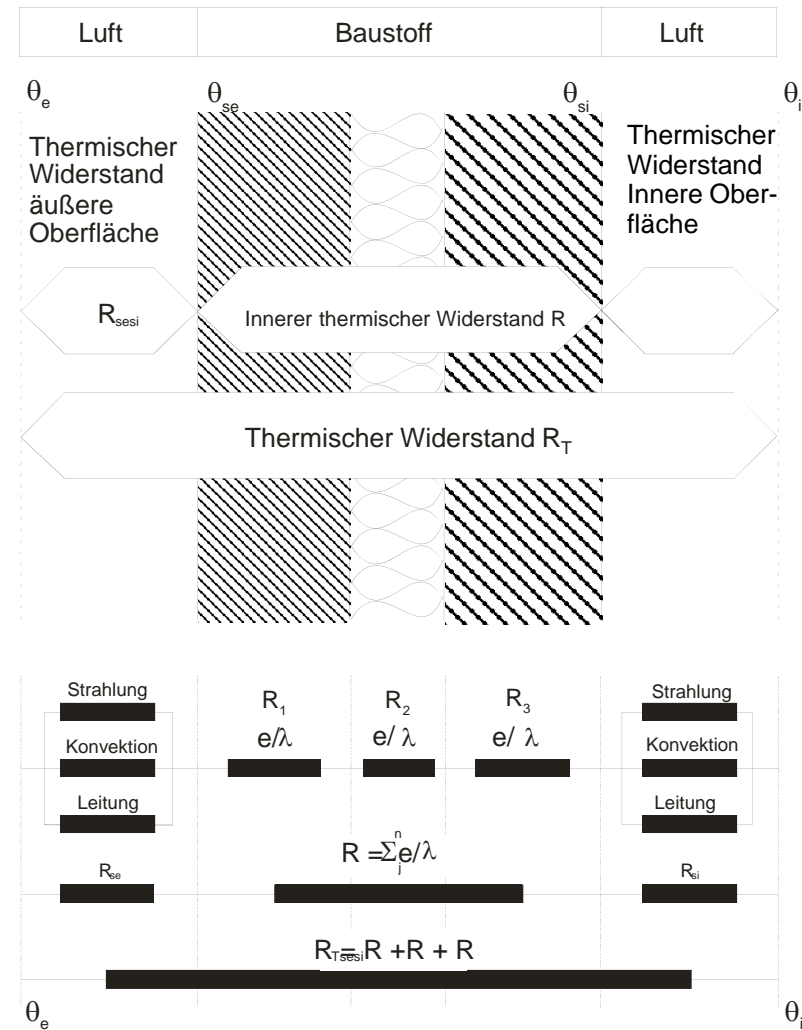


Typisches süd-mediterranes Landhaus mit Wärmespeicher



3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.1. Passiv: Isolation



$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T [W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{\lambda}{e} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

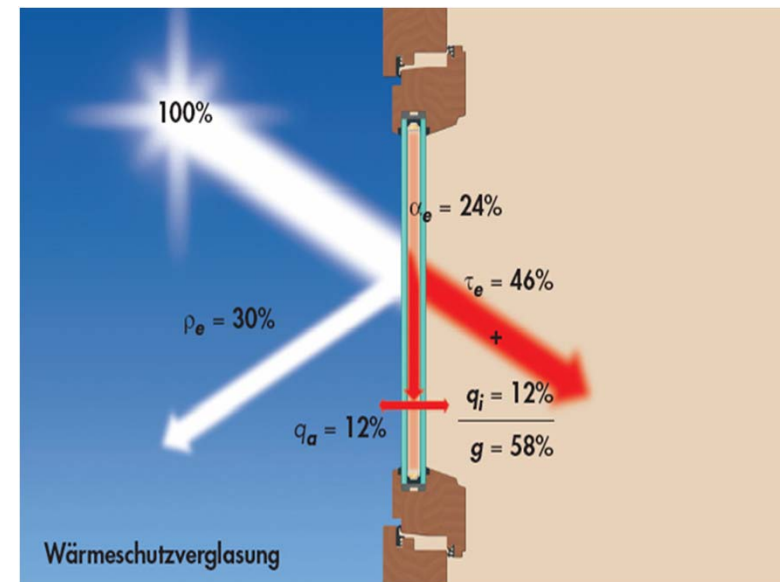
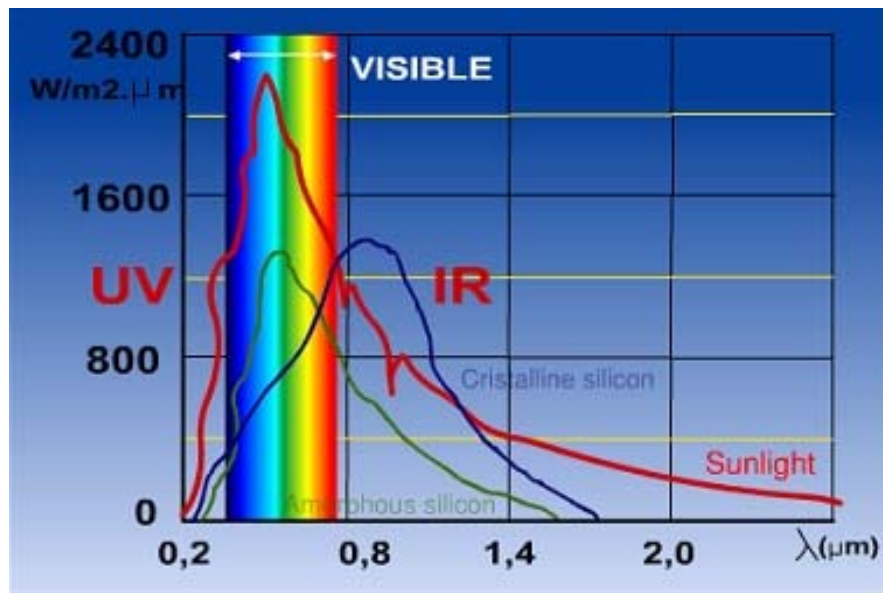
3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.1. Passive: Solare Einstrahlung

Optimum zwischen solarer Nutzung und solarem Schutz bezogen auf die Gebäudenutzung, Orientierung, etc.

Hauptfaktoren: Thermische Übertragung, G-Wert, sichtbares Licht

Sonnenschutzeinrichtung, ohne/mit natürlichem Lichttransport

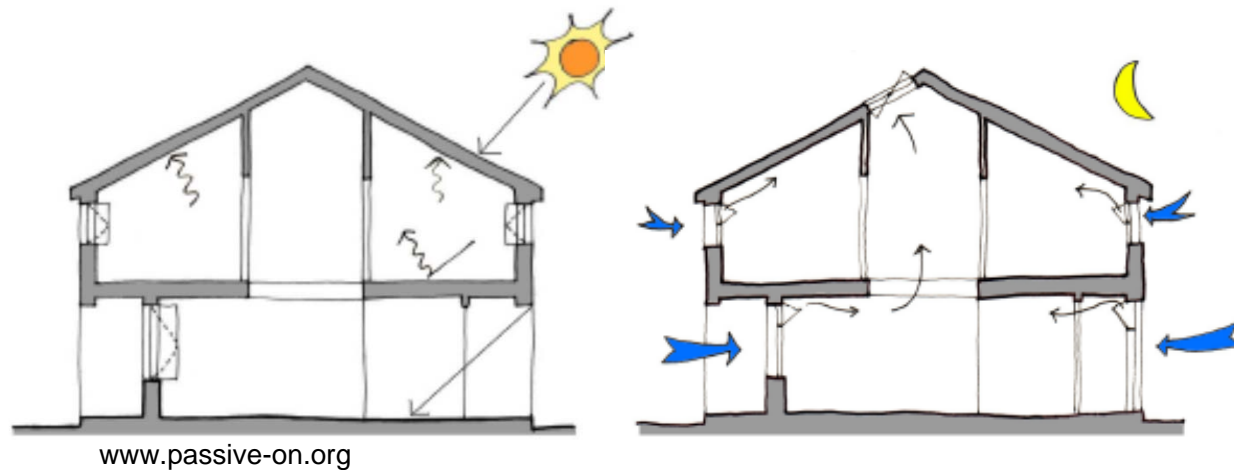
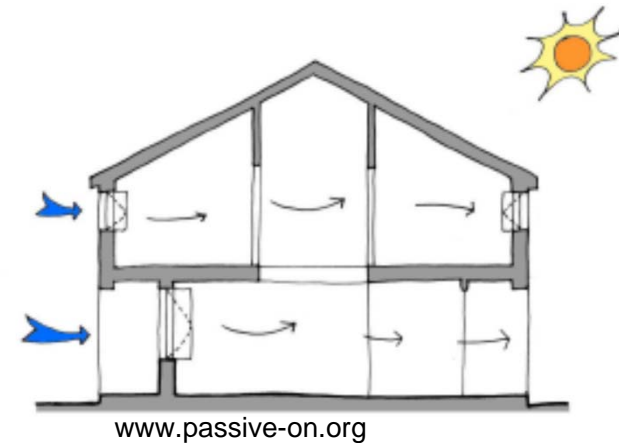


3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.1. Passiv: Ventilation

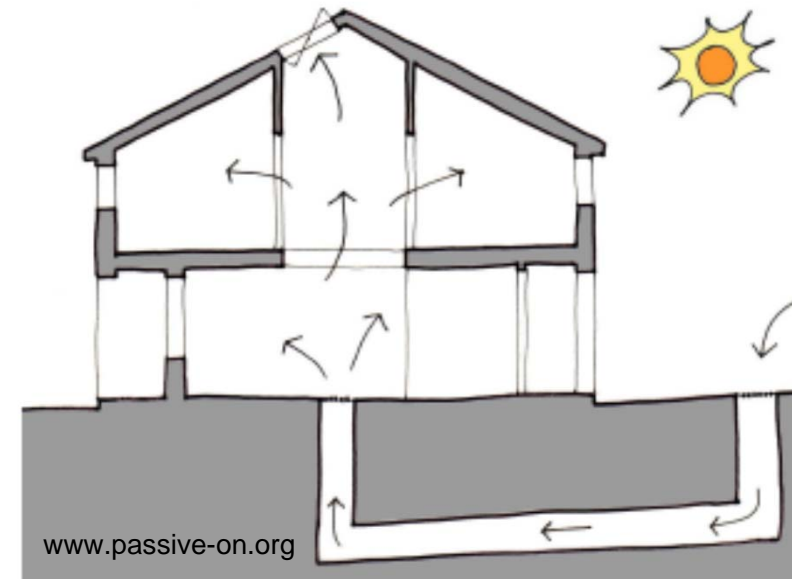
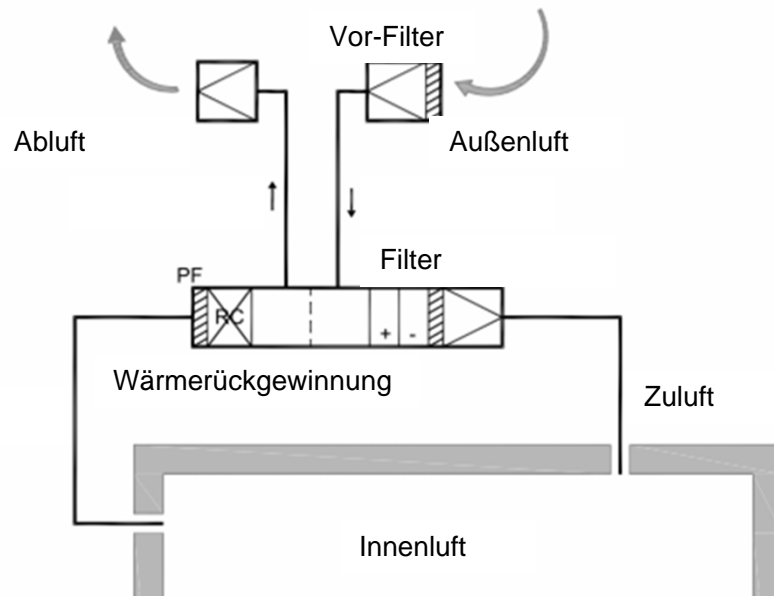
Querlüftung: Gebäudegestaltung (z.B. Verteilung der Wohnungen) erlaubt natürliche Belüftung (Luftzug durch gegenüberliegende Fassaden um Luftstrom zu maximieren)

Nachtlüftung: Erhöhter Luftaustausch in kühlen Sommernächten um die tagsüber im Gebäude gespeicherte Wärme zu reduzieren (nur bei moderatem Klima stand-alone anwendbar, aber immer Senkung des Kühlenergieverbrauchs).



3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.2. Hybrid: Freie Kühlung / Wärmerückgewinnung / Wärmetauscher



Freie Kühlung: Nutzung oder Erhöhung der Zuluft, sobald Raumkühlung erforderlich ist und die Außentemperatur kühler als die Innentemperatur ist.

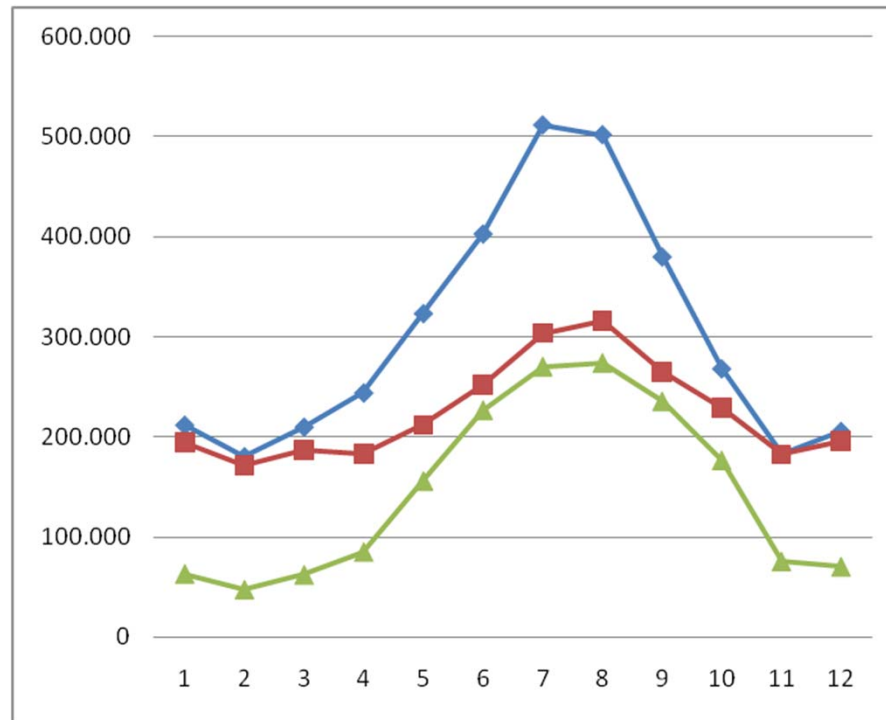
Wärmerückgewinnung: Vorheizung der Zuluft durch die Abluft (Luft-zu-Luft-Wärmetauscher)

Erdluftwärmetauscher: Nutzung der Bodentemperatur; angesaugte Luft wird über vergrabene Rohre mit großer Wärmetauschkapazität in das Gebäude geleitet, um angenehme Temperaturen und hohe Effizienzgrade zu erreichen.

3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.2. Hybrid: Freie Kühlung / Wärmerückgewinnung / Wärmetauscher

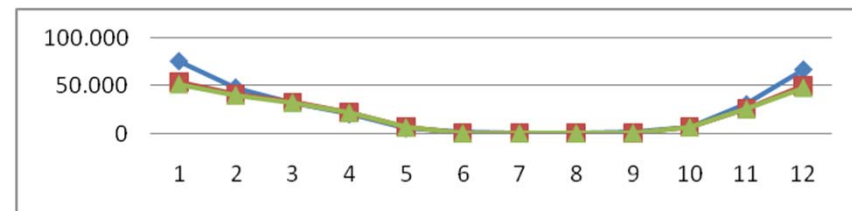
Beispiel Blut- & Gewebebank Kalalonien, 2010



Kühlnachfrage (kWh)

- 100% Vorhangfassade
- Dicke Fassade, ohne Rückgewinnung
- Dicke Fassade, Freie Kühlung und Rückgewinnung

Verbrauchsreduzierung 41%! **SaaS**



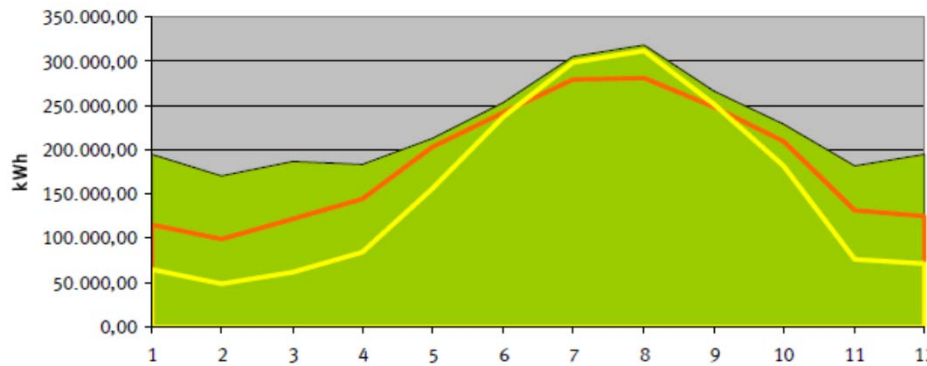
Wärmenachfrage (kWh)

Demanda energètica de climatizaci3 (kW/h), JG Ingenieros, julio 2008 / Herramienta de c3lculo: CARRIER Hourly Analysis Program v 4.12b

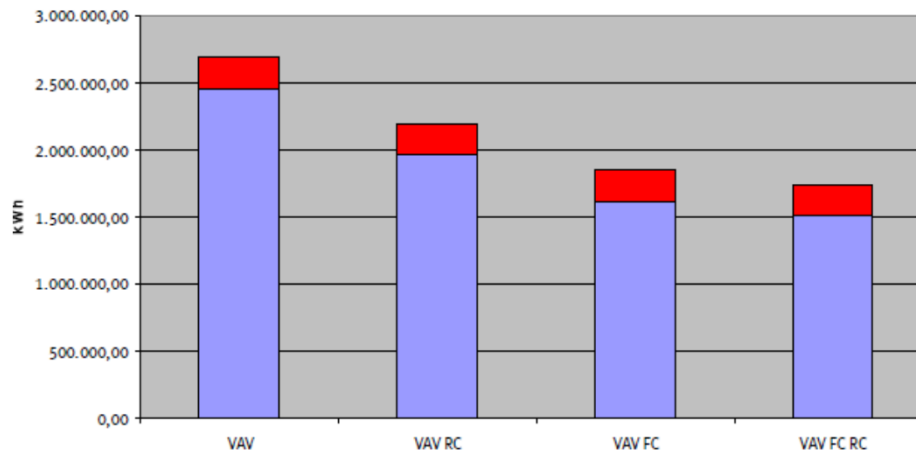
3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.2. Hybrid: Freie Kühlung / Wärmerückgewinnung / Wärmetauscher

Beispiel Blut- & Gewebebank Kalalonien, 2010



Monatliche Wärme- und Kühlnachfrage (kW/h), grupoJG Engineers, Januar 2008



- VAV Klimaanlage mit variablem Durchsatz ohne Wärmerückgewinnung
- VAV + RC Klimaanlage mit variablem Durchsatz mit Wärmerückgewinnung
- VAV + FC Klimaanlage mit variablem Durchsatz mit freier Kühlung
- VAV + FC + RC Klimaanlage mit variablem Durchsatz mit freier Kühlung und Wärmerückgewinnung
- Wärmenachfrage
- Kühlnachfrage

Simulation: CARRIER Hourly Analysis Program v 4.12b
 Jährliche Energienachfrage (Wärme, Kühlung)
 grupoJG Engineers

SaaS

3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.3. Aktiv: Energieeffiziente Einrichtung

Solarthermie und PV-Anlage auf dem Dach eines architektonisch mediterranen Niedrigenergiehaus in Barcelona.

Im mediterranem Klima erzeugt 1kW PV (8m² PV-Anlage) rund 1,200 kWh_{el}/a (entspricht ca. 1/3 des Energieverbrauchs eines durchschnittlichen Haushalts).



3. Energieparameter für den Verbrauch im Gebäudesektor

3.4. Gebäudemanagement- und Kontrollsysteme

Gebäudemanagement- und Kontrollsysteme nehmen zukünftig eine wichtige Rolle in der Optimierung des Energieverbrauchs im Gebäude ein (gerade tertiärer Sektor, Büro, Hotel, Supermarkt).

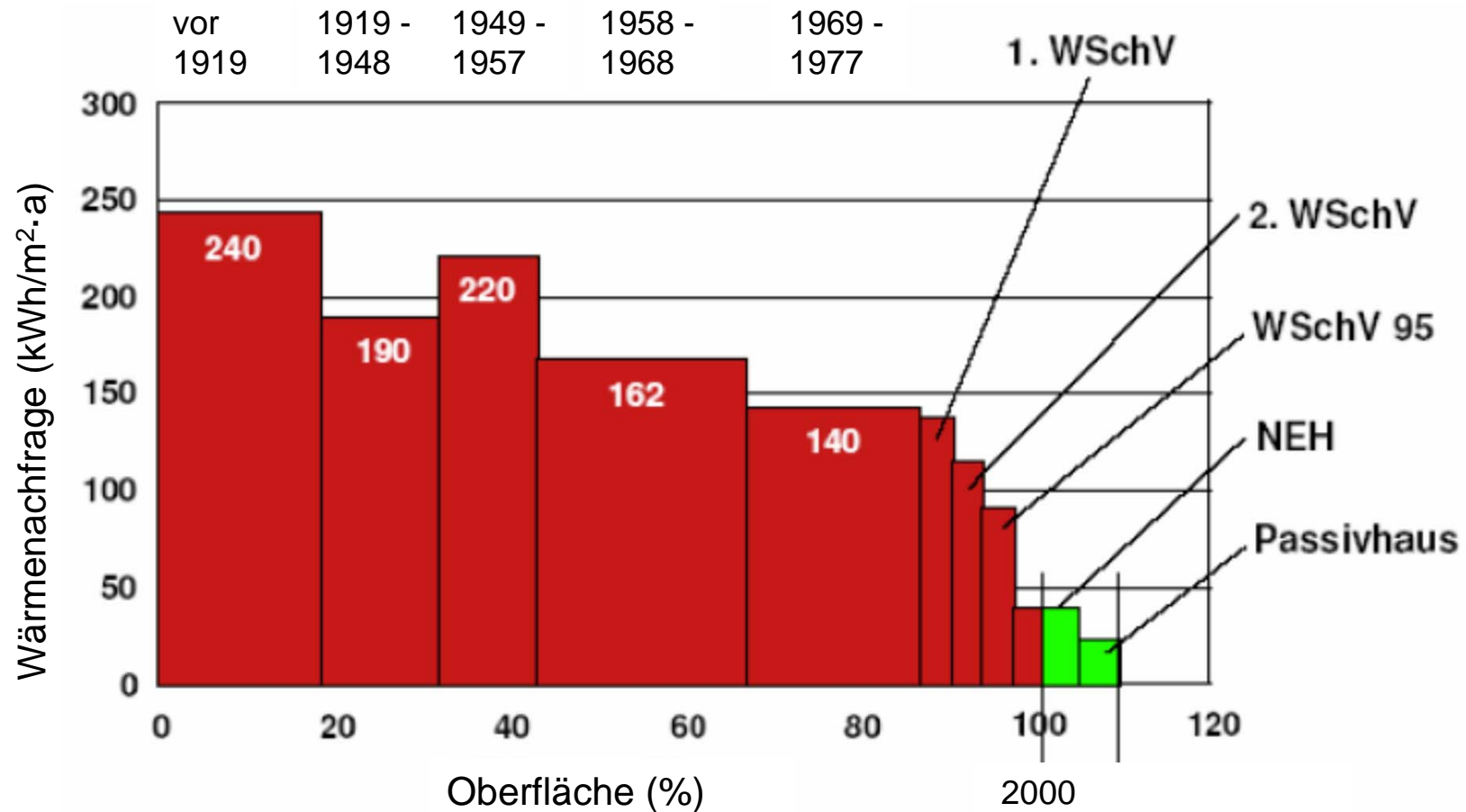
Basierend auf getrennter Messung des Energieverbrauchs von verschiedenen Systemen (z.B. Heizung, Lüftung, Klimaanlage, Licht) regulieren spezielle Geräte the relevanten Parameter (Temperatur, Beleuchtung, etc.) nach einem gegebenen Zeitplan oder Grenzbedingungen.

Eine zentrale Ansteuerung mit graphischer Benutzeroberfläche erlaubt einfache Bedienung und ermöglicht Zugriff auf aquirierte Daten für das Wartungspersonal. Zudem können Defekte oder Fehlfunktionen angezeigt werden und ggf. per GPRS an entsprechende Stelle übermittelt werden.



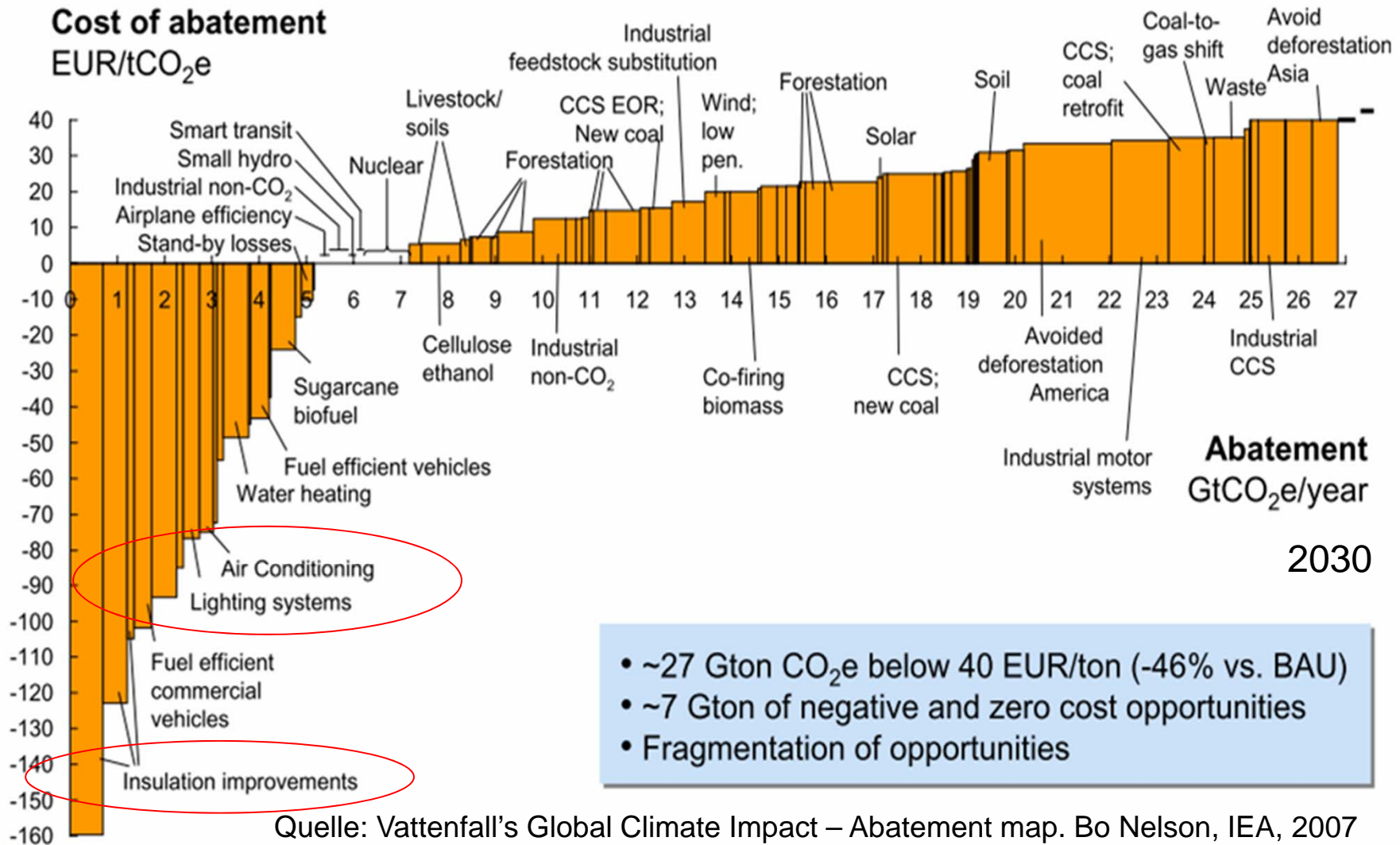
4. Städtebauliche Maßnahmen zur Förderung von energieeffizienter Gebäudesanierung

4.1. Bedeutung der energieeffizienten Gebäudesanierung



4. Städtebauliche Maßnahmen

4.1. Bedeutung der energieeffizienten Gebäudesanierung



- ~27 Gton CO₂e below 40 EUR/ton (-46% vs. BAU)
- ~7 Gton of negative and zero cost opportunities
- Fragmentation of opportunities

4. Städtebauliche Maßnahmen

4.1. Umsetzbarkeit von energieeffizienten Sanierungsmaßnahmen

Energieeffiziente Gebäudesanierung	Staatliche Subventionen	Endenergieeinsparung	Primärenergieeinsparung	Eingesparte CO ₂ Emissionen
	M€	ktep	ktep	ktCO ₂
Gebäudehülle	111,5	22	42	89
Gebäudetechnik	145,5	61	116	244
Lichtausstattung	22,5	30	74	150
Geräte	282,3	81	204	412

Quelle: IDAE (2011) Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020

Energieeffiziente Gebäudesanierung	Geschätzte Lebensdauer der Maßnahmen	Subventionen / Primärenergieeinsparung	Subventionen / CO ₂ Einsparung	CO ₂ Einsparung / Subventionen
	a	€/kWh	€/kgCO ₂	kgCO ₂ /€
Gebäudehülle	30	0,01	0,04	23,95
Gebäudetechnik	15	0,01	0,04	25,15
Lichtausstattung	6	0,00	0,03	40,00
Geräte	10	0,01	0,07	14,59

4. Städtebauliche Maßnahmen

4.2. Innovative städtebauliche Gemeindeverordnung



Anpassung der Gemeindeverordnungen

- Unbürokratischere Renovierung erlaubt größere Wärmedämmfläche beim Gebäude
- Anpassung der Förderung von Wärmedämmung an die Wandfläche, nicht an die Nettonutzfläche.
- Förderung von “grünen Dächern”.
- Förderung der Eingliederung von Sonnenschutz (Pergolen, Wintergärten, etc.) in das Gebäude, sowie von Terrassen, Balkonen, etc.

Das UP-RES Konsortium

Ansprechpartner für dieses Modul: SaAS



- **Finnland:** Aalto University School of science and technology

www.aalto.fi

SaAS

- **Spanien:** SaAS Sabaté associats Arquitectura i Sostenibilitat

www.saas.cat



- **Vereinigtes Königreich:** BRE Building Research Establishment

www.bre.co.uk



- **Deutschland:**

AGFW – Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK

www.agfw.de



UA - Universität Augsburg

www.uni-augsburg.de



TUM - Technische Universität München

www.tum.de



- **Ungarn:** UD University Debrecen

www.unideb.hu/portal/en