



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie
et du Commerce extérieur

Nationaler Plan Luxemburgs zur Erhöhung der Zahl der Niedrigstenergiegebäude

im Rahmen der Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010
über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)

Luxemburg, Juli 2013

Kontakt Daten zum Bericht

„Nationaler Plan Luxemburgs zur Erhöhung der Zahl der Niedrigstenergiegebäude“

Organisation	Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Economie et du Commerce extérieur Direction générale de l'Energie
Postanschrift	19-21, boulevard Royal, L-2449 Luxembourg
Fax:	+352 247-84311

Der vorliegende Bericht entstand unter Mitwirkung von:

Dr. Markus Lichtmeß
Dr. Jens Knissel

1	Einleitung	4
1.1	Anforderungen aus der Richtlinie.....	4
1.2	Situation in Luxemburg.....	5
2	Definition des Niedrigstenergiegebäudes	6
2.1	Niedrigstenergiegebäude in Luxemburg	6
2.2	Einbeziehung erneuerbarer Energien	9
2.3	Bilanzierungssystematik für Wohn- und Nichtwohngebäude	10
2.3.1	Anknüpfung an bestehende Methoden.....	10
2.3.2	Beschreibung der Bilanzierung für Wohn- und Nichtwohngebäude.....	12
2.3.3	Mögliches Einsparpotential	17
2.3.4	Anforderungswert für Niedrigstenergiegebäude	19
2.3.5	Anpassungen der aktuellen Verordnung für Wohngebäude	20
2.3.6	Anpassungen der aktuellen Verordnung für Nichtwohngebäude.....	21
3	Nationaler Plan zur Erhöhung der Anzahl von nZEB.....	22
3.1	Forschung und Entwicklung	24
3.1.1	Die Prioritäten des Nationalen Forschungsfonds.....	24
3.1.2	Staatliche Förderung der Forschung in den Unternehmen.....	26
3.1.3	Standards zur einfacheren Berechnung von Niedrigstenergiegebäuden	27
3.2	Förderprogramme.....	27
3.2.1	Förderung der Energieberatung	28
3.2.2	Neubauförderung.....	28
3.2.3	Förderung im Gebäudebestand	28
3.2.4	Aufnahme der Förderung für Niedrigstenergiegebäude.....	31
3.3	Kommunikation und Information	31
3.3.1	Kostenlose Energieberatung als Einstiegs- bzw. Grundberatung	32
3.3.2	Informationskampagnen	32
3.3.3	Werbung und Öffentlichkeitsarbeit für energieeffizientes Bauen	33
3.4	Qualitätssicherung und Energieausweis.....	34
3.4.1	Datenbank für Energiepässe und automatisierte Plausibilitätsprüfung.....	34
3.4.2	Kontrolle der Experten	34
3.4.3	Kontrolle der Qualität der Umsetzung am Bau	35
3.5	Schulungs-, Ausbildungs- und Weiterbildungsprogramme	35
3.6	Umsetzung in nationale Verordnungen	36
3.6.1	Wohngebäude.....	37
3.6.2	Nichtwohngebäude und öffentliche Gebäude	39
3.7	Wirtschaftlichkeit von Niedrigstenergiegebäuden.....	39
4	Anhang – Darstellung des Beispielgebäudes	41
5	Literaturverzeichnis.....	42

1 Einleitung

Mit der Neufassung der Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (im Folgenden «*Richtlinie*»), wird der Begriff von Niedrigstenergiegebäuden («*nearly zero energy buildings*», kurz: «*nZEB*») eingeführt. Die Richtlinie sieht vor, dass alle neuen Gebäude bis zum 31. Dezember 2020 diesem Standard entsprechen. Desweiteren müssen die Mitgliedstaaten gewährleisten, dass Gebäude, die von Behörden als Eigentümer genutzt werden, nach dem 31. Dezember 2018 Niedrigstenergiegebäude sind (1). Die öffentliche Hand soll hierbei eine Vorreiterrolle übernehmen.

Für die praktische Umsetzung des neuen energetischen Gebäudestandards müssen neben angepassten Verordnungen auch der Markt und der Sektor darauf vorbereitet werden. Hierzu sind nationale Umsetzungs- und Maßnahmenpläne zur Erhöhung der Zahl der Niedrigstenergiegebäude erforderlich. Dies wird in Artikel 9 der Richtlinie gefordert (1). Im vorliegenden Dokument wird der aktuelle Stand der nationalen Definition der Niedrigstenergiegebäude dargestellt sowie die Strategie und die Aktionen zur Steigerung der Anzahl von Niedrigstenergiegebäuden aufgezeigt.

1.1 Anforderungen aus der Richtlinie

Aus der Richtlinie (1) werden in Artikel 9 die Anforderungen an den nationalen Plan zur Erhöhung der Anzahl von Niedrigstenergiegebäuden beschrieben, Zitate:

Artikel 9(1): [...] Die Mitgliedstaaten erstellen nationale Pläne zur Erhöhung der Zahl der Niedrigstenergiegebäude. Diese nationalen Pläne können nach Gebäudekategorien differenzierte Zielvorgaben enthalten.

Artikel 9(2): Des Weiteren legen die Mitgliedstaaten unter Berücksichtigung der Vorreiterrolle der öffentlichen Hand Strategien fest und ergreifen Maßnahmen wie beispielsweise die Festlegung von Zielen, um Anreize für den Umbau von Gebäuden, die saniert werden, zu Niedrigstenergiegebäuden zu vermitteln; [...].

Artikel 9(3): Die nationalen Pläne enthalten unter anderem folgende Angaben

a) eine ausführliche Darlegung der praktischen Umsetzung der Definition der Niedrigstenergiegebäude durch die Mitgliedstaaten [...], einschließlich eines numerischen Indikators für den Primärenergieverbrauch in kWh/(m²a). Die für die Bestimmung des Primärenergieverbrauchs verwendeten Primärenergiefaktoren können auf nationalen oder regionalen Jahresdurchschnittswerten beruhen [...];

b) Zwischenziele für die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz neuer Gebäude für 2015 im Hinblick auf die Vorbereitung der Anwendung des Absatzes 1;

c) Informationen über die Strategien sowie über die finanziellen oder sonstigen Maßnahmen, die im Rahmen der Absätze (1) und (2) zur Förderung von Niedrigstenergiegebäuden angenommen wurden, einschließlich [...] der festgelegten nationalen Anforderungen und Maßnahmen betreffend die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen in neuen Gebäuden und in bestehenden Gebäuden, die einer größeren Renovierung unterzogen werden.

1.2 Situation in Luxemburg

Im Jahre 1995 wurde mit der Wärmeschutzverordnung die erste gesetzliche Anforderung zur Begrenzung des Energieverbrauchs neuer Wohn- und Nichtwohngebäude eingeführt. Mit der Wärmeschutzverordnung wurden die Wärmeverluste über die Gebäudehülle begrenzt und ein Mindestwärmeschutz sichergestellt.

Im Jahre 2008 trat die Energieeinsparverordnung für Wohngebäude in Luxemburg in Kraft, welche auf den Anforderungen der Richtlinie 2002/91/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2) fußt. Hierbei wird neben Anforderungen an den Wärmeschutz insbesondere auch der maximale Primärenergiebedarf neuer Gebäude begrenzt. Zudem wurden für alle Gebäude die modernisiert werden Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von erneuerten Bauteilen gestellt. Die Einordnung neuer und bestehender Gebäude erfolgt seit diesem Zeitpunkt mit einem Klassifizierungssystem von A bis I. Mit der Energieeinsparverordnung 2008 wurden auch die Anforderungen an den Wärmeschutz von Nichtwohngebäuden verschärft (3).

Mit der Energieeinsparverordnung für Nichtwohngebäude vom 31. August 2010 wurden die ganzheitlichen Anforderungen auf neue Nichtwohngebäude erweitert (Inkrafttreten 01/2011) (4). Auch hier gibt es Anforderungen an den Wärmeschutz und den Primärenergiebedarf sowie ein Klassifizierungssystem für neue und bestehende Gebäude. Das Klassifizierungssystem für neue Nichtwohngebäude basiert auf dem berechneten Bedarf, wobei das System für bestehende Nichtwohngebäude auf dem gemessenen Verbrauch beruht. Folgende Darstellungen zeigen jeweils die erste Seite des Energieausweises für neue Wohn- und Nichtwohngebäude.

Energieausweis für neue und bestehende Wohngebäude, Seite 1

Energiepass
Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz eines Wohngebäudes 1/5

Passnummer: P.20080101.1234.43.1.1
Nr. Aussteller: keine Nummer
Erstellt am: 01.01.2008
Gültig bis: 31.12.2017

Energieeffizienzklasse
geringer Energiebedarf

Wärmeschutzklasse
C

Energieeffizienzklasse
Die Einstufung in die Energieeffizienzklasse erfolgt nach dem sogenannten **Primärenergiebedarf**. Dieser berücksichtigt neben dem **Wärmeschutz** des Gebäudes auch die verwendete **Anlagentechnik**, sowie die **Umweltverträglichkeit** der eingesetzten Energieträger in einer Gesamtbetrachtung.

Wärmeschutzklasse
Die Einstufung in die Wärmeschutzklasse erfolgt nach dem sogenannten **Heizwärmebedarf**. Dieser berücksichtigt die Qualität der verwendeten **Wärmedämmung** in Wänden, Dach, Boden und Fenstern, die **Bauweise** und **Bauausführung** (Dichtigkeit) und die **Orientierung**.

Klassen
Die Klasseneinteilung erfolgt von A (beste Klasse) bis I (schlechteste Klasse).

Passivhaus - alle Klassen **≤ A**
Niedrigenergiehaus - alle Klassen **≤ B**
Energiesparhaus - alle Klassen **≤ C**

Angaben zum Gebäude

Nutzungsart/Gebäudetyp	Wohnen EFH
Anzahl der Wohneinheiten	1
Nachweisart	Neubau (Bauantrag)
Adresse (Straße)	Größe, 43
Adresse (PLZ-Ort/Stadt)	1234, Test
Baujahr Gebäude	2008
Baujahr Heizungsanlage	2008
Energiebezugsfläche	154,0 m²

Aussteller

Energetika	Eigentümer
Hans Niedriger	Familie Neubau
Energiesparstraße 9	Sandalenhausen
1234 Passivhausen	54321, Leder
Tel. +352 12345	Tel. 12345

Unterschrift Aussteller _____ Ort, Datum _____

Energieausweis für neue Nichtwohngebäude, Seite 1

Energiepass
Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz eines Nichtwohngebäudes 1/5
auf Basis des berechneten

Passnummer: P.20120920.GPLZ.Nr..a.B
Nr. Aussteller: IP10017
Erstellt am: 20.09.2012
Nachtrag Verbrauch: 2016, 2019
Gültig bis: 20.09.2022

Energieeffizienzklasse
geringer Energiebedarf

Wärmeschutzklasse
C

Energieeffizienzklasse
Die Einstufung in die Energieeffizienzklasse erfolgt nach dem Gesamt-Primärenergiebedarf. Dieser berücksichtigt neben dem Wärmeschutz des Gebäudes auch die Anlagentechnik für Heizen, Kühlen, Belüften, Befeuern, Beleuchten, Wasseraufbereitung und deren Peripherie, sowie die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Energieträger in einer Gesamtbetrachtung.

Wärmeschutzklasse
Die Einstufung in die Wärmeschutzklasse erfolgt nach dem sogenannten Heizwärmebedarf. Dieser berücksichtigt die Qualität der verwendeten Wärmedämmung in Wänden, Dach, Boden und Fenstern, die Bauweise und Bauausführung (Dichtigkeit) und die Orientierung.

Klassen
Die Klasseneinteilung erfolgt von A (beste Klasse) bis I (schlechteste Klasse).

Passivhaus
Niedrigenergiehaus
Energiesparhaus

*In den Klassen: Energieeffizienz, Wärmeschutz, Umweltverträglichkeit, sowie Einhaltung der Luftschichtanforderungen

Angaben zum Gebäude

Gebäudebezeichnung	Bürogebäude
Gebäudekategorie	Bauantrag
Erstellungsanlass	Straße Nr.
Adresse	PLZ Ort
PLZ-Ort/Stadt	2012
Baujahr Gebäude	2.000 m²
Energiebezugsfläche, A _n	2.000 m²
davon mechanisch belüftet	0 m²
davon gekühlt	

Aussteller

Ansprechpartner	Eigentümer
Name	Ansprechpartner
Straße Nr.	Name
PLZ Ort	Straße Nr.
Telefonnummer	PLZ Ort
	Telefonnummer

Unterschrift Aussteller _____ Ort, Datum _____

2 Definition des Niedrigstenergiegebäudes

In der Richtlinie werden die Definition des Niedrigstenergiegebäudes und die Einordnung der erneuerbaren Energien qualitativ beschrieben (1), Zitate:

Artikel 2(2): „Niedrigstenergiegebäude“ ein Gebäude, das eine sehr hohe [...] Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden.

Artikel 2(6): „Energie aus erneuerbaren Quellen“ Energie aus erneuerbaren, nichtfossilen Energiequellen, das heißt Wind, Sonne, aerothermische, geothermische, hydrothermische Energie, Meeresenergie, Wasserkraft, Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Biogas.

2.1 Niedrigstenergiegebäude in Luxemburg

Es gibt nach derzeitigem Kenntnisstand auf europäischer Ebene keine allgemeine Definition oder normative Standards, die das Ziel eines Niedrigstenergiegebäudes für die bauliche Praxis konkret präzisieren. Die Konkretisierung von Maßnahmen und Berechnungsverfahren bleibt in der Hand der Mitgliedsländer und für die Umsetzung reagieren diese unterschiedlich auf die Anforderungen. Dies begründet sich zum Teil auf bereits etablierte nationale Bewertungssysteme aber auch auf unterschiedliche energetische Anforderungen bei Gebäuden in unterschiedlichen Klimaregionen.

Aus Artikel 2 der Richtlinie leitet Luxemburg den Ansatz ab, dass die Gebäude eine sehr hohe Energieeffizienz aufweisen müssen. Das heißt einen hohen Wärmeschutz und einen geringen Primärenergiebedarf für Heizen, Kühlen, Klimatisieren, Trinkwarmwasserbereitung, Beleuchten, Lüften und für Hilfsenergie.

Bei der Planung energieeffizienter Gebäude ist das übergeordnete Ziel, dass der Gebäudeenergiebedarf durch bauliche Maßnahmen und Optimierung der Gebäudekubatur bzw. des architektonischen Entwurfs soweit wie möglich reduziert wird. Die Integration eines möglichst hohen Anteils an erneuerbarer Energie ist der zweite Schritt zu einem Niedrigstenergiegebäude. Der übrige Gebäudeenergiebedarf muss durch Auswahl effizientester Anlagentechnik erzeugt und bereitgestellt werden. Abbildung 1 veranschaulicht die Vorgehensweise bei der Planung energieeffizienter Gebäude.

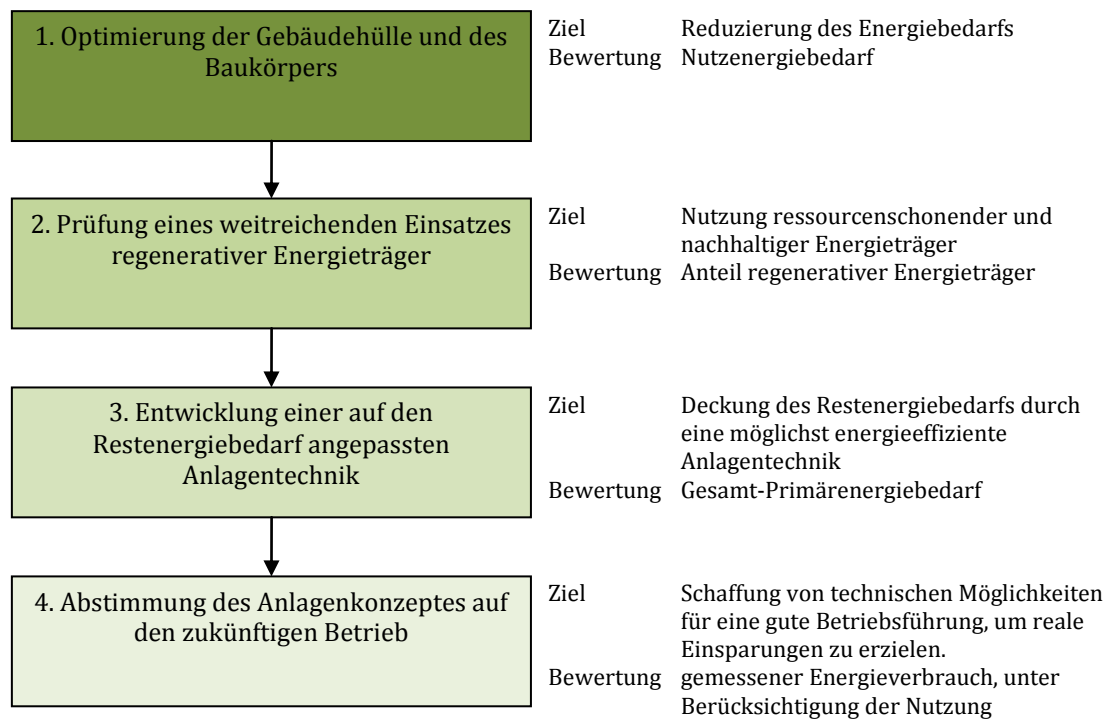


Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Planung energieeffizienter Gebäude (5).

Übertragung auf Luxemburg

In Luxemburg gibt es seit 2008 für Wohngebäude und seit 2011 für Nichtwohngebäude ein Klassifizierungssystem für neue und bestehende Gebäude. Die neuen Anforderungen wurden zuerst für Wohngebäude eingeführt. Die daraus gewonnenen Erfahrungen flossen in die Ausarbeitung der Verordnungen für Nichtwohngebäude ein. Für Wohngebäude und neue Nichtwohngebäude reichen die Klassen von A (beste Energieeffizienz) bis I (schlechteste Energieeffizienz). Die Klasse D entsprach mit der Einführung der Verordnung dem energetischen Anforderungsniveau an den Neubau. Für bestehende Nichtwohngebäude wird die Energieeffizienz anhand eines Bandtachs (0% – 400%) getrennt für Wärme und Strom dargestellt, 100% entspricht dem durchschnittlichen Verbrauch eines Bestandsgebäudes mit gleicher Nutzung.

Neben der Gesamt-Primärenergieeffizienz gibt es für neue Wohn- und Nichtwohngebäude als weitere Anforderungsklasse die Wärmeschutzklasse. Bei der Wärmeschutzklasse wird das Gebäude unabhängig von der installierten Anlagentechnik bewertet. Sie gibt Aufschluss über den Wärmeverlust über Wände, Dach, Boden und Fenster, über die Gebäudeluftdichtheit, die Effizienz der Lüftungsanlage und den energetischen Aspekt des architektonischen Entwurfs. Für diese Kategorie sind ebenfalls Klassen von A bis I definiert. Des Weiteren bewertet der Energieausweis die Umweltauswirkung in einem Klassensystem, die auf den äquivalenten CO₂-Emissionen basiert.

Wird in allen drei Effizienzklassen der Standard A erreicht und die anvisierte Gebäudeluftdichtheit messtechnisch über einen Blower-Door-Test erfolgreich nachgewiesen, so entspricht das Gebäude dem Luxemburger Passivhausstandard (Klassen A-A-A).

Klassifizierung neuer und bestehender Wohngebäude

Folgende Abbildung zeigt die Klassifizierung von Wohngebäuden auf der Basis von Energie- und Emissionskennwerten.

Gebäudekategorie	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D	Klasse E	Klasse F	Klasse G	Klasse H	Klasse I
1 Wohnen MFH*	≤ 45	≤ 75	≤ 85	≤ 100	≤ 155	≤ 225	≤ 280	≤ 355	> 355
2 Wohnen EFH**	≤ 45	≤ 95	≤ 125	≤ 145	≤ 210	≤ 295	≤ 395	≤ 530	> 530

Abbildung 2: Bewertung der Gesamt-Primärenergieeffizienz in kWh/(m²a)

Gebäudekategorie	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D	Klasse E	Klasse F	Klasse G	Klasse H	Klasse I
1 Wohnen MFH	≤ 14	≤ 27	≤ 43	≤ 54	≤ 85	≤ 115	≤ 150	≤ 185	> 185
2 Wohnen EFH	≤ 22	≤ 43	≤ 69	≤ 86	≤ 130	≤ 170	≤ 230	≤ 295	> 295

Abbildung 3: Bewertung des Wärmeschutzes (Heizwärmebedarf) in kWh/(m²a)

Gebäudekategorie	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D	Klasse E	Klasse F	Klasse G	Klasse H	Klasse I
1 Wohnen MFH	≤ 10	≤ 17	≤ 19	≤ 22	≤ 34	≤ 49	≤ 77	≤ 97	> 97
2 Wohnen EFH	≤ 11	≤ 21	≤ 27	≤ 32	≤ 46	≤ 65	≤ 107	≤ 144	> 144

Abbildung 4: Bewertung der Umweltwirkung in kgCO₂/(m²a)

* MFH: Mehrfamilienhaus
** EFH: Einfamilienhaus

Klassifizierung neuer Nichtwohngebäude

Bei Nichtwohngebäuden erfolgt die Bewertung nicht direkt über den Vergleich mit tabellierten Energiekennwerten sondern auf der Basis des Referenzgebäudeverfahrens. Dies hat im Wesentlichen den Hintergrund, dass bei der Anwendung von festen Kennwerten die Nutzung bzw. der nutzungsbedingte Energiebedarf von Gebäuden unberücksichtigt bleibt. Das Referenzgebäude ist in Geometrie und Nutzung gleich dem zu bewertenden Gebäude und der Referenzkennwert wird mit einer vom Gesetzgeber vordefinierten baulichen und technischen Ausstattung berechnet. Der berechnete Energiebedarf des zu bewertenden Gebäudes wird dem Referenzwert gegenübergestellt und die prozentuale Abweichung vom Referenzwert ermittelt. Folgende Tabelle zeigt die Klassifizierung in Abhängigkeit dieser Abweichung. Die energetischen Anforderungen im Rahmen des Nachweises werden für die Klassen Gesamt-Primärenergiebedarf und Heizwärmebedarf gestellt.

Effizienzklasse	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D	Klasse E	Klasse F	Klasse G	Klasse H	Klasse I
Gesamt-Primärenergiebedarf	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Gesamt-CO₂-Emissionskennwert	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Heizwärmebedarf	≤ 45 %	≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Primärenergiebedarf Heizung	≤ 45 %	≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Primärenergiebedarf Kälte	≤ 45 %	≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Primärenergiebedarf Luftförderung	≤ 65 %	≤ 75 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Primärenergiebedarf Beleuchtung	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %
Gewichteter Endenergiebedarf	≤ 55 %	≤ 70 %	≤ 85 %	≤ 100 %	≤ 150 %	≤ 200 %	≤ 300 %	≤ 400 %	> 400 %

Abbildung 5: Bewertung in Funktion der prozentualen Differenz zum Referenzgebäude

Vorrangig energieeffizient

Für die Realisierung von Niedrigstenergiegebäuden ist die Reduktion des Gebäudeenergiebedarfs (hohe Effizienz) vorrangig. Auf Luxemburg übertragen, müssten Niedrigstenergiegebäude im Prinzip mindestens der Wärmeschutz- und Energieeffizienzklasse A (Passivhausstandard) entsprechen. Mit der Einhaltung des Passivhausstandards werden ein hoher Wärmeschutz und ein geringer Wärmebedarf des Gebäudes eingefordert. Im Bewertungssystem über Energiekennwerte (Wohngebäude) und über das Referenzgebäudeverfahren (Nichtwohngebäude) fließt neben den Anforderungen an die Isolation der Gebäudehülle indirekt auch der energetische Aspekt des gewählten architektonischen Entwurfs ein.

Die Einbeziehung von gebäudeintegrierten erneuerbaren Energien ist der zweite Schritt in Richtung von Niedrigstenergiegebäuden. In dem Zusammenhang soll dafür gesorgt werden, dass die restlich erforderliche Energie so effizient wie nur möglich erzeugt und im Gebäude verteilt wird. Dies wird im Rahmen der Luxemburger Energieeinsparverordnung über die Energieeffizienzklasse (Gesamt-Primärenergiebedarf) bewertet. Die Kalibrierung der Energieeffizienzklasse A basiert bei Wohn- und Nichtwohngebäuden auf einem Passivhausstandard mit thermischer Solaranlage und zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der jeweiligen Energieeinsparverordnung (2008 Wohngebäude, 2011 Nichtwohngebäude) mit effizienter Technik.

Damit eine Kontrolle und ein Monitoring des Gebäudebetriebs ermöglicht werden können, werden im Rahmen der Energieeinsparverordnung für Nichtwohngebäude verbindlich Hauptzähler vorgeschrieben.

2.2 Einbeziehung erneuerbarer Energien

Gebäude integriert

Gebäude integrierte erneuerbare Energien werden innerhalb der energetischen Bilanzierung in den aktuellen luxemburgischen Energieeinsparverordnungen grundsätzlich, aber mit gewissen Einschränkungen, berücksichtigt. Ein wichtiger Aspekt bei der Definition der Niedrigstenergiegebäude ist die Anrechenbarkeit von erneuerbaren Energien mit zeitlich schwankender Erzeugung. Bei der Herleitung einer Definition von Niedrigstenergiegebäuden stellt sich die Frage, welche produzierte Energiemenge, insbesondere was den erzeugten Strom angeht, dem Gebäude zugerechnet und als Anteil angesehen werden kann, der nicht in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist wird. Bei der Entwicklung eines solchen Ansatzes ist für die anrechenbare Energiemenge der Verrechnungszeitraum von Erzeugung und Gebäudeverbrauch entscheidend. Je größer der Verrechnungszeitraum gewählt wird, desto höher ist der anrechenbare Anteil der Energie aus erneuerbaren Energiequellen. Primäres Ziel eines Niedrigstenergiegebäudes ist die zeitgleiche Deckung des Gebäudeenergiebedarfs, weswegen der Verrechnungszeitraum nicht zu lang gewählt werden sollte. Bei einer Verrechnung über ein Jahr erfolgt beispielsweise ein saisonaler Übertrag von z.B. einer hohen Stromproduktion über eine Photovoltaikanlage im Sommer auf die Wintermonate. Naheliegend ist die Wahl eines Verrechnungszeitraums von einem Monat, da dies auch der Bilanzzeitraum bei der Energiebedarfsberechnung ist. Positive Berücksichtigung im Ergebnis sollte aber auch

die Nutzung von Kurzzeitspeichern z.B. im Tageszyklus finden, da diese für den Lastausgleich im Netz von hoher Bedeutung sein können.

Lokaler Gebäudeverbund

Stehen Gebäude im direkten Verbund zueinander – z.B. über eine gemeinsame Heizungsanlage – so wird dies in den energetischen Bilanzen nach den aktuellen Energieeinsparverordnungen bereits berücksichtigt. Dafür stehen Anlagenaufwandszahlen und angepasste Primärenergiefaktoren zur Verfügung, die eine Bewertung dieser Systeme zulassen. Eine Maßgabe dabei ist, dass das Versorgungsnetz nicht mit einem öffentlichen Netz verbunden ist, über das eine Einspeisung erfolgen kann.

Öffentliche Netze

Ökologischer Strombezug über öffentliche Netze wird den Gebäuden nicht innerhalb der Energiebilanzen angerechnet. Dies hat vor allem den Hintergrund, dass ein Wechsel des Stromanbieters beziehungsweise eines Stromproduktes zu einer neuen Klassifizierung des Gebäudes führen könnte. Da der mittels der Klassifizierung erstellte Energieausweis nach Richtlinie eine Gültigkeitsdauer von zehn Jahren besitzt ist die Berücksichtigung von Stromprodukten nicht darstellbar. Dazu müssten verbindliche Vertragslaufzeiten etc. eingeführt und mit dem Energieausweis gekoppelt werden. Der aus dem öffentlichen Netz bezogene Strom wird demnach auf der Basis eines auf nationaler Ebene gewählten Strommixes berücksichtigt.

Neue Technologien

Der Einsatz von neuen Technologien in den aktuellen nationalen Energieeinsparverordnungen ist prinzipiell zulässig. Es muss jedoch gewährleistet werden, dass gesicherte Erkenntnisse zur Energieeffizienz dieser Technologien vorliegen. In den Rechenregeln der energetischen Bilanzierung werden Schnittstellen zur Einbeziehung von neuen Technologien in den Bereichen Heizen, Kühlen, Trinkwarmwassererwärmung, Belichten, Lüften und für die Hilfsenergieanwendungen eingeführt.

2.3 Bilanzierungssystematik für Wohn- und Nichtwohngebäude

2.3.1 Anknüpfung an bestehende Methoden

Die energetische Bewertung von **Wohngebäuden** umfasst die Energiegewerke Heizen, Lüften, Trinkwarmwassererwärmung und der dafür erforderliche Hilfsenergiebedarf. Die Energiebilanzen sind an CEN-Normen angelehnt und erfolgen im Zeitschritt eines Monats. Solarthermische Anlagen, deren Energieproduktion direkt dem Gebäude zugeführt wird, werden bereits in den Bilanzen berücksichtigt. Der Energiebedarf für Kühlen oder die Energieproduktion über PV bleibt unberücksichtigt. Bei KWK-Anlagen werden die Effekte nur zum Teil berücksichtigt. In der Energieeinsparverordnung für Wohngebäude ist ein rechtlich nicht bindender Hinweis über den Verzicht von Klimageräten in Wohngebäuden hinterlegt. Hinsichtlich der Begrenzung des Kühlenergiebedarfs werden für Wohngebäude indirekt Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Verglasung und Sonnenschutz) gestellt.

Die energetische Bewertung von neuen **Nichtwohngebäuden** umfasst die Energiegewerke Heizen, Kühlen, Trinkwarmwassererwärmung, Lüften, Belichten, Be- und Entfeuchten sowie der

dafür erforderliche Hilfsenergiebedarf. Die Einbeziehung von produziertem Strom erfolgte für die meisten Technologien bisher nicht.

Zur energetischen Bilanzierung von Niedrigstenergiegebäuden sind die Bilanzgrenzen für Wohn- und Nichtwohngebäude um den Bereich Stromerzeugung zu erweitern. Bei einer Stromproduktion wird dabei nur der Anteil der Energieproduktion betrachtet, der dem Gebäude (im Verrechnungszeitraum) direkt zugutekommt. Überschüssige Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist und wird in der Bilanz nicht berücksichtigt.

Folgendes Schema zeigt die aktuelle (linkes Bild) und zukünftig angedachte (rechtes Bild) Berücksichtigung von gebäudeintegrierter Energieerzeugung am Beispiel einer Photovoltaikanlage in einem Nur-Stromhaus (Nichtwohngebäude).

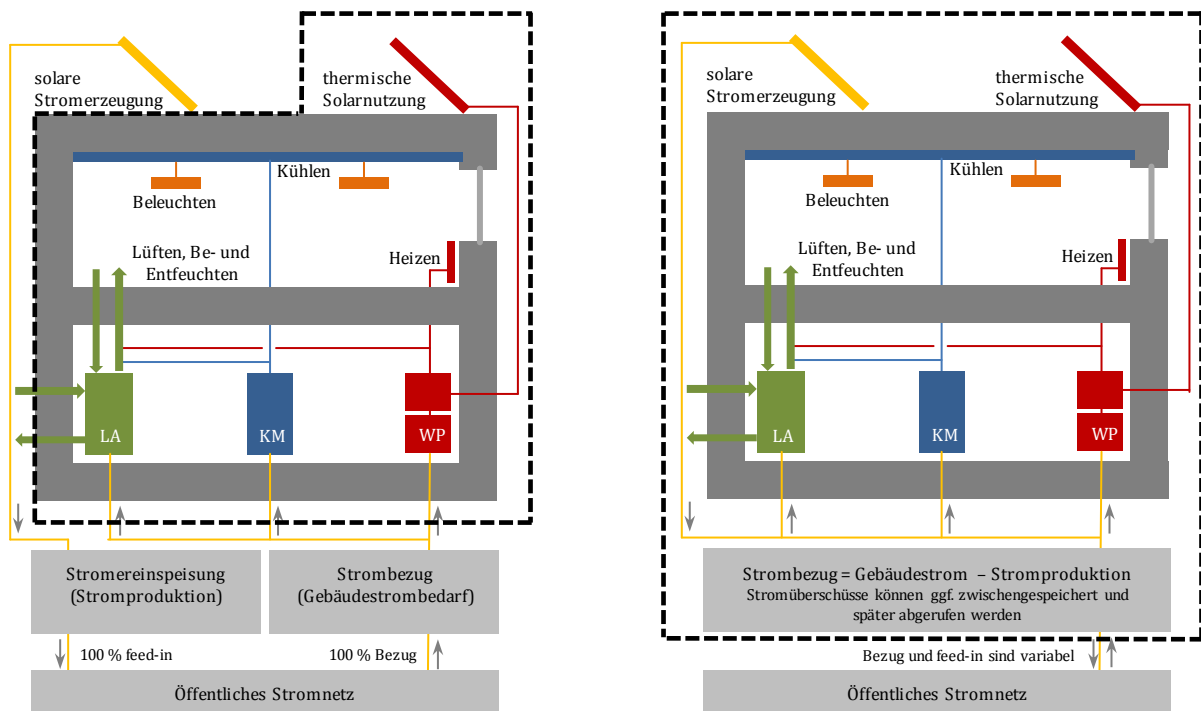


Abbildung 6: Darstellung der energetischen Bilanzgrenze. Das linke Bild zeigt die Vorgehensweise bei der aktuellen Bilanzierung für Wohn- und Nichtwohngebäude. Gebäude integrierter produzierter Strom wird vollständig in das Netz eingespeist und es erfolgt keine Eigenstromnutzung. Das rechte Bild zeigt das zukünftige Modell der Bilanzgrenze. Erzeugter Strom wird vorrangig selbst genutzt. Überschüsse werden eingespeist oder ggf. zwischengespeichert. LA=Lüftungsanlage, WP=Wärmepumpe, KM=Kältemaschine.

2.3.2 Beschreibung der Bilanzierung für Wohn- und Nichtwohngebäude

Die Bilanzierung im Nachweis zur Gesamtenergieeffizienz erfolgt auf der Basis einer monatlichen Primärenergiebilanz. Mit dem Ziel einer zeitlichen Deckungsgleichheit von Bedarf und Produktion wird der anrechenbare Anteil von Energiegutschriften z.B. mit dem monatlichen Bedarf des Gebäudes begrenzt – die Monatsbilanz ist gemäß den aktuellen Bilanzmethoden das kleinste Zeitintervall. Dadurch ergeben sich folgende Effekte:

- Anpassung von saisonalen Überträgen vom Sommerzeitraum in den Winterzeitraum, wenn z.B. PV zur Stromerzeugung genutzt wird;
- Anpassung von saisonalen Überträgen vom Winterzeitraum in den Sommerzeitraum, wenn z.B. eine gebäudeintegrierte, wärmegeführte KWK zum Einsatz kommt.

Die Anrechnungsbegrenzung erfolgt nach folgender Gleichung.

$$Q_{P,nZEB} = \sum_i \max \left\{ \frac{Q_{P,Gebäude,i} - Q_{P,Produktion,i}}{0} \right\}$$

mit

$Q_{P,nZEB}$ Für die Netto-Nullenergiebilanz erforderliche Primärenergiegutschrift als Jahres-Energiekennwert

$Q_{P,Gebäude,i}$ Primärenergiebedarf des Gebäudes im Monat i für die Energiewerke Heizen, Trinkwarmwassererwärmung, Kühlen, Be- und Entfeuchten, Belichten, Lüften und der anlagentechnische Hilfsenergiebedarf im Monat i.

$Q_{P,Produktion,i}$ Primärgutschrift von im Gebäude integrierten technischen Anlagen im Monat i

In dem Berechnungsansatz sollen Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Speichertechnologien aufgenommen werden. Neben saisonalen oder Monatsspeichern sollten Systeme mit Speicherzyklen im Tages- oder Wochenbereich berücksichtigt werden. Diese machen produzierte Überschüsse beispielsweise vom Tageszeitraum im Nachtzeitraum nutzbar. Abbildung 7 zeigt die angedachte Systematik der Bestimmung eines Niedrigstenergiegebäudes und der dazugehörigen Netto-Null-Primärenergiebilanz am Beispiel eines Bürogebäudes.

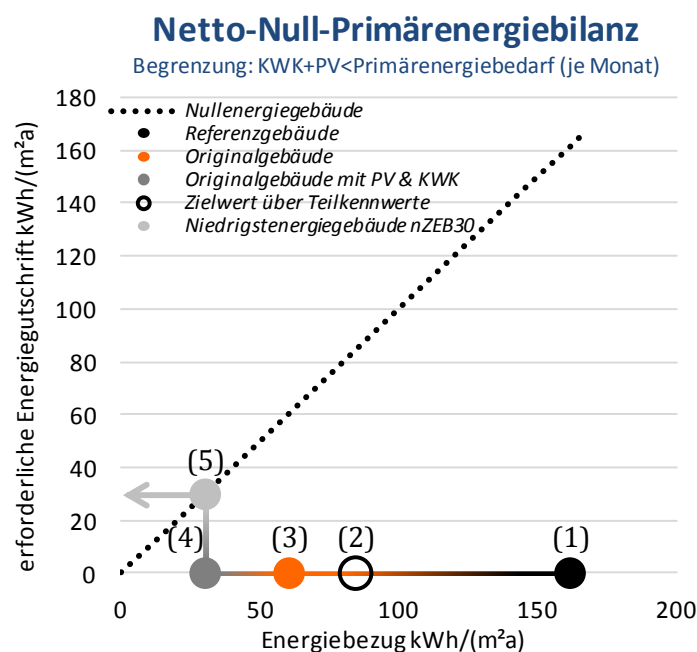


Abbildung 7: Systematik eines Niedrigstenergiegebäudes. Darstellung in Anlehnung an (6).

In der Grafik sind unterschiedliche energetische Niveaus für ein zu bewertendes Gebäude eingetragen.

- 1) Gesetzliche Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Nichtwohngebäuden. Dargestellt wird hier das Anforderungsniveau für ein Beispiel-Bürogebäude gemäß der Energieeinsparverordnung für neue Nichtwohngebäude, Stand 2011. Dieser Standard entspricht gemäß dem aktuellen Klassifizierungssystem der Energieeffizienzklasse (Gesamt-Primärenergiebedarf) D.
- 2) Zukünftiger Anforderungswert für die Gesamt-Energieeffizienz von Gebäuden auf der Basis der Verschärfung der energetischen Anforderungen bis zum Jahr 2018/2020. Dargestellt wird das Anforderungsniveau für ein Beispiel-Bürogebäude, jedoch unter Berücksichtigung möglicher Einsparmöglichkeiten bei der Gesamt-Energieeffizienz. Dieser Standard entspricht im aktuellen Klassifizierungssystem der höchsten Energieeffizienzklasse (Gesamt-Primärenergiebedarf) A – dem Passivhausstandard.
- 3) Erreichter Energiekennwert des betrachteten Gebäudes unter Berücksichtigung aller im Objekt geplanten und vorgesehenen baulichen und technischen Maßnahmen. Dargestellt wird hier das erreichte Niveau für ein Beispiel-Bürogebäude gemäß den Rechenregeln der Energieeinsparverordnung für neue Nichtwohngebäude, Stand 2011. Der hier im Beispiel erreichte Standard liegt etwas unterhalb der Energieeffizienzklasse (Gesamt-Primärenergiebedarf) A.
- 4) Erreichter Energiekennwert des betrachteten Gebäudes unter Berücksichtigung der anrechenbaren Stromproduktion durch PV, KWK, Wind, etc.. Die anrechenbare Primärenergiegutschrift durch Eigenenergieerzeugung wird dem monatlichen Bedarf gegenüber gestellt und bis zum monatlichen Gebäudebedarf begrenzt angerechnet. Überschüsse werden eingespeist und kommen dem Netz zugute, bzw. reduzieren den landes- oder europaweiten Primärenergiefaktor für den allgemeinen Strombezug. In der Bilanz werden im Jahresverlauf symmetrische (=über die Monate gleichbleibende) Primärenergiefaktoren berücksichtigt.
- 5) Kennzahl der für ein Netto-Nullenergiegebäude noch erforderlichen Primärenergiegutschrift (\approx nearly). Dargestellt wird der Fehlbetrag einer Primärenergiegutschrift, die erforderlich ist, damit das Gebäude gemäß den Rechenregeln eine Netto-Nullenergiebilanz aufweist. Die Kennzahl kann wie folgt interpretiert werden: je kleiner die Kennzahl ist, desto
 - höher ist die am Gebäude produzierte Energiemenge oder;
 - besser stimmen der monatliche Energiebedarf und die monatliche Energieproduktion überein (saisonale Aussage) oder;
 - höher ist die Energieeffizienz des Gebäudes.

Monatliche Bilanz

Die Primärenergiebedarfe der Energiewerke (Heizen, Trinkwarmwasserbereitung, Kühlen, Be- und Entfeuchten, Belichten, Lüften und der anlagentechnische Hilfsenergiebedarf) werden monatlich aufsummiert und bilden die Anrechnungsbegrenzung. In der Nullenergiebilanz werden z.B. Energiegutschriften aus PV, Wind, Brennstoffzellen oder KWK berücksichtigt. In der Monatsbilanz wird der Restbedarf (fehlende Primärenergiegutschrift) ausgewiesen, der nicht durch die Energieproduktion (-gutschriften) gedeckt werden kann.

Primärenergiebilanz, NZEB 30

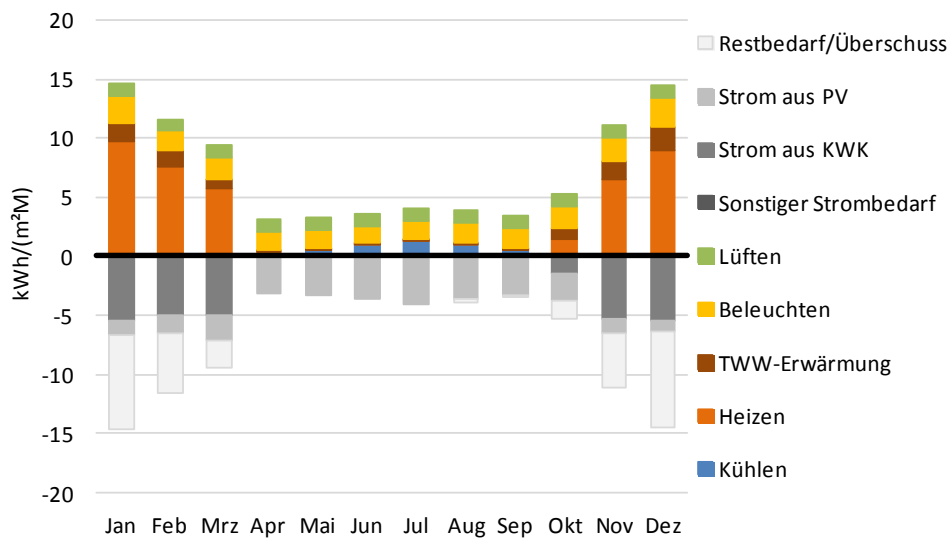


Abbildung 8: monatliche Anrechnung einer Energieproduktion in der nZEB-Bilanz. Der Anteil der Energiegutschrift wird mit dem monatlichen Energiebedarf des Gebäudes begrenzt. Die Bilanz entspricht einem Bürogebäude im Passivhausstandard mit PV-Anlage und KWK mit fossilem Brennstoff.

Kennzeichnung

Summiert man die monatlich verbleibenden Restprimärenergiebedarfe erhält man hieraus einen auf ein Jahr bezogenen Primärenergiekennwert der die vorhandene Differenz zu einem Netto-Nullenergiegebäude dokumentiert. Anders als bei Energiekennwerten in der Vergangenheit üblich, drückt dieser Kennwert nicht nur den Bedarf des Gebäudes an Primärenergie aus, sondern auch den Bedarf, der für eine ausgeglichene Bilanz erforderlich ist. Zur Deckung des Gesamt-Primärenergiebedarfs ist gemäß den Rechenregeln ein Restprimärenergiebedarf von 30 kWh/(m²a) erforderlich. Die Bezeichnung des energetischen Standards des Gebäudes könnte lauten: nZEB 30.

Primärenergiebilanz, NZEB 30

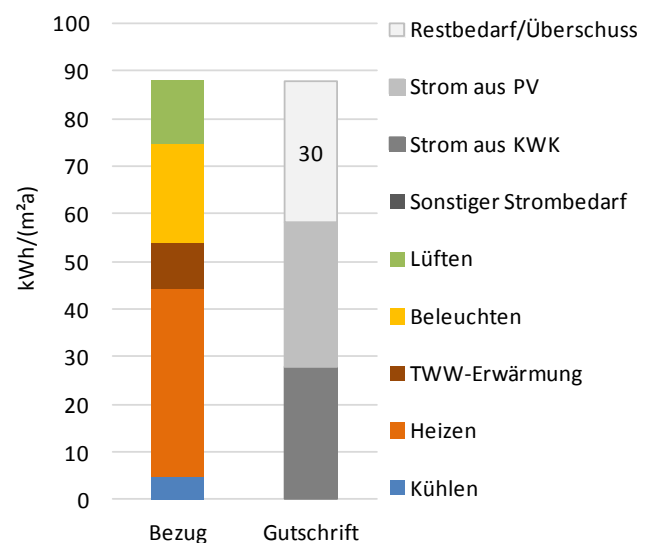


Abbildung 9: Anrechnung einer Energieproduktion in der nZEB-Bilanz. Dargestellt wird das aggregierte Jahresergebnis. Die Bilanz entspricht einem Bürogebäude im Passivhausstandard mit PV-Anlage und KWK mit fossilem Brennstoff.

Deckungsanteil Primärenergie

Der Deckungsanteil Primärenergie $f_{C,Prim}$ ist eine Kenngröße zur Quantifizierung der Übereinstimmung von Energieproduktion und Energiebedarf eines Niedrigstenergiegebäudes. Er berechnet sich als Verhältnis von anrechenbarer Primärenergieproduktion und dem Gebäudeprimärenergiebedarf. Ein Faktor von 100% entspricht hierbei einer vollständigen Deckung des Primärenergiebedarfs durch Eigenerzeugung – im Rahmen der monatlichen Bilanzierung.

$$f_{C,Prim} = \frac{\sum_i \min \left\{ \begin{matrix} Q_{P,Produktion,i} \\ Q_{P,Gebäude,i} \end{matrix} \right\}}{\sum_i Q_{P,Gebäude,i}}$$

mit

$f_{C,Prim}$ Deckungsanteil Primärenergie als Jahreskenngröße

$Q_{P,Gebäude,i}$ Primärenergiebedarf des Gebäudes im Monat i für die Energiewerke Heizen, Trinkwarmwassererwärmung, Kühlen, Be- und Entfeuchten, Belichten, Lüften und der anlagentechnische Hilfsenergiebedarf im Monat i.

$Q_{P,Produktion,i}$ Primärgutschrift von im Gebäude integrierten technischen Anlagen im Monat i

Dargestellt werden in folgenden Abbildungen der monatliche kumulierte Energiebedarf (Primärenergie) und die im gleichen Zeitraum erzielte Primärenergieerzeugung (jeweils linkes Bild). Die Nulllinie (Winkelhalbierende) im Diagramm zeigt den idealen Verlauf, wenn Bedarf und Produktion in der Bilanz übereinstimmen. Im jeweils rechten Bild wird der monatliche Verlauf des Deckungsanteils Primärenergie gezeigt. Die schwarze Linie entspricht dem Primärenergiebedarf des Gebäudes, die Rote der produzierten Primärenergieerzeugung.

Gebäude mit PV-Anlage und Wärmepumpe (Geothermie)

Im Zeitraum von April bis Juli erwirtschaftet die PV-Anlage einen Ertragsüberschuss. Der anrechenbare Anteil wird auf den berechneten Gebäudeenergiebedarf begrenzt, Überschüsse werden in das Stromnetz eingespeist. Im Winterzeitraum reicht die Energielieferung der PV-Anlage nicht aus, um den Energiebedarf des Gebäudes auszugleichen. Der primärenergetische Deckungsanteil $f_{C,Prim}$ beträgt im Jahresmittel 44%. Der Restenergiebedarf zur ausgleichenden Nullenergiebilanz liegt bei 39 kWh/(m²a).

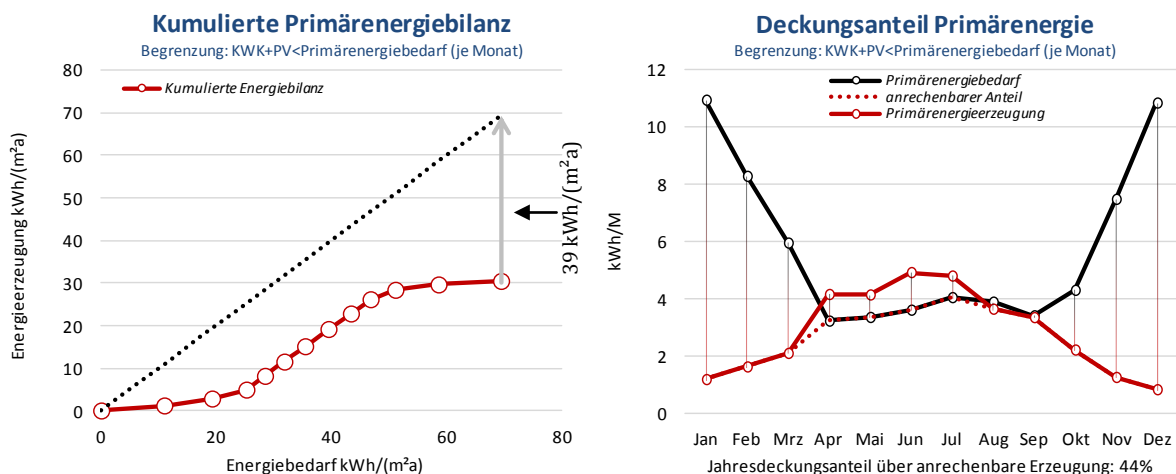


Abbildung 10: Darstellung der kumulierten Jahres-Primärenergiebilanz und des Deckungsanteils Primärenergie $f_{C,Prim}$ für das Beispiel PV-Nutzung.

Gebäude mit PV-Anlage, Wärmepumpe (Geothermie) und KWK mit fossilem Brennstoff

Durch die kombinierte Wärme- und Stromerzeugung der KWK erhöht sich der Brennstoffeinsatz. Im Gegenzug kann der gleichzeitig erzeugte Strom zur Eigenbedarfsdeckung genutzt werden und in diesem Beispiel auch vollständig angerechnet werden. Die PV-Anlage verhält sich gleich wie bei der Variante ohne KWK, da das Gebäude im Sommer keinen Heizbedarf hat. Der primärenergetische Deckungsanteil $f_{C,Prim}$ beträgt im Beispiel 66% und der Restenergiebedarf für eine ausgeglichene Nullenergiebilanz reduziert sich von 39 kWh/(m²a) auf 30 kWh/(m²a).

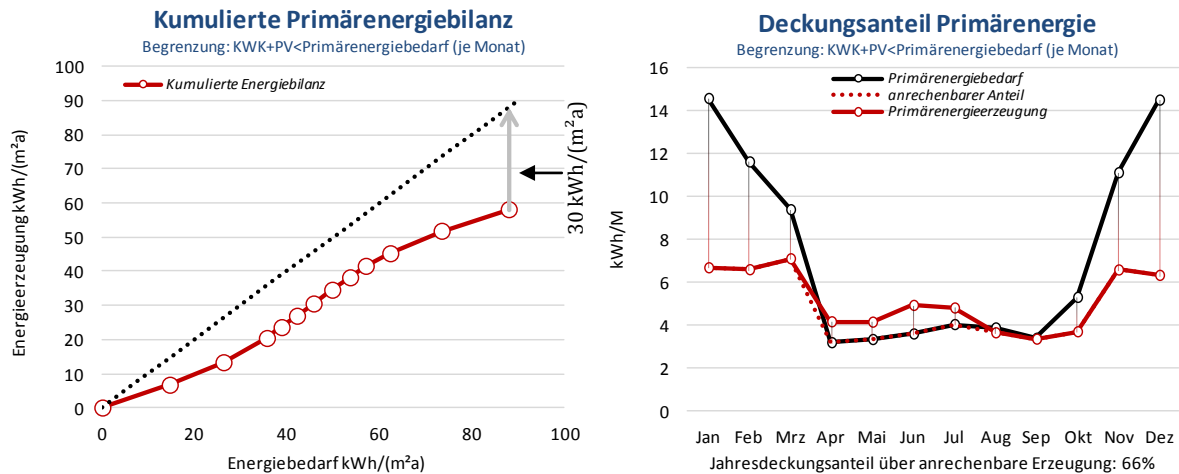


Abbildung 11: Darstellung der kumulierten Jahres-Primärenergiebilanz und des Deckungsanteils Primärenergie $f_{C,Prim}$ für das Beispiel PV-Nutzung und einer KWK auf Basis eines fossilen Brennstoffs.

Gebäude mit PV-Anlage, Wärmepumpe (Geothermie) und KWK mit erneuerbarem Brennstoff

Betreibt man die KWK-Anlage mit einem erneuerbaren Energieträger, verändert sich die Anrechnung. Im linken Bild liegt die kumulierte Primärenergiebilanz im Jahresverlauf deutlich näher an der Nullenergielinie. Der Restenergiebedarf reduziert sich von 30 kWh/(m²a) auf 3 kWh/(m²a). Bei der monatlichen Bilanz zeigt sich, dass in den kalten Wintermonaten bei höchstem Wärmebedarf die Stromgutschrift der KWK in diesem Beispiel noch nicht ganz ausreichend ist, um den Primärenergiebedarf des Gebäudes auszugleichen. Ab dem Monat Februar liegt die Produktion über dem Bedarf. Da die Anrechnung auf den maximalen Monatsbedarf begrenzt ist kann dieser Überschuss nicht bilanziert werden. Der primärenergetische Deckungsanteil $f_{C,Prim}$ beträgt 94%.

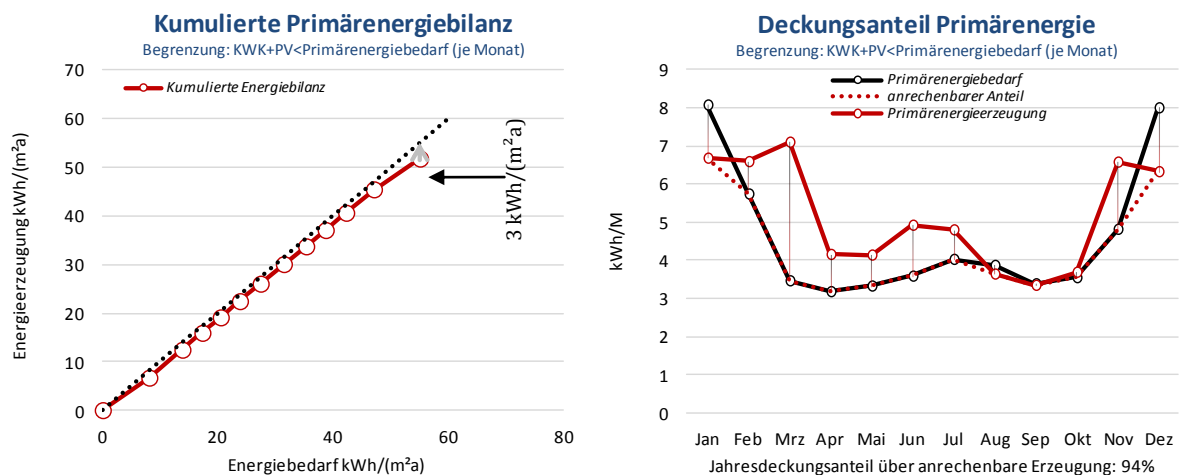


Abbildung 12: Darstellung der kumulierten Jahres-Primärenergiebilanz und des Deckungsanteils Primärenergie $f_{C,Prim}$ für das Beispiel PV-Nutzung und einer KWK auf Basis eines erneuerbaren Brennstoffs.

2.3.3 Mögliches Einsparpotential

Die vorgestellte Methode wird auf vier unterschiedliche Nichtwohngebäude angewandt. Die Analysen werden für ein einfaches Gebäude mit 4 Etagen und einfachem Grundriss durchgeführt. Die baulichen und anlagentechnischen Randbedingungen sind für alle Gebäude und alle Varianten gleich. Lediglich die Nutzungsstruktur innerhalb des Gebäudes wird wie folgt variiert.

- Schule;
- Büro / Verwaltungsgebäude ohne Serverräume;
- Büro / Verwaltungsgebäude mit Serverräumen
(6,5% von der Energiebezugsfläche A_n sind Serverräume);
- Hotel mit mittlerer Ausstattung.

Folgende Randbedingungen liegen der Berechnung zugrunde.

Tabelle 1: Randbedingungen für die Berechnung der Primärenergiekennwerte

Klasse D-D-D Energieeinsparverordnung 2011	Entspricht weitgehend dem aktuellen Anforderungsniveau (Klasse D) für neue Nichtwohngebäude in den Kategorien Wärmeschutz, Energieeffizienz (Gesamt-Primärenergiebedarf) und Umweltauswirkung (CO ₂ -Emissionen).
Klasse A-A-A Energieeinsparverordnung 2011	Entspricht dem Anforderungsniveau zur Erreichung des Passivhausstandards in den Kategorien Wärmeschutz, Energieeffizienz (Gesamt-Primärenergiebedarf) und Umweltwirkung (CO ₂ -Emissionen).
Klasse A-A-A Energieeinsparverordnung 2011 mit einer PV-Anlage	Entspricht dem Anforderungsniveau zur Erreichung des Passivhausstandards in den Kategorien Wärmeschutz, Energieeffizienz (Gesamt-Primärenergiebedarf) und Umweltwirkung (CO ₂ -Emissionen) unter Einbeziehung einer PV-Anlage auf 60% der Dachfläche.
Klasse A-A-A Energieeinsparverordnung 2011 mit einer PV- und KWK- Anlage	Entspricht dem Anforderungsniveau zur Erreichung des Passivhausstandards in den Kategorien Wärmeschutz, Energieeffizienz (Gesamt-Primärenergiebedarf) und Umweltwirkung (CO ₂ -Emissionen) unter Einbeziehung einer PV-Anlage auf 60% der Dachfläche und einer KWK (20% Leistungsanteil _{th}), fossiler Brennstoff.
Klasse A-A-A Energieeinsparverordnung 2011 mit einer PV- und KWK- Anlage auf Basis einer erneuerbaren Energiequelle	Entspricht dem Anforderungsniveau zur Erreichung des Passivhausstandards in den Kategorien Wärmeschutz, Energieeffizienz (Gesamt-Primärenergiebedarf) und Umweltwirkung (CO ₂ -Emissionen) unter Einbeziehung einer PV-Anlage auf 60% der Dachfläche und einer KWK (20% Leistungsanteil _{th}), erneuerbarer Brennstoff.

Dargestellt wird der Gesamt-Primärenergiebedarf. Das Niveau des Primärenergiebedarfs liegt für die betrachteten Gebäude aktuell zwischen 139 kWh/(m²a) und 220 kWh/(m²a). Mit den baulichen und anlagentechnischen Randbedingungen, die zur Erreichung eines Passivhausstandards erforderlich sind, reduziert sich der Energiebedarf auf 59 kWh/(m²a) bis 114 kWh/(m²a). Bezogen auf die Variante Klasse D-D-D entspricht dies einer Reduktion um etwa 48% bis 58%. Setzt man auf 60% der Dachfläche eine PV-Anlage mit optimaler Orientierung (35° Neigung und Südausrichtung) an, und berücksichtigt dabei die Anrechnungsgrenze der maximalen monatlichen Saldierung, kann der Primärenergiebedarf durch Eigenstromnutzung auf 38 kWh/(m²a) bis 89 kWh/(m²a), bzw. bezogen auf die Variante D-D-D um 60% bis 73% reduziert werden. Die Einbeziehung einer wärmegeführt betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage auf der Basis eines fossilen Energieträgers (z.B. Gas oder Diesel) führt, aufgrund der höheren Systemeffizienz, ebenfalls zu einer Erhöhung des Eigendeckungsanteils. Die berechneten Primärenergiekennwerte liegen zwischen

27 kWh/(m²a) und 72 kWh/(m²a). Bezogen auf die Variante D-D-D liegen die möglichen Einsparungen im Bereich von 67% und 81%.

Wird die KWK-Anlage mit einem erneuerbaren Energieträger befeuert (Biogas, Rapsöl, etc.) verringert sich der Primärenergieaufwand weiter. Das Schulgebäude kommt in der Gesamtbilanz auf etwa Null. Bei den anderen drei Gebäuden liegt der primärenergetische Restenergiebedarf bei etwa 8 kWh/(m²a) bis 28 kWh/(m²a). Bezogen auf die Basisvariante D-D-D beträgt die Einsparung zwischen 87% und 100%. Die Niedrigstenergie-Kennzeichnung der Gebäude lautet entsprechend dem zuvor vorgestellten Konzept:

- Schule: nZEB 0
- Büro: nZEB 8
- Büro mit Serverräumen: nZEB 28
- Hotel: nZEB 25

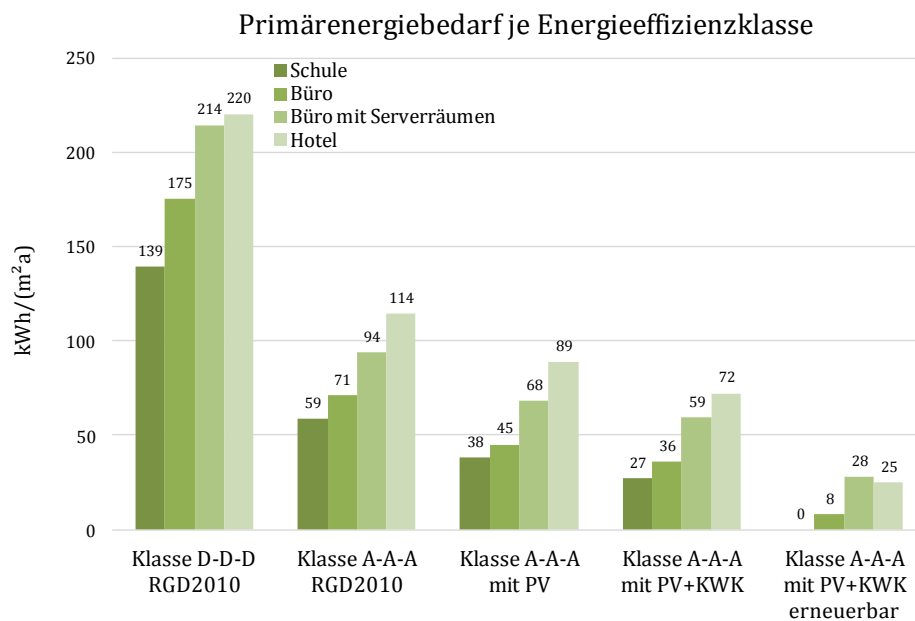


Abbildung 13: Darstellung der möglichen Primärenergiekennwerte für verschiedene Gebäudenutzungen (Beispiel)

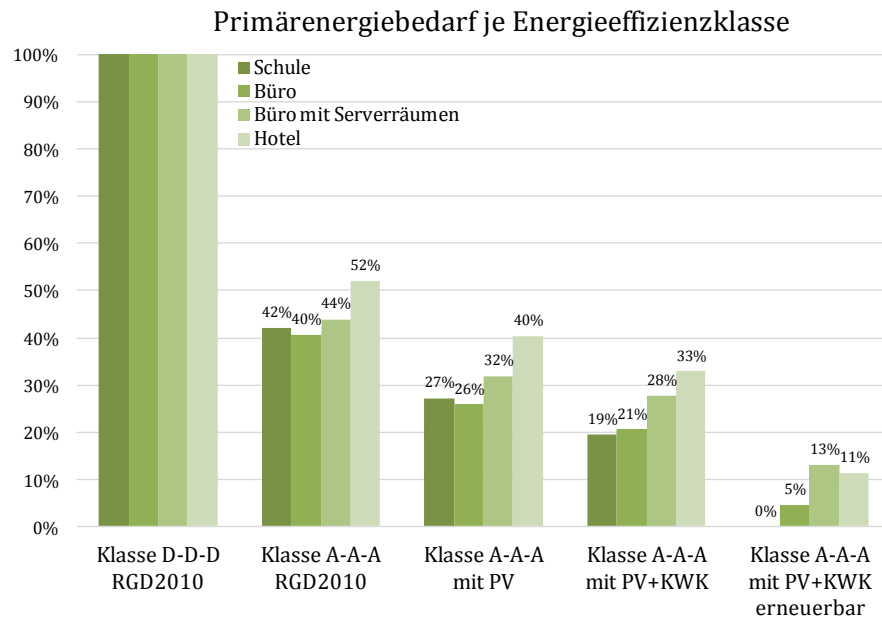


Abbildung 14: Darstellung der möglichen Einsparungen für verschiedene Gebäudenutzungen (Beispiel).

Es zeigt sich, dass eine Nullenergiebilanz nicht für alle Gebäudetypen und Nutzungsstrukturen möglich ist. Je nach Ausprägung und Energiebedarf verbleibt ein Restenergiebedarf.

2.3.4 Anforderungswert für Niedrigstenergiegebäude

Aufgrund von Nutzung und Gebäudegeometrie kann eine ausgeglichene Nullenergiebilanz nicht für jedes Gebäude erreicht werden. Bei hohen und vielgeschossigen Gebäuden steht z.B. verhältnismäßig wenig Dachfläche zur Verfügung um Photovoltaikanlagen optimal einzubringen. Die PV-Integration muss dann auf die Fassade mit geringerer Effizienz ausgelagert werden. In innerstädtischen, oftmals auch stark verschatteten Bereichen, ist die Fassadenintegration nicht immer möglich.

Gebäude mit einem hohen nutzungsspezifischen Energiebedarf wie Krankenhäuser, Schwimmbäder oder Verwaltungsgebäude mit einem hohen Aufkommen an Servern können u.U. nicht ausreichend erneuerbare Stromproduktion im Gebäude integrieren, sodass es für eine Netto-Nullenergiebilanz ausreichend ist.

Die Bestimmung eines Anforderungshöchstwertes für diese Gebäudekategorien wird mit der Formulierung eines nZEB (**n**early zero energy building) ermöglicht. Für die Festlegung des Luxemburger Niedrigstenergie-Standards, der auch als A⁺-Standard bezeichnet werden könnte, muss ein Verfahren zur Berücksichtigung dieser Gebäude ausgearbeitet werden. Es werden 2 Lösungsansätze diskutiert.

- **Lösungsansatz 1:** Nach dem Erreichen der Anforderungsschwelle A-A-A – dem Passivhausstandard – wird ein Restenergiebedarf (Primärenergiebedarf) ausgewiesen, der sich aus der Nutzungsstruktur und der Gebäudegeometrie ableitet. Dieser Kennwert müsste für ein Niedrigstenergiegebäude um einen gewissen Prozentsatz unterschritten werden, wobei die Höhe der Unterschreitung entweder Nutzungs- oder Gebäudetypen abhängig sein könnte. Beispiel: Der Primärenergiekennwert nach Erreichen des Passivhausstandards (Klasse A) ist 60 kWh/(m²a). Zur Bestimmung des nZEB-Grenzwertes (A⁺) beträgt die erforderliche Gutschrift für diesen Gebäudetyp z.B. 25%.

Der angepasste Anforderungsgrenzwert für die A⁺-Kategorie ist dann 45 kWh/(m²a). Es können **alle Technologien** einbezogen werden, um diesen A⁺-Grenzwert zu erreichen.

- **Lösungsansatz 2:** In Abhängigkeit der vorhandenen Dach- und Fassadenfläche oder der Energiebezugsfläche wird ein Kennwert bestimmt, der unter Nutzung von Photovoltaik, ggf. auch sonstiger Stromerzeuger, erreicht werden kann. Dieser spezifische Kennwert würde auf das zu bewertende Gebäude aufgeprägt und gäbe dadurch den Zahlenwert der erforderlichen Primärenergiegutschrift an, den das Gebäude durch erneuerbare Energien erreichen müsste. Beispiel: Der Primärenergiekennwert nach Erreichen des Passivhausstandards (Klasse A) ist 60 kWh/(m²a). Das Gebäude hat eine Energiebezugsfläche A_n von 1.000 m² und besitzt eine spezifische Dachfläche von 0,3 m²_{Da}/m²_{An} und eine opake Fassadenfläche von 0,5 m²_{Da}/m²_{An} (beides Ausgabekontrollgrößen aus dem Energieausweis). Auf das Dach wird ein Faktor von 0,06 m²_{PV}/m²_{An}¹ angerechnet, auf die Fassade 0,075 m²_{PV}/m²_{An}² appliziert. Die anrechenbare PV-Größe beträgt 135 m². Bei einer spezifischen Leistung von 9 m²/kW_p entspricht das einer Leistung von rund 15 kW_p. Mit einem durchschnittlichen Jahresertrag (Mittelwert Dach und Fassade) von etwa 700 kWh/a je kW_p ergibt sich ein Primärenergieäquivalent von 28 kWh/(m²a). Dieser Wert wird vom Anforderungskennwert der Klasse A abgezogen. Der neue Grenzwert beträgt nZEB 32 (= 60 – 28 kWh/(m²a)). In diesem Beispiel beschränkt sich die Bestimmung des Anforderungswertes lediglich auf die Integration von PV. Es kann weiter überlegt werden, ob für den Anforderungswert auch andere Erzeugungstechnologien einbezogen werden sollen oder müssen. Zur Erfüllung der Anforderungen können im Originalgebäude **alle möglichen Technologien** zur Anwendung kommen.

Wie gut sich diese Ansätze zur Festlegung des Anforderungsniveaus für A⁺-Gebäude in der Praxis eignen und welche Präzisierungen und Parametrierung dazu erforderlich sind, wird in einer nächsten Phase untersucht werden. Dazu muss neben wissenschaftlich-orientierten Untersuchungen auch der Erfahrungsrücklauf von Pilot- und Monitorprojekten einbezogen werden.

2.3.5 Anpassungen der aktuellen Verordnung für Wohngebäude

Die Bilanzierungsregeln zur Bewertung der Energieeffizienz von Wohngebäuden sind vollständig in der abgeänderten Energieeinsparverordnung 2008 für Wohngebäude beschrieben. Die Rechenregeln basieren im Wesentlichen auf CEN-Normen und sind angelehnt an DIN 4108-6 für die thermischen Energiebilanzen und DIN 4108-10 für die Bewertung der Anlagentechnik. Die Rechenregeln innerhalb der Verordnung müssten angepasst werden, damit die nZEB-Bilanz durchgeführt werden kann. Dafür sind folgende Änderungen erforderlich.

Erforderliche Anpassungen in der abgeänderten Energieeinsparverordnung 2008

- Einführung und Überarbeitung von Bilanzierungsregeln zur primärenergetischen Anrechnung von Energiegutschriften;
- Einführung von Bilanzierungsregeln zur Berücksichtigung neuer Technologien und zur Abbildung von Speichersystemen;

¹ Entspricht einer Belegung von 50% der Dachfläche mit PV; Aufständigung 35 Grad und Platzbedarf (Reihenabstand) 2,5 m²_{Da}/m²_{PV}.

² Entspricht einer Belegung von 15% der Fassadenfläche mit PV.

- Einführung einer neuen Wärmeschutzklasse A+;
- Einführung neuer Bilanzierungsregeln für Solar-, Windkraft- und KWK-Anlagen;
- Einführung einer neuen Gesamt-Primärenergieeffizienzklasse A+ und Beschreibung der Kennzahl eines Niedrigstenergiegebäudes;
- Festlegung der zukünftigen Anforderungsniveaus für Niedrigstenergiegebäude;
- Ausarbeitung und Integration von alternativen und gleichwertigen Anforderungen, wenn die Erreichung des Niedrigstenergiestandards aus baupraktischen und/oder rechtlichen Gründen unmöglich ist.

2.3.6 Anpassungen der aktuellen Verordnung für Nichtwohngebäude

Die Bilanzierungsregeln zur Bewertung der Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden sind in der abgeänderten Energieeinsparverordnung 2011 für Nichtwohngebäude enthalten (4). Die Berechnung einzelner Energiegewerke erfolgt auf der Basis der deutschen Norm DIN V 18599, Ausgabe 2007.

Für die Integration von nZEB-Bilanzen sind Anpassungen in der Verordnung, ein aktueller Normverweis sowie Anpassungen an den Rechenregeln der DIN V 18599: 2007 bzw. 2011-12 erforderlich. Das betrifft die folgenden Punkte.

Erforderliche Anpassungen in der abgeänderten Energieeinsparverordnung 2011

- Einführung und Überarbeitung von Bilanzierungsregeln zur primärenergetischen Anrechnung von Energiegutschriften;
- Einführung von Bilanzierungsregeln zur Berücksichtigung neuer Technologien und zur Abbildung von Speichersystemen;
- Einführung einer neuen Energieeffizienzklasse A+ und Beschreibung der Kennzahl eines Niedrigstenergiegebäudes, bei Beibehaltung der Wärmeschutzklasse A;
- Festlegung der zukünftigen Anforderungsniveaus;
- Ausarbeitung und Integration von alternativen und gleichwertigen Anforderungen, wenn die Erreichung des Niedrigstenergiestandards aus baupraktischen und/oder rechtlichen Gründen unmöglich ist.

Anpassungen in der Rechenmethode DIN V 18599

- Anpassungen bei der Bilanzierung von KWK-Anlagen. Einführung eines Monatsverfahrens für die Bilanzierung von KWK-Anlagen;
- Überschreibung sämtlicher Verweise in der DIN V 18599: 2007 bzw. 2011-12, für die innerhalb der Norm DIN V 18599 andere Bilanzregeln gelten.

3 Nationaler Plan zur Erhöhung der Anzahl von nZEB

Für die erfolgreiche und zeitnahe Umsetzung von Niedrigstenergiegebäuden in die Baupraxis sind Maßnahmen und Aktionen in den unterschiedlichsten Bereichen erforderlich. Die Strategie für die Umsetzung konzentriert sich auf folgende 6 Segmente.



Abbildung 15: Strategische Segmente mit Maßnahmen und Aktionen für die zeitnahe Einführung von nZEB

Auf wissenschaftlicher Ebene sollen im Bereich **Forschung und Entwicklung** theoretische und technische Grundlagen, Möglichkeiten und die Bilanzierungssystematik entwickelt sowie Schlüsselfaktoren bestimmt werden, die wesentlich für die erfolgreiche baupraktische Umsetzung sind. Die daraus abgeleiteten Erfolgsfaktoren sollen mit der Baupraxis abgeglichen werden. Dafür sind Pilotprojekte und deren Evaluierung erforderlich.

Mit rechtzeitig angepassten **Anschubförderprogrammen** für Niedrigstenergiegebäude, im öffentlichen als auch im privaten Bereich sollen ökonomische Anreize geschaffen, Projekte in den nächsten Jahren zu realisieren. Die Förderprogramme sollten so gestaltet werden, dass damit auch eine messtechnische Evaluierung ermöglicht wird, sodass sich aus den Pilotprojekten hilfreiche Informationsquellen ergeben.

Der **Energiepass** spielt eine zentrale Rolle für die Ausweisung der Energieeffizienz von Gebäuden. Das derzeitige Bewertungssystem muss um den Bereich der Niedrigstenergiegebäude erweitert werden (A+ Gebäude), gleichzeitig soll die **Qualität** der Energieausweise und der baulichen und technischen Ausführung durch Kontrollmechanismen und eine zentrale Erfassung aller Energieausweise weiter verbessert werden.

Aktuelle **Schulungsprogramme** müssen an die neuen Anforderungen an Niedrigstenergiegebäude und an die Erkenntnisse aus Monitor- und Pilotprojekten angepasst werden.

Das Bereitstellen von **Informationen** in unterschiedlichen Ebenen (Experten, Öffentlichkeit, Bürger, etc.) ist eine wesentliche Schlüsselkomponente, die für eine erfolgreiche Einführung von Niedrigstenergiegebäuden und zur Akzeptanzsteigerung beiträgt. Erkenntnisse und Informationen, die im Rahmen von Forschungsvorhaben, Pilotprojekten, etc. gewonnen werden, sollten für die einzelnen Zielgruppen entsprechend aufbereitet werden.

Die aktuelle Gesetzgebung muss hinsichtlich der neuen Anforderungen für Niedrigstenergiegebäude angepasst und deren Inkrafttreten zeitlich mit der Zielsetzung der Einführung und den Vorgaben der Richtlinie abgestimmt werden. Die Erkenntnisse aus allen Bereichen müssen in die **Umsetzung nationaler Verordnungen** einfließen.

Zur Steigerung der Anzahl von nZEB ist weiterhin die schrittweise Umsetzung folgender Maßnahmen und Aktionen bis zum Jahre 2017 vorgesehen, die in den folgenden Abschnitten weiter erläutert werden.

Forschung und Entwicklung

- Priorisieren der Themen auf nationaler Ebene
- Förderung von Forschungsaktivitäten
- Förderung der Entwicklung einfacher Werkzeuge

Förderprogramme

- Anpassung der Anforderungen und Förderhöhen

Qualitätssicherung und Energiepass

- Weitere Verzahnung des Energiepasses mit Förderungsinstrumenten
- Qualitätssicherung über automatisierte Plausibilitätsprüfung
- Aufbau einer zentralen Energiepassdatenbank
- Qualitätsprüfung über Datenbank und Stichprobenprüfung

Schulungs-, Ausbildungs- und Weiterbildungsprogramme

- Weiterentwicklung der bestehenden Angebote auf den nZEB-Ansatz
- Umsetzung der Schlussfolgerungen aus dem Projekt LuxBuild (im Rahmen des europäischen Projekts BUILDUP) sowie Herstellung der Verbindung mit dem nZEB-Ansatz

Umsetzung in nationalen Verordnungen

- Verschärfung der Anforderungen für Nicht-Wohngebäude
- Einführung der methodischen Grundlagen von sowie Definition des Anforderungsniveaus für nZEB

3.1 Forschung und Entwicklung

In Luxemburg betreiben seit etlichen Jahren mehrere Einrichtungen Forschung im Energie- und Nachhaltigkeitsbereich, dies insbesondere auf der Ebene der Universität Luxemburg, beim Centre de Recherche Public (CRP) Gabriel Lippmann und beim CRP Henri Tudor sowie dem hier angegliederten „*Centre de Ressources des Technologies de l'Environnement*“ (CRTE). Des Weiteren sind im privaten Bereich mehrere Unternehmen in der Forschung in den vorgenannten Bereichen aktiv. Im Jahre 2007 hat die Luxemburger Regierung ihre thematischen Schwerpunkte im Bereich der öffentlichen Forschung festgelegt, in welchen der Schwerpunkt „*Nachhaltiges Ressourcen-Management in Luxemburg*“ in folgende Bereiche aufgeteilt war:

- Nachhaltiges Management von Wasserressourcen;
- Nachhaltige Energienutzung und nachhaltige Energieträger;
- Ökosysteme und Biodiversität;
- Nachhaltiges Management von Agrarsystemen;
- Raum- und Stadtentwicklung.

Diese Prioritäten werden hauptsächlich über Programme des Nationalen Forschungsfonds („*Fonds National de la Recherche*“, kurz: FNR) umgesetzt.

3.1.1 Die Prioritäten des Nationalen Forschungsfonds

Die Erfahrung der letzten Ausschreibungen des FNR hat jedoch gezeigt, dass die vorgenannten Definitionen überarbeitet werden müssen, um die Wirkung der betroffenen Forschungsprogramme zu maximieren. Dieser Anpassungsprozess wurde unter der Einbindung von Forschern aus dem In- und Ausland sowie unter Mitwirkung von Ministerien und öffentlichen Verwaltungen durchgeführt. Die unterschiedlichen Konsultationen haben zu der Schlussfolgerung geführt, dass der Schwerpunkt „*Nachhaltiges Ressourcen-Management in Luxemburg*“, unter Berücksichtigung der aktuell angewendeten Prioritäten, in vier Bereiche aufgeteilt werden sollte:

- Wasserressourcen im Wechsel („*water resources under change*“);
- Nachhaltiges Management und Erschließung von Bioressourcen („*sustainable management and valorization of bioresources*“);
- Nachhaltiges Bauen und Bioenergie („*sustainable building and bioenergy*“);
- Raum- und Stadtentwicklung.

Im Rahmen der Konsultationen haben sich der nationale Forschungs- und Innovationsbeirat („*Conseil Supérieur de la Recherche et de l'Innovation*“, CSRI) sowie das ebenfalls implizierte Ministerium für Wirtschaft und Außenhandel ebenfalls für die Neudefinition der Prioritäten ausgesprochen. Im Bereich des nachhaltigen Bauens und der Bioenergie wurden folgenden Schwerpunkte definiert:

Integrierte Gebäudesysteme

- Ökobilanz und Lebenszyklus-Energienutzung („*eco-balance and life-cycle-energy use*“);
- Effiziente Produktion, Nutzung, Speicherung und Gewinnung von Energie („*efficient generation, usage, storage and recovery of energy*“);

- Entwicklung und Einbindung von Erneuerbare-Energie-Technologien („development and integration of renewable energy technologies“);
- Klimaanpassungsfähige Gebäudeformen und Gebäudehüllen („climate adaptive building form and envelope“);
- Passive, aktive und hybride Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik und deren Steuerung („passiv, active and hybride HVAC and controls“);
- Bewertung des Lebenszyklus der Materialien („materiels life cycle assessment“);
- Wassernutzung und Wasserwirtschaft („water use and management“),

Gebäudeinteraktionen mit dem lokalen Umfeld

- Ökosysteme und Standortgestaltung („ecosystems and site design“);
- Landnutzung, Gebäudestandort und Verkehrswesen („land use, building location and transportation“).

Umweltqualität in Innenräumen

- Schadstoffe und Stressfaktoren („pollutants and stressors“);
- Gesundheit und Leistung der Bewohner („occupant health and performance“).

Forschungsaktivitäten im Kontext der Niedrigstenergiegebäude

Die Forschungsaktivitäten sollen sich über unterschiedliche Gebäudetypen erstrecken, die Wohngebäude, Nichtwohngebäude, öffentliche Gebäude und Industriegebäude einschließen. Eine Reihe der vorgenannten Forschungsaktivitäten erfordern interdisziplinäre Zusammenarbeit und Entwicklung, die Interaktionen und Verbindungen zu anderen nationalen Forschungsprioritäten fördern sollte. Beispielsweise sind hier Optimierungen im Bereich des Verkehrs und des Transports gemeint, die durch den Schwerpunkt „Raum- und Stadtentwicklung“ abgedeckt sind.

Der Gebäudesektor spielt ohne Zweifel weltweit, europaweit und auch national eine fundamentale Rolle, was den Energie- und Ressourcenverbrauch und die dadurch verursachten Emissionen und Umweltauswirkungen betrifft. Im Rahmen der Ausarbeitung des Aktionsplans betreffend die Ökotechnologien unter der Leitung des Wirtschafts- und Außenhandelsministers wurde der Bereich der nachhaltigen Gebäude ebenfalls als vielversprechend identifiziert. Energieeffiziente und zunehmend auch nachhaltige Gebäude sollen für Luxemburg zu einer absoluten Priorität werden. Um die Forschungsaktivitäten im Bereich der nachhaltigen Gebäude strukturiert nach vorne zu bringen, soll zukünftig verstärkt über adäquate Strukturen auf nationaler Ebene nachgedacht werden, welche diese Forschungsgebiete abdecken können. Es gilt dabei, die Wettbewerbsfähigkeit der Forschung in diesem Bereich in Luxemburg im internationalen Kontext zu stärken und eine dauerhafte wissenschaftliche Qualität und Exzellenzniveau aufzubauen. Die Einbindung der sich mit Energiethemen befassenden politischen Akteure sowie die in Luxemburg ansässigen und im Bereich der nachhaltigen Gebäude tätigen Unternehmen sind dabei von herausragender Bedeutung.

Die zukünftigen Strukturen sollen dann auch folgende Themen- und Aktivitätsbereiche behandeln:

- Begleitung von Pilotprojekten in den Bereichen Bau, technische Gebäudeausrüstung, baupraktische Umsetzung, Monitoring und Evaluierung sowie Identifikation von Erfolgs- und Risikofaktoren;
- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für neue Materialien und Prozesse in Zusammenarbeit mit dem Industrie- und Bausektor;
- Identifizierung und Ausarbeitung von Maßnahmen und Aktionen um die gewonnenen Erkenntnisse in die jeweiligen Gewerke einfließen zu lassen;
- wissenschaftliche Begleitung von Niedrigstenergiegebäuden im Rahmen von Modellvorhaben.

3.1.2 Staatliche Förderung der Forschung in den Unternehmen

Das Gesetz vom 5. Juni 2009 über die Förderung der Forschung, Entwicklung und Innovation ermöglicht es dem Ministerium für Wirtschaft und Außenhandel innovative Forschungsprojekte und Machbarkeitsstudien im Bereich „*nachhaltiges Bauen*“ finanziell zu unterstützen und bietet damit eine geeignete Grundlage für die Unterstützung der Forschung im Unternehmensbereich. Ohne die Entwicklung angepasster Technologien, Komponenten und Standards werden energieeffizientere und nachhaltigere Gebäude, bis hin zum Niedrigstenergiegebäude und weitergehenden Nachhaltigkeitsstandards, nur schwer den Einzug in die Baupraxis finden. Das Ministerium für Wirtschaft und Außenhandel unterstützt von Unternehmen eingebrachte erfolgsversprechende Projekte zur Verbesserung des Umweltschutzes und der rationellen Nutzung natürlicher Ressourcen im Rahmen des Gesetzes vom 18. Februar 2010 „*relative à la protection de l'environnement et à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles*“ (7). Förderfähig sind folgende Maßnahmen aus folgenden Bereichen:

- Investitionen in Energieeinsparungsmaßnahmen;
- Investitionen in Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen;
- Umweltimpaktstudien;
- erfolgsversprechende Pilotprojekte die dem Charakter des Gesetzes entsprechen.

Innovationspool Neobuild³

So wurde beispielsweise über das Konzept eines technologischen Innovationspools die Struktur *Neobuild* unterstützt. Dieses Innovationzentrum ist das erste seiner Art in Luxemburg und sieht sich als Entwicklungs- und Förderplattform innovativer Projekte im Baubereich, wobei die Unterstützung von innovativen KMU's im Vordergrund stehen. *Neobuild* ist eine vom Privatsektor ins Leben gerufene Initiative und hat die Förderung der Forschung, der Entwicklung und der Innovation auf dem Gebiet der nachhaltigen Bauwirtschaft zum Ziel.

Als erstes Kompetenzzentrum Luxemburgs soll *Neobuild* als Plattform dienen, die zur Entwicklung von Innovationen und gleichzeitig als Unterstützung für die Entstehung und Niederlassung von KMU's⁴ in Luxemburg und der Großregion dienen. Die Fachgebiete von *Neobuild* schließen hauptsächlich den Bereich der Umwelt- und Energieeffizienz von Gebäuden ein. Soweit es finanziell möglich ist, unterstützt *Neobuild* auch weitere Innovationen zur Unterstützung der Wirtschaftlichkeit im Baugewerbe.

³ Informationsquelle: <http://neobuild.lu/index> (Abrufdatum 30.07.2013)

⁴ Abkürzung für „kleine und mittlere Unternehmen“

Speziell konzentriert sich *Neobuild* auf folgende Bereiche:

- Nachhaltige Baustoffe;
- Umwelttechnologien;
- Green ICT („green information construction technology“);
- Management und Unterstützung der Akteure des Bausektors.

3.1.3 Standards zur einfacheren Berechnung von Niedrigstenergiegebäuden

Für Wohngebäude steht allen Experten eine kostenlose Software (LuxEeB-Tool) zur Verfügung, mit welcher Energieausweise erstellt werden können. Für die private und öffentliche Nutzung wurde eine interaktive Online-Energiepass-Simulation entwickelt. Mit dem Simulator „*myenergy home*“⁵ kann die Energieeffizienz eines Wohngebäudes abschätzt werden.

Für die Bilanzierung von Nichtwohngebäuden wurde eine einheitliche Software für Experten entwickelt. Die Ausgabe der Software ist an eine erfolgreiche Teilnahme am nationalen Schulungsprogramm zur Bewertung der Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden (1 beziehungsweise 4-Tagesschulung) gekoppelt.

Für Gemeinden wird im Programm *Klimapakt* derzeit eine Energiemanagementsoftware entwickelt, mit der die Gemeinden ihre Gebäude verwalten können. Daran gekoppelt sind umfangreiche energetische Auswertungen mit den Zielen a) einen umfassenden Überblick über die energetische Situation des Gebäudeparks zu erhalten und b) die Gebäude mit dem größten Modernisierungspotential zu identifizieren und energetische Modernisierungsmaßnahmen auch über energetische Prioritäten zu präzisieren.

Zur Vorbereitung und Schulung der Experten und des Bausektors sollen einfachere Werkzeuge zur Bilanzierung von Niedrigstenergiegebäuden erstellt werden. Werkzeuge dieser Art sollen das Verständnis erhöhen und die Methode der Bilanzierung transparent darlegen. Mit dem Werkzeug *EnerCalc*, welches in der Vergangenheit auch zur Konzeptentwicklung für die energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden genutzt wurde, steht ein umfangreiches und gleichermaßen einfaches Tool zur energetischen Bewertung und für Nullenergiebilanzen zur Verfügung⁶. Dieses Werkzeug soll im Kontext der Weiterentwicklung des Niedrigstenergie-Gebäudeansatzes bei Bedarf weiter genutzt werden.

3.2 Förderprogramme

Aktuell werden in Luxemburg der Bau von Niedrig- und Passivhäusern sowohl im privaten als auch im öffentlichen Bereich gefördert. Die Förderprogramme sollen nach der Einführung einer entsprechenden Definition an die Anforderungen von Niedrigstenergiegebäuden angepasst werden, damit eine vorzeitige Umsetzung von Niedrigstenergiegebäuden auch aus finanzieller Sicht attraktiver wird. Im Rahmen dieses Förderprogramms sollen Maßnahmen zur Evaluierung und zum Monitoring dieser Gebäude in Betracht gezogen werden, um daraus zu gewinnende Erkenntnisse nach Möglichkeit in die Baupraxis übertragen zu können.⁷

⁵ www.myenergyhome.lu

⁶ z.B. das Programm *EnerCalc* – Excelwerkzeug für vereinfachte Energiebilanzen nach DIN 18599, mit welchem in aktueller Version auch Nullenergiebilanzen durchgeführt werden können, <http://www.enob.info/?id=enercalc> (Abrufdatum 20.12.2012).

⁷ Die im Abschnitt 3.2.1 bis 3.2.4 angegebenen Texte sind aus einer Studie zum neuen Förderprogramm übernommen (6).

3.2.1 Förderung der Energieberatung

Gefördert wird aktuell die Energieberatung bei der Modernisierung von Wohngebäuden. An den Umfang und Inhalt der Energieberatung werden Anforderungen gestellt.

Altbau

- Bewertung des Wärmeschutzes aller Bauteile der thermischen Hülle (Außenwände, Dach, Boden, Fenster, etc.).
- Bewertung und Einordnung der aktuellen Verbrauchssituation.
- Bewertung der installierten Anlagentechnik. Insbesondere die Effizienz der Wärmeerzeuger, die Hydraulik und Dämmung der Wärmeverteilung, sowie die Art der Übergabe und die Regelung.
- Vorschläge zur Modernisierung des Gebäudes und der Anlagentechnik im ökologischen und ökonomischen Kontext.

Neubau

- Darstellung von Varianten und Auflistung der erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung des Energiestandards A oder B.
- Darstellung der Mehrkosten bzw. der Wirtschaftlichkeit als Entscheidungsgrundlage für Bauherren.

Die Förderung der Energieberatung ist aus derzeitiger Sicht zufriedenstellend. Im Rahmen der Einführung der Definition des nZEB-Standards wird eine Analyse durchgeführt werden, um zu identifizieren, in welchem Maße in einer frühen Phase zusätzliche Anreize für die Realisierung von Niedrigstenergiegebäuden in das bestehende System eingebracht werden können.

3.2.2 Neubauförderung

Gefördert werden aktuell der Neubau von Ein- und Mehrfamilienhäusern, die dem Passivhaus-Klasse (A-A-A) oder dem Niedrigenergiestandard (Klasse B-B-B) entsprechen. An die Förderung sind alle Anforderungen gekoppelt, die gemäß der Energieeinsparverordnung erforderlich sind um diesen Standard zu erreichen (z.B. erfolgreicher Blower-Door-Test, etc.). Darüber hinaus darf keine fest installierte Klimaanlage installiert sein. Bei neuen Einfamilienhäusern liegt der Förderbetrag eines Passivhauses derzeit bei 160 €/m² (bis 150 m²) und eines Niedrigenergiehauses bei 45 €/m² (bis 150 m²) (8). Mit der Überarbeitung des Förderreglements im Jahre 2012 wurden die Fördersätze angepasst und Förderung von Installationen zur automatischen Steuerung von Sonnenschutzanlagen aufgenommen.

3.2.3 Förderung im Gebäudebestand

Die Förderung des Wärmeschutzes bei Altbauten erfolgte bisher über bauteilbezogene Fördersätze, die bei Unterschreitung eines maximalen U-Wertes gewährt werden. Ein Anreiz zur Umsetzung von Gesamtmodernisierungen wurde durch einen in dem Fall gewährten Zuschlag von 20 % gesetzt. Bei der Überarbeitung des Förderprogramms 2012 wurde dieser Ansatz mit dem Ziel weiterentwickelt, Anreize zur Umsetzung von höheren energetischen Standards und zum Vorziehen von Modernisierungsmaßnahmen zu geben (8). Dies kann durch Einbinden eines so genannten Bonusfaktors erreicht werden. Der gesamte Förderbetrag ergibt sich als Produkt aus Grundförderung und Bonusfaktor.

Förderbetrag = Grundförderung * Bonusfaktor

Die Höhe des Bonusfaktors richtet sich nach der Qualität des Wärmeschutzes, die das Gebäude nach der Modernisierung erreicht. Das Qualitätsniveau wird über die Wärmeschutzklasse des Energieausweises nachgewiesen.

Grundförderung

Fördervoraussetzung ist, dass mit der Maßnahme ein auf das jeweilige Bauteil bezogener energetischer Mindeststandard eingehalten wird. Beim baulichen Wärmeschutz wird im Rahmen der Grundförderung ein fester Zuschuss je m² Bauteilfläche gezahlt.

Effizienteres Dämmen fördern

Für einzelne Bauteilgruppen (Außenwand, Fenster, Dach, etc.) werden vier Effizienzstandards definiert. Der Effizienzstandard IV entspricht den Anforderungen für die Grundförderung. Die Effizienzstandards III bis I entsprechen energieeffizienteren Bauteilaufbauten (höhere Dämmstoffdicken und bessere Fensterqualitäten). Die Förderhöhe wird in Abhängigkeit des realisierten Effizienzstandards angepasst. Die Grundförderung bietet Vorteile für den Fördermittelnehmer und Fördermittelgeber.

Fördermittelnehmer

- **Teilmodernisierungen:** Es wird möglich, Teilmodernisierungen z.B: im Rahmen von ohnehin erforderlichen Instandhaltungs- und Sanierungsarbeiten durchzuführen. Dadurch wird die ökonomisch sinnvolle Kopplung der energetischen Verbesserung an ohnehin durchgeführte Sanierungen in der Förderung berücksichtigt.
- **Geringer Aufwand:** Der Aufwand für die Antragsstellung ist gering, da für die Grundförderung im Wesentlichen ein Beleg über die realisierte Dämmstoffdicke erforderlich ist.
- **Transparenz und Anreiz:** Dem Bauherrn wird einfach und schnell vermittelt, welche Förderung er auf jeden Fall für eine Maßnahme bekommt.

Fördermittelgeber

- **Zielgenauer Mitteleinsatz:** Die Höhe der Fördermittel kann direkt auf die typischen Kosten der energetischen Verbesserung eines Bauteils abgestimmt werden. Bauteile mit geringen typischen Kosten können so mit einem geringeren Förderbetrag unterstützt werden als Bauteile mit hohen Kosten.
- **Steuerbarkeit:** Werden für eine Maßnahme zu selten oder zu häufig Fördermittel beantragt, kann der Fördersatz je Bauteil angepasst werden. Auf Über- oder Unterförderungen kann so schnell und zielgenau reagiert werden.
- **Einfache Abwicklung:** Für die Auszahlung der Fördermittel muss lediglich das Einhalten der Mindestanforderung und eine Mengenangabe (z.B. gedämmte Fläche) nachgewiesen und geprüft werden. Hierzu sind im Wesentlichen Kopien der Rechnungen ausreichend.

- **Förderung von effizienten Maßnahmen:** Über die an die Grundförderung gekoppelten Mindestanforderungen wird sichergestellt, dass ausschließlich energetische Standards finanziell unterstützt werden, die über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehen. Auf diese Weise werden Mitnahmeeffekte reduziert und ein Beitrag zur langfristig aus unter anderem Klimaschutzgründen dringend notwendigen Reduktion des Energieverbrauchs geleistet.
- **Umsetzen höherer Effizienzstandards bei Teilsanierung:** Auch bei Teilsanierungen wird über die Effizienzförderung ein Anreiz gegeben, die Wärmeschutzmaßnahmen mit einem über die Mindestanforderungen hinaus gehenden Effizienzstandard umzusetzen. Erforderlich für einen höheren Förderbetrag ist, dass mit der erhöhten Effizienz die Voraussetzungen für die Anrechnung einer höheren Subventionierung erreicht werden.

Bonusförderung

Ergänzt wird die Grundförderung durch eine so genannte Bonusförderung. Der Bonusfaktor bewirkt eine Erhöhung der Fördermittel. Ein Bonus wird gewährt, wenn durch die Verbesserung des Wärmeschutzes eine höhere Wärmeschutzklasse (C bis A) für das gesamte Gebäude erreicht wird. Der Nachweis der erreichten Wärmeschutzklasse bzw. die Einhaltung der Anforderungsklasse für Einzelbauteile erfolgt immer über den Energieausweis. Die Vorteile der Bonusförderung sind:

Fördermittelnehmer

- **Gute Standards bei Vollmodernisierung:** Es werden Anreize gegeben, bei einer Vollmodernisierung über die Mindestanforderungen hinauszugehen (Klasse C, B, A), da sich in dem Fall die Fördermittel um die Bonusförderung erhöhen.
- **Vorziehen von Maßnahmen bei der Teilsanierung:** Bei Teilmodernisierungen schafft die Bonusförderung zudem einen Anreiz, Maßnahmen vorzuziehen, die jederzeit durchgeführt werden können (z.B. Dämmung Kellerdecke, Spitzboden oder oberste Geschossdecke, ...). Werden durch das Vorziehen von Maßnahmen die Wärmeschutzklassen C oder besser erreicht, erhöhen sich die Fördermittel.

Fördermittelgeber

- **Steuerbarkeit:** Je nach Wirkung des Programms können die Anreize zum Umsetzen der guten Standards angepasst werden. Dies gewährleistet sowohl eine ausreichende Inanspruchnahme des Programms als auch einen effizienten Mitteleinsatz (gutes Reagieren auf Unter- bzw. Überförderung).
- **Verstärkung der CO₂-Einparung:** Durch die Anreize zum Vorziehen von Maßnahmen bei der Teilsanierung oder mittels effizienter Vollmodernisierungen wird die Umsetzungsrate von energetischen Modernisierungen erhöht. Neben dem Sicherstellen einer hohen energetischen Qualität ist dies eine der wesentlichen Aufgaben eines Breitenförderprogramms.
- **Einbinden des Energieausweises:** Für die Bonusförderung muss die erreichte Wärmeschutzklasse über den Energieausweis nachgewiesen werden. Die Bonusförderung bindet damit den Energieausweis sinnvoll in die Förderpraxis ein.

Folgende Abbildung zeigt das System der Bonusförderung.

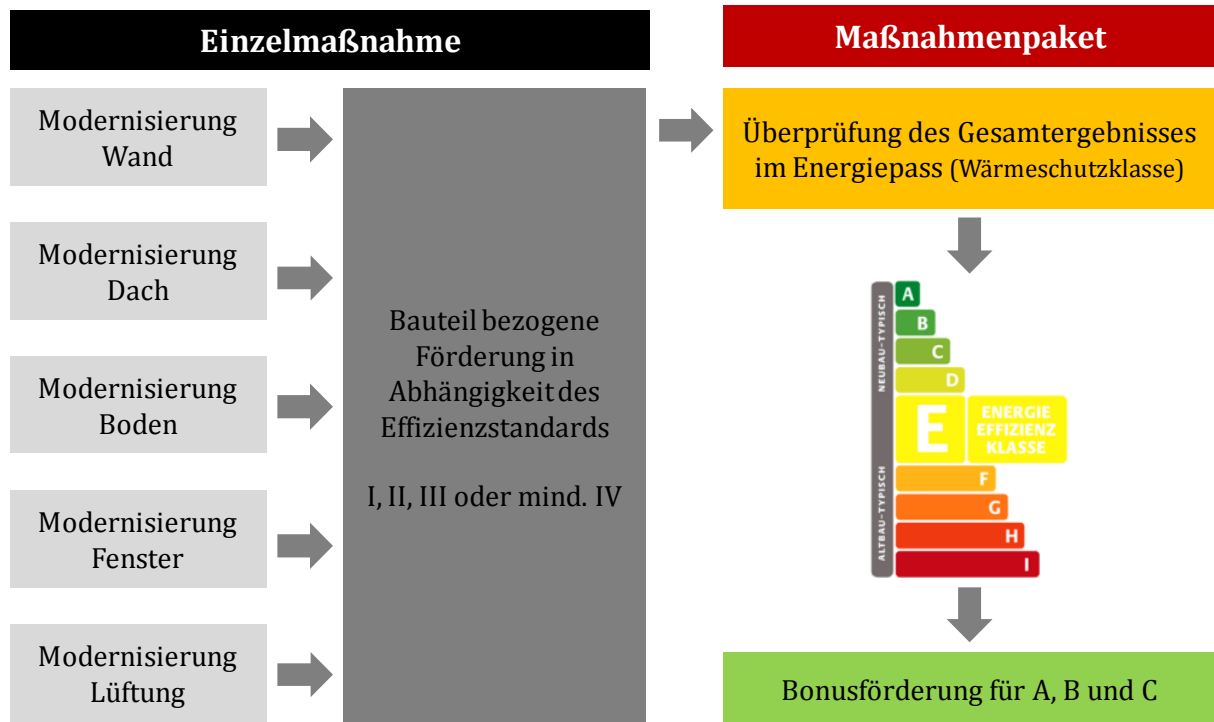


Abbildung 16: Schematische Darstellung des Grund-, Effizienz- und Bonusförderungssystems aus (8).

3.2.4 Aufnahme der Förderung für Niedrigstenergiegebäude

Bei den zukünftigen Überarbeitungen des Breitenförderprogramms wird die Aufnahme von Niedrigstenergiegebäuden ein wichtiges Thema sein. Für die Umsetzung ist insbesondere die Integration von erneuerbaren Energien in die derzeitige Fördermethodik erforderlich. In diesem Kontext werden insbesondere folgende Aspekte näher analysiert werden müssen:

- 1) Wie erfolgt die quantitative Bewertung im Rahmen der Energiebilanzierung? Neben den Berechnungsansätzen zur Höhe der Energieproduktion von erneuerbaren Energien sind Fragen zur Verrechnung von Energieproduktion und Energieverbrauch zu klären.
- 2) Welche quantitativen Anforderungen werden an Niedrigstenergiegebäude gestellt? Hier ist zu klären, welche Auswirkung die Gebäudenutzung (Wohnen, Büro, Schule,...) sowie der Gebäudegeometrie (z.B. Größe der Dachfläche, Orientierung, Verschattung,...) auf den Anteil des Energiebedarfs haben, der durch erneuerbare Energien gedeckt (substituiert) werden kann.

Da für eine belastbare Beantwortung dieser Fragen neben der Entwicklung der Methodik auch unter Umständen ein Anwendungstest in der Praxis erforderlich ist, wird die Aufnahme der Niedrigstenergieförderung in das Breitenförderprogramm vermutlich erst in einer Überarbeitung 2015 oder 2016 erfolgen können.

3.3 Kommunikation und Information

Die Aktivitäten im Bereich der Kommunikation, Information und Grundberatung sind in den letzten Jahren wesentlich verstärkt worden, welche auch eine Reform der in diesem Bereich aktiven Strukturen beinhaltet. Folgend werden die aktuell angebotenen sowie die angelaufenen

und geplanten Aktionen und Maßnahmen im Bereich der Realisierung von energieeffizienten Gebäuden dargestellt. Dabei wird sowohl der Neubau als auch der Bereich der Sanierung behandelt.

3.3.1 Kostenlose Energieberatung als Einstiegs- bzw. Grundberatung

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit und bürgernahen Sensibilisierung wird seit 2010 eine kostenlose Grundberatung für die energetische Sanierung sowie für den Bau von energieeffizienten Gebäuden angeboten. Das Ziel dieser Grundberatung sind die fachliche und neutrale Aufklärung sowie auch der Abbau von Vorurteilen gegenüber energieeffizienten Gebäuden und den dort eingesetzten Technologien. Neben technischen Aspekten können auch Informationen über den Energieausweis oder über mögliche finanzielle Hilfen abgefragt werden. Das Programm läuft über die, die zu diesem Zweck geschaffenen nationalen Struktur *myenergy*⁸ und wird von der Bevölkerung rege wahrgenommen. *myenergy* verfügt diesbezüglich über ein landesweites Beratungsnetzwerk, das in Zusammenarbeit mit den Gemeinden aufgebaut wurde (*myenergy infopoint*). Im Zuge der Einführung von Niedrigstenergiegebäuden soll das Beratungsangebot weiter ausgebaut und auf die Bedürfnisse angepasst werden.



Weiterhin bietet *myenergy* Sensibilisation, Information und Grundberatung für Betriebe an. Das Programm, welches seit 2012 entwickelt wird, bietet eine Plattform, um Bauherren von Zweckgebäuden die notwendigen Informationen zu vermitteln.

3.3.2 Informationskampagnen

Die Durchführung von Informationskampagnen zum Bau energieeffizienter Gebäude ist eine gemeinsame Aufgabe von Staat und Gemeinden. Gemeinden können im Rahmen des *Klimapaktes* bürgernahe Informationsveranstaltungen initiieren (kostenlose Grundberatung, Passivhaustag, etc.). Der Staat unterstützt die Gemeinden z.B. durch die Bereitstellung von Informationsmaterial und Experten. Er motiviert die Gemeinden, bündelt und koordiniert die entsprechenden Aktivitäten. Zudem führt er selber Informationskampagnen durch. Als an das Ministerium angebundene Struktur, ist *myenergy* in dieses Konzept eingebunden, so dass auf allen relevanten Veranstaltungen Informationen zum Thema präsentiert werden können⁹.

Seit 2010 wird die Fachmesse *myenergy-days* in Luxemburg veranstaltet. Dort werden Informationen, Seminare, Ausstellungen und Aktionen rund um das Thema energieeffizientes Sanieren in den Bereichen Gebäudehülle, Haustechnik, Dienstleistungen ausgestellt sowie eine Austauschplattform mit Konferenzen, Präsentationen und Vorstellungen für die Praxis initiiert. Das Leitthema der Messe 2013 ist die energetische Gebäudemodernisierung. Auch im Rahmen dieser Messe wurde das Thema der Niedrigstenergiegebäude eingebunden.



⁸ http://www.myenergy.lu/de/ueber_uns/dienstleistungen/hotline (Abrufdatum 14.09.2012)

⁹ <http://www.myenergyinfopoint.lu/de/> (Abrufdatum 14.09.2012)

Desweiteren organisiert myenergy jährlich seine Passivhauswochen, seit 2012 in Zusammenarbeit mit dem Wohnungsbauministerium. Dieser Veranstaltung wird demnächst auch das Thema der Niedrigstenergiegebäude zugrunde liegen.

3.3.3 Werbung und Öffentlichkeitsarbeit für energieeffizientes Bauen

Informationen über die Medien TV, Radio und Internet, Aufdrucke auf öffentlichen Verkehrsmitteln sowie in jeden Haushalt versendete Flyer zum Thema Energieeffizienz wurden in den letzten Jahren genutzt, um die Öffentlichkeit über die Vorteile und Fördermöglichkeiten



energieeffizienter Gebäude zu informieren. Diese Öffentlichkeitsarbeit soll im Zuge der Einführung von Niedrigstenergiegebäuden verstärkt erfolgen. Bisher wurden Flyer zu folgenden Themenbereichen veröffentlicht¹⁰.

Die nationale Struktur für Energieberatung



Altbausanierung



Altbausanierung - Außenwand



Altbausanierung - Anlagentechnik



Lüftungsanlagen



Energieeffizienter Neubau



Heizen mit Holz



Wärmepumpe



Solartechnik



Staatliche Beihilfen



Energiesparen im Alltag



Energiepass - Wohngebäude



¹⁰ <http://www.myenergy.lu/de/download/themenflyer> (Abrufdatum 14.09.2012)

3.4 Qualitätssicherung und Energieausweis

Der Energieausweis ist ein probates Mittel zur Bewertung der Energieeffizienz von neuen und bestehenden Gebäuden in Luxemburg. Ein stabiles und vor allem sich in der Wertung nicht änderndes Klassifizierungssystem ist eine Grundvoraussetzung für eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung. Die weitreichende gesetzliche Kopplung des Energieausweises an die Förderung von energetischen Modernisierungen, die Förderung von neuen Passivhäusern aber auch die Eigenentwicklung von Konzepten verschiedener privater Luxemburger Banken, die Zinsvergünstigungen bei sehr energieeffizienten Gebäuden gewähren, zeigt dies. Daneben zeigt sich in Luxemburg seit Einführung des Energieausweises ein Bewusstseinswandel im Bausektor. So wird z.B. auf Baustellenprojektschildern in der Regel immer auch die realisierte Energieeffizienzklasse mit dargestellt – freiwillig. Seit 2011 wurde im größten Online-Wohnungsportal in Luxemburg die Energieeffizienz von Gebäuden als Selektionskriterium für die Wohnung- und Haussuche mit aufgenommen.

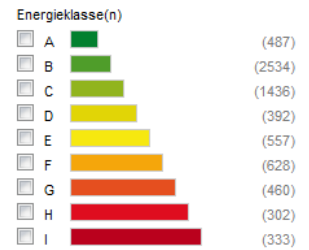


Bild von www.athome.lu

Zur Steigerung der Qualität der Energieausweise und der Beratung bei Neubau und Altbausanierung sind und werden folgende Maßnahmen ergriffen.

3.4.1 Datenbank für Energiepässe und automatisierte Plausibilitätsprüfung

Eine Datenbank mit zentraler Speicherung und Auswertungsmöglichkeit aller Energieausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude wird derzeit umgesetzt und soll im Jahre 2013 abgeschlossen werden. Daran gekoppelt sind automatisierte Plausibilitätsprüfungen aller Energieausweise und die Selektion von Kontrollen. Zudem können statistische Analysen durchgeführt werden, die es ermöglichen Förderprogramme besser an die überwiegenden Bedürfnisse anzupassen. Die Datenbank ermöglicht ein detaillierteres Bild über den Gebäudebestand.

Zur weiteren Verbesserung der Qualität von Energieausweisen werden zusätzliche Expertenschulungen mit Zertifizierung angeboten.

Es wird angedacht, in die nationale Energieausweis-Software Plausibilitätschecks einzubauen, wodurch potentielle Fehler bereits bei der Erstellung von Energieausweisen vermindert werden sollen. Wichtige Eingaben wie z.B. Informationen zu der Gebäudehülle, Wärmedurchgangswerte und Baualter, Kombinationen von technischen Anlagen werden mit statistischen Vergleichswerten und auf Logik überprüft. Diese Unplausibilitäten werden direkt in der nationalen Energieausweis-Software angezeigt. Der Experte wird darauf hingewiesen und muss seine Angaben bestätigen.

3.4.2 Kontrolle der Experten

Zur Verbesserung und Sicherstellung der Qualität von Energieausweisen können die automatisierten Plausibilitätschecks der Datenbank genutzt werden um auffällige Ausweise zu identifizieren und ggf. zu kontrollieren. Hier werden mehrstufige Kontrollverfahren in Erwägung gezogen, die es erlauben sollen, nicht konforme Energiepässe zu identifizieren und einer Kontrolle zu unterziehen. Dieser systematische Ansatz wird die bereits jetzt angewendeten Kontrollen ergänzen und erweitern.

3.4.3 Kontrolle der Qualität der Umsetzung am Bau

Im Bereich der Qualitätskontrolle am Bau wird ein Austausch mit den Gemeinden gesucht, um weitere Maßnahmen einer verstärkten Kontrolle umzusetzen und diese mit den aktuellen Aktivitäten der Gemeinden in den Bereichen Klimaschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien auf kommunaler Ebene zu verbinden. Durch verstärkte Kontrollen soll ein klares Signal an den Bausektor gegeben werden, dass die Herstellung hochqualitativer energieeffizienter Gebäude eine Priorität für die staatlichen und kommunalen Instanzen darstellt. Darüber hinaus ist die Qualität der Umsetzung eine wichtige Voraussetzung für die effektive Realisierung der Ziele Luxemburgs im Bereich der Energieeffizienz.

3.5 Schulungs-, Ausbildungs- und Weiterbildungsprogramme

Die Schulung der einzelnen Akteure, die im engeren und weiteren Sinne in die Umsetzung der Energieeffizienz am Bau impliziert sind, ist die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung der Ziele der Energieeffizienzrichtlinie. Auch für die Einführung von Niedrigstenergiegebäuden wird der Ausbildung der implizierten Akteure eine hohe Wichtigkeit beigemessen.

Im Zuge der Einführung der Energieeinsparverordnungen 2008 für Wohngebäude und 2011 für Nichtwohngebäude hat das *Ministerium für Wirtschaft und Außenhandel* Schulungsprogramme für Experten initiiert, um eine ordnungsgemäße und fristgerechte Umsetzung der neuen Energieeinsparverordnungen zu ermöglichen. Außer diesen Schulungen haben Marktakteure nach der Einführung der Energieeinsparverordnungen zusätzlich Schulungen am Markt angeboten, die das Angebot des Ministeriums ergänzt haben. Mittlerweile kann man davon ausgehen, dass das Angebot von geeigneten Schulungen variiert und vielfältig ist und dieses den relevanten Akteuren in den betroffenen Bereichen ermöglicht, sich angemessen weiterzubilden. Folgende Liste gibt einen Überblick in die aktuell laufenden Ausbildungsaktivitäten die im Rahmen der Energieeffizienz von Gebäuden in Luxemburg angeboten werden.

- 1-Tag-Schulung über die energetische Bilanzierung von neuen und bestehenden Wohngebäuden (ab 2007);
- 4-Tages-Schulung über die energetische Bilanzierung von neuen Nichtwohngebäuden (ab 2010);
- 1-Tag-Schulung über die energetische Bilanzierung von bestehenden Nichtwohngebäuden (ab 2010);
- Vertieferschulungen über die energetische Bilanzierung von neuen und bestehenden Wohngebäuden (ab 2011);
- Einführung des zertifizierten „PassivhausPlaners“ für Wohngebäude mit Prüfung zum international zertifizierten „PassivhausPlaner“ (ab 2012);
- Einführung des zertifizierten „PassivhausHandwerkers“ für Wohngebäude mit Prüfung zum international zertifizierten „PassivhausHandwerker“ (ab 2012);
- Ausbildung zum zertifizierten Energieberater für Wohngebäude (ab 2012);
- Individuelle Schulung „Energiecoach-Energiepass“ (ab 2012);
- Schulungs- und Ausbildungsreihe „Bauen und Energie“ mit verschiedensten Themen rund um das Thema Bauen und Energie (seit mehreren Jahren);

- Schulung im Bereich der Wärmebrückenoptimierung „Wärmebrücken erkennen – berechnen – bewerten“ (ab 2012).

Das bestehende Ausbildungsprogramm soll in den kommenden Jahren geschärft werden. Dabei sind Ausbildungen zu folgenden Themenkomplexen prioritär:

- Energieberatung für Wohn- und Nichtwohngebäude (zertifizierte Energieberater);
- Vertiefungsansätze zur Bilanzierung von neuen Nichtwohngebäuden und neue Technologien;
- Energieaudits in Nichtwohngebäuden;
- Energiemonitoring und Smart-metering;
- Energiemanagementsysteme in Nichtwohngebäuden;
- Nutzerverhalten und Energieverbrauch in Nichtwohngebäuden;
- Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden.

Das Schulungsangebot soll rechtzeitig um die Aspekte von Niedrigstenergiegebäuden erweitert werden. Hinsichtlich der Verbesserung der Gebäudehülle (allgemeiner Wärmeschutz, Wärmebrücken und Luftdichtheit) sind die vorhandenen Angebote bereits gut aufgestellt. Bezüglich der Niedrigstenergiegebäude ist eine weitreichendere Verzahnung von Anlagentechnik und Gebäudeenergiebedarf erforderlich. Das Angebot muss vor allem die **sinnvolle Integration von erneuerbaren Energien** und die **anlagentechnischen Möglichkeiten** dafür umfassen. Die Ausarbeitung der Schulungsprogramme werden zudem auch die Erkenntnisse aus evaluierten Pilotprojekten einbeziehen. In einer ersten Phase soll sich das Niedrigstenergiegebäude-Ausbildungsprogramm auf den Wohnungsbau konzentrieren, da die technischen Anforderungen an die Systeme geringer sind als bei Nichtwohngebäuden. Besonderen Fokus soll dabei auf folgende Ausbildungsbereiche gelegt werden.

- Bautechnische Lösungen zur Umsetzung der energetischen Anforderungen an Niedrigstenergiehäuser für neue und bestehende Gebäude;
- Basiswissen: technische Systeme in Niedrigstenergie-Wohngebäuden;
- Basiswissen: technische Systeme in Niedrigstenergie-Nichtwohngebäuden;
- Expertenwissen: Konzipierung, Planung und Auslegung haustechnischer Anlagen in hochenergieeffizienten Wohngebäuden;
- Expertenwissen: Konzipierung, Planung und Auslegung haustechnischer Anlagen in hochenergieeffizienten Nichtwohngebäuden;
- Sinnvolle Integration, Auslegung, Einregulierung und Betrieb von technischen Installationen auf der Basis von erneuerbaren Energien in neuen und bestehenden Gebäuden;
- Schulung: „vom Altbau zum Niedrigstenergiegebäude“. Erkenntnisse aus Pilotprojekten und Umsetzungsbeispielen, Risiko- und Erfolgsfaktoren.

3.6 Umsetzung in nationale Verordnungen

Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben und Pilotprojekten sollen kurzfristig, soweit sinnvoll, in die Überarbeitung der Normung, der Energieeinsparverordnungen sowie in die nationalen Förderprogramme einfließen, damit diese Standards und Programme zügig in der Baupraxis ihren Niederschlag finden können. In diesem Kontext könnte auch analysiert werden neue

Technologien und höherwertige Standards, als die gesetzlichen Anforderungen, finanziell zu fördern.

Gesetzliche Energiestandards für Gebäude sollen auf einem kostenoptimalen Niveau liegen. Dies fordert auch die überarbeitete Richtlinie. Das Förderprogramm für neue und bestehende Wohngebäude wurde im Laufe des Jahres 2012 überarbeitet und die Fördersätze unter anderem auch auf den erreichten Energieeffizienzstandard angepasst. Im Rahmen der Überarbeitung der gesetzlichen Anforderungen werden die Ergebnisse der Untersuchungen zur Bestimmung des kostenoptimalen Niveaus analysiert werden und bei Notwendigkeit Ihren Niederschlag bei staatlichen Subventionen beziehungsweise den Energieeffizienzstandards finden.

Abbildung 17 zeigt den für Wohngebäude festgelegten Fahrplan zur Verschärfung der energetischen Anforderungen an neue Wohn- und Nichtwohngebäude. Einzelheiten werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

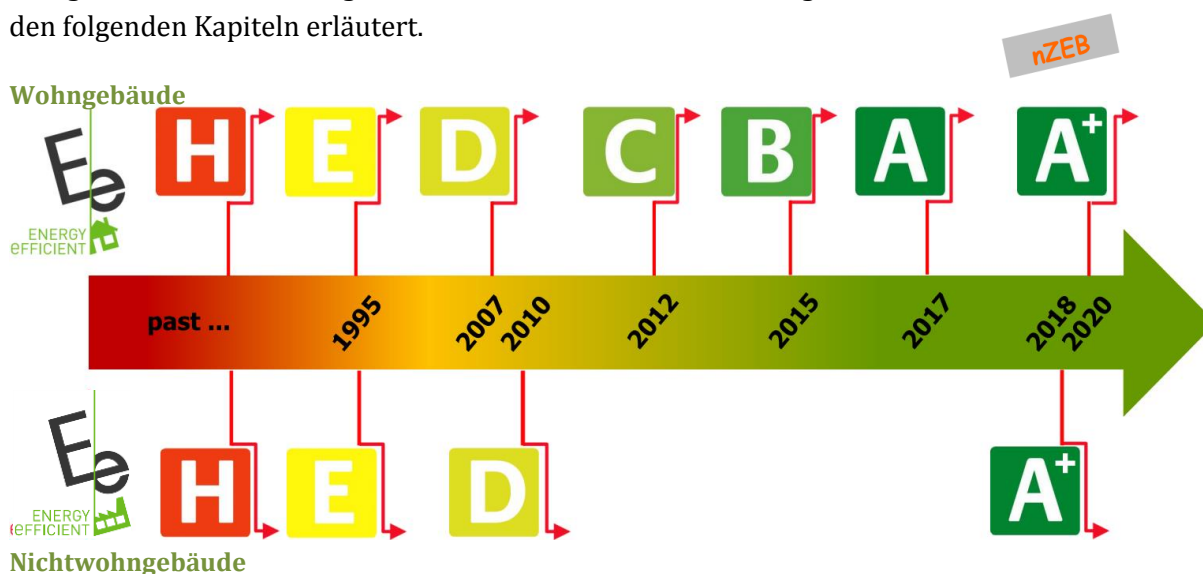


Abbildung 17: Fahrplan zur Verschärfung der energetischen Anforderungen an neue Wohn- und Nichtgebäude. Dargestellt wird die Anforderung an die Energieeffizienz (Wärmeschutz). Für Wohngebäude sind die Anforderungen bis zum Jahr 2017 bereits in der Energieeinsparverordnung vom 11. Mai 2012 umgesetzt. Die angepassten Anforderungen für Nichtwohngebäude sind noch in Bearbeitung und sollen voraussichtlich 2013/14 im Rahmen einer modifizierten Energieeinsparverordnung festgeschrieben werden. Für Niedrigstenergiegebäude (2018/2020) sind noch keine Anforderungen in der aktuellen Gesetzgebung definiert. Quelle aus (9).

3.6.1 Wohngebäude

Mit der Anpassung vom **11. Mai 2012** wurde die Energieeinsparverordnung für Wohngebäude aus dem Jahre 2008 mit dem Ziel der Erhöhung der Anzahl von energieeffizienten Gebäuden überarbeitet (10). Die Überarbeitung betrifft zum einen die Verschärfung der energetischen Anforderungen und zum anderen die Erhöhung des erneuerbaren Energieanteils. Dies wird über das vorhandene Energieeffizienzklassensystem geregelt. Bisher waren hinsichtlich des Wärmeschutzstandards (*Effizienz*) und der Gesamtenergieeffizienzklasse (*Effizienz + Primärenergie und erneuerbare Energie*) jeweils der Standard D die gesetzliche Anforderung. Ab Juli 2012 gilt für den Wärmeschutz die Klasse C und gleichzeitig für die Gesamtenergieeffizienz die Klasse B. Zur Erreichung der Gesamtenergieeffizienzklasse B ist, bei Umsetzung der Wärmeschutzklasse C, die Nutzung von erneuerbarer Energie (Erdwärme, Solarenergie, nachwachsende Energieträger, etc.) erforderlich.

Folgende Bilder zeigen die seit Juli 2012 geltenden Änderungen auf der Ebene der festgeschriebenen Anforderungsklassen und -kennwerte. Der spezifische Heizwärmebedarf wird für das Beispiel eines **typischen freistehenden Einfamilienhauses** bis zum Jahre 2017 auf etwa 22 kWh/(m²a) und der Primärenergiebedarf auf 43 kWh/(m²a) begrenzt. Mit Einführung der Verordnung (2008) lag der Höchstwert für den Heizwärmebedarf bei 86 kWh/(m²a) und für den Primärenergiebedarf bei 137 kWh/(m²a). Der seit Juli 2012 geltende Anforderungswert für den Heizwärmebedarf liegt bei 69 kWh/(m²a) und 91 kWh/(m²a) beim Primärenergiebedarf. Bei der Interpretation der Energiekennwerte ist zu beachten, dass diese nicht ohne weiteres mit Kennwerten aus z.B. anderen Ländern oder anderen Gebäudekategorien verglichen werden können, da die Höhe der Kennwerte auch maßgeblich vom Berechnungsverfahren und von Berechnungsrandbedingungen (Rauminnentemperatur, interne Lasten, etc.) beeinflusst werden. Die Anforderungskennwerte für Mehrfamilienhäuser liegen z.B. deutlich darunter.

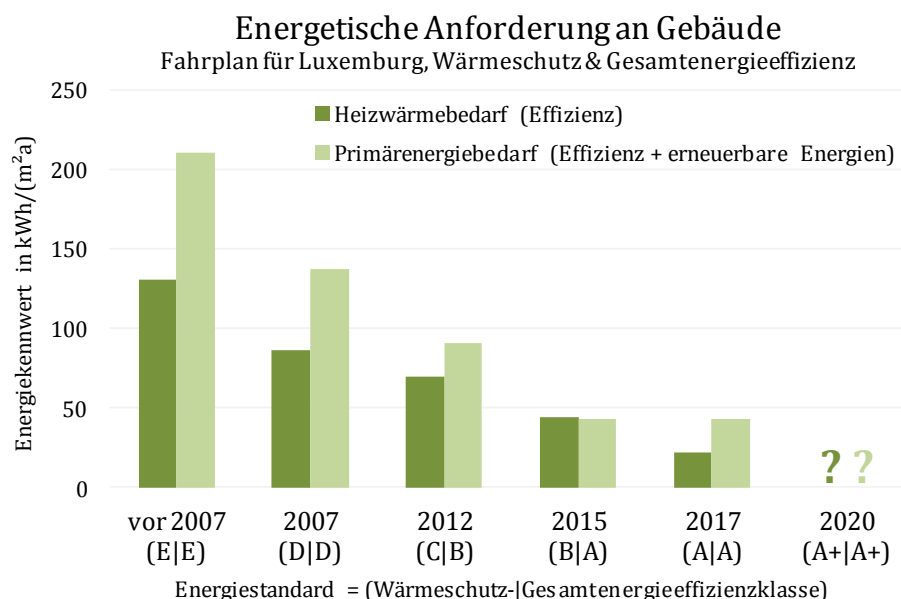


Abbildung 18: Fahrplan zur Verschärfung der energetischen Anforderungen an neue Wohngebäude – hier für Einfamilienhäuser. Die schraffiert dargestellten Säulen sind nicht in der Verordnung hinterlegt. Es werden Energiekennwerte für Wohngebäude angegeben.

Für Niedrigstenergiegebäude sind bisher noch keine gesetzliche Anforderungen definiert. Diese sollen **erst** aufgrund der Leitlinien, welche in dem vorliegenden Dokument enthalten sind, angepasst werden. Im Zuge eines weiter reichenden Einsatzes von erneuerbarer Energie könnten beim Primärenergiebedarf größere Einsparungen realisiert werden.

Neben den spezifischen Energiekennwerten sind auch die erreichten Einsparungen von Interesse, um eine allgemeinere Aussage über die Reduktion des Energiebedarfes im Wohngebäudesektor zu treffen. Folgendes Bild zeigt die prognostizierten Einsparungen im Bereich der Primärenergie und beim Heizwärmebedarf, die mit der Anpassung der Energieeinsparverordnung vom 11. Mai 2012 bis zum Jahr 2017 für Wohngebäude erreicht werden sollen.

Ab Juli 2012 sind die Anforderungen an den maximalen Heizwärmebedarf auf durchschnittlich 80% (von D auf C) und an den Primärenergiebedarf auf durchschnittlich 66% (von D auf B) reduziert worden. Ab 2015 wird der Wärmeschutzstandard weiter auf durchschnittlich etwa

51% reduziert (von D auf B), dann ist erstmals eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in neuen Wohngebäuden erforderlich. Der Primärenergiebedarf wird auf durchschnittlich 31% begrenzt (Klasse D auf A).

Ab 2017 ist der Passivhausstandard (Klasse A) für neue Wohngebäude obligatorisch. Die Anforderungen an den Wärmeschutz verringern sich bei diesen Gebäuden auf durchschnittlich 25% (D auf A), bei gleichbleibenden Anforderungen an den Primärenergiebedarf.

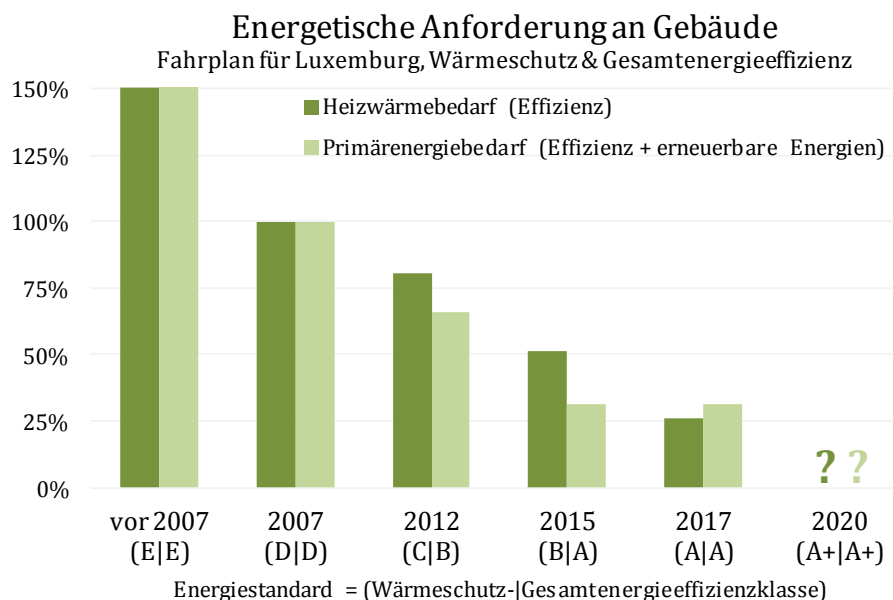


Abbildung 19: Fahrplan zur Verschärfung der energetischen Anforderungen an neue Wohngebäude – hier für Einfamilienhäuser. Die schraffiert dargestellten Säulen sind nicht in der Verordnung hinterlegt. Es wird Einsparung bezogen auf 2008 angegeben.

3.6.2 Nichtwohngebäude und öffentliche Gebäude

Es ist geplant die Energieeinsparverordnung 2011 für Nichtwohngebäude im Laufe des Jahres 2013 zu überarbeiten. Neben einer Anpassung an die aktuelle Normung hinsichtlich der Bilanzierung sollen im gleichen Zuge auch die Anforderungen an neue Gebäude verschärft werden. Die Systematik der Anpassung soll sich an die Energieeinsparverordnung für Wohngebäude anlehnen.

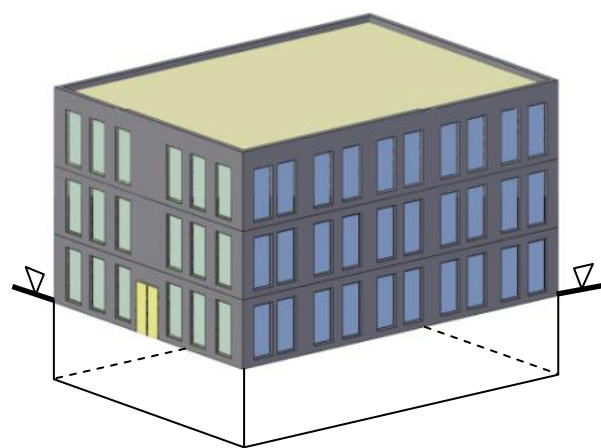
3.7 Wirtschaftlichkeit von Niedrigstenergiegebäuden

Die Realisierung von Niedrigstenergiegebäuden soll kostenoptimal erfolgen. D.h. die entstehenden Mehrkosten für den Bau dieser Gebäude sollen durch die erzielte Energieeinsparung in einem wirtschaftlich vertretbaren Verhältnis stehen. Dazu sind die Mitgliedsländer im Rahmen der neuen Richtlinie aufgefordert die Anforderungen an die Energieeffizienz von neuen Gebäuden und bei der Modernisierung von bestehenden Gebäuden auf vertretbarem volkswirtschaftlichem und privatwirtschaftlichem Niveau festzulegen. Dies dient u.a. auch zur sinnvollen Festlegung von Förderprogrammen und -höhen. Diese können gesamtheitlich aber auch technologiespezifisch sein.

Das neue Förderprogramm für neue und bestehende Wohngebäude wurde in dieser Optik gestaltet. Die Förderhöhen orientieren sich zum einen an dem Fehlbetrag, der für eine wirtschaftliche Umsetzung erforderlich ist und zum anderen wurden die Fördersätze angepasst

(i.d.R. erhöht), damit zusätzliche Anreize für eine Inanspruchnahme geschaffen werden. Die Analysen zur Bestimmung kostenoptimaler Anforderungen sind derzeit im Gange. Luxemburg nimmt an der von der EU-Kommission einberufenen Arbeitsgruppe teil. Die Ergebnisse sollen zum einen in die Festlegung der Mindestanforderungen und Anforderungen an die energetische Qualität von Baukörper und Anlagentechnik und zum anderen in die Bestimmung der Höhe sinnvoller Subventionen im Rahmen von Förderprogrammen einfließen.

4 Anhang – Darstellung des Beispielgebäudes



Gebäudedaten

Beheiztes Bruttovolumen, V_e	2.996 m ³
Energiebezugsfläche, A_e	821 m ²
Lichte Raumhöhe, h_R	2,75 m

Zonendaten

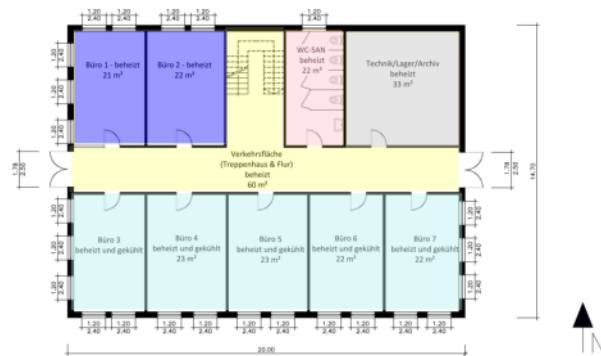
Zone 1: Einzelbüro, gekühlt	333 m ²
Zone 2: Einzelbüro, nicht gekühlt	129 m ²
Zone 3: Seminarräume	66 m ²
Zone 4: Verkehrsflächen	194 m ²
Zone 5: WC-/Sanitarräume	66 m ²
Zone 6: Archiv/Lager	33 m ²
Zone 7: Parkhaus (Büronutzung)	258 m ² , therm. nicht konditioniert

Gebäudehüllflächen

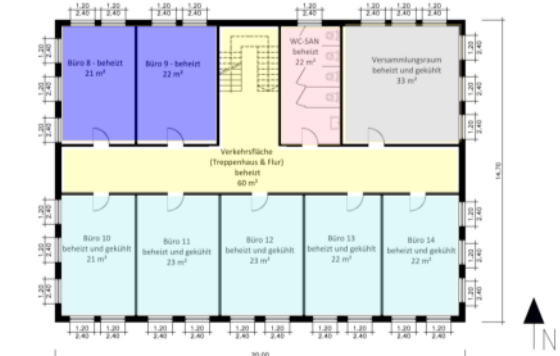
Süd Fassade	200 m ²	geg. ungeheizt 10,3 m ²
davon transparent	86,4 m ²	
NordFassade	200 m ²	geg. ungeheizt 10,3 m ²
davon transparent	60,5 m ²	
WestFassade	147 m ²	geg. ungeheizt 17 m ²
davon transparent	56,3 m ²	
Ost Fassade	147 m ²	geg. ungeheizt 17 m ²
davon transparent	47,7 m ²	
Dachfläche	294 m ²	
Bodenfläche (gegen Parkhaus)	294 m ²	

Sonstige Daten

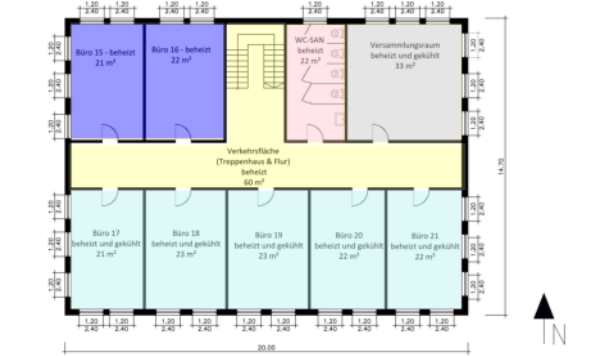
Bodentiefe Fenster → Fenstersturz h_{et} 0,35 m (von UK Decke)



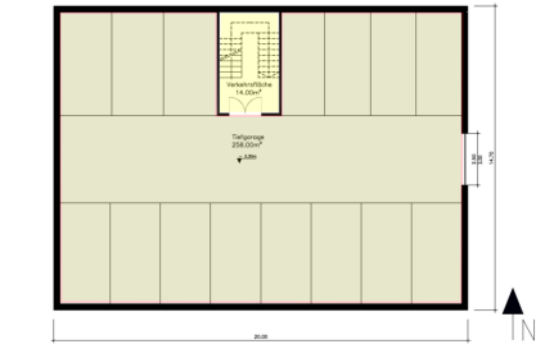
Erdgeschoss



1.Obergeschoss



2.Obergeschoss



Untergeschoss

5 Literaturverzeichnis

1. **Europäisches Parlament.** *Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.* Brüssel: Europäisches Parlament, 2010.
2. **Europäisches Parlament.** *Richtlinie 2002/91/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.* Brüssel: Europäisches Parlament, 2002.
3. **Großherzogtum Luxemburg.** *Règlement grand-ducal du 30 novembre 2007, performance énergétique des bâtiments d'habitation.* Luxemburg: Großherzogtum Luxemburg, 2007.
4. **Großherzogtum Luxemburg.** *Règlement grand-ducal du 31 août 2010, performance énergétique des bâtiments fonctionnels.* Luxemburg: Großherzogtum Luxemburg, 1. Oktober 2010.
5. **Lichtmeß, Markus.** *Vereinfachungen für die energetische Bewertung von Gebäuden.* Wuppertal: Universität Wuppertal, 2010.
6. **Voss K., Musall E., Lichtmeß M.** *From Low-Energy to net zero-energy Buildings: status and perspectives.* s.l.: Journal of Green Building, Vol.6, 2011.
7. **Großherzogtum Luxemburg.** *Loi du 18 février 2010 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement.* Luxemburg: Großherzogtum Luxemburg, 2010.
8. **Lichtmeß, Markus und Knissel, Jens.** *Überarbeitung des Förderprogramms für energieeffiziente Neu- und Altbauten aus dem Jahre 2009.* Luxemburg: Ministerium für Wirtschaft und Außenhandel, 2012.
9. **Lichtmeß, Markus.** *Vortrag zum Thema: Zeroenergybuilding – a standard for the future?* Luxemburg: International Conference Luxemburg, April 2011.
10. **Großherzogtum Luxemburg.** *Règlement grand-ducal du 5 mai 2012, performance énergétique des bâtiments d'habitation et fonctionnels.* Luxemburg: Großherzogtum Luxemburg, 11. Mai 2012.