

Überprüfung der baupraktischen Umsetzung energetischer Anforderungen aus dem Energiepass



Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg
Ministère de l'Économie
Direction générale de l'Énergie

Der vorliegende Bericht entstand unter Mitwirkung von:
Dr. Markus Lichtmeß und Sven Viktor

Stand 19. Februar 2015

Einführung

Mit Einführung des Energiepasses für Wohngebäude (Règlement grand-ducal modifié 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation (nachfolgend das „RGD 2007“)) in Luxemburg im Jahr 2008 werden erstmals gesamtenergetische Anforderungen an neue Gebäude gestellt. Neben dem Wärmeschutz der Gebäudehülle werden auch dem energetischen Einfluss technischer Systeme zum Heizen, Lüften und für die Warmwasserbereitung, sowie den eingesetzten Energieträgern Rechnung getragen. Darüber hinaus sind Mindestanforderungen für verschiedene bauliche und technische Komponenten definiert worden, die zum einen eine energetische Mindestqualität gewährleisten und zum anderen vor Bauschäden schützen sollen.

Die gemeinsame Bewertung aller energierelevanten Aspekte erfolgt über Energiekennwerte, mit denen die bauliche und thermische Qualität der Gebäudehülle (Heizwärmebedarf) und die gesamtenergetischen Auswirkungen (Primärenergiebedarf) berücksichtigt werden. Aus dieser integralen Betrachtung resultieren einzelne Bauteil- und Anlagenanforderungen, die maßgebend für die weitere Planung und den Bau sind. Die Anforderungen werden im Energiepass und in den im Rahmen der Baugenehmigung erforderlichen Unterlagen dokumentiert. Der verantwortliche Bauherr/Bauträger verpflichtet sich diese bei der Ausführung zu respektieren. Die Kontrolle der Einhaltung der Bauausführung obliegt den verantwortlichen Behörden.

Aufgrund der vielen Details und Einzelanforderungen, die bei der Realisierung energieeffizienter Gebäude zu berücksichtigen sind, ist eine standardisierte Vorgehensweise für eine mögliche Vor-Ort-Kontrolle hilfreich. Das vorliegende Dokument versteht sich als Hilfestellung für eine systematische Kontrolle der Umsetzung der energetischen Anforderungen, die sich aus dem Energiepass ergeben.

Erforderliche Dokumente

Zur Vorbereitung der Kontrolle sind die folgenden Dokumente erforderlich:

- Ordnungsgemäß erstellter Energiepass (fünf Seiten) und Energienachweis gemäß den Anforderungen des RGD 2007, Kapitel 4.1;
- Dokumentation der Berechnung, Ausdrucke der Berechnung des LuxEeB-H-tools oder Lesosai¹ (gemäß RGD 2007, Kapitel 3), wichtig sind hier insbesondere:
 - U-Werte opaker Bauteile;
 - U-Werte transparenter Bauteile;
 - Berechnung linearer Wärmebrücken (falls erforderlich);
 - Energiebezugsfläche;
 - Flächeneingabe der Gebäudehülle;
 - Berechnung des energetischen Luftwechsels;
 - Sonstige Parameter;
 - Übersicht aller Bauteile;
 - Ergebnis der Monatsbilanz;
 - Auswahl Heizungsanlagen;
 - Auswahl Warmwasseranlagen;
 - Berechnung Hilfsenergiebedarf;
 - Übersicht Anlagentechnik;
 - Wärmerückgewinnung;
 - Plausibilitätscheck der Berechnungsergebnisse.
- Zusätzlich erforderliche Dokumentation, wie im Dokument zum Nachweis der Gesamtenergieeffizienz in Kapitel 3 des Anhangs des RGD 2007 angegeben: Wärmebrückenberechnung, Luftdichtheitstest, separate Berechnung von U-Werten bei Gefälledämmung, Umkehrdach, Fenstern, Randdämmung, U-Wertberechnung nach DIN EN 6946, DIN EN ISO 13789, DIN EN ISO 13370.

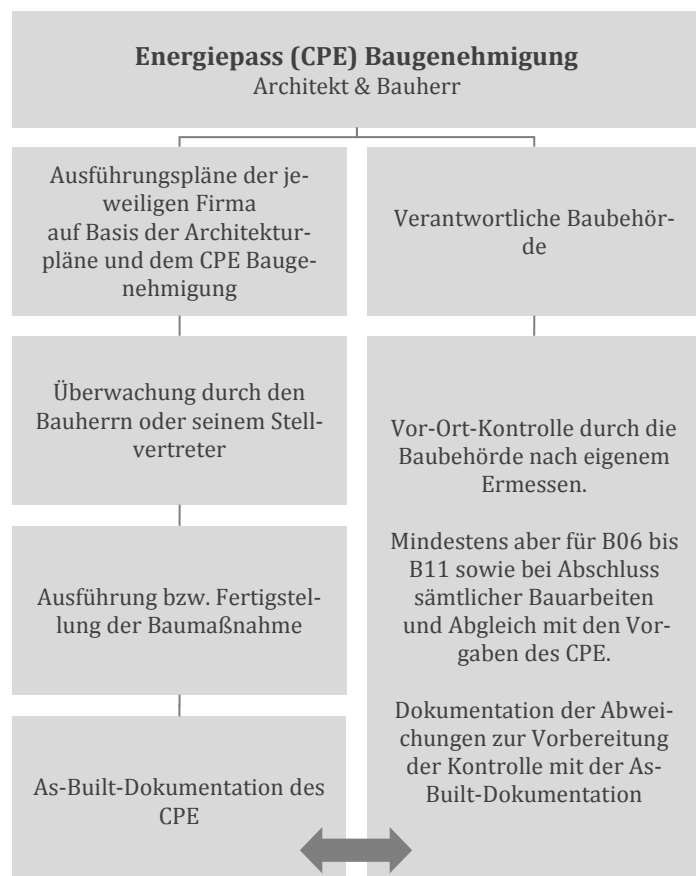
¹ Wenn folgend im Dokument LuxEeB-H-Tool angegeben ist, kann diese Information in der Regel auch aus dem Programm Lesosai entnommen werden.

Relevanter Bauablauf

Die vollständige Kontrolle aller definierten Einzelkriterien, seien es bauliche oder technische, ist nur bei ständiger Präsenz vor Ort möglich. Dies kann praktisch nur durch ein Qualitätsmanagement seitens der ausführenden Firmen erfolgen. Eine behördliche Kontrolle der Einhaltung der energetischen Anforderungen kann deshalb in den meisten Fällen nicht vollständig sein. Es ist dennoch erforderlich die wesentlichen Merkmale zu überprüfen. Dazu kann der Bauablauf hinsichtlich der durchzuführenden Arbeiten wie folgt strukturiert werden.

- Bauaushub und Tiefbauarbeiten
- Verlegung der Entwässerungsleitungen (Drainage- und Grundleitungen)
- Fundamente und Herstellung der Bodenplatte
- Rohbauarbeiten, ggf. technische Installationen zur Lüftung
- Dacharbeiten (Konstruktion und Eindeckung)
- Fenstermontage
- Fassadenarbeiten (Anbringung von Dämmung und Grundputz)
- Technische Installationen (Heizung, Lüftung, Warmwassererwärmung)
- Innenausbau (relevant ist die Anbringung des Putzes für die Luftdichtheit)

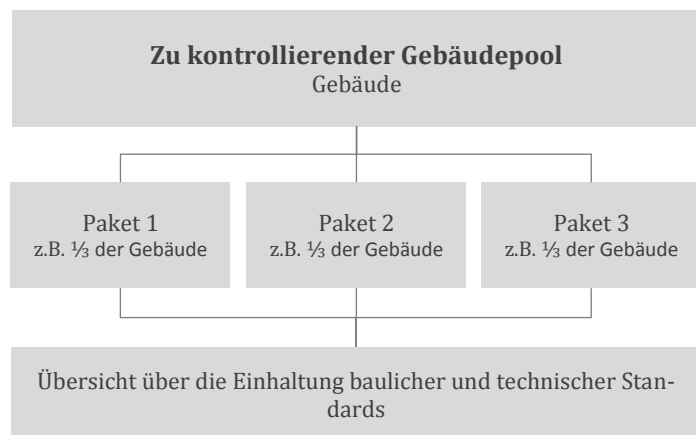
Nebenstehendes Schema zeigt den typischen Ablauf nach der grundlegenden Planung, die zur Erstellung des Energiepasses erforderlich ist. Hier ist zu beachten, dass es im Laufe einer Baumaßnahme immer zu Änderungen bzw. Abweichungen zu im Energiepass festgelegten Details kommen kann (zurückgreifen auf einen anderen Dämmstoff, ursprünglich vorgesehene Produkte sind nicht lieferbar, etc.). Die geänderten Bauteile und Komponenten sind dann hinsichtlich ihrer energetischen Relevanz vom Bauverantwortlichen zu überprüfen und im As-Built-Energiepass zu berücksichtigen und auszuweisen. Dabei ist darauf zu achten, dass dies nicht zu einer Unterschreitung der gesetzlichen Anforderungen führt.



Behördliche Kontrolle

In den Tabellen 1 bis 3 werden die wesentlichen 27 baulichen und technischen Merkmale aufgeführt, die sich durch energetische Anforderungen an neue Gebäude ergeben und wie sie jeweils zu kontrollieren sind. Es erfolgt eine Unterteilung in bauliche, Lüftungstechnische und heizungstechnische Kriterien. Der erforderliche Zeitaufwand für die Kontrolle ist, neben den Gegebenheiten vor Ort, natürlich abhängig von der gewünschten Untersuchungstiefe und kann zwischen 4 Stunden (einfache Prüfung) und 16 Stunden (erweiterte Prüfung), sowie unter Zugrundelegung mehrerer Kontrolltermine liegen. Da behördlich nicht alle Baumaßnahmen erschöpfend kontrolliert werden können und sollen, ist es sinnvoll unterschiedliche Kontrollpakete zu definieren, die variabel eingesetzt werden können. Die Kontrolle in Paketen hat einen stichprobenartigen Charakter und soll allgemeine Hinweise auf die Umsetzung der energetischen Anforderungen liefern und zudem das ausführende Gewerbe auch weiter anhalten auf eine fachgerechte Umsetzung zu achten. Aus dem beabsichtigt zu kontrollierendem Gebäudepool, kann jedem Gebäude zufällig ein Prüfpaket zugewiesen werden, so dass die unterschiedlichen Aspekte aller 27 Merkmale über alle Gebäude hinweg überprüft werden können. Stellt der Kontrolleur eine Unstimmigkeit fest, so kann es im Nachgang erforderlich sein, dass der Verantwortliche einen Nachweis zu verschiedenen Details erbringt. Mit der Durchführung mehrerer Kontrollen und der Anwendung verschiedener Pakete erhält man ein Querschnittsergebnis.

- **Paket 1:** Vor-Ort-Termin in einer frühen Bauphase
Überprüfung baulicher Aspekte, wie B1, B2, B3, B4, B5, L4
- **Paket 2:** Vor-Ort-Termin in einer Zwischenbauphase
Überprüfung baulicher und technischer Aspekte, wie B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B14, L1, L2, L3, H1, H2, H3, H4, H6
- **Paket 3:** Vor-Ort-Termin nach Fertigstellung des Gebäudes
Überprüfung baulicher und technischer Aspekte, wie B15, L1, L2, L3, L4, H1 bis H8



Beispiel: während Gebäude A gemäß dem Paket 1 kontrolliert wird, also sich auf die Bauausführungen in einer frühen Bauphase konzentriert, bezieht sich die Überprüfung von Gebäude B auf das Paket 3 und somit auf die Elemente, die nach Fertigstellung kontrollierbar und einsehbar sind.

Kontrollkriterien energieeffizienter Neubau

Tabelle 1: Zusammenfassung der erforderlichen baulichen, Lüftungstechnischen und Heizungstechnischen Vorgaben – Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Zeitpunkt der Prüfung	Prüfungsumfang	Art der Prüfung	Mögliche Datenherkunft
B01	Dämmung unterhalb der Bodenplatte	nach Fertigstellung der Dämmmaßnahme; vor dem Gießen der Bodenplatte.	Dämmstoffdicke; Material	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool
B02	Randdämmung	bei horizontaler Randdämmung vor dem Gießen der Bodenplatte; bei vertikaler Randdämmung vor Erdreichanschüttung.	Dämmstoffdicke; Material	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool hier ist eine separate Berechnung außerhalb des LuxEeB-H-tools erforderlich
B03	Dämmung oberhalb der Bodenplatte	vor Einbringung des Estrichs; bei Einbringung eines Vorestrichs mit wärmedämmender Funktion (z. B. Schaum- oder Schüttdämmungen) ist diese ebenfalls vor Einbringung der 2 Dämmebene zu prüfen.	Dämmstoffdicke; Material	Dämmstoffdicke messen (ggf. mit Zollstock im Randbereich); technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool
B04	Dämmung der Kellerdecke	nach Fertigstellung der Dämmmaßnahme; bei Abhangdecken, vor Fertigstellung der Abhangdecke.	Dämmstoffdicke; Material	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool
B05	Bauteile gegen Erdreich	nach Fertigstellung der Dämmmaßnahme, vor Anbringung der Noppenbahn bzw. Abdichtmaßnahmen.	Dämmstoffdicke; Material	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool
B06	Fassadendämmung WDVS	nach Anbringung der Dämmung, bestenfalls vor Anbringung des Armierungsputzes	Dämmstoffdicke; Material; bei Kombination mit einem Wärmedämmstein ist dieser zusätzlich einzubeziehen	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool
B07	Fassadendämmung bei hinterlüfteten Fassaden	nach Anbringung der Dämmplatten; vor Anbringung der Fassadenbekleidung	Dämmstoffdicke; Material; bei Kombination mit einem Wärmedämmstein ist dieser einzubeziehen; zu überprüfen ist, ob das verwendete Befestigungssystem in der U-Wert-Berechnung berücksichtigt ist	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation; technischer Beschrieb des Befestigungssystems	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool hier zusätzlich überprüfen ob das Befestigungssystem einbezogen wurde
B08	Leichtbaukonstruktionen	nach Aufstellung der Konstruktionen mit wärmetechnischen Eigenschaften; nach Einbringung des Dämmstoffs	Dämmstoffdicke; Material; vorhandene Schichtfolge; Holz-/Sparrenanteil	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool

Überprüfung der baupraktischen Umsetzung energetischer Anforderungen aus dem Energiepass

B09	Flachdachdämmung	Warmdach: vor Anbringung der Abdichtung; Kaltdach: vor Anbringung des Schutzfließes	Dämmstoffdicke; Material; Einbauart; bei Umkehrdach prüfen ob U-Wert in Energiepass entsprechend korrigiert wurde	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool bei Gefälledämmung und Umkehrdach ist eine separate Berechnung außerhalb des LuxEeB-H-tools erforderlich
B10	Schrägdach	vor Anbringung der Dachbekleidung; bei Auf-, bzw. Untersparrendämmung ist eine gesonderte Prüfung dieser Schicht durchzuführen	Dämmstoffdicke; Material	Dämmstoffdicke messen; technische Unterlagen der Dämmung prüfen (z.B. λ -Wert); Fotodokumentation	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool
B11	Überprüfung der Fensterqualität (idem. Türen und Garagentore)	nach Fertigstellung	Rahmenmaterial; Scheibenanzahl; Einbausituation; bei Berücksichtigung von Wärmebrücken: umseitige Überdämmung des Rahmens, ggf. Befestigung des Rahmens	Technische Unterlagen des Glases prüfen (z.B. U-Wert, g-Wert) des Rahmens (z.B. Breite, U-Wert) und des Rahmenverbunds (z.B. ψ -Wert), ggf. Anschlussdetail (Wärmebrücken)	U-Wert-Berechnung LuxEeB-H-tool oder separate Berechnung; bei Berücksichtigung von Einbausituationen separate Konstruktionsdetails bzw. Wärmebrückennachweis
B12	Überprüfung der Luftdichtheit	spätestens nach Abschluss sämtlicher Bauarbeiten, sofern nach RGD 2007 ein Test gefordert wird	Luftdichtheitswert n_{50}	Blower Door Test nach Vorgabe des RGD 2007	Nachweis der Anforderungen (2. Planungsdaten), n_{50} -Wert, Vergleich mit Messergebnis
B13	Überprüfung der Wärmebrücken	<i>aufwändig zu überprüfen:</i> während der Bauphase; in Etappen für die wesentlichen Anschlussdetails: Kellerwand zu Bodenplatte; Außenwand zu Bodenplatte; Einbindende Geschossdecken; Fensteranschlüsse; Einbau Rollladenkasten; Dachanschlüsse; auskragende Bauteile wie Balkone, ...	a) bei Vorhandensein einer Wärmebrückenberechnung: Vergleich der Ausführungen mit den Konstruktionsdetails der Berechnung. b) bei Nutzung des pauschalen Zuschlags $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$: Vergleich Ausführung der Anschlussdetails gemäß DIN 4108 Beiblatt 2	Sichtprüfung, ggf. Fotodokumentation	Nachweis der Anforderungen (2. Planungsdaten und 5. weitere energiebezogene Merkmale), Zusätzliche Unterlagen zum LuxEeB-H-tool Ausdruck sind erforderlich
B14	Überprüfung der Wärmedämm- und Luftdichtheitsebene	während der Bauphase und nach Abschluss der Bauarbeiten	Vergleich mit der im Energiepass angegebenen Wärmedämm- und Luftdichtheitsebene	Sichtprüfung; Fotodokumentation	Dem CPE beiliegende Pläne mit eingetragener Luft- und Wärmedämmebene
B15	Sommerlicher Wärmeschutz	nach Abschluss der Bauarbeiten	Überprüfung der installierten Sonnenschutzsysteme (Raffstores, Rollläden, ...)	Sichtprüfung; Fotodokumentation	Nachweis der Anforderungen (5. weitere energiebezogene Merkmale), Angaben zum Sonnenschutz

Tabelle 2: Zusammenfassung der erforderlichen baulichen, Lüftungstechnischen und heizungstechnischen Vorgaben – Lüftungsanlagen

Nr.	Bezeichnung	Zeitpunkt der Prüfung	Prüfungsumfang	Art der Prüfung	Datenherkunft
L01	Lüftungsanlage - Thermische Effizienz	nach Fertigstellung	Datenblatt und Typenschild des Lüftungsgeräts; Wärmebereitstellungsgrad	Sichtprüfung; Prüfung der technischen Dokumentation; Fotodokumentation	Nachweis der Anforderungen (2. Planungsdaten), Nutzungsgrad WRG Lüftung; LuxEeB-H-tool Blatt "Berechnung des energetischen Luftwechsels"
L02	Lüftungsanlage - Elektrische Effizienz	nach Fertigstellung	Datenblatt und Typenschild des Lüftungsgeräts: Leistungsaufnahme, Volumenstrom	Sichtprüfung; Prüfung der technischen Dokumentation; Fotodokumentation	Nachweis der Anforderungen (2. Planungsdaten), spezifische Leistungsaufnahme; LuxEeB-H-tool Blatt "Berechnung des energetischen Luftwechsels"
L03	Lüftungsanlage - Versorgung	nach Fertigstellung	Einregulierungsprotokoll der Luftmengen und Kontrolle ob alle Räume wie im CPE angegeben mechanisch belüftet sind	Sichtprüfung; Kontrolle Luftauslässe, Prüfung des Messprotokolls	LuxEeB-H-tool Blatt "Energiebezugsfläche" und "Berechnung des energetischen Luftwechsels"
L04	Lüftungsanlage - Erdwärmetauscher	nach Fertigstellung; ggf. bei Rohbauarbeiten (Verlegelänge)	Vorhandensein eines erdreichverlegten Lüftungskanal oder bei einem Sole-basierten System: Vorhandensein eines Wärmetauschers	Sichtprüfung; Prüfung der technischen Dokumentation; Fotodokumentation	LuxEeB-H-tool Blatt "Berechnung des energetischen Luftwechsels": Auswahl Erdwärmetauscher

Überprüfung der baupraktischen Umsetzung energetischer Anforderungen aus dem Energiepass

Tabelle 3: Zusammenfassung der erforderlichen baulichen, lüftungstechnischen und heizungstechnischen Vorgaben – Heizung und Warmwasserbereitung

Nr.	Bezeichnung	Zeitpunkt der Prüfung	Prüfungsumfang	Art der Prüfung	Datenherkunft
H01	Energieträger	nach Fertigstellung	Anschlüsse (Gas, Fernwärme Strom), Brennstofflager	Sichtprüfung; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE, Seite 3
H02	Wärmeerzeuger	nach Fertigstellung	Kontrolle ob der Erzeugertyp den Angaben aus dem CPE entspricht; Überprüfung des Aufstellorts	Sichtprüfung; technische Dokumentation; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE, Seite 3
H03	Solaranlage	nach Fertigstellung	Kontrolle ob eine Solaranlage vorhanden ist und zur Heizungs- und/oder Warmwasserbereitung dient; grober Vergleich der Kollektorfläche und des Puffervolumens mit den Vorgaben des Energiepasses. Überprüfung des Aufstellorts	Sichtprüfung; technische Dokumentation; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE, Seite 3, und LuxEeB-H-tool Blatt "Auswahl der Warmwassererzeugung" Fläche A_c und V_{sol} .
H04	Umwälzpumpen	nach Fertigstellung	Kontrolle ob geregelte Pumpen eingebaut sind	Sichtprüfung; technische Dokumentation; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE, Seite 3, und LuxEeB-H-tool Blatt "Auswahl Heizungsanlagen", Effizienz des Pumpensystems.
H05	Temperaturniveau Wärmeproduktion	nach Fertigstellung	Einregulierungsprotokoll; Vergleich Übergabesysteme (Fußbodenheizung: niedrige Temperatur, Radiatoren: hohe Temperatur), Vorhandensein von Regeleinrichtungen, Mischer, ...	Sichtprüfung; technische Dokumentation; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE, Seite 3, und LuxEeB-H-tool Blätter "Auswahl Heizungsanlagen", "Auswahl Warmwassererzeugung"
H06	Wärmespeicherung (Heizung/TWW/Solar)	nach Fertigstellung	Vorhandensein eines Speichers, Aufstellort; Vergleich mit Angaben im Energiepass	Sichtprüfung; technische Dokumentation; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE: Seite 3, und LuxEeB-H-tool Blätter "Auswahl Heizungsanlagen", "Auswahl Warmwassererzeugung"
H07	Heizungs- und Warmwasser- verteilungen inklusive Zirkulationsleitungen	nach Fertigstellung	Prüfung der Dämmstärke; Überprüfung der Lage (innerhalb oder außerhalb der Dämmebene); Vergleich mit den Angaben im Energiepass	Sichtprüfung; technische Dokumentation; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE, Seite 3, Mindestanforderungen gemäß RGD 2007
H08	Heizungsregelung	nach Fertigstellung	Prüfung ob Thermostatventile und Außentemperaturfühler vorhanden sind; Vergleich mit den Angaben des Energiepass	Sichtprüfung; technische Dokumentation; Fotodokumentation	Vergleich mit Angaben aus dem CPE und LuxEeB-H-tool Blatt "sonstige Parameter", Regelung und Wärmeübergabe