

Interreg



EUROPEAN UNION

Grande Région | Großregion

PtH4GR²ID

Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Teilaktion 4.3

Untersuchung von Sanierungsstrategien

REPORT

Inhaltsverzeichnis

1. Partner der Aktion 4.....	1
2. Ziele der Aktion	1
3. Ansatz	2
4. Resultate und Ausgangslage.....	4
4.1. Datengrundlage	Erreur ! Signet non défini.
4.2. Baualtersklassen und konstruktive Maßnahmen	Erreur ! Signet non défini.
4.3. Sanierungssteckbriefe.....	Erreur ! Signet non défini.
5. Quellen	8

Abbildungen

Abbildung 1: Datengrundlagen Sanierungsstrategien	3
Abbildung 2: Konstruktionsaufbauten der einzelnen Baualterklassen	4
Abbildung 3: Heizwärmebedarf und U-Wert verschiedener Baualterklassen von Einfamilienhäusern in Deutschland	5
Abbildung 4: Zielvorgaben von Referenzgebäuden in den unterschiedlichen Ländern	6
Abbildung 5: Bauteile	7
Abbildung 6: Bauteilertüchtigung	7

1. Partner der Aktion 4

Operative Partner:

- TUK/ARCH (Leiter Teilaktion 4.3);
- TUK/ESEM
- IZES
- ULg/BEMS
- Uni.lu
- BOUYGUES

Methodische Partner:

- EPISCOPE, TABULA
- STATEC
- Insee
- Mikrozensus

2. Ziele der Aktion

Ziele des Teilarbeitspaketes sind

- die Analyse des Gebäudebestandes,
- die Analyse der länderspezifischen Rahmenbedingungen, explizit der Normen und Regelwerke
- die Entwicklung von Sanierungsstrategien für den Gebäudebestand. Die Sanierungsstrategien basieren auf den nationalen und regionalen Energieeinspargesetzen und dienen der im Forschungsprojekt fokussierten Nutzung thermischer Speicherung mittels stromgeführter Wärmepumpen

3. Ansatz

Im ersten Schritt wurden wissenschaftlich verwertbare Typologiestudien und Statistiken zum Gebäudebestand der Großregion gesammelt und im Kontext der Forschungsfrage bewertet. Die TABULA-Studie, die als EU-Projekt unter anderem für den Gebäudebestand in Deutschland, Frankreich und Belgien verfügbar ist, stellte das umfangreichste und detaillierteste Dokument dar. Die hier konstruktiv und energetisch beschriebenen Haustypen sind in den jeweiligen Ländern verfügbar, die Erkenntnisse mussten auf die Großregion übertragen werden.

Es wurden folgend gebäudetypspezifische Sanierungsstrategien entwickelt, die den Betrieb von Wärmepumpen erlauben und gleichermaßen die thermische Wärmespeicherung nutzbar machen.

Country	Resource
Germany France Belgium	Episcopo, Tabula, DENA
Germany	IWU (Institut Wohnen und Umwelt)
France	Pouget Consultants INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques)
Belgium	Vito Statistiques Belgium
Luxemburg	Statec (Institut national de la statistique et des études économiques du Grand-Duché de Luxembourg)

Abbildung 1: Datengrundlagen Sanierungsstrategien

Für diesen Teil des Berichts wurden verschiedene Datenquellen gefunden und verwendet:

- Verschiedene nationale öffentliche Einrichtungen oder statistische Einrichtungen:
 - EPISCOPE, TABULA-Datenbank
 - EnEV 2016
 - PEB
 - Dena – Deutsche Energie-Agentur
 - IWU (Institut Wohnen und Umwelt)
 - Pouget Consultants
 - INSEE
 - Vito
 - Statistiques Belgium
 - STATEC
- REGLEMENTATION THERMIQUE EndFragment pour les Bâtiments Existants
- Règlement grand-ducal du 23 juillet 2016 modifiant concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation
- LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »
- Paquet Banque Climatique et Logement Durable
- Diverse spezialisierte Websites oder Papiere für Gebäude und Energie

4. Resultate

Anschließend werden die Ergebnisse der Analyse der konstruktiven Beschaffenheit der Gebäudetypen in den verschiedenen Ländern, der Analyse der Regelwerke und Normen und die daraus resultierenden Einteilungen der Sanierungsstrategien dargestellt. Die Sanierungsstrategien sind Bauteilertüchtigungen zur Erreichung der U-Wert Zielvorgaben der verschiedenen Länder unter Berücksichtigung des Einbaus einer Wärmepumpe.

4.1. Gebäudetypen, Gebäudealterklassen und ihr konstruktiver Aufbau

Unter Zuhilfenahme der TABULA-Datenbank wurden Gebäude und deren konstruktiver Aufbau für die Länder Deutschland, Belgien und Frankreich erfasst. Dabei wurden drei Typen analysiert: das Einfamilienhaus, das Reihenhaus und das Mehrfamilienhaus. Zudem wurden die Gebäude in Baualterklassen unterteilt. Hierbei handelt es sich um Zeitintervalle welche von Land zu Land variieren, aber einen für das jeweilige Intervall typischen konstruktiven Aufbau besitzen.

	Baualterklasse	Abk. in TRNSYS	Beschreibung in Tabelle	U-Wert [W/m ² K]	Schichten	Schichten in TRNSYS	Schichtdicke [m]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Wärmeleitfähigkeit [kJ/mK]	Wärmeleitfähigkeit [kJ/mK]	Wärmeleitfähigkeit [kJ/mK]	Rohdichte [kg/m ³]	Gesamtdicke [m]	U-Wert [W/m ² K]
Aussenwand	A -1859	De_A_AW	Fachwerk	2,00	Lehm Holzständer	LEHM_DE_A HOLZSTAENDER_DE_A	0,13 0,02	0,59 0,18	2,12 0,65	1 2,4	1400 700	0,150	1,99	
	B 1860 – 1918	De_B_AW	Vollziegel-Mauerwerk	1,70	Vollziegel	VOLLZIEGEL_DE_B	0,24	0,58	2,09	1	1400	0,240	1,71	
	C 1919 – 1948	De_C_AW	Vollziegel-Mauerwerk	1,70	Vollziegel	VOLLZIEGEL_DE_C	0,24	0,58	2,09	1	1400	0,240	1,71	
	D 1949 – 1957	De_D_AW	Zweischaliges Mauerwerk	1,40	Vollziegel Luftschicht Vollziegel	VOLLZIEGEL_DE_D LUFTSCHICHT_018 VOLLZIEGEL_DE_D	0,15 0,02 0,06	0,58 0,58	2,09 2,09	1 0,18 1	1400 1400	0,230	1,40	
	E 1958 – 1968	De_E_AW	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln	1,20	Hohlblocksteinen	HOHLBLOCKSTEINEN_DE_E	0,23	0,35	1,26	1	700	0,230	1,21	
	F 1969 – 1978	De_F_AW	Mauerwerk	1,00	Mauerwerk	MAUERWERK_DE_F	0,29	0,35	1,26	1	650	0,290	1,00	
	G 1979 – 1983	De_G_AW	Mauerwerk aus Leichtlochziegeln / Leichtmörtel	0,80	Leichtlochziegel	LEICHTHOCHLOCHZIEGEL_DE_G	0,38	0,35	1,26	1	650	0,380	0,80	
	H 1984 – 1994	De_H_AW	Mauerwerk aus Porenbetonsteinen / Leichtmörtel	0,50	Porenbetonstein	PORENBETONSTEIN_DE_H	0,2	0,11	0,40	1	350	0,200	0,50	
	I 1995 – 2001	De_I_AW	Zweischaliges Mauerwerk Dämmung 10cm	0,30	Mauerwerk Dämmung Mauerwerk	MAUERWERK_DE_I DAEMMUNG_DE_I MAUERWERK_DE_I	0,38 0,1 0,38	0,68 0,05 0,68	2,45 0,18 2,45	1 1,8 1	1600 100 1600	0,860	0,30	
	J 2002 – 2009	De_J_AW	Zweischaliges Mauerwerk Dämmung 10cm	0,30	Mauerwerk Dämmung Mauerwerk	MAUERWERK_DE_J DAEMMUNG_DE_J MAUERWERK_DE_J	0,38 0,1 0,38	0,68 0,05 0,68	2,45 0,18 2,45	1 1,8 1	1600 100 1600	0,860	0,30	
Dach	A -1859	De_A_Dach	Steildach mit Holzsparren leeres Gefach Raumseitig Putzträger	2,60	Gipskarton Holz Luftschicht Ziegeldach	GIPSKARTON_DE_A HOLZ_DE_A LUFTSCHICHT_016 ZIEGELDACH_DE_A	0,01 0,02 0,02 0,02	0,35 0,13 0,16	1,26 0,47 0,16	1 1,6 0,84	750 500 500	0,08	1,85	
	B 1860 – 1918	De_B_Dach	Steildach mit Holzsparren gefüllt mit Lehmschlag	1,30	Gipskarton Holz Lehm Luftschicht Ziegeldach	GIPSKARTON_DE_B HOLZ_DE_B LEHM_DE_B LUFTSCHICHT_016 ZIEGELDACH_DE_B	0,01 0,02 0,14 0,03 0,02	0,35 0,13 0,59 0,16	1,26 0,47 2,12 0,16	1 1,6 1 0,84	750 500 1400 500	0,215	1,29	
	C 1919 – 1948	De_C_Dach	Steildach mit Holzsparren leeres Gefach Raumseitig Holzfasersplatte	1,40	Holzfaserdämmplatte Holz Luftschicht Ziegeldach	HOLZFASERDAEMMP_DE_C HOLZ_DE_C LUFTSCHICHT_016 ZIEGELDACH_DE_C	0,015 0,03 0,03 0,03	0,07 0,13 0,16	0,25 0,47 0,16	1,7 1,6 0,84	250 500 500	0,09	1,25	
	D 1949 – 1957	De_D_Dach	Steildach mit Holzsparren ausgemauertes Gefach	1,40	Gipskarton Holz Vollziegel Luftschicht Ziegeldach	GIPSKARTON_DE_D HOLZ_DE_D VZIEGEL_DE_D LUFTSCHICHT_016 ZIEGELDACH_DE_D	0,01 0,05 0,04 0,02 0,02	0,35 0,13 0,81 0,16	1,26 0,47 2,92 0,16	1 1,6 1 0,84	750 500 1800 500	0,14	1,22	
	E 1958 – 1968	De_E_Dach	Steildach Dämmung 5cm	0,80	Gipskarton Dämmung Luftschicht Ziegeldach	GIPSKARTON_DE_E DAEMMUNG_DE_E LUFTSCHICHT_016 ZIEGELDACH_DE_E	0,01 0,038 0,03 0,02	0,35 0,05 0,16	1,26 0,18 0,16	1 1,8 1	750 100 1800	0,103	0,82	
	F 1969 – 1978	De_F_Dach	Flechdach Dämmung 6cm	0,50	Beton Dämmung	BETON_DE_F DAEMMUNG04_DE_F	0,45 0,06	2,3 0,04	8,28 0,14	1 0,9	2300 80	0,51	0,54	

Abbildung 2: Konstruktionsaufbauten der einzelnen Baualterklassen in Deutschland

Bei einer diagrammatischen Untersuchung der Gebäude nach U-Wert der Außenwände und Heizwärmebedarf konnte man feststellen, dass eine Einteilung der Sanierungsstrategien in drei Zeitintervalle sinnvoll ist. Diese drei Bereiche haben Ähnlichkeiten im konstruktiven Aufbau, können die Dringlichkeit einer Sanierung angeben und lassen sich mit Ausnahmen in drei Zeitspannen unterteilen: Altersklassen vor der ersten Ölkrise, Altersklassen bis zum Beginn der ersten Energieeinsparverordnungen und folgende Altersklassen.

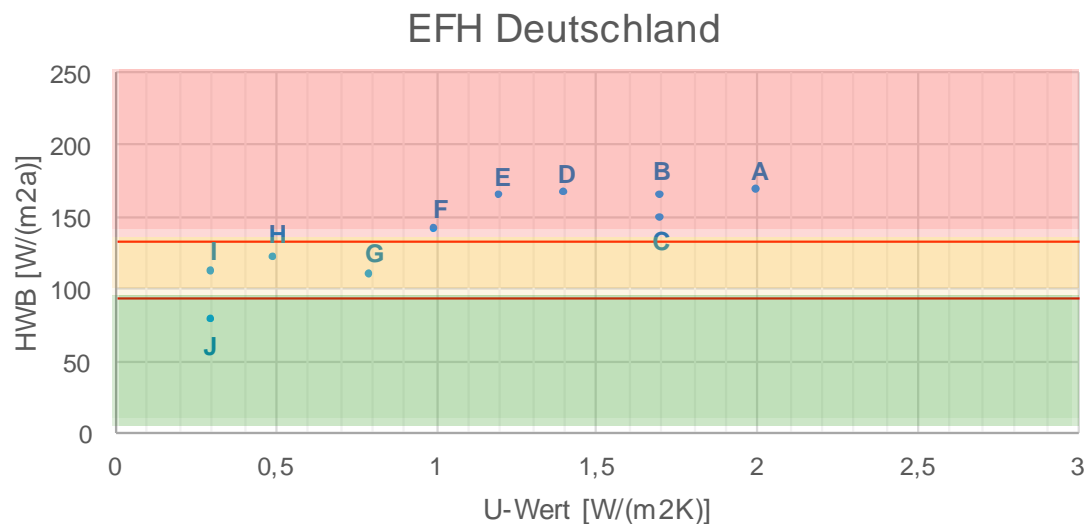


Abbildung 3: Heizwärmebedarf und U-Wert verschiedener Baulterklassen von Einfamilienhäusern in Deutschland

Diese Einteilung ist für Frankreich, Belgien und Deutschland gleich. Sie unterscheidet sich jedoch im Heizwärmebedarf bei Einfamilienhaus, Reihenhaus und Mehrfamilienhaus. Folgende Einteilung wurde dabei vorgenommen:

EFH: über 130 kWh/(m²a), 130 kWh/(m²a) - 95 kWh/(m²a), unter 95 kWh/(m²a)

RH: über 120 kWh/(m²a), 120 kWh/(m²a) - 95 kWh/(m²a), unter 95 kWh/(m²a)

MFH: über 110 kWh/(m²a), 110 kWh/(m²a) - 95 kWh/(m²a), unter 95 kWh/(m²a)

4.2. Regelwerke und Normen

Die Regelwerke und Normen für die Sanierung von Gebäuden sind in den Ländern Deutschland, Frankreich und Belgien unterschiedlich. Eine Vereinheitlichung der Normen ist nicht möglich. Für die Sanierungsstrategien wurden folgende Regelwerke herangezogen:

- für Deutschland die Energieeinsparverordnung 2016, die Standards der Deutschen Energie-Agentur (dena) und die Zielvorgaben der Effizienzhäuser der KfW.
- für Frankreich die von Episcopo und POUGET erstellten Zielvorgaben.
- für Belgien die Vorgaben vom PEB (Performance Energétique des Bâtiments).

Building regulation				Germany	France	Belgium	Luxemburg
Current state of the reference building	Building's envelope	U value	External wall	1,21	0,41	2,45	0,12
			Window	2,83	2,6	2,89	0,81
			Roof	0,79	1,35	3,99	0,108
			Floor	1,08	1,25	2,3	0,155
		g value	Window	0,75	0,69	0,79	0,63
	Source			Tabula	Tabula	SMC project *	atHome.lu
Minimum requirements for refurbishment	Building's envelope	U value	External wall	0,28	0,26	0,24	0,32
			Window	1,3	1,4	1,5	1,5
			Roof	0,2	0,36	0,24	0,25
			Floor	0,35	0,32	0,24	0,4
	g value	Window	0,6		0,62		
Source			EnEv 2016	Episcopo	PEB **	RGD PEB*** 2016	
Requirements for zero-emission house	Building's envelope	U value	External wall	0,13	0,24	0,12	0,13
			Window	0,8	1	0,86	0,9
			Roof	0,12	0,2	0,12	0,11
			Floor	0,23	0,23	0,24	0,17
	...						
Source			dena	Episcopo	PEB **	RGD PEB*** 2016	

Abbildung 4: Zielvorgaben von Referenzgebäuden in den unterschiedlichen Ländern

Hieraus resultieren U-Werte für die verschiedenen Bauteile welche den Sanierungsstrategien zugrunde liegen.

4.3. Sanierungsstrategien

Aufbauend auf den konstruktiven Eigenschaften der Gebäudetypen und den Zielsetzungen der Normen und Regelwerke wurden Sanierungsstrategien entwickelt. Für die Sanierung wurden folgende Bauteile berücksichtigt: das Dach, die Außenwand, die Fenster, die Decke zum Keller und die oberste Geschossdecke.



Abbildung 5: Bauteile

Die Bauteilertüchtigung richtet sich nach den vorher beschriebenen Regelwerken und den konstruktiven Eigenschaften in den Ländern, Baualtersklasse und Typen der Gebäude. Im Regelfall handelt es sich dabei um eine energetische Sanierung mittels Dämmung oder Dämmstein. Die Fenster werden im Regelfall zugunsten eines besseren U-Werts ausgetauscht.

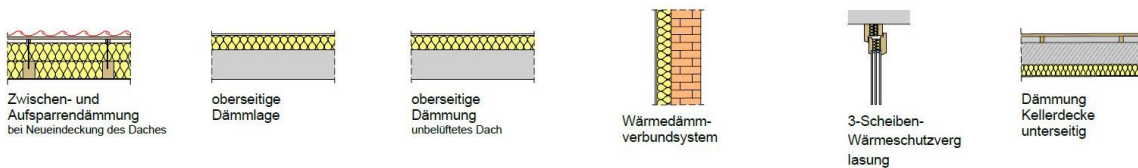


Abbildung 6: Bauteilertüchtigung

5. Quellen

- [1] Tableau des exigences de valeurs U_{max} , unter: <https://energie.wallonie.be/fr/exigences-peb-du-1er-janvier-2017-au-31-decembre-2017.html?IDC=7224&IDD=127140> (abgerufen am 28.01.2019)

- [2] Guide de la renovation energetique et durable des logements en wallonie, unter: <https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/guide-de-la-renovation-energetique-et-durable-des-logements-en-wallonie-chapitre-4-analyse-du-bati.pdf?ID=42042> (abgerufen am 28.01.2019)

- [3] CO-ZEB: Rapport Final (Juni 2013), unter: <https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/cozeb-rapport-final.pdf?ID=28472> (abgerufen am 28.01.2019)

- [4] Rochard, Ulrich; Santhiah, Shantirablan; Brejon, Camille; Chateua le Bras, Maelle, Bâtiments résidentiels - Typologie du parc existant et solutions exemplaires pour la rénovation énergétique en France (2015), S.17, unter: http://episcopo.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/FR_TABULA_TypologyBrochure_Pouget.pdf , S.17

- [5] TABULA WebTool, unter: <http://webtool.building-typology.eu/#bm> (abgerufen am 28.01.2019)

- [6] Diefenbach, Nikolaus und Loga, Martin. "TABULA" - Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern. Institut für Wohnen und Umwelt GmbH . Darmstadt : IWU Institut für Wohnen und Umwelt, 2012.

- [7] DENA Sanierungsstandards, unter: <https://www.dena.de/themenprojekte/energieeffizienz/gebaeude/bauen-und-sanieren/effizienzhaus-datenbank/> (abgerufen am 28.01.19)