

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Studie «Verbaute Dämmungen EPS/XPS»

Zusammenfassender Bericht

Zürich, 02. Februar 2015



Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Luftreinhaltung und Chemikalien, CH-3003 Bern Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
Auftragnehmer	Wüest & Partner AG Alte Börse Bleicherweg 5 CH-8001 Zürich Tel. +41 44 289 90 00 Fax +41 44 289 90 01 mail@wuestundpartner.com www.wuestundpartner.com
Autoren	Fabio Guerra Bernhard Kast
Begleitung BAFU	Dr. Andreas Buser Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien Worblentalstrasse 68 3063 Ittigen
Zeitraum	September - Dezember 2014
Hinweis	Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Wüest & Partner ist ein international tätiges Beratungsunternehmen in den Bereichen Immobilien- und Bauprodukt sowie Raum- und Standortentwicklung. Das multidisziplinär zusammengesetzte Team berät sowohl institutionelle Eigentümer wie Banken, Versicherungen, Immobiliengesellschaften und Immobilienfonds als auch Bauunternehmen, die öffentliche Hand und Private.

Mit umfassenden Dienstleistungen, innovativen Produkten und exklusiven Daten entwickelt Wüest & Partner kundennahe Lösungen und wirkt in vielen Fällen bei deren Umsetzung mit.

Seit seiner Gründung im Jahr 1985 in Zürich steht Wüest & Partner, nicht zuletzt dank seiner Unabhängigkeit, für höchste Qualität. Die Konzentration auf Beratungsleistungen gewährleistet professionelle und neutrale Ergebnisse.

Mit einem rund 100-köpfigen, interdisziplinären Beraterteam verfügt das Unternehmen über eine exzellente Wissensbasis. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stammen aus den Disziplinen Ökonomie, Architektur, Informatik, Ingenieurwesen sowie Sozial- und Naturwissenschaften. Ein internationales Netzwerk von Partnerfirmen und regional gut verankerten Fachpersonen vor Ort ergänzt die in Zürich, Genf, Frankfurt und Berlin stationierten Beraterteams.

Für Kontinuität, Nachhaltigkeit und Unabhängigkeit der Unternehmensleistungen bürgen die siebzehn Partner, die zugleich Eigentümer der Wüest & Partner AG sind: Martin Hofer, Andreas Ammann, Marcel Scherrer, Christoph Zaborowski, Marco Feusi, Andreas Bleisch, Jan Bärthel, Nabil Aziz, Patrick Schnorf, Mario Grubenmann, Patrik Schmid, Gino Fiorentin, Stefan Meier, Hervé Froidevaux, Ronny Haase, Pascal Marazzone Lima und Andreas Keller.

Disclaimer: Die nachfolgenden Daten und Informationen sind ausschliesslich zur Information für den Auftraggeber bestimmt. Der Nutzer dieser Daten und Informationen trägt das Risiko für deren weitere Verwendung. Die Wüest & Partner AG übernimmt für diese Daten und Informationen keine Gewähr. Jede diesbezügliche Haftung ist ausgeschlossen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Auftrag	2
1.3	Gliederung der Ergebnisse	2
1.4	Dokumente	2
2	Methodik	3
2.1	Modellrechnung & Quellen	3
2.2	EKG-Bestandmenge	3
2.3	Bestand nach Sanierungsperiode	4
2.4	Entwicklung der Anteile	4
2.5	Entwicklung der durchschnittliche Dicke	5
2.6	Durchschnittliche Dichte	5
2.7	Berechnungsbeispiel	5
3	Bestand EPS-Dämmungen in der Schweiz	7
4	Bestand XPS-Dämmungen in der Schweiz	9
5	Sensitivität	10

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Im Rahmen der Abschätzung von Umwelteinträgen des Flammschutzmittels Hexabromcyclododecan (HBCDD) benötigt das Bundesamt für Umwelt (BAFU) – Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien – eine Abschätzung der im Gebäudebestand in der Schweiz verbaute EPS- (Expandierter Polystyrol-Hartschaum) und XPS- (Extrudierter Polystyrol-Hartschaum) Wärmedämmungen. Dafür gab es bislang noch keine Zahlen.

Wüest & Partner ist ein im Bau- und Immobilienmarkt spezialisiertes Beratungsunternehmen. Im Rahmen von laufenden Beratungen im Bereich Baumarkt stützt sich die Firma auf interne Kennzahlen und Modellen, wie unter anderem das Gebäudemodell, welches den Gesamtimmobilienpark Schweiz abbildet.

1.2 Auftrag

Das BAFU beauftragt Wüest & Partner mit einer modellbasierten Ermittlung des Schweizer Bestands an EPS- und XPS-Wärmedämmungen. Die Ergebnisse sollen als Grundlagen für weitere Studien von Umwelteinträgen dienen.

1.3 Gliederung der Ergebnisse

- Die Ergebnisse der vorhandenen EPS- und XPS-Mengen werden unterteilt und jeweils in Volumen und Tonnage angegeben.
- Der zeitliche Horizont der Untersuchung beinhaltet per 2012 den Gebäudebestand der Schweiz, differenziert nach Altersklassen.
- Folgende Elementkostengruppen (EKG) werden in diesem Bericht untersucht:
 - D2: Fundament und Bodenplatten
 - E0: Decken und Treppen
 - E1: Dach
 - E3: Aussenwände UG
 - E4: Aussenwände EG und OG

1.4 Dokumente

Beiliegend zum vorliegenden zusammenfassenden Bericht werden als Bestandteil der Studie die tabellarischen und grafischen Ergebnisse im Excel-Format an das BAFU geliefert:

- Hochrechnung EPS/XPS-Dämmungen Schweiz inkl. Hochrechnung für die Bauperiode 2013-2014
- Hochrechnung EPS/XPS-Dämmungen Stadt Zürich inkl. Hochrechnung für die Bauperiode 2013-2014

2 Methodik

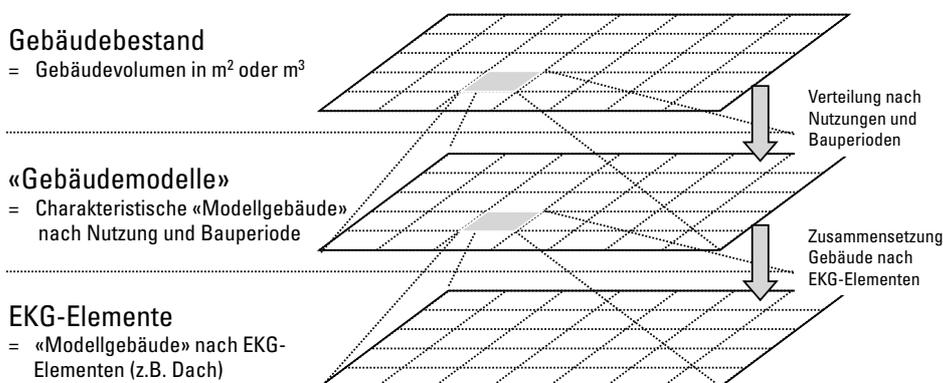
2.1 Modellrechnung & Quellen

Die Modellrechnung erfolgt auf Grundlage eines eigens für diese Studie entwickelten Modells. Zur Berechnung der Ergebnisse werden folgende Parameter hinterlegt:

- **EKG-Bestandmengen** nach Altersklassen und Gebäudenutzung (Quelle: Gebäudemodell Wüest & Partner).
- **Bestand nach Sanierungsperiode**: Als Grundlage für die Ermittlung des Bestandes dienen dabei typische Erneuerungszyklen nach EKG-Element und Nutzung wie ebenfalls eine Ausfallquote bzw. ein Anteil an nicht sanierten Bauelementen berücksichtigt (Quelle: Modell und Kennwerte Wüest & Partner).
- **Entwicklung der Anteile** von EPS- und XPS-Dämmung pro EKG-Gruppe, Bauperiode und Gebäudenutzung (Modell Wüest & Partner; Plausibilisierung mit ausgewählten Experten und Marktteilnehmern).
- **Entwicklung der durchschnittlichen Dicke** der EPS- und XPS-Dämmung pro EKG-Elemente, Bauperiode und Gebäudenutzung (Modell Wüest & Partner; Plausibilisierung mit ausgewählten Experten und Marktteilnehmern).
- **Durchschnittliche Dichte** von EPS und XPS über die gesamte Betrachtungszeit (Annahme Wüest & Partner).

2.2 EKG-Bestandmenge

Die Grundlagen des Modells bilden die EKG-Bestandmengen im Gebäudepark Schweiz, welche über das Gebäudemodell von Wüest & Partner errechnet werden. Die EKG-Bestandmengen werden nach Gebäudenutzungsarten («Wohnen» und «Nicht-Wohnen») sowie Bauperioden ermittelt.



Gebäudemodell Wüest & Partner: Ermittlung des Bestandes nach EKG-Elemente

Insgesamt ergibt sich für die Schweiz per Ende 2012 eine Gesamtfläche von rund 2'100 Mio. Quadratmeter als potenzieller Anwendungsbereich von EPS- oder XPS-Baustoffen. Rund 1'250 Mio. Quadratmeter entfallen auf den Anwendungsbereich von Wärmsolationen (Dach, Fassaden OG/UG, Kellerdecken/Bodenplatten). Die übrige 850 Mio. Quadratmeter befinden sich im Bereich von Decken und Treppen bzw. im Anwendungsbereich von Trittschallisolationen.

Übersicht der Bestandmenge der Schweiz per Ende 2012:

EKG-Bauelement	Bauperiode						TOTAL per 2012
	-1970	1971 -1980	1981 -1990	1991 -2000	2001 -2010	2011 -2012	
Aussenwände EG OG	189'442	42'091	38'903	34'690	37'743	7'872	350'740
Aussenwände UG	62'632	21'512	20'586	18'891	20'619	7'131	151'371
Dach	204'112	51'327	49'830	44'094	40'545	11'900	401'808
Decke und Treppen	378'882	124'223	122'601	112'394	101'641	11'900	851'640
Fundament	156'010	47'213	46'403	41'625	41'482	11'900	344'632

Modellkennwerte: Bestandmenge nach relevanten EKG-Elemente.

2.3 Bestand nach Sanierungsperiode

Das Modell unterscheidet zwischen Neubau und Renovationen. Für die Modellierung des Bestandes nach Sanierungsperiode werden typische Erneuerungszyklen berücksichtigt. Als Grundlagen werden die Kennzahlen des Gebäudemodells von Wüest & Partner angewendet, welche im Rahmen von verschiedenen Baumarktstudien und ermittelt und plausibilisiert werden.

Im Zusammenhang mit der Sanierung sei erwähnt, dass in Gebäuden, welche vor den 1960er- Jahren erstellt wurden, EPS/XPS ausschliesslich in Folge einer Renovation eingebaut wurde, da dieses Material erst ab diesen Zeitpunkt im Bau eingesetzt wurde.

2.4 Entwicklung der Anteile

Ausgehend von der aktuellen Bautätigkeit und der historischen Entwicklung der Marktanteile wird die Entwicklung der Anteile bzw. der Anteil an verbauten EPS- und XPS-Wärmedämmungen modelliert. Als Grundlage für die Bestimmung der Anteile dienen verschiedenen Quellen. Im Aussenbereich (Aussenwände EG/OG und Dach) werden die Kennzahlen primär aufgrund von deklarierten Marktanteilen in den Baubewilligungen und Baugesuchen hergeleitet. Im Innenbereich (Aussenwände UG, Decken sowie Fundament- und Bodenplatten) hingegen basieren die Modellkennzahlen auf Schätzungen von Wüest & Partner, welche mit ausgewählten Experten plausibilisiert wurden.

Ebenfalls mit Experten wurden die Annahmen zur historischen Entwicklung der Anteile vor dem Jahr 2000 plausibilisiert.

2.5 Entwicklung der durchschnittliche Dicke

Die Annahmen zur Entwicklung der durchschnittlichen Dicken wurden ähnlich wie bei den Anteilen ausgehend vom aktuellen Standard sowie separat nach EKG-Element und nach Nutzung getroffen.

Beispiel: Berücksichtigte durchschnittliche Dicke der Dämmungen im Bereich **Neubau / Wohnen:**

EPS-Dämmungen:

Bauelement	Bauperiode					
	1961 -1970	1971 -1980	1981 -1990	1991 -2000	2001 -2010	ab 2011
Aussenwände EG und OG	-	4.00	6.00	9.00	12.00	15.00
Aussenwände UG	-	3.00	5.00	8.00	11.00	14.00
Dach	4.00	8.00	10.00	12.00	16.00	18.00
Decke (Trittschalldämmung)	-	-	2.00	3.00	3.00	3.00
Isolierung der Kellerdecke	-	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00

Modellkennwerte: Durchschnittliche Dicke der verbaute Dämmungen in neuerstellten Wohngebauten

XPS-Dämmungen:

Bauelement	Bauperiode					
	1961 -1970	1971 -1980	1981 -1990	1991 -2000	2001 -2010	ab 2011
Aussenwände EG und OG	-	4.00	6.00	9.00	12.00	15.00
Aussenwände UG	-	3.00	5.00	8.00	11.00	14.00
Dach	4.00	8.00	10.00	12.00	16.00	18.00
Decke (Trittschalldämmung)	-	-	2.00	3.00	3.00	3.00
Bodenplatte	-	4.00	6.00	9.00	12.00	15.00

2.6 Durchschnittliche Dichte

Für die Studie wurden folgenden Kennzahlen angewendet:

- EPS: 0.019 t/m³
- XPS: 0.033 t/m³

2.7 Berechnungsbeispiel

Nachfolgend ist beispielhaft die Modellberechnung für die Elementkostengruppe Aussenwände EG/OG und für EPS dargestellt. Die Berechnung ist für die anderen Elementkostengruppen und für XPS identisch. Das Gebäudemodell von Wüest & Partner liefert zunächst den Gesamtbestand an Quadratmeter der entsprechenden Elementkostengruppe nach Gebäudenutzung und Bauperiode. Im Folgenden wird angenommen, wie viel Prozent des Bestands in welcher Bauperiode saniert bzw. nicht saniert wurde. Die Annahmen variieren sowohl bei den Elementkostengruppen als auch bei den Bauperioden. Im Weiteren werden für die resultierenden, potenziellen Dämmflächen (pro Elementkostengruppe, Bauperiode und Ge-

bäudenutzung) Marktanteile angenommen, d.h. wie viel Prozent aller Flächen (100% = isolierte und nicht isolierte Flächen) entfallen auf EPS bzw. XPS. Die dadurch errechnete effektive EPS-Dämmfläche wird (pro Elementkostengruppe, Bauperiode und Gebäudenutzung) mit der entsprechenden Dämmstärke multipliziert, woraus sich Kubikmeter EPS bzw. XPS generieren. Über den weiteren Faktor Dichte (Tonnen pro Kubikmeter) werden Tonnen EPS bzw. XPS hergeleitet.

Schematische Darstellung: Berechnung verbaute Dämmungen nach:

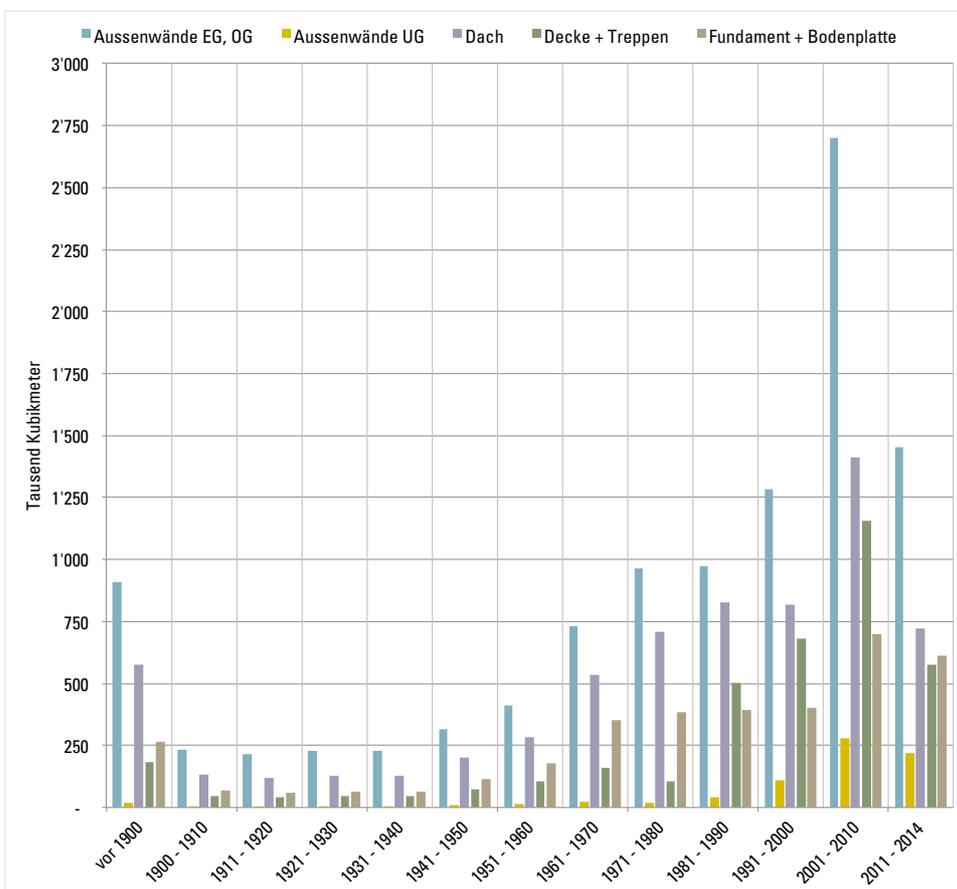
- EPS-/XPS-Dämmungen
- Wohnen/Nicht-Wohnen
- EKG-Element

1 Flächenbestand nach Bauperiode					
		vor 1900 [...]	1991-2000	2001-2010	ab 2012
Gesamtbestand	m2	35'388'677	21'836'773	28'640'668	6'100'816
Original/Neubau					
Erneuert					
	1971-1980				
	1981-1990				
	1991-2000				
	2001-2010				
	ab 2012				
Total					
↓ Bestand EKG in m2					
2 Bestand EPS-Dämmungen					
Marktanteile	%	vor 1900 [...]	1991-2000	2001-2010	ab 2012
Original/Neubau					
Erneuert					
	1971-1980				
	1981-1990				
	1991-2000				
	2001-2010				
	ab 2012				
Flächenbestand					
	m2	vor 1900 [...]	1991-2000	2001-2010	ab 2012
Original/Neubau					
Erneuert					
	1971-1980				
	1981-1990				
	1991-2000				
	2001-2010				
	ab 2012				
TOTAL					
↓ Bestand Dämmungen in m2					
x Marktanteile					
Ø Dicke	m	vor 1900 [...]	1991-2000	2001-2010	ab 2012
Original/Neubau					
Erneuert					
	1971-1980				
	1981-1990				
	1991-2000				
	2001-2010				
	ab 2012				
Volumenbestand					
	m3	vor 1900 [...]	1991-2000	2001-2010	ab 2012
Neubau					
Erneuerung					
	1971-1980				
	1981-1990				
	1991-2000				
	2001-2010				
	ab 2012				
TOTAL					
↓ Volumenbestand in m3 (Umrechnung in t)					

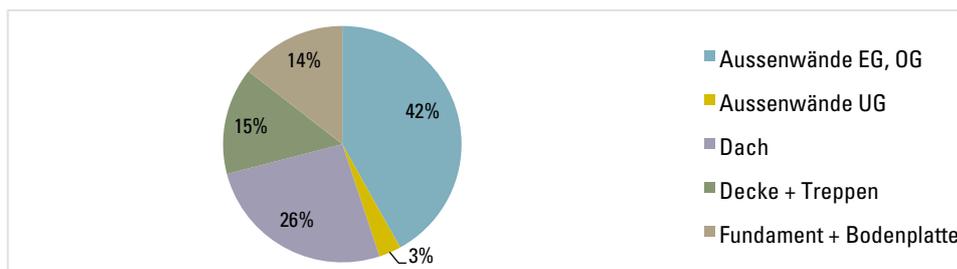
3 Bestand EPS-Dämmungen in der Schweiz

Ergebnisse nach EKG-Elementen und Gebäudeperiode:

Die Ergebnisse werden in zeitlicher Hinsicht nach der zugehörigen Gebäudeperiode dargestellt, d.h. die jeweilige Bestandsmenge bezieht sich auf das Baujahr des Gebäudes und nicht auf den Zeitpunkt des Einbaus oder der Sanierung der Dämmung. Demzufolge sind beispielsweise die im Jahr 2013 angegebenen Mengen dem Neubau zuzuordnen. Die Flächen eines im Jahr 1910 erstellten und 2013 sanierten Gebäudes werden in der Periode 1900-1920 aufgeführt.



In tausend Kubikmeter



Verteilung Bestand Total für Kubikmeter bzw. Tonnen nach EKG

In tausend Kubikmeter

Elementkostengruppe	vor 1900	1900 - 1920	1921 - 1946	1947 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2012	Total	2013	2014	Total
Aussenwände EG, OG	910	450	589	577	732	963	974	1'283	2'701	716	9'894	366	373	10'633
Aussenwände UG	19	12	15	22	23	18	43	112	279	115	658	53	54	765
Dach	575	254	337	398	536	709	825	819	1'414	369	6'238	174	178	6'591
Decke + Treppen	182	89	118	146	159	106	501	679	1'158	154	3'291	208	214	3'713
Fundament + Bodenplatte	264	129	172	250	350	386	395	401	698	321	3'365	143	147	3'655
Total	1'950	934	1'231	1'392	1'800	2'182	2'737	3'295	6'250	1'676	23'447	945	966	25'357

In Tonnen

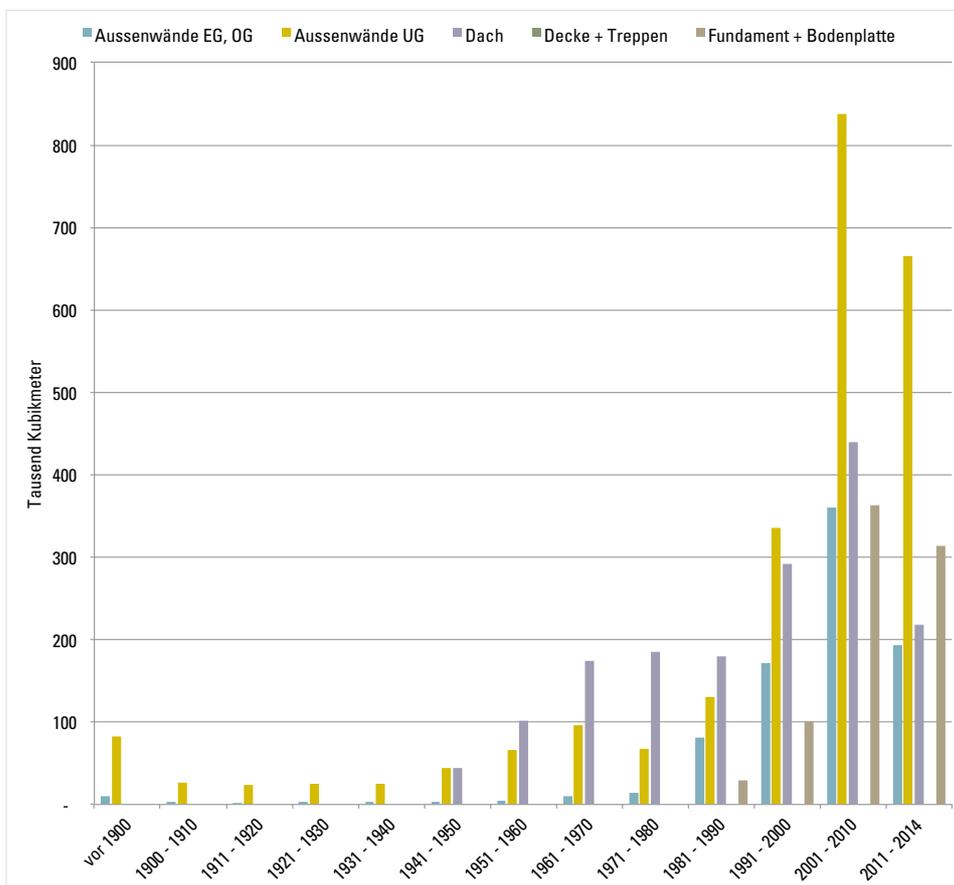
Elementkostengruppe	vor 1900	1900 - 1920	1921 - 1946	1947 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2012	Total	2013	2014	Total
Aussenwände EG, OG	17'281	8'541	11'191	10'969	13'913	18'299	18'498	24'383	51'310	13'608	187'995	6'946	7'092	202'033
Aussenwände UG	370	227	292	411	443	338	811	2'126	5'307	2'181	12'506	1'004	1'025	14'535
Dach	10'932	4'834	6'409	7'566	10'180	13'480	15'675	15'568	26'865	7'020	118'529	3'315	3'388	125'231
Decke + Treppen	3'452	1'689	2'243	2'765	3'018	2'016	9'521	12'896	22'004	2'925	62'530	3'960	4'060	70'550
Fundament + Bodenplatte	5'016	2'446	3'262	4'741	6'650	7'331	7'503	7'626	13'255	6'105	63'934	2'724	2'786	69'443
Total	37'050	17'737	23'397	26'452	34'204	41'463	52'008	62'599	118'742	31'840	445'493	17'948	18'350	481'791

Die Berechnung der Mengen bis zum Jahr 2012 basiert auf Bestandsdaten (Bestand Flächen EKG-Elemente). Für die Jahre 2013 und insbesondere 2014 liegen noch keine Bestandsdaten vor. Die für diese Jahre angegebenen Mengen sind als Hochrechnung zu verstehen, welche im Wesentlichen auf der Entwicklung der Bauinvestitionen basiert.

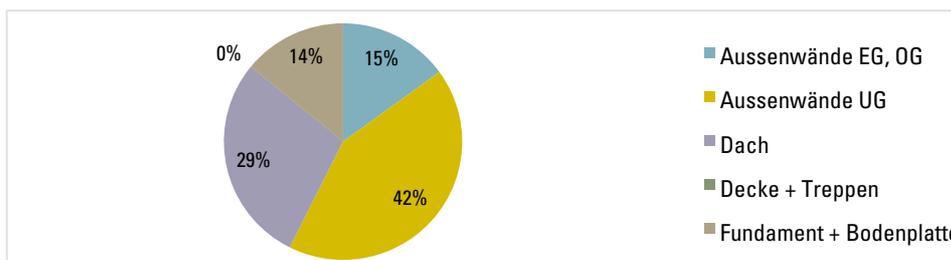
4 Bestand XPS-Dämmungen in der Schweiz

Ergebnisse nach EKG-Elementen und Gebäudeperiode:

Die Ergebnisse werden in zeitlicher Hinsicht nach der zugehörigen Gebäudeperiode dargestellt, d.h. die jeweilige Bestandsmenge bezieht sich auf das Baujahr des Gebäudes und nicht auf den Zeitpunkt des Einbaus oder der Sanierung der Dämmung. Demzufolge sind beispielsweise die im Jahr 2013 angegebenen Mengen dem Neubau zuzuordnen. Die Flächen eines im Jahr 1910 erstellten und 2013 sanierten Gebäudes werden in der Periode 1900-1920 aufgeführt.



In tausend
Kubikmeter



Verteilung Bestand
Total für **Kubikmeter bzw. Tonnen**
nach EKG

In tausend Kubikmeter

Elementkostengruppe	vor 1900	1900 - 1920	1921 - 1946	1947 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2012	Total	2013	2014	Total
Aussenwände EG, OG	10	5	7	6	9	14	81	171	360	95	759	49	50	857
Aussenwände UG	83	51	66	92	96	67	131	336	838	344	2'104	159	162	2'424
Dach	-	-	-	143	174	185	180	292	440	107	1'522	55	56	1'632
Decke + Treppen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundament + Bodenplatte	-	-	-	-	-	-	29	100	363	154	646	79	81	805
Total	93	56	72	241	280	266	420	899	2'001	701	5'030	341	348	5'719

In Tonnen

Elementkostengruppe	vor 1900	1900 - 1920	1921 - 1946	1947 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2012	Total	2013	2014	Total
Aussenwände EG, OG	332	164	215	211	313	447	2'672	5'646	11'882	3'151	25'034	1'609	1'642	28'285
Aussenwände UG	2'741	1'685	2'167	3'044	3'170	2'216	4'310	11'075	27'654	11'366	69'429	5'232	5'339	80'000
Dach	-	-	-	4'713	5'757	6'105	5'942	9'643	14'520	3'534	50'214	1'801	1'842	53'857
Decke + Treppen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundament + Bodenplatte	-	-	-	-	-	-	949	3'294	11'984	5'081	21'308	2'602	2'668	26'578
Total	3'073	1'849	2'382	7'968	9'240	8'768	13'873	29'658	66'041	23'132	165'985	11'244	11'491	188'720

Die Berechnung der Mengen bis zum Jahr 2012 basiert auf Bestandsdaten (Bestand Flächen EKG-Elemente). Für die Jahre 2013 und insbesondere 2014 liegen noch keine Bestandsdaten vor. Die für diese Jahre angegebenen Mengen sind als Hochrechnung zu verstehen, welche im Wesentlichen auf der Entwicklung der Bauinvestitionen basiert.

5 Sensitivität

Das Berechnungsmodell wurde einer Sensitivitätsanalyse unterzogen, wobei die wesentlichen Faktoren Lebenszyklus der Bauteile, Dicke der Dämmung und die Marktanteile untersucht wurden. Bei einer Variation des Lebenszyklus von +/- 10 Jahren bewegt sich das Total des Bestands zwischen -5 Prozent und 2 Prozent. Die Faktoren Dicke und Marktanteile sind auch mathematisch als solche zu sehen, d.h. bei einer Veränderung der Faktoren um +/- 10% verändert sich der Bestand fast genau um den entsprechenden Faktor.

Im Zuge der Sensitivität sei auch die Kalibrierung des Modells durch Marktdaten erwähnt. Mit den Angaben des EPS-Verbands Schweiz zu den Absatzzahlen von EPS im Jahr 2013 sowie nach Rücksprache mit XPS-Produzenten zu den Absatzzahlen von XPS konnte das Modell zusätzlich plausibilisiert werden.