

Graue Energie und Graue Treibhausgasemissionen von Instandsetzungen

Yvonne, Fürer, yvonne.fuerer@zuerich.ch

Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Lindenhofstrasse 21, Postfach, 8021 Zürich
www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen

Zusammenfassung

Abstract

Résumé

Mit der massiven Senkung der Wärme für die Raumheizung und der Umstellung auf erneuerbare Energieträger erlangt die Erstellungsenergie der eingesetzten Baumaterialien eine vergleichbar grosse Bedeutung. Bei der Gegenüberstellung mit der Raumheizung können vor allem die Grauen Treibhausgasemissionen, beispielsweise im Falle einer Wärmepumpe, massiv grösser sein. Obwohl auch umfassende Instandsetzungen nur etwa die Hälfte der Erstellungsenergie von Neubauten benötigen, ist diese relevant für die 2000-Watt-Gesellschaft. Aus diesen Gründen ist es wichtig, dass bereits bei der Objektstrategie, entgegen der heutigen Praxis, die Raumheizung im Zusammenhang mit der Grauen Energie und den Grauen Treibhausgasemissionen beurteilt wird. Die Resultate von fünf Fallbeispielen zeigen, dass die Stellschrauben beim Flächenverhältnis des «vom Umbau betroffenen» Bauteiles und dessen Kennwert liegen. Die grössten Beiträge liefern typischerweise die Haustechnik, die Fenster, die Aussenwände und die Dächer. Dabei sind nicht die Wärmedämmungen, sondern die Konstruktionsweise und die Verkleidung die energieintensiven Parameter.

Due to the massive reduction in heating requirements and the changeover to renewable energy sources, grey energy has attained a comparatively greater importance. When making a comparison with room heating, grey greenhouse gas emissions in particular can be considerably higher, carried out, for example, on a heat pump. Although comprehensive repair and refurbishment require only about half as much grey energy as a new building construction, it is still a relevant factor for the 2000 Watt society. Therefore, contrary to current practice, it is important that during the construction strategy phase the room heating concept is already assessed in connection with grey energy and grey greenhouse gas emissions. The results from 5 typical examples show that the factors can be attributed to the proportions and characteristics of the building section affected by the refurbishment. Typically the largest contributors are technical building service equipment (HVAC), windows, outer walls and roof. In all these cases the type of construction and facing are the highest energy-intensive parameters and not the thermal insulation.

1. Ausgangslage

1.1 Der Effizienzpfad Energie als Baustandard der 2000-Watt-Gesellschaft

Die 2000-Watt-Gesellschaft betrachtet die gesamte Primärenergie und die Treibhausgasemissionen aus allen Verbrauchssektoren der Schweiz und definiert im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung als langfristiges Ziel eine Primärenergiedauerleistung von 2000 Watt und die jährliche Emission von 1 Tonne Treibhausgasen pro Person. Für den Gebäudebereich definiert das SIA-Merkblatt 2040 Effizienzpfad Energie [2] (in Vernehmlassung Mai 2010) die Voraussetzungen, wie sich dieser – als der bedeutendste Verbrauchssektor der Schweiz – in Richtung einer 2000-Watt-Gesellschaft bewegen kann.

Dabei werden alle durch das Gebäude bedingten Energieflüsse betrachtet. Dies sind die Primärenergie gesamt, Primärenergie nicht erneuerbar und die Treibhausgasemissionen der Erstellung, des Betriebs (Wärme, Lüftung/Klima, Beleuchtung und Betriebseinrichtungen) und der Mobilität. Für alle drei Bereiche werden im Effizienzpfad Richtwerte für Neubauten und Instandsetzungen für die Nutzungskategorien Wohnen, Büro und Schulen definiert.

1.2 Die Relevanz der Erstellungsenergie

Die Richtwerte für die Erstellungsenergie¹ gemäss SIA-Merkblatt 2040 Effizienzpfad Energie [1] machen bei der Primärenergie gesamt und nicht erneuerbar² einen Anteil von 10 bis 28 %, bei den Treibhausgasemissionen sogar 30 bis 53 %, je nach Gebäudekategorie, Um- oder Neubau aus. Dies zeigt die Relevanz der Erstellungsenergie. Um die 2000-Watt-Kompatibilität zu erreichen ist es also unumgänglich, neben der Mobilitätsenergie und der Betriebsenergie auch die Erstellungsenergie mit einzubeziehen und zu optimieren.

Heute wird mit der Anwendung der ECO-BKP Merkblätter [5] (bei Instandsetzungen und Neubauten) oder des Minergie-ECO®-Labels [6] (nur bei Neubauten) des Vereins Minergie die Graue Energie bereits gezielt reduziert. In diesen Beurteilungen spielt der Energieinhalt der Baumaterialien eine wichtige Rolle. Eine Detailberechnung der Erstellungsenergie über das gesamte Gebäude, inkl. der Grauen Treibhausgasemissionen, ist jedoch nicht verbreitet. Im Gegensatz zur Heizwärmebedarfsberechnung nach SIA 380/1 wird die Berechnung der Erstellungsenergie nicht gesetzlich gefordert, es gibt somit keine einzuhaltenden Grenzwerte, obwohl die Relevanz der Erstellungsenergie hoch ist.

1.3 Neubauten - Instandsetzungen

Die Instandsetzung ist bei der Erstellungsenergie entsprechend dem Richtwert des Effizienzpfades Energie [1] etwa halb so hoch wie die eines Neubaus. Ist eine gute Ausnutzung des Grundstückes mit der energetischen Instandsetzung einer kompakten Bausubstanz mit hohem Nutzwert möglich, kann die 2000-Watt-Kompatibilität unter Umständen einfacher erreicht werden als mit einem Neubau. Ist dies nicht der Fall, ist der Ersatzneubau aus energetischer Sicht möglicherweise die sinnvollere Strategie. Aus diesen Gründen ist es wichtig, dass bereits bei der Objektstrategie, entgegen der heutigen Praxis, die Wärme für die Raumheizung im Zusammenhang mit der Erstellungsenergie beurteilt wird. Ohne eine Beurteilung des jeweiligen Bauvorhabens kann jedoch unmöglich ein pauschaler Schluss gezogen werden, ob der Neubau oder die Instandsetzung die richtige Strategie ist. Dazu ist, wie in der Broschüre Instandsetzungen [3] unter «Nachhaltige Erneuerungsstrategie und 2000-Watt-Ziele», erwähnt die umfassende Sicht der Nachhaltigkeit in den Bereichen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt notwendig.

1.4 Ziel

Anhand der Fallbeispiele soll für Instandsetzungen aufgezeigt werden, wo die Stellschrauben zur Reduktion der Grauen Energie und der Grauen Treibhausgasemissionen in den Gebäuden liegen

¹ Die Erstellungsenergie ist der Überbegriff, der im Effizienzpfad Energie für die Primärenergie gesamt, die Primärenergie nicht erneuerbar und Graue Treibhausgasemissionen welche bei der Herstellung, Ersatzinvestitionen und Entsorgung von Baumaterialien benötigt werden.

² Die Primärenergie nicht erneuerbar für die Erstellung wird im SIA Merkblatt 2032 als Graue Energie bezeichnet.

und welche Relevanz sie im Vergleich zur Raumheizung³ haben. Dies könnte erste Ansätze für eine einfache Berechnungsmethode für die Phasen Studien und Vorprojekt bieten. Zudem interessiert, wie die Erstellungenergie eines Bauelements beeinflusst wird. Dabei wird auf die Eigenheiten der Berechnung von Instandsetzungen eingegangen. Es interessieren der Einfluss der Eingriffstiefe und insbesondere die methodischen Fragen, die sich in der Anwendung der Berechnungsmethode aus dem SIA Merkblatt 2032 Graue Energie [1] ergeben.

2. Vorgehen

2.1 Methodik

Im SIA-Merkblatt 2032 Graue Energie [1] ist die Methodik für die Ermittlung der Grauen Energie und der Grauen Treibhausgasemissionen für Neubauten und Instandsetzungen definiert. Die Berechnung erfolgt nach einheitlichen Grundsätzen (Bilanzgrenzen, Methoden, Amortisationszeit). Die Gebäude werden mit Elementen gemäss dem neuen e-BKP(H) des CRB beschrieben. In dieser Arbeit wurden die Elemente im Unterschied zum SIA-Merkblatt 2032 Graue Energie [1] gemäss der Elementkostengliederung EKG [7] zusammengestellt. Das SIA-Merkblatt 2040 Effizienzpfad Energie [1] betrachtet zusätzlich die Primärenergie gesamt.

Für fünf Instandsetzungen wird die Erstellungenergie ermittelt. Dabei sind die massgebenden Kenngrössen die Primärenergie nicht erneuerbar und Graue Treibhausgasemissionen. Die Fallbeispiele umfassen die Nutzungen Schule, Altersheim und Mehrfamilienhaus. Die Auswertung umfasst insbesondere die folgenden Stellschrauben: Grösse und Kompaktheit des Gebäudes, Ausmass der «vom Umbau betroffen» Bauelemente (Eingriffstiefe) und Materialisierung.

2.2 Fallbeispiele

Instandsetzung und Aufstockung Wohnsiedlung Glatt I (Block D)



Abbildung 1 Visualisierung der sanierten Wohnblöcke (Bauart)

Angestrebter Standard:	Minergie-P-Modernisierung
Gebäudehüllzahl:	1.46
Fensteranteil A_w/A_E :	17.3 %
Geschossfläche:	1'500 m ²
Energiebezugsfläche:	1'369 m ²
Q_h mit eff. Lüftung:	53 MJ/m ²
Raumheizung:	Fernwärme KVA

Instandsetzung Wohnsiedlung Paradies (Haus B)



Abbildung 2 Aussenraum der unsanierten Wohnblöcke

Angestrebter Standard:	Minergie-Modernisierung
Gebäudehüllzahl:	1.04
Fensteranteil A_w/A_E :	17.2 %
Geschossfläche:	3'290 m ²
Energiebezugsfläche:	2'894 m ²
Q_h mit eff. Lüftung:	77 MJ/m ²
Raumheizung:	Wärmepumpe Sole

³ Als Raumheizung wird der mit dem Primärenergiefaktor bzw. dem Treibhausgasemissionsfaktor multiplizierte Endenergiebedarf für die Heizwärme bezeichnet.

Instandsetzung Altersheim Dorflinde



Abbildung 3 Visualisierung Südfassade der Überbauung Dorflinde

Angestrebter Standard:	Minergie-Neubau
Gebäudehüllzahl:	0.70
Fensteranteil A_w/A_E :	9.9 %
Geschossfläche:	10'533 m ²
Energiebezugsfläche:	9'843 m ²
Q_h mit eff. Lüftung:	88 MJ/m ²
Raumheizung:	Fernwärme KVA

Instandsetzung Schulhaus Milchbuck



Abbildung 4 Ansicht Südfassade der Überbauung (Walter Mair)

Erreichter Standard:	Minergie-Modernisierung
Gebäudehüllzahl:	1.06
Fensteranteil A_w/A_E :	16 %
Geschossfläche:	9'595 m ²
Energiebezugsfläche:	8'033 m ²
Q_h mit eff. Lüftung:	239 MJ/m ²
Raumheizung:	Holzpellets

Instandsetzung Schulhaus Holderbach



Abbildung 5 Ansicht der sanierten Schulgebäude (Foto: Beat Bühler)

Erreichter Standard:	Minergie-Modernisierung
Gebäudehüllzahl:	2.29
Fensteranteil A_w/A_E :	29 %
Geschossfläche:	3'800 m ²
Energiebezugsfläche:	3'057 m ²
Q_h mit eff. Lüftung:	300 MJ/m ²
Raumheizung:	Wärmepumpe Sole

3. Resultate

Bei den Fallbeispielen sind die Werte der Primärenergie nicht erneuerbar, auch Graue Energie genannt, in der gleichen Grössenordnung wie die Richtwerte des Effizienzpfades Energie [1]. Eine Ausnahme bildet das Schulhaus Holderbach mit den höchsten Werten. Die Grauen Treibhausgasemissionen werden von allen Projekten ausser Holderbach und Paradies unterschritten. Dies zeigt, dass die Richtwerte bei diesen Instandsetzungen trotz der grossen Eingriffstiefe dank der ökologischen Materialwahl nach den ECO-BKP Merkblättern [5] bereits heute erreichbar sind. Die Raumheizung ist, wieder mit Ausnahme von Holderbach, in der gleichen Grössenordnung wie die Grauen Energie. Gut ersichtlich in den folgenden Abbildungen ist, dass die Grauen Treibhausgasemissionen im Verhältnis zur Raumheizung höher sind, als dieselben Verhältnisse bei der Grauen Energie. Dies zeigt, dass in diesem Vergleich die Betrachtung der Treibhausgasemissionen sogar noch relevanter ist. Diese Tatsache ist besonders markant bei der Wohnsiedlung Paradies und beim Schulhaus Holderbach, die beide mit einer Sole Wärmepumpe betrieben werden. Diese Wärmeerzeugung ist aufwändig in der Erstellung, im Betrieb hingegen sind die Treibhausgasemissionen tief.

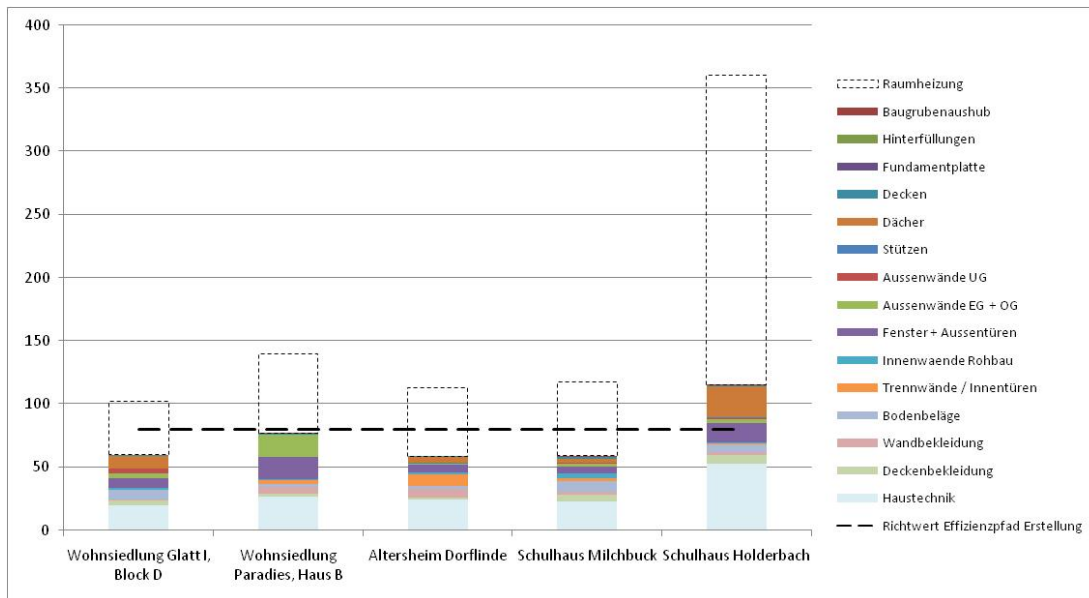


Abbildung 6 Graue Energie (= Primärenergie nicht erneuerbar der Erstellung) im Vergleich zur Raumheizung, MJ/m²

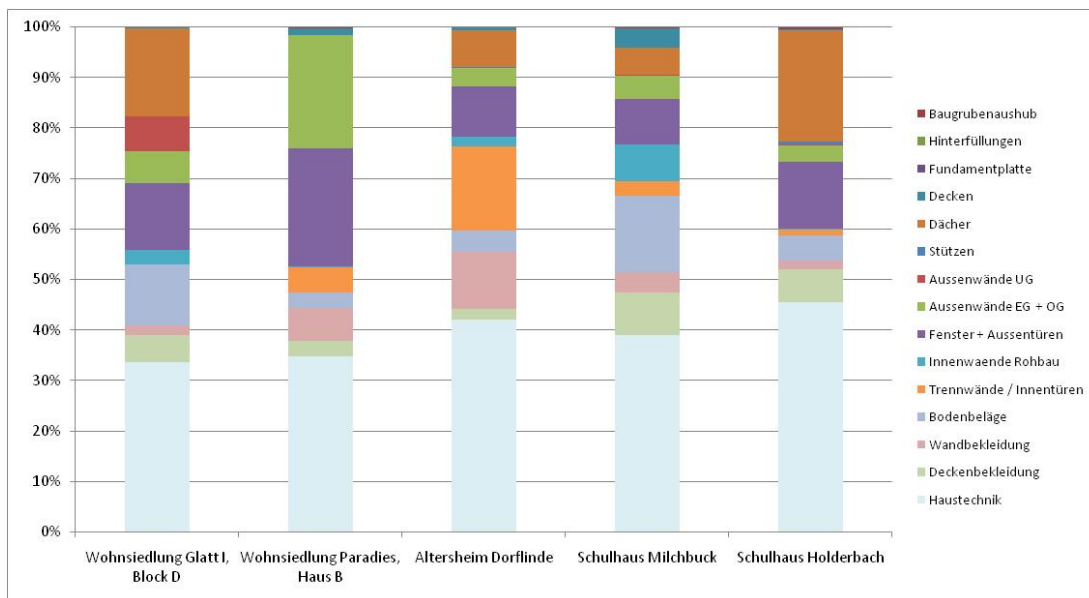


Abbildung 7 Graue Energie (= Primärenergie nicht erneuerbar der Erstellung), Prozentanteile nach Elementen

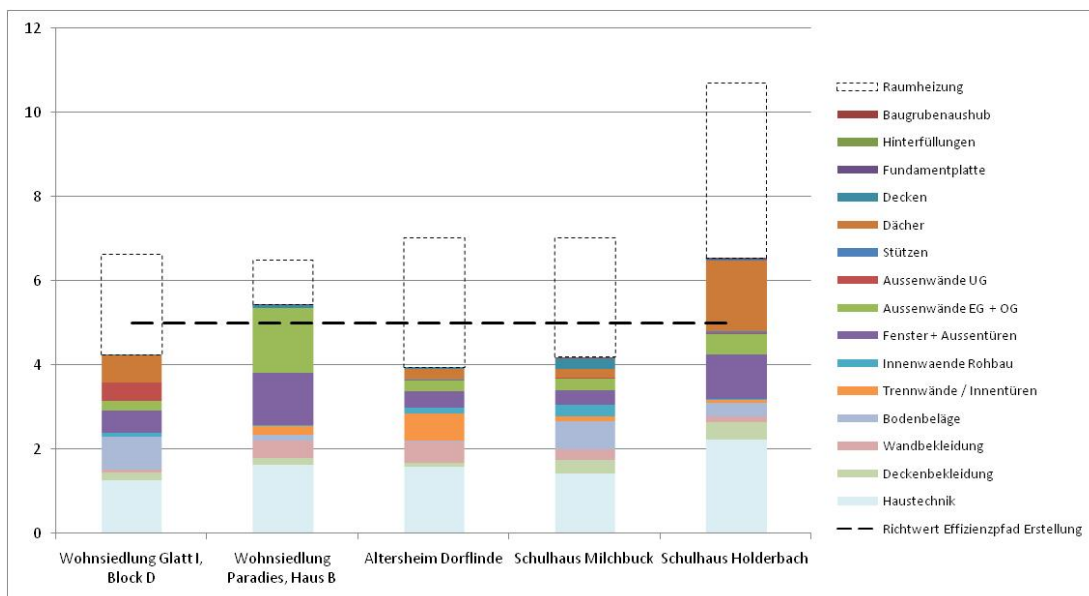


Abbildung 8 Graue Treibhausgasemissionen im Vergleich mit der Raumheizung, kg/m²

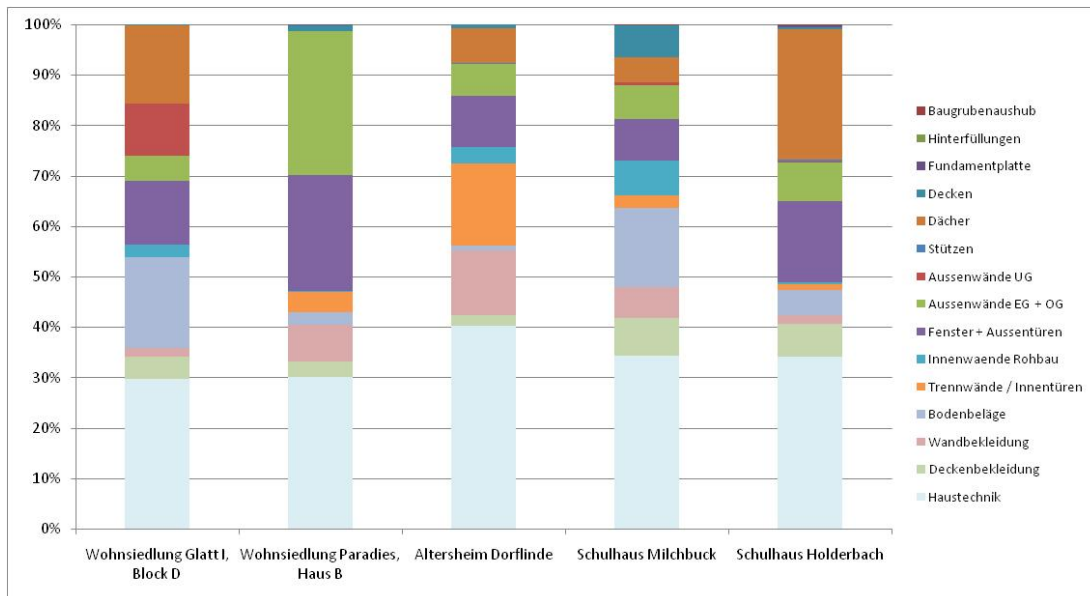


Abbildung 9 Graue Treibhausgasemissionen, Prozentanteile nach Elementen

4. Stellschrauben

Die Unterschiede zwischen den Projekten sind markant, die Stellschrauben ändern sich projektspezifisch. Die Kompaktheit ist bei der Dorflinde am besten, parallel dazu hat sie auch die tiefsten Resultate. Das Holderbach ist hingegen wenig kompakt und hat dementsprechend auch die höchsten Werte. Bei den Fallbeispielen haben die in den Unterkapiteln beschriebenen fünf Elemente den grössten Anteil an der Erstellungsenergie. Die prozentualen Anteile der Grauen Energie und der Treibhausgasemissionen sind in etwa gleich, es können gemeinsame Schlüsse gezogen werden. Keller- und Estrichdämmungen haben offensichtlich einen kleinen Einfluss. Die Stellschrauben sind vor allem mit dem Ausmass im Verhältnis zur Energiebezugsfläche schnell erkennbar. In zweiter Priorität kommt es auf die Energieintensivität der Materialien an. Allgemein ist zu erkennen, dass nicht die Dicke der Wärmedämmung, sondern die Konstruktionsweise und die Verkleidung die energieintensiven Parameter sind. Grobe Kennwerte für die Phasen Vorstudien und Vorprojekt sind im Anhang D des SIA-Merkblatt 2032 Graue Energie [1] vorhanden. Aus den vorliegenden Fallbeispielen werden objektspezifische Kennwerte pro m² aufgeführt, sie können jedoch nicht allgemeingültig angewendet werden. Für Instandsetzungen empfiehlt sich die Kennwerte pro Bezugsgrösse aus der Liste SIA-Bauteile komplett nach eBKP-H oder nach EKG [4] (gemäss Merkblatt 2032 Graue Energie) zusammen zu stellen.

4.1 Dächer

	Glatt I	Paradies	Dorflinde	Milchbuck	Holderbach	SIA-Bauteile
Graue Energie	18 %	0 %	7 %	5 %	22 %	-
Treibhausgasemissionen	16 %	0 %	7 %	5 %	26 %	-
Ausmass/A _E	0.33	0.00	0.23	0.40	0.81	-
Kennwert Graue Energie/m ²	32 MJ	-	18 MJ	8 MJ	31 MJ	11-59 MJ
Kennwert Treibhausgase/m ²	2.0 kg	-	1.2 kg	0.5 kg	2.1 kg	0.7-3.9 kg

Tab. 1: Resultate Dächer

Der markante Anteil bei den flachen Pavillons Holderbach ergibt sich mit dem grossen Ausmass wie auch dem sehr hohen Kennwert der Metalldacheindeckung. Der hohe Anteil beim Glatt I erklärt sich einerseits durch den grossen Flächenanteil des drei geschossigen Gebäudes und

andererseits durch die Aufstockung.⁴ Bei der Dorflinde und beim Milchbuck ist der Anteil niedrig. Das Dach der Dorflinde hat beim hohen Gebäude nur ein kleines Ausmass und einen mittleren Kennwert. Das Milchbuck hat zwar einen grossen Dachanteil, jedoch den tiefsten Kennwert, da es ein Schrägdach mit Ziegeln ist. Das Flachdach des Paradieses hat seinen Lebenszyklus noch nicht erreicht.⁵ Dies zeigt eine Unschärfe der Methode auf: wird ein Gebäude nur bauteilweise erneuert, kann keine vergleichbare Berechnung mit einer Gesamtinstandsetzung erstellt werden.

4.2 Aussenwand EG + OG

	Glatt I	Paradies	Dorflinde	Milchbuck	Holderbach	SIA-Bauteile
Graue Energie	6 %	23 %	4 %	6 %	3 %	-
Treibhausgasemissionen	5 %	29 %	7 %	7 %	8 %	-
Ausmass/A _E	0.40	0.71	0.33	0.28	0.59	-
Kennwert Graue Energie/m ²	10 MJ	24 MJ	6 MJ	10 MJ	7 MJ	7-29 MJ
Kennwert Treibhausgase/m ²	0.5 kg	2.2 kg	0.8 kg	1.0 kg	0.9 kg	0.5-2.1 kg

Tab.2: Resultate Aussenwand EG + OG

Nicht die Dicke der Dämmung, sondern die unterschiedlichen Dämmsysteme geben markante Differenzen. Den tiefsten Wert bei der Grauen Energie erreicht das Holderbach trotz des grossen Ausmasses. Milchbuck und Holderbach enthalten jedoch bei der Aussenwand keine Dämm-Massnahmen ausser punktueller Innendämmungen, darum bleibt der Wert tief, die Raumheizung entsprechend höher. Auch die vollflächig angewendete Innendämmung der Dorflinde erzielt gute Werte. Im Gegensatz zu der Aussenwärmedämmung ist weder Tragsystem noch Wetterschutzschicht notwendig. Beim Paradies sind der hohe Flächenanteil und die Unterkonstruktion aus Aluminiumprofilen und die Putzträgerplatten ausschlaggebend für das höchste Resultat.⁶ Beim Glatt I ist der Flächenanteil hoch und die vorgefertigten Elemente erscheinen aufwändig. Da jedoch die Konstruktion wie auch die Verkleidung aus massivem Holz ist bleibt das Resultat erstaunlich tief.

4.3 Fenster + Aussentüren

	Glatt I	Paradies	Dorflinde	Milchbuck	Holderbach	SIA-Bauteile
Graue Energie	13 %	23 %	10 %	9 %	13 %	-
Treibhausgasemissionen	13 %	23 %	10 %	8 %	16 %	-
Ausmass/A _E	0.16	0.23	0.11	0.13	0.30	-
Kennwert Graue Energie/m ²	50 MJ	79 MJ	55 MJ	42 MJ	50 MJ	21-82 MJ
Kennwert Treibhausgase/m ²	3.4 kg	5.5 kg	3.8 kg	2.7 kg	3.5 kg	1.5-5.6 kg

Tab. 3: Resultate Fenster + Aussentüren

Bei Instandsetzungen werden Fenster in den meisten Fällen ersetzt, aus diesem Grund sind sie meistens relevant. Der Fensteranteil im Bezug zur Energiebezugsfläche kann als Indikator verwendet werden, dabei ist jedoch die Materialisierung der Fenster und der Rahmenanteil zu beachten. Das Ausmass, wie auch die prozentualen Anteile am Gesamtbetrag sind beim Paradies am höchsten. Die hohen Kennwerte lassen sich durch den massiven Rahmenanteil erklären, der durch die innen angeschlagenen Fenster verursacht wird. Auch beim Glatt I und bei der Dorflinde handelt es sich um 3-fache Isolierverglasungen und einen Fensterrahmen in Holz-Aluminium. Die Prozentanteile entsprechen den Ausmassanteilen und fallen aus diesem Grund bei der Dorflinde tiefer

⁴ Als Neubauteil wird gemäss SIA 2032 die gesamte Konstruktion berechnet.

⁵ Bei der angewendeten Methode sind die bestehenden Bauteile abgeschrieben, auch wenn der Ersatz erst kürzlich stattgefunden hat.

⁶ Trotz der längeren Lebensdauer, 40a gegenüber 30a bei verputzten Systemen, bleibt der Kennwert hoch. In diesem Wert sind jedoch auch Balkonbrüstungen aus Beton und Betonanstriche enthalten.

aus. Das Schulhaus Milchbuck ist als einziges mit Holzfenstern ausgeführt, darum fallen auch der Kennwert und das Gesamtergebnis am besten aus. Beim Holderbach ist der Flächenanteil zwar am höchsten, es erzielt jedoch bereits ein hohes Gesamtergebnis, darum fällt der Prozentuale Anteil der Fenster + Aussentüren nur Mittel aus.

4.4 Trennwände / Innentüren

	Glatt I	Paradies	Dorflinde	Milchbuck	Holderbach	SIA-Bauteile
Graue Energie	0 %	5 %	17 %	3 %	1 %	-
Treibhausgasemissionen	0 %	4 %	16 %	3 %	1 %	-
Ausmass/A _E	0.00	0.16	0.44	0.05	0.06	-
Kennwert Graue Energie/m ²	-	26 MJ	22 MJ	36 MJ	21 MJ	9-18 MJ
Kennwert Treibhausgase/m ²	-	1.4 kg	1.5 kg	2.3 kg	1.3 kg	0.5-1.1 kg

Tab. 4: Resultate Trennwände / Innentüren

Bei der Dorflinde ist gemäss dem höchsten Ausmassanteil auch die Werte am höchsten, da die Zimmerstrukturen massiv angepasst werden. Beim Paradies ist die Eingriffstiefe sehr klein, es gibt nur wenige Wohnungszusammenlegungen, entsprechend fallen auch die Werte tief aus. Je nachdem, ob es sich um eine neu erstellte Innenwand handelt, wie bei der Aufstockung Glatt I, kann diese auch dem Bauteil Innenwände Rohbau zugeordnet werden.⁷ Beim Milchbuck und Holderbach ist der Anteil marginal, die grösseren Anteile sind bei den Innenwänden Rohbau enthalten, da es sich bei den inneren Eingriffen um Erdbebenverstärkungen handelt.

4.5 Haustechnik

	Glatt I	Paradies	Dorflinde	Milchbuck	Holderbach	SIA-Bauteile
Graue Energie	34 %	35 %	42 %	39 %	46 %	-
Treibhausgasemissionen	30 %	30 %	40 %	34 %	34 %	-
Ausmass/A _E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
Kennwert Graue Energie/m ²	21 MJ	27 MJ	25 MJ	23 MJ	53 MJ	8-50 MJ
Kennwert Treibhausgase/m ²	1.3 kg	1.6 kg	1.6 kg	1.4 kg	2.2 kg	0.6-3.1kg

Tab. 5 Resultate Haustechnik

Der Anteil der Haustechnikanlagen ist bei allen Projekten markant hoch. Beim Glatt I, Dorflinde und Paradies hat die kontrollierte Lüftungsanlage einen grossen Anteil. Dieser Wert wird bei dieser Methode pauschal über die Energiebezugsfläche behandelt. Gerade bei Umbauten kann der Wert je nach Lüftungssystem (mechanische Fensterlüfter, über die Fassade erschlossene Kanäle, zentrale Erschliessungskerne) stark variieren. Dies wird in der heutigen Methode nicht berücksichtigt. Es sollte eine feinere Gliederung nach Systemen geben, damit die Eingriffstiefe und der Technisierungsgrad besser berücksichtigt werden können. Beim Paradies ist die Graue Energie der Erdsonden-Wärmepumpe hoch, beim Holderbach durch die benötigte höhere Leistung infolge des grossen Raumwärmebedarfes sogar noch massiver. Der hohe Bedarf ist auch auf den wenig kompakten Baukörper zurückzuführen.

⁷ Da die Innenwände in der Aufstockung bei den Innenwänden Rohbau erfasst sind, wurde hier der direkte Vergleich nicht vorgenommen.

5. Fazit

Beim Vergleich der Raumheizung mit der Erstellung sollten neben der Grauen Energie unbedingt auch die Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden, da diese bei der Erstellung meist einen höheren Anteil haben. Die Richtwerte des Effizienzpfades Energie [1] geben eine erste Grössenordnung für die Einschätzung der Erstellung. Es empfiehlt sich bei der Berechnung der Erstellungenergie im Vorprojekt die Stellschrauben anhand der Bauteiloptimierung mittels Ausmass und Materialisierung vorzunehmen. Bei den Instandsetzungen konzentrieren sich die Stellschrauben auf wenige zu definierende Elemente, wie die Haustechnik, Fenster, Aussenwände und Dächer. Der Zusammenstellung SIA-Bauteile komplett nach eBKP-H und nach EKG [4] (gemäss Merkblatt 2032 Graue Energie) können differenzierte Kennwerte für Neubauten und Instandsetzungen entnommen werden. In jedem Fall ist bereits im Vorprojekt der aufwändigere Detailberechnungen⁸ jedoch zuverlässiger und aussagekräftiger. Dabei ist die Plausibilisierung der Werte (Anteil Graue Energie und Treibhausgasemissionen, Ausmass gegenüber der Energiebezugsfläche, Graue Energie und Treibhausgasemissionen pro m² Bauteil) mit Vergleichsprojekten empfehlenswert. Allgemein ist zu erkennen, dass nicht die Dicke der Wärmedämmung, sondern die Konstruktionsweise und deren Verkleidung die energieintensiven Parameter sind.

6. Ausblick

- Die Erstellungenergie mit dem Heizwärmebedarf zu vergleichen oder sogar den Effizienzpfad Energie [1] anzuwenden sollte künftig in der Strategie, der Planung und Projektierung berücksichtigt werden, um eine umfassende energetische Betrachtung zu erhalten.
- Es sollte ein einheitlich anwendbares Berechnungswerkzeug erstellt werden um die Erstellungenergie und deren Stellschrauben bei Instandsetzungen frühzeitig abzuschätzen.
- Da bei energetischen Instandsetzungen der prozentuale Anteil der Haustechnik sehr hoch ist, sollten bessere Datengrundlagen für deren Berechnung entwickelt werden.
- Wie das Fallbeispiel Paradies mit dem bereits sanierten Flachdach zeigt, birgt die Methode des SIA-Merkblatt 2032 Graue Energie [1] bei Instandsetzungen die Gefahr, dass die bauteilweise Erneuerung über mehrere Jahre besser abschneidet als die Gesamtinstandsetzung. Dies ergibt jedoch konstruktive Anschlussprobleme und erschwert den Wechsel auf einen erneuerbaren Heizenergieträger mit tiefen Vorlauftemperaturen.

7. Literatur/Referenzen

- [1] Merkblatt 2032 SIA Graue Energie von Gebäuden; Zürich 2010
- [2] Merkblatt 2040 SIA Effizienzpfad Energie; Entwurf zur Vernehmlassung, Zürich Mai 2010
- [3] Instandsetzungen – Das Potenzial liegt im Bestand; Stadt Zürich Hochbaudepartement, 2009, www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen → 2000-Watt-Gesellschaft → Instandsetzungen
- [4] SIA-Bauteile komplett nach eBKP-H (Merkblatt 2032 Graue Energie), SIA-Bauteile komplett nach EKG (Merkblatt 2032 Graue Energie), www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen → 2000-Watt-Gesellschaft → Methodik und Daten
- [5] ECO-BKP 2009, Merkblätter ökologisches Bauen nach Baukostenplan BKP, Verein eco-bau, Bern 2009, www.eco-bau.ch
- [6] Minergie-ECO®, Verein Minergie, www.minergie.ch, www.eco-bau.ch
- [7] Elementkostengliederung EKG, CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich 1995
- [8] Baukostenplan Hochbau eBKP-H, Schweizer Norm (SN 506 511), CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich Mai 2009

⁸ Projektspezifische Berechnung jeder einzelnen Materialsicht