

04/2024

ResScore

weil es um Ressourcen geht

Orientierungshilfe

Klima- und
ressourcenschonendes
Bauen in Raeren



Raeren

Ostbelgien

Mit Unterstützung
der Deutschsprachigen
Gemeinschaft Belgiens

Grußwort Gemeinde Raeren

Die Gemeinde Raeren hat den Europäischen Konvent der Bürgermeister für Klima und Energie in Kooperation mit der Deutschsprachigen Gemeinschaft unterzeichnet und sich freiwillig zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung nachhaltiger Energiequellen verpflichtet.

Im Zuge der Beschäftigung mit dieser Frage wurde in Raeren deutlich, dass es mit Energieeffizienz allein nicht getan sein kann. Wer Wärmedämmung zum Beispiel auf Kosten der Umwelt effizient realisiert (Plastik auf die Fassade!), schädigt vielleicht langfristig die Umwelt, wenn dadurch mehr Ressourcen der Natur verbraucht werden als durch Energieersparnis geschont werden.

Dieses Umdenken von der individuellen Perspektive: „Ich muss weniger Geld für Strom und Heizung ausgeben!“

hin zur solidarischen Verantwortung: „Wenn ich mehr Ressourcen verbrauche als nachwachsen können, stehe ich selbst mit leeren Händen da!“ hat uns bewegt, von reiner Energieeffizienz zu Ressourceneffizienz zu kommen.

Oder platt gesagt: „Ohne grau ist alles schwarz!“

Das will heißen, dass wir nicht nur den direkt sichtbaren Energieverbrauch einkalkulieren müssen, sondern auch den, der durch die Verwendung und die Produktion der Materialien entsteht.

Diese Arbeitshilfe ist mit finanzieller Hilfe der Deutschsprachigen Gemeinschaft ermöglicht worden, für die die Gemeinde Raeren sich bedankt.



Orientierungshilfe

Klima- und ressourcenschonendes Bauen in Raeren

Die Vermeidung der Freisetzung von Treibhausgasen ist notwendig, um den Klimawandel auf ein erträgliches Maß zu reduzieren.

Im März 2023 veröffentlichte der Klimarat der Vereinten Nationen (IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change) seinen sechsten Bericht zu wissenschaftlichen Erkenntnissen zum Klimawandel.

*Der aktuelle Report des IPCC:
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>*

Schon im Jahr 2018 wies der IPCC auf das beispiellose Ausmaß der Herausforderung hin, die Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Fünf Jahre später ist diese Herausforderung aufgrund des anhaltenden Anstiegs der Emissionen von Treibhausgasen noch größer geworden. Das Tempo und der Umfang der bisherigen Maßnahmen sowie aktuell konkret geplante Maßnahmen reichen nicht aus, um den Klimawandel zu stoppen. Mehr als ein Jahrhundert Verbrennung fossiler Brennstoffe sowie ungleiche und nicht nachhaltige Energie- und Flächennutzung haben zu einer globalen Erwärmung von 1,1 °C über dem vorindustriellen Niveau geführt. Dies hat schon jetzt zu häufigeren und intensiveren extremen Wetterereignissen geführt, die immer gefährlichere Auswirkungen auf Natur und Menschen in allen Regionen der Welt haben.

Jede weitere Erwärmung führt zu einer raschen Eskalation der Gefahren. Intensivere Hitzewellen, stärkere Regenfälle und andere Wetterextreme erhöhen die Risiken für die menschliche Gesundheit und die Ökosysteme weiter. In jeder Region sterben Menschen an den Folgen extremer Hitze. Es wird erwartet, dass die klimabedingte Nahrungsmittel- und Wasserunsicherheit mit der fortschreitenden Erwärmung weiter zunehmen wird. Wenn sich diese Risiken mit anderen widrigen Er-

eignissen wie Pandemien oder Konflikten verbinden, werden sie noch schwieriger zu bewältigen sein.

Der Klimawandel ist ein global spürbares Symptom zahlloser gesellschaftlicher Entscheidungen, die mit Treibhausgasen verbunden sind. Wenn der Klimawandel eingedämmt werden soll, wird es keine globalen Maßnahmen geben können, die den Erfolg bringen. Erfolge können sich nur aus der Summe zahlloser gesellschaftlicher Entscheidungen ergeben, die täglich, wöchentlich, monatlich, jährlich oder vielleicht auch nur einmal im Leben getroffen werden. Denn jedes freigesetzte Molekül CO₂ verbleibt für eine sehr lange Zeit in der Atmosphäre, um dort einen Beitrag zur Erderwärmung zu leisten.

Es ist allerdings nicht nur der Klimawandel, der im Interesse aller bewältigt werden muss. Eine weitere Herausforderung sind die Verluste an Biodiversität, natürlichen Wäldern und Wiesen, Grundwasser und wertvollen Böden. Um diese Verluste zu begrenzen muss der Abbau von Rohstoffen insgesamt verringert werden. Mittelfristig müssen die Industriegesellschaften dieser Welt, zu denen auch Belgien zählt, einen anderen Umgang mit Rohstoffen erlernen: Weg von den nichtnachwachsenden Rohstoffen hin zu umweltfreundlich erzeugten erneuerbaren Rohstoffen, hin zu einer Rohstoffwirtschaft, die in Kreisläufen denkt und aus nicht mehr benötigten Produkten die Rohstoffe für neue Produktgenerationen gewinnt.

Es ist daher eine gute Strategie, zu überprüfen, in welchen gesellschaftlichen Sektoren wirksame Stellschrauben für die Reduktion von Treibhausgasemissionen und Rohstoffverbrauch zu finden sind. Der Bausektor spielt eine bedeutende Rolle beim Klimawandel, beim Rohstoffabbau und beim Abfallanfall. Auf ihn sind rund ein Drittel der weltweiten Treibhausgasemissionen, rund 90% des Abbaus mineralischer Rohstoffe und mehr als

die Hälfte des weltweiten Abfallaufkommens zurückzuführen. Doch es gibt viele Möglichkeiten beim Bauen auf das Klima und die Umwelt Rücksicht zu nehmen. Diese Broschüre dient als Orientierungshilfe für Bauinteressierte und deren Planende: Anhand einiger Mustergebäude in unterschiedlichen Bauweisen wird aufgezeigt, wie einfach klima- und ressourcenschonendes Bauen umgesetzt werden kann, wenn von Anfang an in die richtige Richtung gedacht und geplant wird. Diese Broschüre soll auch inspirieren und aufzeigen, wie einfach es ist, kostengünstig und ohne Verlust an Wohnqualität klima- und ressourcenfreundlich zu bauen.

Was bedeutet klima- und ressourcenschonendes Bauen genau?

In diesem 1,5 minütigen Video wird es erklärt:

www.bit.ly/ReBAU_Erklärvideo



Bisher meint Klimaschutz beim Bauen meist die Reduktion des Energieverbrauchs zur Beheizung von Gebäuden, die Nutzung erneuerbarer Energie zum Heizen oder die Erzeugung von Haushaltsstrom über Photovoltaik auf den Dächern von Gebäuden.

Ein erheblicher, teils sogar größerer Anteil der mit dem Gebäude verbundenen Emissionen von Treibhausgasen und Verbrauch an Primärenergie und Rohstoffen sind mit dem Gebäude selbst verbunden, mit den Baustoffen und Bauteilen, die für dessen Errichtung verwendet wurden. Alle diese Baustoffe und Bauteile werden produziert. Und dazu wird Energie benötigt, werden Treibhausgase freigesetzt und Rohstoffe verbraucht. Man bezeichnet diese Ressourcen als „graue“ Energie oder

„graue“ Treibhausgase, weil sie nicht sichtbar sind, sich gewissermaßen in der Bausubstanz verstecken.

Als Investierende oder Bauschaffende haben wir keinen direkten Einfluss auf die Reduktion der „grauen“ Ressourcen. Wir können aber Konstruktionen, Bauteile oder Baustoffe auswählen, die einen geringen „grauen“ Ressourcenverbrauch aufweisen.

In dieser Broschüre werden fünf Mustergebäude, sechs Bauweisen und drei Beheizungsverfahren definiert. Daraus ergeben sich 90 mögliche Kombinationen, deren Ressourcenverbrauch beispielhaft durchgerechnet wurde. Daran können die relevanten Stellschrauben für den Ressourcenverbrauch aufgezeigt werden. Gleichzeitig soll die Broschüre den Investierenden, Bauschaffenden und Planenden Hinweise geben, wie zukunftsfähige Gebäude errichtet werden können.

Abkürzungen

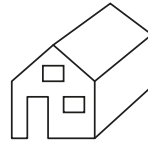
In dieser Broschüre werden einige Abkürzungen oder Fremdworte benutzt, deren Bedeutung kurz erklärt wird:

- CO₂eq: Treibhausgas-Äquivalente; neben CO₂ wirken auch andere Gase erwärmend auf die Atmosphäre. Deren Wirkung wird als CO₂-Äquivalent angegeben.
- kWh: Kilowattstunde, Maßeinheit für Energie
- m²: Flächenmaß Quadratmeter
- PV: Photovoltaik
- Ressourcen: Darunter werden natürliche Ressourcen verstanden. Quellen sind hier nichterneuerbare Primärenergie und nichtnachwachsenden Rohstoffe. Eine Ressource in ihrer Senkenfunktion ist die Aufnahmekapazität der Atmosphäre für Treibhausgase.
- ReUse: Gebrauchte Materialien; sie können beim Bauen oft in gleicher Qualität wie neue Produkte eingesetzt werden. In Bezug auf den Ressourcenverbrauch gibt es diese wiederverwendeten Baumaterialien quasi „geschenkt“. Beispiele sind gebrauchte Ziegelsteine oder aus Beton hergestellte Gesteinskörnung.
- t: Tonne, Maßeinheit für Masse
- WDVS: Wärmedämmverbundsystem aus verputztem Polystyrol, Mineralwolle oder nachwachsenden Rohstoffen (Holzfaserplatte, Hanfdämmplatte).

Haustypen

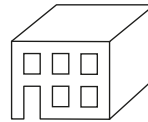
Bei Neubauten in Raeren werden – wie in vielen anderen Gegenden auch – freistehende Ein- oder Zweifamilienhäuser bevorzugt errichtet. Wir untersuchen hier freistehende Gebäude in drei Versionen:

- freistehendes Einfamilienhaus, eingeschossig mit ausgebautem Giebeldach (auch als 1,5-geschossig bezeichnet)
- freistehendes Ein- oder Zweifamilienhaus, zweigeschossig, mit Flachdach
- freistehendes Ein- oder Zweifamilienhaus, zweigeschossig mit Staffelgeschoss und Flachdach (auch als 2,5 geschossig bezeichnet)



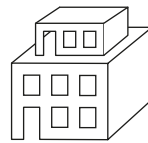
Haus 1:

freistehendes Einfamilienhaus, 1,5 geschossig, Wohnfläche ca. 143 m²



Haus 2:

freistehendes Ein- oder Zweifamilienhaus, zweigeschossig, mit Flachdach, ca. 170 m² Wohnfläche

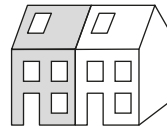


Haus 3:

freistehendes Ein- oder Zweifamilienhaus mit Staffelgeschoss, zweigeschossig, mit Flachdach, ca. 173 m² Wohnfläche

Doppelhäuser oder Reihenhäuser sind ebenfalls häufig anzutreffen, daher werden zwei verschiedene Gebäude betrachtet:

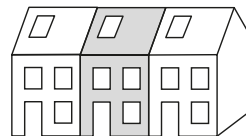
- Doppelhaushälfte, zweigeschossig mit Giebeldach
- Reihenmittelhaus, zweigeschossig mit Giebeldach



Haus 4:

Doppelhaushälfte, zweigeschossig, mit Giebeldach, Wohnfläche ca. 122 m²

Aus diesen beiden Gebäudetypen kann ein Doppelhaus sowie jede beliebige Kombination aus Reihenhäusern und -mittelhäusern zusammengesetzt werden. In nebenstehender Tabelle sind die Haustypen durch leicht unterscheidbare Icons dargestellt.



Haus 5:

Reihenmittelhaus, zweigeschossig, mit Giebeldach, Wohnfläche ca. 122 m²

Energieversorgung

Für die Gebäude wurden jeweils drei verschiedene Arten der Wärmeversorgung angenommen:

- Gasheizung mit Unterstützung durch Solarthermie
- Luft-Wasser-Wärmepumpe (Belgischer Strommix dynamisiert) mit Unterstützung durch Solarthermie
- Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Photovoltaik (belgischer Strommix dynamisiert) mit Unterstützung durch Solarthermie

Da in einschlägiger Literatur keine Szenarien für die Entwicklung des belgischen Strommix über die nächsten 50 Jahre auffindbar sind, wurde den Berechnungen eigene

Annahmen zu Grunde gelegt (siehe Abbildung 1). Veränderungen dieses Energieszenarios, die sich möglicherweise aus dem derzeitigen Krieg zwischen Russland und der Ukraine ergeben, lassen sich derzeit nicht abschätzen und sind daher nicht berücksichtigt. Die Annahmen gehen davon aus, dass der Atomausstieg in Belgien zwischen 2025 und 2040 erfolgt und die erneuerbaren

Szenario für belgischen Strommix von 2023 bis 2060

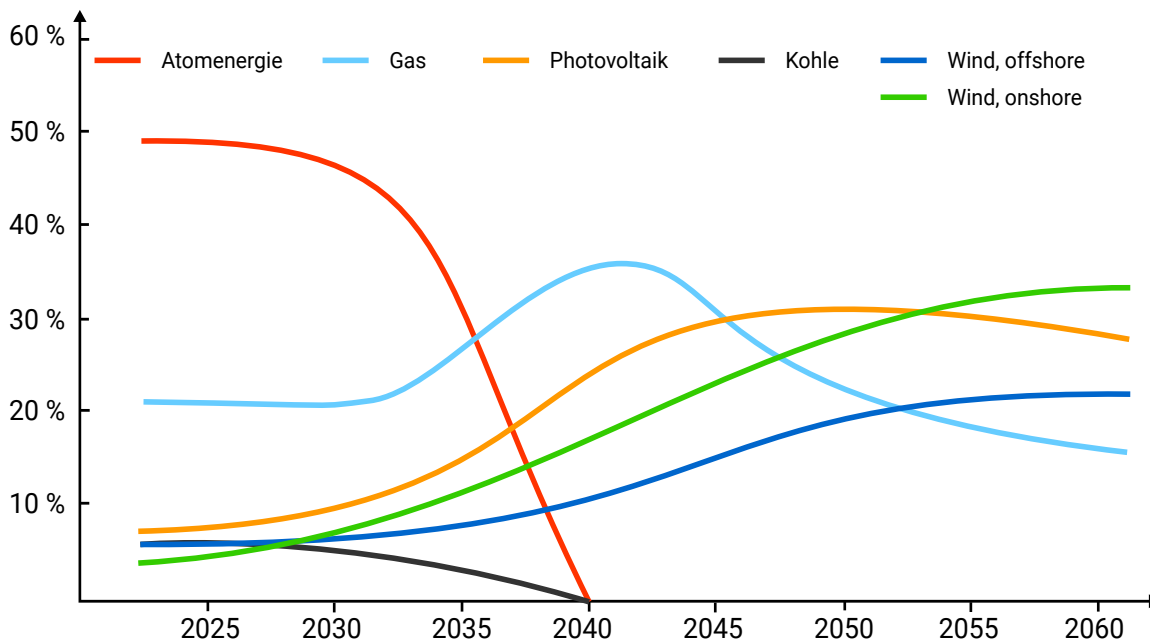


Abbildung 1: Annahme über die zukünftige Entwicklung des belgischen Strommix, eigene Darstellung

Energien, insbesondere Photovoltaik und Windkraft (offshore und onshore) weiter konsequent ausgebaut werden. Erdgas wird zur kurzfristigen Stromerzeugung zur Überbrückung von Engpässen bei regenerativ erzeugtem Strom genutzt. Nach 2060 bleibt die Zusammensetzung des Stroms mehr oder weniger gleich.

Bauweisen

Fünf häufig anzutreffende Bauweisen wurden für den Vergleich ausgewählt:

- **massiv zweischalig**
Die Außenwände bestehen aus Hochlochziegeln, darauf ist eine Wärmdämmung aus Mineralwolle angebracht. Davor ist ein Vormauerziegel angebracht, der für die typische Optik eines Ziegelbaus sorgt.
- **massiv monolithisch**
Die hell verputzten Außenwände bestehen aus einem mindestens 37,5 cm dicken Hochlochziegel. Damit wird der nötige Wärmedämmstandard auch ohne zusätzliche Dämmung erreicht.
- **massiv mit Wärmedämmverbundsystem**
Die Außenwände bestehen aus Kalksandstein mit ei-

nem WDVS aus Polystyrol, Armierungsgewebe und hellem Putz.

- **Holzständerbau**
Beim Holzständer- oder Holztafelbau bilden durchgehende Holzbalken die tragenden Elemente, Außenwände und tragende Innenwände. Dazwischen ist eine Dämmung eingebracht. Die Fassade besteht entweder aus einem WDVS auf Basis nachwachsender Rohstoffe (Variante A) oder aus einem Vormauerziegel (Variante B)
- **Holzmassivbau**
Eine besonders hochwertige Konstruktion wird durch die Verwendung von massiven Holzplatten aus Brettschicht- oder Brettsperrholz erreicht. Diese massiven Holzplatten eignen sich für die Außenwände, die tragenden Innenwände und die Geschosdecken. Auf die Außenwände wird ein Wärmedämmverbundsystem auf der Basis nachwachsender Rohstoffe aufgebracht (z.B. Hanffaserplatten) und dieses verputzt.

Insgesamt werden 90 Gebäude mit den Energieversorgungsszenarien mit und ohne Keller simuliert und verständlichen mit dem Resource-Score dargestellt.

Gebäudebewertung mit dem Resource-Score

Mit Hilfe von Ökobilanzierungen lässt sich aufzeigen, welche Bauweisen mehr und welche weniger schädlich für Natur und Klima sind. Die Gemeinde Raeren hat die ResScore GmbH beauftragt, Ökobilanzen für die oben beschriebenen Musterhäuser in den verschiedenen Bauweisen durchzuführen. Dargestellt werden die Ergebnisse mit Hilfe des Umweltlabels „Resource-Scores“, der die drei Kriterien berücksichtigt, die für die Klima- und Umweltwirkung eines Gebäudes besonders ausschlaggebend sind:

- Der **Climate-Score** bewertet die lebenszyklusweite Freisetzung von Treibhausgasen in CO₂-Äquivalenten. Der Endpunkt A (blau) ist definiert als CO₂-neutral. Die Mindestanforderung für Klimaneutralität ist, dass vom Gebäude über den Lebenszyklus von 50 Jahren keine CO₂-Emissionen ausgehen dürfen. Die zeitliche Bilanzgrenze ist – wie bei den anderen Scores – 50 Jahre ohne späteren Abriss bzw. Entsorgung der Baustoffe. (Einheit: t CO₂ eq/m² 50 Jahre)
- Der **Material-Score** bewertet den lebenszyklusweisen Verbrauch nichtnachwachsender Rohstoffe. (Einheit: t/m² 50 Jahre)
- Der **Energy-Score** schafft die Verbindung zu den bisherigen Energieeffizienzklassen der Gebäude. Ein Gebäude mit dem Energie-Score A ist ein extremes Niedrigenergiegebäude, d.h. es benötigt über seinen Lebenszyklus von 50 Jahren weniger als 600 kWh/m² (pro Jahr: < 12,5 kWh/m²) nichterneuerbare Primärenergie (Einheit: kWh/m²/50 Jahre).

Vergleichbar zum Nutri-Score für Lebensmittel oder Energieeffizienzklassen von Haushaltsgeräten zeigt der Resource-Score mit einem prägnanten Ampelsystem die Umweltwirkung von Gebäuden auf. Die Klasse A stellt ein noch nicht breit verfügbares Entwicklungsziel dar und ist aus diesem Grund blau dargestellt. In der Klasse B finden sich die besten derzeit am Markt verfügbaren Gebäude. Die Abstufungen reicht bis hin zur

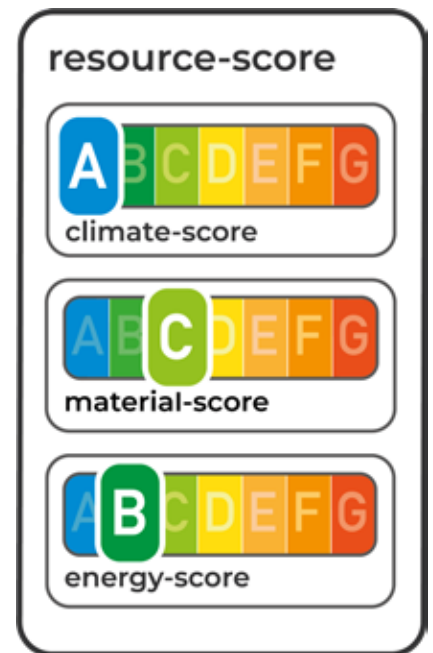


Abbildung 2: Beispiel des Resource-Score in den Dimensionen Klimaschutz, Rohstoffwende und Energiewende

Effizienzklasse G, welche die geringste am Markt beobachtbare Ressourceneffizienz spiegelt. Auch wenn mit G bewertete Gebäude in Bezug auf den lebenszyklusweiten Ausstoß von Treibhausgasen und den Verbrauch nichterneuerbarer Primärenergie und nichtnachwachsender Rohstoffe schlecht sind, dürfen sie nach derzeit geltenden Bau- und Energievorschriften noch gebaut werden. Die schlechte Bewertung ergibt sich aus den großen Mengen „grauer“ Ressourcen, die für die Herstellung der Baustoffe und Bauteile des Gebäudes benötigt wurden.

Die zeitliche Bilanzgrenze reicht von der Herstellung der Baustoffe bis zum Betrieb des Gebäudes für 50 Jahre. Darin berücksichtigt ist auch die Beheizung des Gebäudes über einen Betriebszeitraum von 50 Jahren. Der Allgeinstrom (Haushaltsstrom) geht nicht in die Betrachtung ein, da dieser Stromverbrauch durch die persönlichen Präferenzen der Bewohnenden beeinflusst wird und nicht spezifisch für ein Gebäude ist.

Ein Rückbau wird bewusst nicht modelliert, da Gebäude viele Jahrzehnte genutzt werden und ein Rückbau heute nicht absehbar ist. Selbst wenn die Gebäude beispielsweise nach 80 Jahren zurückgebaut werden, ist dies nicht heute klimarelevant. Es darf vermutet werden, dass der Rückbau eines Gebäudes in 80 Jahren mit grundsätzlich anderer Technologie erfolgt. Ökobilanzdatenbanken bilden einen Rückbau jedoch mit heutiger Technologie ab. Der Rückbau würde daher in Bezug auf seine Klimarelevanz vermutlich drastisch überschätzt.

Was bestimmt den Ressourcenverbrauch von Gebäuden hauptsächlich?

85-90 % der CO₂-Emissionen sowie des Ressourcen- und Energieverbrauchs stecken in lediglich acht Baugruppen und deren Baustoffen. Diese acht Baugruppen haben dementsprechend besonderes Optimierungspotential. Wenn Sie Ihr Gebäude hinsichtlich des Ressourcen- und Klimaschutzes verbessern möchten, sollten Sie die Baustoffe und Kubaturen dieser Elemente sorgsam wählen:

- Fundamente
- Keller
- Außenwände
- Geschossdecken
- Dach
- tragende und nichttragende Innenwände
- Fenster / Haustüren
- Beheizung / Kühlung

Umbau

Beim Abriss von Gebäuden sowie der Versiegelung von Brachflächen werden Emissionen freigesetzt und wertvolle Ressourcen verbraucht. Bevor Sie neu bauen, lohnt es sich daher zu klären, ob ein Bestandsgebäude für Sie

in Frage kommt, dass Sie sanieren lassen können. Die Sanierung und Weiternutzung von bereits errichteten Gebäuden ist oftmals besonders klima- und ressourcenschonend, weil diese nicht mit entsprechendem Material- und Energieaufwand neu errichtet werden müssen.

Statt dessen werden die Teile des Gebäudes weiter genutzt, die besonders viele Ressourcen verbrauchen, wie Fundamente, Keller, Außenwände und Geschossdecken. Wird die Sanierung eines Gebäudes gründlich geplant und sorgfältig ausgeführt, ist das Gebäude anschließend „wie neu“ und über viele Jahrzehnte nutzbar. In einigen Fällen ist ein saniertes Gebäude nicht ganz so energieeffizient wie ein neu errichtetes Gebäude, weil z.B. die Fassade nicht von außen gedämmt werden kann. Trotzdem können diese Gebäude insgesamt ressourceneffizienter sein, weil insgesamt weniger neue Baustoffe mit ihren „grauen“ Ressourcen verbraucht werden.

Ergebnisse

Für die 90 Mustergebäude wurden Resource-Scores ermittelt um die Klima- und Umweltwirkung der Gebäude zu ermitteln und anschließend die Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Die Bauweisen und Haustypen sind oben genauer beschrieben.

Vergleich der Wärmeversorgung und des Einflusses des Kellers

Um den Einfluss unterschiedlicher Arten der Wärmeversorgung eines Gebäudes zu zeigen, werden fünf Gebäudetypen in der bislang häufig genutzten massiven und zweischaligen Bauweise untersucht. Dabei kommen drei Arten der Wärmeversorgung zum Einsatz:

- Erdgas Brennwerttherme mit solarthermischer Unterstützung für das Warmwasser
- Luft-Wasser-Wärmepumpe (WP) mit solarthermischer Unterstützung ohne Photovoltaik (PV)
- Luft-Wasser-Wärmepumpe (WP) mit solarthermischer Unterstützung mit Photovoltaik (PV)

Die Abbildungen 3, 4 und 5 zeigen den Einfluss der Wärmeversorgung auf den Resource-Score, besonders bei Treibhausgasemissionen („Klima“) und Primärenergie. Eine Wärmepumpe hat gegenüber der Gasheizung (inklusive solarthermischer Unterstützung) deutliche Vorteile. Wärmepumpen mit zusätzlicher PV-Anlage schneiden kaum besser ab als ohne. Dies liegt an dem vergleichsweise wenig CO₂-intensiven belgischen Strommix, der die grundsätzlich positive Klimawirkung der PV-Anlage etwas in den Hintergrund treten lässt. Die Treibhausgasemissionen verringern sich bei einer Beheizung mit einer Wärmepumpe mit PV im Vergleich zur Beheizung mit Gas drastisch: Im abgebildeten Resource-Score zeigt sich das in einer Verbesserung des Climate-Scores um meist 2 Stufen, beispielsweise von F auf D bzw. von E auf C. Das entspricht über 50 Jahre einer Vermeidung

von 500 kg CO₂eq/m². Im Falle von Haus 1 (143 m²) sind dies 71,5 t CO₂eq. Diese Summe entspricht den Treibhausgasen, die ein durchschnittlicher PKW (Diesel betrieben) bei Fahrten über knapp 37 Jahre verursacht (ca. 550.000 km, 1,5 mal die Entfernung Erde-Mond).

Die Abbildungen 6, 7 und 8 zeigen die gleichen Gebäude und Bauweisen wie Abbildung 3, 4 und 5, jedoch mit Keller. Die Scores sind dabei wesentlich schlechter als bei den Gebäuden ohne Keller. Wenn möglich sollten Keller daher vermieden werden. Bei Gebäuden in Hanglage stellt sich die Situation anders dar, dies wurde jedoch hier nicht angenommen. Auch vor dem Hintergrund künftig zunehmender Extremwetterereignisse wie Hochwasser hilft der Verzicht auf einen Keller Überschwemmungsrisiken zu minimieren. Wo kein Keller ist, kann der auch nicht voll Wasser laufen. Es ist zu vermuten, dass sich das verminderte Risiko auch in geringeren Versicherungsprämien für das Haus niederschlägt. Nicht in die Berechnungen einbezogen ist der für einen Keller notwendige zusätzliche Erdaushub. Für ein konventionelles Plattenfundament werden selten mehr als 50 cm Aushub benötigt, bei einem vollen Kellergeschoss fällt wenigstens fünfmal so viel Aushub an. Der Aushub muss transportiert und entsorgt werden und führt so zu hohen Kosten. Der Verzicht auf einen Keller ist damit eine Maßnahme, die dem Klima- und Ressourcenschutz dient und gleichzeitig die Bau- und Betriebskosten erheblich senkt.

Auch mit einer massiven Bauweise mit Vormauerziegel lässt sich bei Doppelhäusern oder Reihenhäusern durch die Verwendung einer Wärmepumpe und den Verzicht auf den Keller ein Gebäude mit recht gutem Klimaschutz bauen. Der Verbrauch nichtnachwachsender Rohstoffe ist dabei allerdings bestenfalls durchschnittlich.




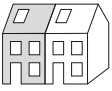
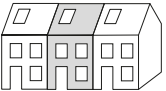
Bauweise: massiv zweischalig ohne Keller, Beheizung: Gas			
Gebäudetyp	Klima	Energie	Material
	F	G	E
	F	G	E
	F	G	E
	E	G	D
	E	F	C

Abbildung 3:
Resource-Scores einer massiven zweischaligen Bauweise ohne Keller, die Beheizung erfolgt mit Gas.





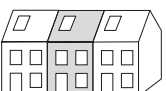
Bauweise: massiv zweischalig ohne Keller, Beheizung: Wärmepumpe ohne Photovoltaik			
Gebäudetyp	Klima	Energie	Material
	D	D	F
	D	E	F
	D	E	F
	D	D	D
	C	C	D

Abbildung 4:
Resource-Scores einer massiven zweischaligen Bauweise ohne Keller, die Beheizung erfolgt mit einer Wärmepumpe ohne Unterstützung durch Photovoltaik


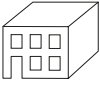



Bauweise: massiv zweischalig ohne Keller, Beheizung: Wärmepumpe mit Photovoltaik			
Gebäudetyp	Klima	Energie	Material
	D	D	F
	D	D	F
	D	D	F
	C	D	D
	C	C	D

Abbildung 5: Resource-Scores einer massiven zweischaligen Bauweise ohne Keller, die Beheizung erfolgt mit einer Wärmepumpe mit Unterstützung durch Photovoltaik


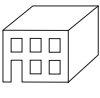


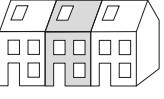
Bauweise: massiv zweischalig mit Keller, Beheizung: Gas			
Gebäudetyp	Klima	Energie	Material
	F	G	E
	F	G	E
	F	G	F
	F	G	E
	E	G	D

Abbildung 6: Resource-Scores einer massiven zweischaligen Bauweise mit Keller, die Beheizung erfolgt mit Gas.

**Bauweise: massiv zweischalig mit Keller,
Beheizung: Wärmepumpe ohne Photovoltaik**




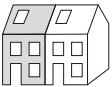

Gebäudetyp	Klima	Energie	Material
	D	E	F
	E	E	G
	E	E	G
	D	E	E
	D	D	E

Abbildung 7:

Resource-Scores einer massiven zweischaligen Bauweise mit Keller, die Beheizung erfolgt mit einer Wärmepumpe ohne Unterstützung durch Photovoltaik

**Bauweise: massiv zweischalig mit Keller,
Beheizung: Wärmepumpe mit Photovoltaik**




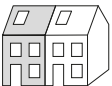
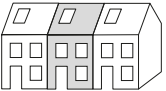
Gebäudetyp	Klima	Energie	Material
	D	E	F
	E	E	G
	E	E	G
	D	D	E
	D	D	E


Abbildung 8:


Resource-Scores einer massiven zweischaligen Bauweise mit Keller, die Beheizung erfolgt mit einer Wärmepumpe mit Unterstützung durch Photovoltaik


Vergleich des Einflusses unterschiedliche Bauweisen bei den verschiedenen Haustypen

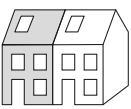
Für den Vergleich der unterschiedlichen Bauweisen wurden Gebäude ohne Keller angenommen. Die Gebäude werden durch eine Wärmepumpe beheizt, für die Warmwasserversorgung wird die Wärmepumpe durch Solarthermie unterstützt.

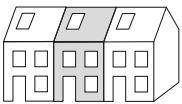
Abbildungen 9-13:
Resource-Scores unterschiedlicher Haustypen und Bauweisen mit Beheizung durch eine Wärmepumpe

	Klima	Energie	Material
zweischalig massiv	D	D	F
massiv monolithisch	C	D	E
massiv WDVS	D	D	F
Holzständerbau, WDVS	C	D	E
Holzständerbau, Vormauerziegel	C	D	E
Holz massiv, WDVS	B	D	E

	Klima	Energie	Material
zweischalig massiv	D	E	F
massiv monolithisch	D	D	E
massiv WDVS	D	D	F
Holzständerbau, WDVS	C	D	D
Holzständerbau, Vormauerziegel	C	D	E
Holz massiv, WDVS	B	D	D

	Klima	Energie	Material
zweischalig massiv	D	E	F
massiv monolithisch	D	D	E
massiv WDVS	D	E	F
Holzständerbau, WDVS	C	D	D
Holzständerbau, Vormauerziegel	D	E	E
Holz massiv, WDVS	B	E	D

	Klima	Energie	Material
zweischalig massiv	D	D	D
massiv monolithisch	C	D	D
massiv WDVS	D	D	E
Holzständerbau, WDVS	C	D	C
Holzständerbau, Vormauerziegel	C	D	C
Holz massiv, WDVS	B	D	C

	Klima	Energie	Material
zweischalig massiv	C	C	D
massiv monolithisch	C	C	D
massiv WDVS	D	D	E
Holzständerbau, WDVS	B	C	C
Holzständerbau, Vormauerziegel	B	C	C
Holz massiv, WDVS	B	C	C

Zwischenfazit

Vergleicht man die unterschiedlichen Bauweisen miteinander, zeigt sich, dass die Holzbau-Varianten deutlich klima- und ressourcenschonender sind als Gebäude in konventioneller, mineralischer Massivbauweise. Unter den Holzbauvarianten speichern Gebäude in Holzmassivbauweise besonders viel CO₂ ein und haben daher einen besonders guten Climate-Score. Gebäude in Holzständerbauweise sind ebenfalls als vorbildliche Bauweise zu nennen, die im Vergleich zu Holzmassivbauweise in der Regel auch einen finanziellen Vorteil haben.

Abbildung 14:
Holzbasierte Gebäude
sind ressourceneffizient.



Wie können die besten Gebäude weiter optimiert werden?

Weiter haben wir untersucht, welche Optimierungen bei einem bereits recht guten Gebäude in Holzständerbauweise möglich sind. Abbildung 15 zeigt zwei Gebäude, die hinsichtlich ihres Niveaus an Klima- und Ressourcenschutz bereits als vorbildlich einzustufen sind. Aufgrund der Holzständerbauweise haben die Gebäude eine recht klima- und ressourcenschonende vorbildliche Bausubstanz. Um besonders ambitionierten Baufamilien das volle Optimierungspotential hinsichtlich des Klima- und Ressourcenschutzes von Gebäuden aufzuzeigen, wurde Gebäude 4 einmal konventionell und einmal optimiert simuliert. Bei der optimierten Variante wurde bei der Gründung statt Kies Recyclingschotter verwendet. Das spart nichtnachwachsende Rohstoffe. Anstelle einer herkömmlichen Fundamentplatte wurde eine Thermobodenplatte verwendet. In der Thermobodenplatte sind die Rohrleitungen für die Fußbodenheizung integriert, auf einen Heizestrich kann daher verzichtet werden. Außerdem liegt die Thermobodenplatte auf einem dicken Dämmpaket. Beton wird weiter eingespart, weil diese

Bodenplatten in statisch nicht belasteten Bereichen dünner sind als in den Bereichen, die statische Lasten abtragen müssen. Darüber hinaus kann auf einen Estrich verzichtet werden, weil die Rohre der Fußbodenheizung im Beton der Bodenplatte verlegt sind.

Für die Dämmung der Außenwand wurde der Recyclingstoff Zellulosefaser eingesetzt, die in die Zwischenräume der Holzbalkenkonstruktion in Wänden und Dach eingeblasen wurde. Zellulosefaser wird unter anderem aus alten Zeitungen hergestellt. Neben einer guten Wärmedämmwirkung zeichnet sich diese Faser durch einen besonders guten sommerlichen Wärmeschutz aus: Im Haus bleibt es im Sommer schön kühl. Außerdem wurde der Energieverbrauch weiter bis auf Passivhausniveau verringert. Dies wird erreicht, indem die Holzbalken mit etwas größerer Stärke eingebaut werden. Daher ist in den Zwischenräumen mehr Dämmung vorhanden. Außerdem wird das Wärmedämmverbundsystem geringfügig dicker ausgeführt.

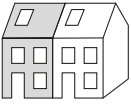
	Klima	Energie	Material
Wärmepumpe ohne Photovoltaik	C	D	C
Wärmepumpe mit Photovoltaik	C	C	C

Abbildung 15:
Doppelhaushälfte in konventioneller Holzständerbauweise


	Klima	Energie	Material
Wärmepumpe ohne Photovoltaik	B	C	B
Wärmepumpe mit Photovoltaik	B	C	B

Abbildung 16:
Doppelhaushälfte in optimierter Holzständerbauweise

Tipps für die Wahl der Bauweise und des Haustyps

Wie groß die Einsparungen im Bereich des Klima- und Ressourcenschutzes sind, hängt maßgeblich von der Bauweise und vom Haustyp ab. Bei den Bauweisen sind holzbasierte Gebäude meist im Vorteil, Doppelhaushälften oder Reihenhäuser sind deutlich klima- und ressourcenschonender als freistehende Einfamilienhäuser in gleicher Bauweise.

Weitere Einsparpotenziale sind vorhanden, wenn Folgendes berücksichtigt wird:

- ReUse Materialien nutzen, wie beispielsweise wiederverwendeten Klinker bzw. Klinker-Riemchen
- recycelte Materialien als kapillarbrechende Schicht unter der Bodenplatte verwenden
- Streifenfundamente oder Thermobodenplatte statt einer Beton-Bodenplatte nutzen

- bei Holzbauten: Auch Holzbodenplatten auf Streifen- oder Punktfundamenten sind möglich
- generell auf besonders klima- und ressourcenschonende Baustoffe achten

Auch die Wahl des Haustypus (Reihenhaus, Doppelhaus, freistehendes Einfamilienhaus oder andere) wirkt sich auf das Niveau des Klima- und Ressourcenschutzes aus.



Abbildung 17:

Reihenhäuser können auch interessant und abwechslungsreich sein. Foto: flickr.com, krss, CC BY-SA 2.0

Doppelhäuser oder Reihen(mittel)häuser sind erheblich klima- und ressourcenschonender als freistehende Einfamilienhäuser. Ein Grund ist die geringere Fassadenfläche. Es wird sowohl Material eingespart als auch der Energieverbrauch reduziert, da eine Wand (bei Doppelhaushälften) oder zwei Wände (bei einem Reihenmittelhaus) nicht an die Außenluft sondern an eine warme Wand des Nachbarn angrenzen. Keller sollten – wenn möglich – nicht gebaut werden. Pro m² Fläche erhöhen sie die CO₂-Emissionen um 100-150 kg CO₂ eq (falls sie nicht beheizt werden, sonst entsprechend mehr).

Bei den untersuchten Gebäuden reichen die spezifischen Treibhausgas-Emissionen für Bau und 50-jährigen Betrieb des Gebäudes von 1.231 kg/m² (schlechtester Fall) bis 21 kg/m² (bester Fall). Diese Vermeidung von rund 1.200 kg/m² an Treibhausgasemissionen entspricht im Durchschnitt in etwa 92 Jahren Autofahren mit einem Diesel betriebenen PKW und durchschnittlicher Kilometerleistung. Die verbrauchten nichtnachwachsenden Ressourcen reichen von 5.542 kg/m² (schlechtester Fall) bis 965 kg/m² (bester Fall). Diese vermiedenen 4,6 t/m² an verbrauchten Rohstoffen fallen ebenfalls stark ins Gewicht: Würde man die Rohstoffe in LKW laden und Stoßstange an Stoßstange stellen, wäre die LKW-Schlange mehr als 6 km lang. Mit einem optimierten Gebäude können diese LKW-Schlangen sowie die oben genannten Treibhausgasemissionen vermieden werden.

Beim schlechtesten Fall (freistehendes Einfamilienhaus mit Flachdach, Staffelgeschoss und Keller, 1.231 kg/m²) entfallen auf die Beheizung etwa 48% der gesamten Treibhausgasemissionen, 52% gehen auf das Konto des Gebäudes selbst („graue“ Emissionen).

Gasheizungen – auch mit solarer Unterstützung – sollten nicht mehr eingesetzt werden. Bereits eine Luft-Wasser-Wärmepumpe verbessert die CO₂-Bilanz um rund ein Drittel. Eine PV-Anlage zur Unterstützung der Wärmepumpe bringt für eine weitere Verbesserung der Treibhausgasemissionen vergleichsweise wenig (-2% bis -10%). Dies ist darin begründet, dass Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden überwiegend in der dunklen und kalten Jahreszeit in Betrieb sind. Ausgerechnet in dieser Zeit sinkt jedoch der Ertrag der PV deutlich: Die

Sonne steht, wenn sie einmal scheint, im Winter kürzer und niedriger am Himmel als im Sommerhalbjahr, wenn die Wärmepumpe ohnehin nur für das warme Wasser läuft. Ein zweiter Grund ist, dass der belgische Strommix aufgrund des Atomstroms schon jetzt nicht sehr CO₂-intensiv ist. In Bezug auf den Rohstoffverbrauch verschlechtert die PV-Anlage sogar die Bilanz leicht (+3% bis +15%). Dies ist auf die vergleichsweise seltenen und damit ressourcenintensiven Stoffe zurückzuführen, die für den Bau einer PV-Anlage benötigt werden. Trotzdem ist die Installation einer PV-Anlage sinnvoll, da beim geplanten Atomausstieg in Belgien regenerative Energiequellen dessen Rolle übernehmen müssen. Neben Windkraft ist PV dabei unverzichtbar.

Ressourcen- und klimaschonendes Bauen ist eigentlich ganz einfach. Die Wahl des Gebäudetyps und dessen Baukonstruktion ist entscheidend. Aber auch dessen Energieverbrauch und die Art der zur Beheizung eingesetzten Energie.

Werden hier die Weichen richtig gestellt, wird ein gutes Haus für das 21. Jahrhundert gebaut. In den nächsten Dekaden geht es um das Erfinden einer neuen Baukultur, die zugleich das Klima und die Ressourcen der Erde schont und ein angenehmes und zeitgemäßes Wohnen ermöglicht. In diesem Sinne gut gebaute Gebäude werden ihren Wert über eine lange Zeit erhalten.

Die Autoren dieser Orientierungshilfe wünschen Ihnen beim Bau ihres neuen Hauses Weitsicht, Erfolg und das Quentchen Glück, das dazugehört.

Schwedeneck & Raeren im April 2024

ResScore

weil es um Ressourcen geht

Resscore GmbH

Aachen
Kiel
Düsseldorf

info@resscore.de
www.resscore.de