

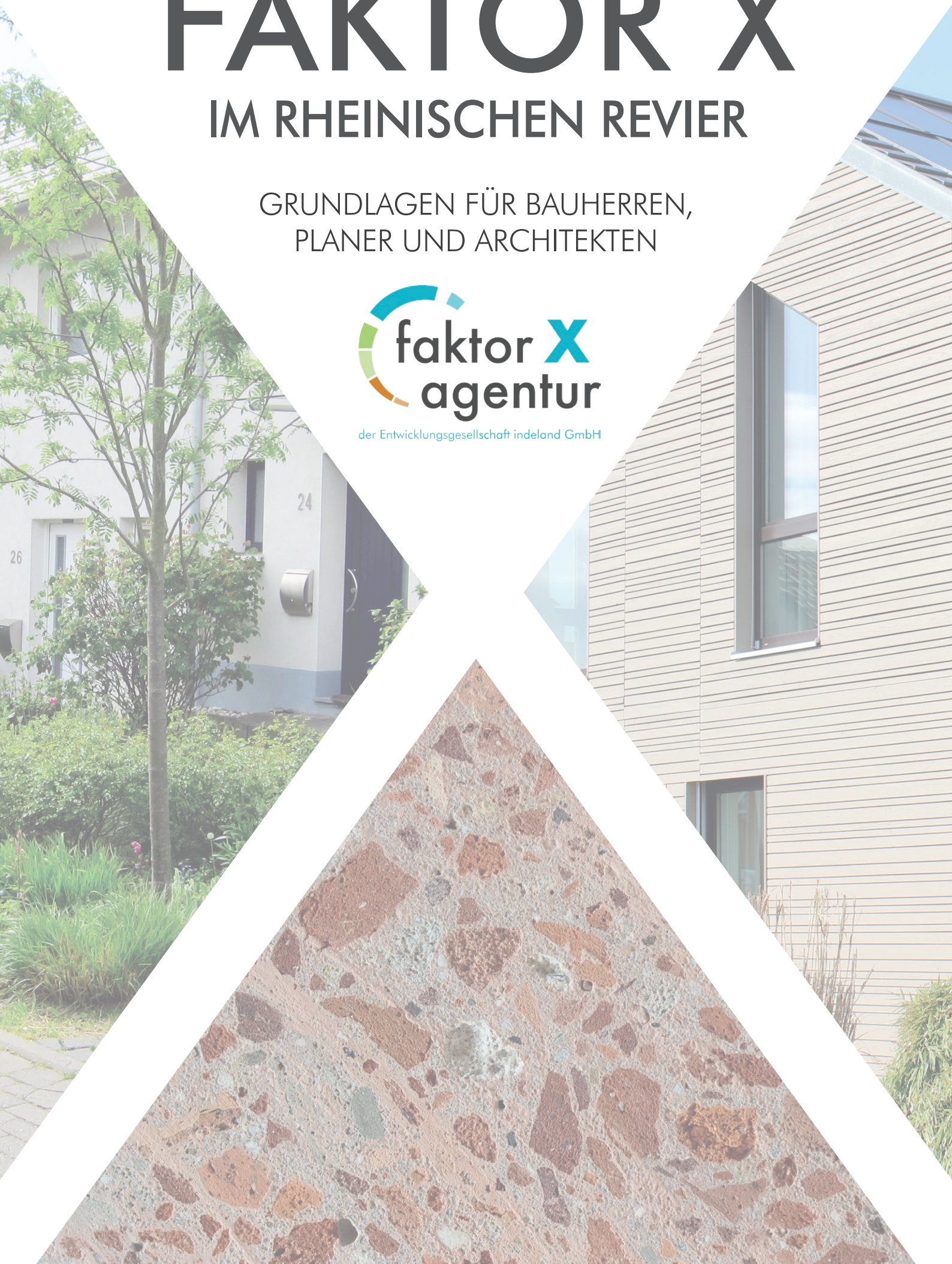
FAKTOR X

IM RHEINISCHEN REVIER

GRUNDLAGEN FÜR BAUHERREN,
PLANER UND ARCHITEKTEN



der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH





Dieses Bauhandbuch wurde von der Faktor X-Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH erstellt. Es dient der Information über eine ressourcen- und klimaschonende Bauweise und gibt Bauinteressierten und Planern zahlreiche Planungsempfehlungen an die Hand.

Stand: April 2020

Die Faktor X-Agentur

Die Faktor X-Agentur der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH hat das ressourceneffiziente Bauen schon in mehreren Baugebieten im Rheinischen Revier etabliert. Die Agentur versteht sich als Kompetenzzentrum in der Region des Rheinischen Reviers und als überregionaler Botschafter für das ressourcen- und klimaschonende Bauen.

Sie finden uns in Inden im Faktor X-Haus in der ersten Faktor X-Siedlung dem Indener Seeviertel.

Faktor X-Agentur
An der Waagmühle 11
52459 Inden



INHALT

1 Faktor X im Rheinischen Revier	4
1.1 Der Wandel im Rheinischen Revier	4
1.2 Bauen mit Faktor X	6
2 Das Faktor X-Prinzip	7
2.1 Massenströme und knapper werdende Ressourcen	7
2.2 Klimaschutz und Energieeinsparung bisher nur in der Nutzungsphase	7
2.3 Was macht Faktor X anders?	9
2.4 Der Status quo im Ressourcenverbrauch	9
2.5 Faktor X-Wohngebiete	10
2.6 Faktor X-Prinzipien	11
2.6.1 Wärmedämmung	11
2.6.2 Bedarfsgerechte Nutzung erneuerbarer Energie	11
2.6.3 Baustoffe mit geringem Ressourcenbedarf bei der Herstellung	12
2.6.4 Langlebigkeit und Reparierbarkeit	12
2.6.5 Nachwachsende Rohstoffe	12
2.6.6 Recycling-Baustoffe	13
2.6.7 Recyclinggerechtes Bauen	13
2.6.8 Leichtbau	14
2.6.9 Umnutzungsfreundliches Bauen	14
3 Planungsgrundlagen für Faktor X-Häuser	15
3.1 Holzbasierte Bauweise	15
3.2 Kosten	16
3.3 Leitlinien	17
3.3.1 Lage und Ausrichtung des Gebäudes zur Sonne	17
3.3.2 Aufteilung des Grundstücks	19
3.3.3 Gebäudeformen und Hülle	19
3.3.4 Haustypen und Anordnung	19
3.3.5 Grundrissplanung	22
3.3.6 Gartengestaltung und Einfriedung	24
3.3.7 Nebenanlagen	26
3.3.8 Abfall- und Wertstoffbehälter	27
3.4 Alltag und Lebensstil	27
3.4.1 Sharing – Nutzen statt Besitzen	27
3.4.2 Mobilität	28
3.4.3 Neues Haus – neue Elektrogeräte?	29
3.4.4 Regenduschen	30
4 Faktor X-Planungstipps	31



4.1 Gründung	31
4.1.1 Keller	31
4.1.2 Kapillarbrechende Schicht	31
4.1.3 Gründungsarten	32
4.2 Gebäudeaußenhülle	32
4.2.1 Außenwandkonstruktionen	32
4.2.2 Holzbasierte Wandaufbauten	33
4.2.3 Massivbauweise	33
4.2.4 Dämmstoffe	34
4.2.5 Fassadenmaterial	36
4.2.6 Farben	36
4.2.7 Fenster	37
4.2.8 Sommerlicher Wärmeschutz	37
4.2.9 Vordächer	38
4.2.10 Dachformen und -konstruktionen	38
4.2.11 Dachdämmung	38
4.2.12 Dachbeläge	38
4.2.13 Dächer von Nebengebäuden	39
4.2.14 Entwässerung	39
4.3 Innenausbau	39
4.3.1 Geschossdecke	39
4.3.2 Schallschutz – wichtig nicht nur bei Holzdecken	40
4.3.3 Bodenbeläge	40
4.3.4 Innenwände	43
4.4 Energie- und Wärmeversorgung	44
4.4.1 Wärmepumpenheizungen	44
4.4.2 Solarenergie	45
4.4.3 Fernwärme und kalte Nahwärme	47
4.4.4 Holzpellet-Heizung	47
4.4.5 Andere Verbrennungsheizungen	48
4.4.6 Erdgas-Heizung	48
4.4.7 Flüssiggas-Heizung	48
4.4.8 Heizöl-Heizung	48
5 Bedienung des KuRT-Tools	49
Legende	52
Ergebnisauswertung	57
6 Checklisten	60

1 FAKTOR X IM RHEINISCHEN REVIER

Mit dieser Broschüre zeigen wir Ihnen, wie im Rheinischen Revier neue Siedlungen besonders ressourcenschonend errichtet und bewohnt werden können. Hier profitieren nicht nur Umwelt und Biosphäre: Unser aller Mehrwert werden zukunfts-feste Gebäude und Siedlungsgebiete sein, die über mehrere Generationen funktionieren und eine flexible Bewohnbarkeit in jeder Lebenssituation bieten.

Wir erläutern Ihnen mit diesem Bauhandbuch, wie Sie Ressourcen beim Bau Ihres Hauses einsparen und das Klima noch besser schützen können. Neben Information erhalten Sie auch Unterstützung bei den anstehenden Entscheidungsprozessen des Bauens. Auf den **grün** markierten Seiten geben wir Ihnen allgemeingültige Tipps zur Planung eines Wohnhauses. Mit den Entscheidungen am Beginn des Planungsprozesses stellen Sie die Weichen für eine ressourcen- und klimaschonende Bauweise. Wir geben Ihnen Handlungsempfehlungen an die

Hand, dennoch sind Sie frei in Ihrem Gestaltungsspielraum, das Haus zu entwerfen, welches am besten zu Ihnen passt. Ihrem Planer geben wir auf den **blau** markierten Seiten wertvolle Hinweise zur technischen Umsetzung des in Ihrem Baugebiet festgelegten Faktors, zur Kosteneinsparung und zur Energieversorgung.

Bereits das erste Faktor X-Baugebiet in Inden („Seeviertel“) ist ein großer Erfolg und wurde 2016 als KlimaExpo.NRW-Projekt ausgezeichnet. Die Stadt Eschweiler wurde 2018 auch dank der Faktor X-Siedlung „Neue Höfe Dürwiß“ als nachhaltigste deutsche Stadt mittlerer Größe prämiert. Im Jahr 2019 hat die Stadt Eschweiler mit der Faktor X-Siedlung „Neue Höfe Dürwiß“ den Preis „Klimaaktive Kommune 2019“ der Nationalen Klimaschutzinitiative gewonnen. An diese Erfolgsgeschichte können nun Kommunen im gesamten Rheinischen Revier anknüpfen.

1.1 Der Wandel im Rheinischen Revier

Das **Rheinische Braunkohlenrevier** steht vor einem tiefgreifenden Strukturwandel. Mehr als ein Jahrhundert prägten und prägen noch der Abbau, die Verarbeitung und die Verstromung der Braunkohle die Landschaft. Im Städtedreieck Köln/Bonn, Düsseldorf und Aachen sind derzeit noch drei Tagebaue aktiv, in denen Braunkohle abgebaut wird. Der von der Bundesregierung für spätestens 2038 beschlossene Ausstieg aus der Kohleverstromung beendet die Ära des Kohleabbaus im Revier und macht einen Strukturwandel notwendig.

Nach dem Ende der Kohleförderung entstehen im Revier im Laufe der dann folgenden Dekaden drei große Restseen in den offengelassenen Tagebauen. Der neue Tagebausee Inden wird rund 1.260 ha groß sein, damit wird er größer sein als der Tegernsee. Die Restseen der Tagebaue Garzweiler und Hambach werden noch größer, die genaue Lage und Größe ist jedoch noch abhängig von der nun erforderlichen Neuplanung der Stilllegung der Tagebaue.

Schon heute scheint es sicher zu sein, dass das Rheinische Revier nach dem Ende der Kohle ein

hochattraktiver Raum wird: Eine Seenplatte, eine europaweit einzigartige Forschungslandschaft, die



Abb.1 - Der Indemann am Tagebau Inden



Abb.2 - Freizeitzentrum am Blausteinsee

Nähe zu den BeNeLux-Ländern, der Rheinschiene und den Wäldern der Eifel mit ihrem Nationalpark lassen einen erheblichen Siedlungszuwachs erwarten.

Im Strategiepapier zum Strukturwandel des Rheinischen Reviers (Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.0) definiert sich das Rheinische Revier als eine Pilotregion für eine umfassende Ressourcenwende: Es geht um die Etablierung von Stoffkreisläufen, um die Substitution fossiler und nicht erneuerbarer Rohstoffe durch biobasierte Stoffe, um die generelle Verbesserung der Effizienz eingesetzter Ressourcen.

Der Strukturwandel führt nicht nur zu Siedlungszuwachs, auch neue Gewerbe- und Industrieansiedlungen müssen helfen, Ersatz für die wegfallenden Arbeitsplätze der Braunkohlewirtschaft zu schaffen. Auch diese Gewerbe- und Industriegebiete müssen sich an den Zielen einer Klimaneutralität bis 2050 und einer möglichst weitreichenden Ressourcenschonung ausrichten.

Im „indeland“, dem Zusammenschluss der Städte Eschweiler, Jülich und Linnich, der Gemeinden Aldenhoven, Inden, Langerwehe und Niederzier sowie des Kreises Düren, nahm die Erfolgsge-

schichte von Faktor X ihren Anfang. Bereits 2016 beschlossen die Räte der beteiligten Kommunen einen Masterplan.

Die indeland-Kommunen streben demnach eine ressourceneffiziente Entwicklung an, die unter behutsamer Fortentwicklung der unverwechselbaren Eigenarten dieses Raumes sozial ausgewogen, umwelt- und klimaverträglich und wirtschaftlich erfolgreich ist. Dazu gehört auch die Entwicklung einer ressourceneffizienten Baukultur, die nur ein Bruchteil der Ressourcen von konventionell gebauten Häusern bedarf. Diese entwickelt und begleitet die Faktor X-Agentur.

So wird es auch im Rheinischen Revier eine der großen Herausforderungen der Zukunft sein, eine Ressourcenwende umzusetzen, dabei Wohlstand und einen Zugewinn an Lebensqualität zu erzeugen und gleichzeitig die Gleichgewichte der Biosphäre soweit wie möglich intakt zu lassen. Bauen und Wohnen ist der Bereich, der besonders intensiv in die Biosphäre eingreift, weil gerade hier große Mengen an Ressourcen verwendet werden und die Bauten über einen langen Zeitraum genutzt werden. Es handelt sich daher um einen zentralen Bereich für das Gelingen der Ressourcenwende.



Abb.3 - Vision des Indesees

1.2 Bauen mit Faktor X

Der Entschluss, ein Haus zu bauen, ist verbunden mit vielen Entscheidungen. Meistens baut man nur einmal im Leben. Doch die Anforderungen an das Wohnen und das Wohnumfeld können sich im Laufe des Lebens ändern. Deshalb spielen die Lage des zukünftigen Wohnstandortes, aber auch die Gestaltung, die Materialität, ein flexibler Zuschnitt und Grundriss des eigenen Hauses und der dazugehörigen Freiflächen eine zentrale Rolle. Umso wichtiger ist es, von Anfang an die anstehenden Entscheidungen in Ruhe zu treffen.

Um ein Haus zu bauen, benötigt es viel Erfahrung. Professionelle Hilfe ist also ratsam. Ein Architekt entwickelt mit Ihnen gezielt auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittene Grundrisslösungen. Sie können aber auch ein Fertighaus bauen. Viele Fertighausanbieter planen inzwischen auch individuell. Sie können Ihr Traumhaus planen und schlüsselfertig realisieren. Der hohe Vorfertigungsgrad und der Rückgriff auf jahrelang erprobte Detaillösungen machen preisgünstige Angebote von meist hoher Bauqualität und kurzer Bauzeit möglich.

Jede Region hat ihr eigenes Gesicht. Regionale Besonderheiten schätzen wir insbesondere im Urlaub und bei anderen Freizeitgestaltungen. Hier zeigt sich, wie wichtig der Erhalt dieser Besonderheiten und der damit verbundenen Unterschied-

lichkeit der Regionen ist. Auch die Bau- und Siedlungsstrukturen prägen die regionaltypische Kultur. Klima, heimische Materialien, Handwerk und Industriekultur haben die Baustrukturen über Jahrhunderte beeinflusst.

Bauweise und -formen, die Dachlandschaften und die Farben sollen in das Bild der Region passen und in die neue ressourcen- und klimaschonende und moderne Architektur integriert werden. Ebenso wie Regionen ihr typisches „Baugesicht“ haben, prägt das jeweilige Zeitalter die Baukultur. Die Zwanzigerjahre des 21. Jahrhunderts leiten die Prägung einer neuen Baukultur ein, die durch Klima- und Ressourcenschonung gekennzeichnet sein wird. Denn Gebäude, die jetzt gebaut werden, stehen aller Voraussicht nach noch in hundert Jahren. Das ist das Jahr 2120, ein Jahr, in dem die Welt bereits 70 Jahre klimaneutral wirtschaftet. Gut geplante Gebäude müssen in diese Baukultur des 21. Jahrhunderts passen, um werthaltig zu sein.

Schauen Sie auf Webseiten Ihres Kreises oder Ihrer Stadt, um weitere Informationen zum Bauen in Ihrer Region zu erhalten. Fast alle Kreise und Städte des Rheinischen Reviers bieten Baubroschüren als Download an.



Abb.4 - Urbane Platzsituation auf dem Land — Wettbewerbsentwurf für die Faktor X-Siedlung „Neue Höfe Dürwiss“

2 DAS FAKTOR X-PRINZIP



Es geht um umweltverträgliches Bauen. Doch was ist das? In der öffentlichen Wahrnehmung wird dieses Thema meist auf den Energieverbrauch oder die Energieeffizienz reduziert. Doch wodurch entstehen überhaupt Umweltprobleme?

FAKT 1

Die Energieeffizienz ist nahezu ausgereizt. Faktor X betrachtet den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden: Im Bau und nach der Nutzung gibt es große Potenziale, wertvolle Ressourcen einzusparen.



2.1 Massenströme und knapper werdende Ressourcen

Im Kern sind alle Umweltprobleme Massenstromprobleme. Es werden zu viele natürliche Ressourcen, wie mineralische Rohstoffe, Energierohstoffe, Wasser und andere, vom Menschen abgebaut oder anderweitig aus der Natur herausgeholt. Dabei werden natürliche Stoffkreisläufe gestört oder unterbrochen.

Viele Rohstoffe hinterlassen bei ihrem Abbau Umweltschäden und benötigen beim Abbau und bei der Verarbeitung viel Energie. Ein Beispiel dafür ist Sand. In vielen Gegenden der Welt ist Sand knapp. Sand wird für das Bauen von Häusern und Straßen dringend gebraucht. Ohne Sand kein Bau und keine Straße. Weil viele Sandvorkommen an Land ausgeschöpft sind, wird der Sand vor einigen Küsten abgebaggert. Dadurch verschwinden an diesen Küstenabschnitten Strände, Fischgründe werden irreversibel beschädigt.

In unserer Region sind Sand und Kies geologisch gesehen nicht knapp. Halb Köln ist auf Sand und Kies gebaut. Die Verfügbarkeit von Sand und Kies ist in vielen Regionen dennoch nicht mehr gegeben, weil sich Sand- und Kiesgruben nicht mehr ausweiten oder neu anlegen lassen. Es gibt zu viele Flächenkonkurrenzen. Schließlich können wir weder Gebäude oder Straßen abreißen, noch Naturschutzgebiete oder Anbauflächen für Nahrungsmittel zu Kiesgruben umnutzen. Unter dem Strich sind Sand und Kies also auch bei uns eine

tatsächlich knappe Ressource.

Viele andere Rohstoffe gibt es zwar noch in großer Menge. Aber der Gehalt der Rohstoffe in den Lagerstätten nimmt ab, wie beispielsweise beim Kupfer (Abb. 5). Im 20. Jahrhundert musste für 1 kg Kupfer rund 20 kg Kupfererz gewonnen werden. Mittlerweile werden Lagerstätten ausgebeutet, die nur noch einen Kupfergehalt von weniger als 0,5 % haben. Für jedes Kilo Kupfer müssen jetzt 200 kg Kupfererz abgebaut werden. Zehnmal so viel! Das benötigt viel Energie und hinterlässt große Umweltschäden – nicht nur in entlegenen Ecken der Welt, sondern auch in Europa. Deutschland benötigt jährlich rund 1,3 Mio. Tonnen Kupfer, das entspricht 6,5 % der Weltproduktion.

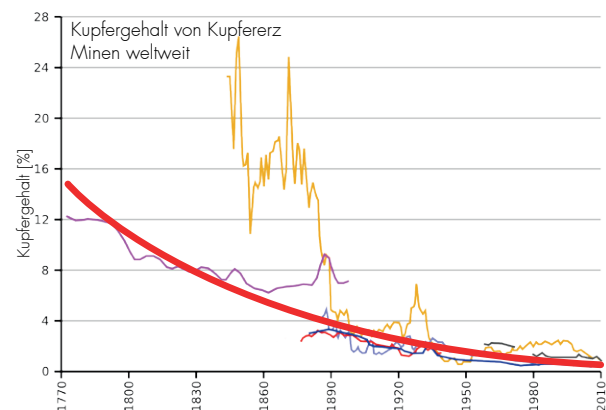


Abb.5 - Der Erzgehalt von Lagerstätten nimmt immer weiter ab, weil die attraktivsten Minen zuerst ausgebeutet werden, hier am Beispiel Kupfer

2.2 Klimaschutz und Energieeinsparung bisher nur in der Nutzungsphase

Bisher wurde beim umweltfreundlichen Bauen hauptsächlich auf die Verringerung des Energieverbrauchs geachtet. Seit 1977 gibt es in Deutschland Verordnungen zur Begrenzung des Energieverbrauchs von Gebäuden.

Bei Neubauten muss nachgewiesen werden, dass die jeweils gültige Verordnung eingehalten wird – derzeit die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2016. Gegenüber den in den 1950er und 1960er Jahren errichteten Gebäuden wird bei aktuell gebauten Häusern bereits mehr als

85 % der Heizenergie eingespart. Soll noch mehr Energie eingespart werden, erhöht sich der Aufwand dazu drastisch. Bei heutigen Gebäuden sind schon 18-20 cm Wärmedämmung üblich. Dazu kommen Fenster mit dreifacher Verglasung. Weitere Energieeinsparung erfordert noch höhere Dämmstärken und eine luftdichte Außenhülle mit einer mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung. Der Bauaufwand und damit die Baukosten steigen deutlich an. Die damit zusätzlich erreichten Einsparungen rechtfertigen diesen Aufwand aber meist kaum.

Alle Energiesparanstrengungen zielen auf die Nutzung des Hauses: weniger Heizenergie, weniger Energieverbrauch für Warmwasser. Dabei ist dort nicht mehr viel Verbesserung zu holen. Auch das kommende Gebäudeenergiegesetz (GEG), was die geltenden Verordnungen und Gesetze (EnEV, EnEG, EEWärmeG) ablösen und zusammenführen soll, wird nur die Nutzungsphase des Gebäudes betrachten.

Energieeinsparverordnungen in Deutschland

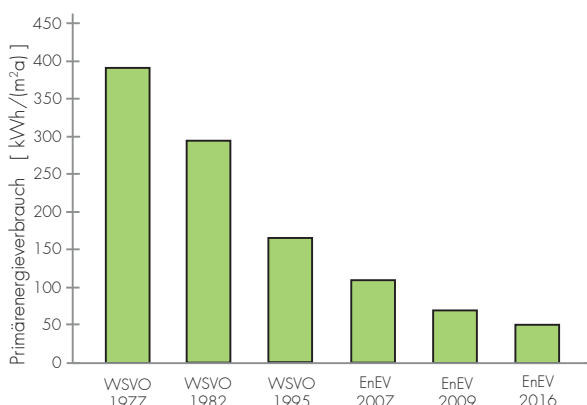


Abb.6 - Entwicklung des Energie- und Wärmedämmstandards über die letzten Jahrzehnte — viel wurde schon erreicht, mehr wird immer schwieriger

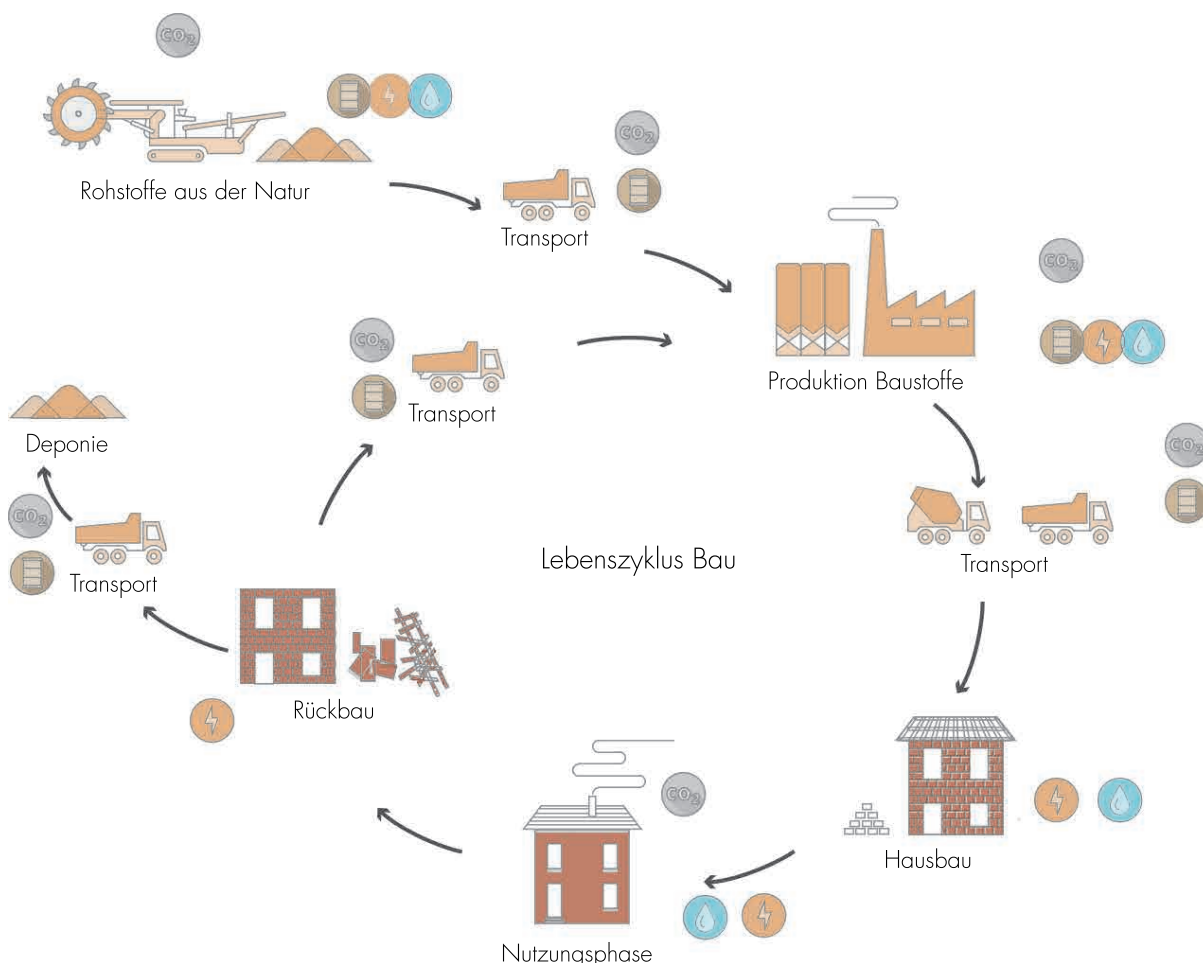


Abb.7 - Im gesamten Lebenszyklus des Hauses werden Energie und Rohstoffe verbraucht und Treibhausgase freigesetzt



2.3 Was macht Faktor X anders?

Es gibt jedoch weitere, bislang zu wenig genutzte Möglichkeiten, beim Bauen, Ressourcen, Energie- und Klimagase einzusparen. Chancen liegen im Lebenszyklus eines Gebäudes vor der Nutzungsphase und danach. Diese Chancen nutzt Faktor X.

Nahezu jeder Baustoff beginnt als Rohstoff in der Natur, im Boden, im Gestein oder im Wald. Zum Abbau braucht es Maschinen, die selbst Energie benötigen und Treibhausgase ausstoßen. Die Rohstoffe werden transportiert – wieder werden Energie benötigt und Treibhausgase freigesetzt. In einer Produktionsstätte werden aus den Rohstoffen

Baustoffe, der Herstellprozess benötigt wiederum Energie und emittiert Treibhausgase. Nach dem Transport sind die Baustoffe schließlich auf der Baustelle und werden ins Haus eingebaut. So ist ein großer Teil der Energie bereits verbraucht, eine große Menge Treibhausgase ist schon in der Atmosphäre, bevor das Haus überhaupt bezogen und die Heizung in Betrieb genommen wurde.

Faktor X berücksichtigt die Ressourcen, Energie und Treibhausgase, die vor der Nutzungsphase eingesetzt werden, damit das Haus entstehen kann.

Die Ressourceneffizienz wird in vier Bereichen gemessen:

Abiotische Ressourcen [RI _{abio}]	Mineralische und metallische Rohstoffe einschließlich aller für die Erzeugung eines Stoffes benötigten abiotischen Stoffe. Für ein Kilogramm Aluminium werden bspw. einige hundert Kilogramm abiotische Ressourcen verbraucht. Der Indikator berücksichtigt auch die Nutzung recycelter Baustoffe (Kreislaufwirtschaft, Cradle to Cradle®).
Biotische Ressourcen [RI _{bio}]	Das sind biologisch erzeugte Rohstoffe. Beim Bau handelt es sich dabei meist um Holz und Dämmstoffe aus biologischen Quellen wie Hanf, Zellulose u. ä. Sie ersetzen teilweise abiotische Rohstoffe.
Treibhausgas-Potenzial [GWP100 — global warming potential]	Hier wird das Treibhausgas CO ₂ (Kohlendioxid) und ähnlich wirkende Spurengase zusammengefasst und ihr Einfluss auf den Treibhauseffekt über 100 Jahre abgeschätzt. Es wird sowohl graues CO ₂ als auch das CO ₂ der Nutzungsphase gerechnet.
Kumulierter Energieaufwand [PENRT — primary energy non renewable, total]	Diese Größe misst den gesamten nicht erneuerbaren Energieaufwand zur Herstellung eines Produktes oder Stoffes sowie den Verbrauch während der Nutzungsphase und einem eventuellen Recycling. Es wird sowohl graue Energie als auch der Energieaufwand in der Nutzungsphase gerechnet.

Abb.8 - Die vier Kategorien der Ressourceneffizienz

In diesen vier Bereichen soll ein Neubau um einen Faktor X sparsamer sein als ein regionaltypisches konventionell geplantes und gebautes Haus. Das bedeutet, für einen im Baugebiet festgelegten

Faktor 2, dass ein geplanter Faktor X-Neubau nur halb soviel Ressourcen, Energie verbrauchen und Treibhausgase emittieren darf, wie ein Vergleichs-haus.

2.4 Der Status quo im Ressourcenverbrauch

Um unsere Bemühungen für den Ressourcen- und Klimaschutz besser einordnen zu können, ist es hilfreich, die Ausgangslage zu erfassen. Hier sind einige besorgniserregende Zahlen.

Ressourcenhungriger Wirtschaftszweig

Der Bausektor ist mit Abstand der ressourcenhungrigste Wirtschaftszweig in Deutschland. Er verbraucht 40 % das entspricht 477 Mio. t Rohstoffäquivalente; nur Deutschland und zwar jedes Jahr.

Würde man die 477 Mio. t in Lkw-Ladungen von 15 Tonnen packen und die Lkws Stoßstange an Stoßstange hintereinander reihen, würde diese Schlange 5,5 Mal um die Erde gehen.

Abfallaufkommen

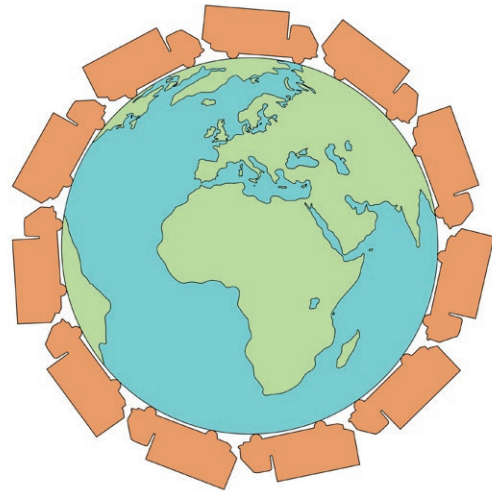
Der Bausektor ist für rund 60 % des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland verantwortlich. Zwar werden bis zu 90 % davon in die Wiederverwertung gebracht, allerdings wird hauptsächlich „Downcycling“ betrieben. Es werden minderwertigere Sekundärrohstoffe damit erzeugt, die nur noch im Straßenbau Verwendung finden.

Flächenverbrauch

Gleiches, wenn wir uns den Bodenverbrauch anschauen. Der Flächenverbrauch von 1993 bis 2017 betrug 8921 km². Das entspricht einer Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche der dreieinhalbfachen Fläche des Saarlands.

CO₂-Emissionen der Zementindustrie

Weltweit liegen die CO₂-Emissionen durch die Zementproduktion bei rund 8 % der gesamten weltweiten CO₂-Emissionen. Damit setzt die weltweite Zementproduktion fast viermal mehr CO₂ frei, als ganz Deutschland! Wäre die Zementindustrie ein Staat, wäre er der drittgrößte CO₂-Emittent. Der Grund für diese enormen Emissionen ist der Energiehunger der Produktion und dass bei dem Brennen der Rohstoffe z. B. Kalkstein durch den chemischen Umwandlungsprozess CO₂ freigesetzt wird.

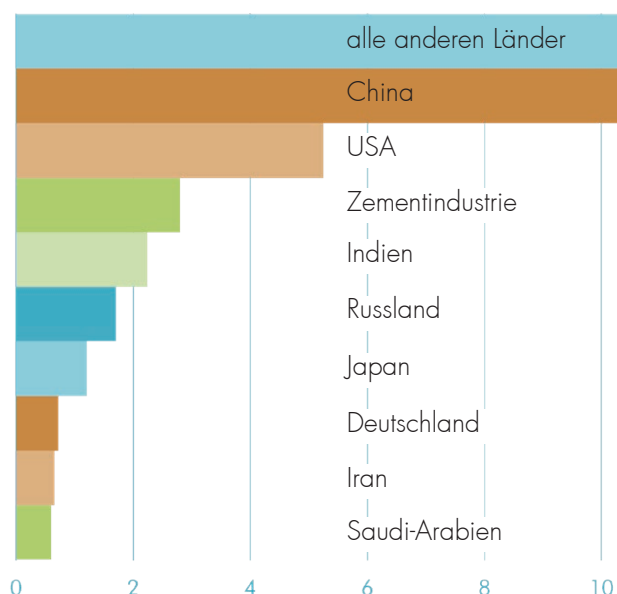


Lkw-Schlange 5,5 x um die Erde

Abb.9 - Ressourcenverbrauch des Bausektors pro Jahr



3,5 x die Fläche des Saarlands



Mrd. t. CO₂ pro Jahr

Abb.10 - Abfallaufkommen, Flächenverbrauch und CO₂-Emissionen des Bausektors

2.5 Faktor X-Wohngebiete

Ein Faktor X-Wohngebiet verbraucht über den betrachteten Lebenszyklus nur einen Bruchteil der üblicherweise verwendeten Ressourcen. Es werden in einem ganzheitlichen Ansatz die untersuchten Ressourcen der Siedlung bewertet: Das bedeutet vom ersten Spatenstich der Infrastruktur, über die Nutzungsdauer, bis hin zu einem möglichen Rückbau.

Der Faktor X als Indikator des Ressourcenverbrauchs berücksichtigt nicht nur den Bau und die Nutzung der Häuser. Er gilt ebenso für die Infrastruktur eines Faktor X-Gebietes: Der Aufbau der Straßen und Wege wird gleichermaßen unter Ressourcengesichtspunkten optimiert wie die Kanalisation und Regenwasserentwässerung. LED Straßenlampen



Abb. 11 - In diesem Wohngebiet wurde die Regenwasserentwässerung ressourcenschonend mitgedacht. Nach einem starken Regenereignis führt diese Brücke über die versickernde Wasserfläche. Die Regenwasserrückhaltung ist somit in die Grünanlagen der Siedlung integriert.

sorgen beispielsweise für eine langlebige und zugleich stromsparende Beleuchtung.

2.6 Faktor X-Prinzipien

Alle Faktor X-Prinzipien beschäftigen sich mit der Einsparung der oben beschriebenen Ressourcen. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus betrachtet. Das besondere an Faktor X ist, dass wirklich ganzheitlich auf das Thema Bauen mit Berücksichtigung

des Ressourcen- und Klimaschutzes geschaut wird. Somit sind die Prinzipien auch sehr unterschiedlich. Manches sind Empfehlungen und Ideale, anderes ist essenziell, um den Faktor X in Ihrer Siedlung zu erreichen.

2.6.1 Wärmedämmung

Eine gut gedämmte Gebäudehülle verhindert vermeidbare Wärmeverluste. Wichtig ist dabei, dass jeder Zentimeter Dämmung in seiner Lebensdauer die für seine Produktion und Transport aufgewendeten Rohstoffe und Energie durch das Energiesparen „wieder hereinholt“ und tatsächlich etwas einspart. Es ist nicht möglich, hier pauschal einen Wert anzugeben. Wie die Dämmung „im richti-

gen Maß“ aussieht, hängt vom konkreten Einzelfall ab. Dabei spielt die Art der durch die Dämmung eingesparten Energie eine ebenso wichtige Rolle, wie die Dämmung selbst. Unterschiedliche Dämmstoffe haben unterschiedliche Mengen an Rohstoffen und Energie für ihre Produktion benötigt und dabei unterschiedlich viel Treibhausgas ausgestoßen.

2.6.2 Bedarfsgerechte Nutzung erneuerbarer Energie

Die vermehrte Nutzung erneuerbarer Energie aus Wind oder Sonne ersetzt das Verbrennen fossiler Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas. Je mehr erneuerbare Energie verwendet wird, desto weniger CO₂ wird durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Energieerzeugung freigesetzt. In der Praxis gibt es einen Haken: Wenn die Sonne

nicht scheint und der Wind nicht weht, muss Strom aus konventionellen Kraftwerken oder Gas den Energiebedarf decken – dazu stoßen sie weiter CO₂ aus. Eine Speicherung erneuerbarer Energie würde dieses Problem lösen. Derzeit gibt es aber kaum geeignete Langzeitspeicher, die selbst erzeugte Energie aus Photovoltaik oder Solar-

thermie auf dem Dach aus den Sommermonaten in die kalte und dunkle Jahreszeit hinüberretten. Bislang spielt die Betrachtung einer lastgang- und bedarfsgerechten Nutzung von erneuerbarer Energie kaum eine Rolle. Stattdessen steht der bilanzielle Anteil erneuerbarer Energie über ein ganzes Jahr im Fokus.

2.6.3 Baustoffe mit geringem Ressourcenbedarf bei der Herstellung

Generell sind Baustoffe mit einer geringen „grauen“ Energie, das heißt einem geringen Aufwand insbesondere fossiler Rohstoffe und einem niedrigen mit der Produktion zusammenhängenden Treibhausgas-Ausstoß, zu bevorzugen. Faktor X vergleicht die Baustoffe in dieser Hinsicht und erleichtert Planern die Auswahl besonders ressourceneffizienter Baustoffe.

2.6.4 Langlebigkeit und Reparierbarkeit

Wenn schon so viele Rohstoffe, Energie und Treibhausgase in ein Gebäude „investiert“ wurden, ist es umso wichtiger, dass es möglichst langlebig ist. Und wenn etwas kaputtgeht, ist es vom Standpunkt der Rohstoffe, der Energie oder der Treibhausgase meist besser, dies zu reparieren anstatt es neu zu kaufen, getreu dem Motto: „Repair, reuse, recycle, reduce and refill“ (zu deutsch: Reparieren, wiederverwenden, verwerten, reduzieren und ersetzen). Damit dies auch wirklich gelingt, muss das Gerät, Bauteil oder Produkt reparatur- und wartungs-, bzw. pflegefreundlich sein. Außerdem muss die

2.6.5 Nachwachsende Rohstoffe

Viele mineralische Baustoffe können durch nachwachsende ersetzt werden. Holz beispielsweise ist ein langlebiger Baustoff, der große Mengen CO₂ speichert. Für das Wachstum eines Kubikmeters Fichtenholz filtert der Baum rund 1,7 Tonnen CO₂ aus der Atmosphäre. Wird das Gebäude eines Tages zurückgebaut, kann das Holz weiterverwendet werden, zum Beispiel in Form von Spanplatten. Erst wenn dann auch diese Spanplatten nicht mehr verwendet werden können, wird

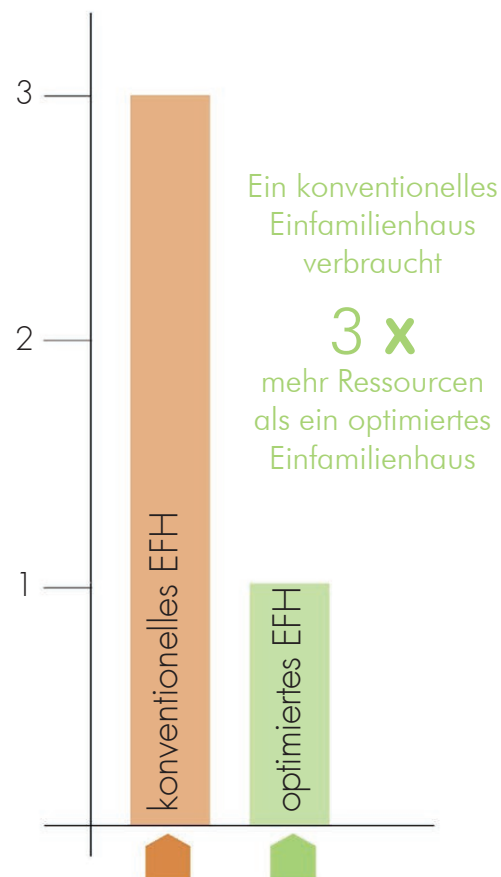


Abb. 12 - ein nach Faktor X optimiertes Einfamilienhaus verbraucht nur ein Drittel der Ressourcen eines herkömmlich errichteten Gebäudes

Ersatzteilversorgung für eine möglichst lange Zeit sichergestellt sein. Bei Gebäuden gibt es viele Bauteile oder Baustoffe, deren zu erwartende Lebensdauer je nach Produktwahl stark variiert, insbesondere Dämmung, Bodenbeläge, Dacheindeckung, Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärtechnik, Elektrik, Beleuchtung und Fenster.

es thermisch verwertet, d.h. verbrannt. Dabei wird nur das CO₂ wieder freigesetzt, das der Baum vor vielen Jahrzehnten selbst aus der Atmosphäre herausgeholt hat. Wesentlich bei der Verwendung nachwachsender Rohstoffe sind kurze Transportwege. Energetisch ist es sinnvoller, Bauholz aus der regionalen Forstwirtschaft, anstatt aus den Wäldern des Baltikums oder Skandinaviens zu transportieren.

2.6.6 Recycling-Baustoffe

Baustoffe aus Recyclingmaterial sind besonders ressourcenschonend. Die Ressourcen wurden bereits für ihre erste Verwendung in Bauwerken „gezählt“. Die erneute Verwendung ist sozusagen ressourcenmäßig „kostenlos“, lediglich die Aufarbeitung der Stoffe schlägt zu Buche. Bekannt ist beispielsweise die Zellulose-Dämmung, die aus altem Zeitungspapier hergestellt wird.

Besonders bei massiven Faktor X-Gebäuden spielt Recyclingmaterial als Ersatz für Kies im Beton eine Rolle. Für Primärbeton werden Rohstoffe wie Sande und Kies der Natur entnommen. Um bei der Herstellung von Beton für den Hochbau natürliche Ressourcen zu schonen, können heute als gleichwertige Alternative auch rezyklierte Gesteinskörnungen eingesetzt werden. Diese werden gezielt aus rückgebautem Beton und Mauerwerk aufbereitet und ersetzen in definierten Anteilen natürliche Gesteinskörnungen bei der Betonproduktion.

Die Wiederaufbereitung abgebrochener Betonmassen zu rezyklierten Gesteinskörnungen erfolgt im Rahmen eines genormten Güteüberwachungssystems, in dem bau- und umwelttechnische Anforderungen einzuhalten sind. Der Einsatz der rezyklierten Gesteinskörnungen im konstruktiven Beton ist durch verschiedene Normen und Richtlinien geregelt. Technisch ist die Aufbereitung und Anwendung von Recycling-Beton (RC-Beton) unproblematisch. Für den Einsatz des Betons im Bauwerk sind bestimmte Expositionsclassen zu

FAKT 2

Viele Wege führen zum Faktor X! Wie Sie den Faktor X erreichen, ist nicht relevant. Hauptsache, das geplante Gebäude verbraucht nur ein X-tel eines konventionell gebauten Hauses.



beachten. Hinweise dazu: <http://www.rc-beton.de/rc-beton.html>

Recyclingbeton weist ein bedeutendes Einsparpotenzial von primären Rohstoffen auf. Bei möglichst kurzen Transportwegen vom Abbruchort bis zur Betonbaustelle können die CO₂-Einsparpotentiale im Sinne des Klimaschutzes maximiert werden. So können Abbruchmaterialien, die gegenwärtig gewöhnlich im Straßen- und Tiefbau oder gar auf der Deponie enden, im Hochbau hochwertig wiederverwendet und so wertvolle Rohstoffreserven geschont werden. Durch die Substitution von „normalem“ Beton zu RC-Beton wird allerdings kein CO₂ eingespart, da RC-Beton ebenso viel Zement wie konventioneller Beton benötigt.

In der Schweiz und den Niederlanden ist bei Neubauten die Verwendung von Recyclingbeton sehr weit verbreitet.

Wenn Ihr Bauunternehmer keinen Recyclingbeton anbietet, sprechen Sie die Faktor X-Agentur an, die Ihnen Recyclingbetonlieferanten nennen kann. In der Entwicklung sind mineralische Baustoffe, die zum größten Teil aus rezyklierten Stoffen hergestellt werden, beispielsweise ein dem Leichtbeton ähnlicher Mauerstein.

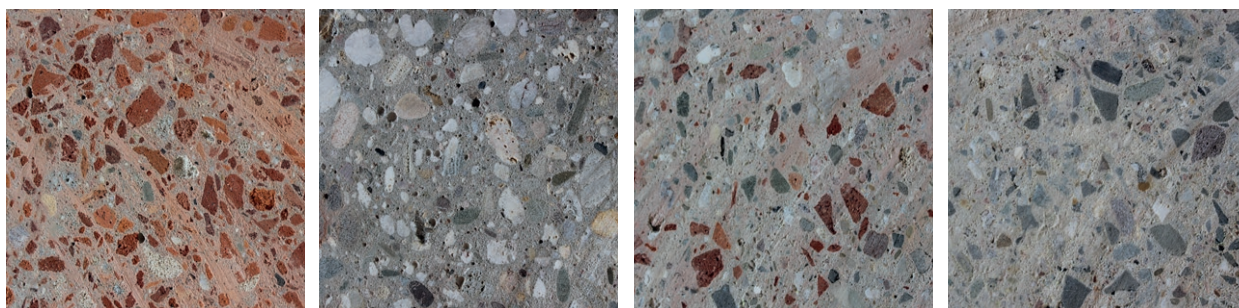


Abb. 13 - Querschnitte durch drei Varianten von Recyclingbeton und durch Normalbeton - Welcher ist der Normalbeton? Auflösung im Bildnachweis

2.6.7 Recyclinggerechtes Bauen

Um nach dem Ende der Nutzung eines Gebäudes die verwendeten Rohstoffe möglichst einfach zurückzugewinnen zu können, ist eine vorausschau-

ende, recyclinggerechte Planung notwendig. Die Baustuktur des Gebäudes sollte eine kontrollierte Demontage erlauben, Verbindungen sollten lösbar

gestaltet sein und Verbundstoffe vermieden werden. Eine geringe Materialvielfalt erleichtert das Sortieren beim Rückbau. Tipps zum recyclingge-

rechten Bauen erhalten Sie im Klima- und Ressourcenschutz-Tool KuRT. Halten Sie nach dem Recyclingsymbol  Ausschau.

2.6.8 Leichtbau

Jedes Kilo Baustoffe, das nicht verwendet werden muss, braucht nicht produziert zu werden. Beispielsweise können Betondecken durch die Verwendung von Betonfertigteilen viel leichter und das Bauvorhaben schneller fertiggestellt werden. Sie enthalten statisch genau bemessene Hohlräume – und daher weniger Beton. Auch die Kosten könnten sich relativieren, da durch den Wegfall des Betniervorgangs mit reduziertem Arbeitsaufwand und Entfall der Aushärtungszeit zu rechnen ist. Neben den Ressourcenvorteilen sind solche Deckenelemente sofort ausgehärtet und somit belastbar und trocken. Durch das geringere Eigengewicht können die Decken auch dünner ausgeführt werden, was wiederum Beton einspart und Ihnen einen Raumgewinn durch höhere Decken bietet. Nicht tragende Wände können häufig in Holz- oder Metallständerbauweise errichtet werden. Auch im Leichtbau ist ein anspruchsvoller Schallschutz im Gebäude möglich.



Abb. 14 - Bewehrung mit Kunststoff Hohlkörpern

Ein ähnliches Prinzip verfolgt die Firma Cobiax. Hier werden Hohlkörper aus recykliertem Kunststoff vor dem Gießen der Ortbetondecke an Stellen ohne statische Beanspruchung in die Bewehrung eingebracht. Dadurch können bei gleichen Kosten rund 35 % Beton und 20 % Bewehrungsstahl eingespart werden. (Abb. 14)

2.6.9 Umnutzungsfreundliches Bauen

Gebäude werden für eine lange Nutzungsdauer errichtet. Häufig stehen Wohngebäude 100 Jahre lang. Innerhalb dieser Zeit haben die Bewohner wechselnde Anforderungen an ihr Haus. Beispielsweise bauen viele ein Haus, wenn sie Kinder haben oder planen welche zu bekommen. Wenn die Kinder einmal ausgezogen sind, ist das Haus aber viel zu groß. Üblicherweise bleiben die Eltern im Haus wohnen und bewohnen zu zweit 140

oder 160 qm. Warum dann nicht eine Einliegerwohnung abtrennen, die zusätzlich Mieteinnahmen generiert und die Fläche weiterhin effizient nutzt? Später kann die Einliegerwohnung vielleicht selbst als der barrierefreie Teil genutzt und das restliche Haus vermietet werden. Nutzungsflexibilität spart nicht nur Ressourcen, sie erhält und steigert auch den Wert des Hauses.

3 PLANUNGSGRUNDLAGEN FÜR FAKTOR X-HÄUSER

Faktor X-Häuser sind ganz normale Häuser! Man sieht es ihnen von außen und auch von innen nicht an, dass sie in ihrem Lebenszyklus nur ein X-tel Ressourcen eines konventionell gebauten Hauses verbrauchen. Welche Faktor X-Prinzipien Sie nutzen, um zu dem in Ihrem Baugebiet festgelegten Faktor zu kommen, ist für die Einhaltung eines Faktor X nicht relevant. Bei Faktor X handelt es sich nicht um eine Bauweise, sondern um eine Vorgehensweise und die Entscheidung intelligent sowie ressourcen- und klimaschonend zu bauen. Zunächst wird individuell für jedes Baugebiet und jeden Haustyp ein Vergleichsmaßstab definiert, der einen Ressourcenverbrauch pro Quadratmeter beheizbarer Wohnfläche angibt. Das ist Ihr Benchmark. Dieser kann von Baugebiet zu Baugebiet variieren.

Das Ziel ist es, einschließlich des Ressourcenverbrauchs zur Beheizung des Hauses, die Grenz-

werte für RI abiotisch, CO₂ und nichterneuerbare Energie nicht zu überschreiten.

Möglich ist auch, dass in einem Faktor X-Baugebiet individuelle Vergleichsmaßstäbe gefordert sind, wenn beispielsweise andere Haustypen im Bebauungsplan festgelegt sind. Dann wird für jedes Haus ein individueller Vergleichsmaßstab berechnet. Für den Vergleichsmaßstab wird dann eine Bauweise spezifiziert, mit der das konkrete Bauvorhaben verglichen werden kann.

Für die Berechnung des Vergleichsmaßstabes benutzen wir das gleiche Online-Tool wie Ihr Planer für die Berechnung der Ressourceneffizienz Ihres Hauses: das KuRT-Tool der Faktor X-Agentur.

kurt.faktor-x.info

3.1 Holzbasierte Bauweise

Das Bauen mit Holz ist eine besonders ressourcenschonende Bauweise. Man unterscheidet zwischen dem Holzskelettbau, dem Holzständerbau und dem Holzmassivbau. Üblicherweise kommt im Einfamilienhausbau die Holzständerbauweise in Frage. Ein Beispiel für den Holzmassivbau sind Blockhäuser, die traditionell in waldreichen Regionen gebaut wurden.

Heute gibt es auch wieder Holzmassivbauweise. Als besonders hochwertige Alternative kann eine massive Brettstapelaußenwand zum Einsatz kommen. Diese vereint alle Vorteile einer massiven Bauweise mit denen einer Holzkonstruktion. Die geringen Wandstärken einer Holzständerkonstruktion lassen sich damit allerdings nicht realisieren.

Seit der neuen Bauordnung NRW dürfen sogar bis zu achtstöckige Häuser in Holzbauweise errichtet werden. Bedenken wegen der Stabilität von Holzhäusern sind also nicht angebracht und stammen noch aus vergangenen Jahrhunderten.

Vorteile:

Das Bauen eines Einfamilienhauses mit Holz hat neben den ökologischen Vorteilen, aus nachwach-

senden und daher CO₂ bindenden Rohstoffen errichtet zu sein, auch ganz pragmatische Vorteile für den Bauherrn.

- Da die Dämmung in der gleichen Ebene wie die tragenden Bauteile liegt, kann der Wandquerschnitt deutlich geringer ausfallen als bei einem Steinmassivhaus mit gleichwertiger Dämmung. Dadurch gewinnen Sie bei gleichem umbauten Raum mehrere Quadratmeter (rund 10 %!) zusätzliche Wohnfläche dazu. Ein ganzes Zimmer mehr an Fläche!
- Ein Holzhaus ist wesentlich schneller gebaut. Je nach Vorfertigungsgrad steht der Rohbau innerhalb von Stunden oder wenigen Tagen.



Abb. 15 - Einfamilienhaus in Holzbauweise

- Beim Holzbau gibt es (fast) keine Baufeuchte im Haus. Das verkürzt wiederum die Bauzeit, da keine Trocknungszeiten eingehalten werden müssen.
- Offene Holzoberflächen im Innenraum, verbessern das Raumklima. Das offeneporige Holz reguliert die relative Luftfeuchtigkeit und riecht angenehm.
- Das Rheinische Revier liegt in der Erdbebenzone 3. Holzhäuser sind erdbebensicherer,

da sie „mitgehen“. Sie sind weniger starr als Steinmassivhäuser und weisen nach Erdbeben deutlich weniger Schäden auf.

Besonders im Fertighausbau hat sich die Holzbauweise durchgesetzt. Inzwischen bieten die meisten Fertighausanbieter auch durch einen Architekten entworfene Individuallösungen an.

Das wichtigste Argument für ein Holzhaus in einem Faktor X-Baugebiet ist, dass Sie den Faktor 2 ohne Mehrkosten mühelos erreichen.

Aufwändiger, aber trotzdem möglich: Das Faktor X-Haus in Massivbauweise

Das Faktor 2-Haus in Massivbauweise kann erreicht werden, wenn an verschiedenen Stellen eine optimierte Materialauswahl für den geforderten niedrigen Ressourcenverbrauch sorgt.

Das Gebäude unterscheidet sich in folgenden Merkmalen von einem konventionellen Einfamilienhaus:

- Unter dem Fundament wird Recyclingmaterial statt Kies verwendet.
- Statt Betongeschossdecken werden Leichtbaudecken eingezogen, beispielsweise Holzbalken- oder Brettstapelholz. (Abb. 16)
- Nach Möglichkeit Verwendung von Beton mit Recycling-Zuschlägen (Betonrezyklat ersetzt etwa 50 % Kies)
- Tragende Wände werden in Hochlochziegeln oder Bimsbeton-Leichtbausteinen ausgeführt.



Abb. 16 - Holzbalkendecke im Massivbau

- Statt Klinker gibt es eine Putz- oder vorgehängte Fassade
- Nichttragende Wände werden in Leichtbau ausgeführt.
- Dämmung im Dach und in Geschossdecken erfolgt mit Zellulose-Fasern oder anderen Recycling-Materialien bzw. nachwachsenden Rohstoffen.

3.2 Kosten

In den Beratungsgesprächen für bereits realisierte Faktor X-Siedlungen wurde die Befürchtung steigender Baukosten häufig thematisiert. Die Praxis in Form der abgeschlossenen Bauvorhaben bestätigt, dass Faktor X-Gebäude nicht oder kaum teurer sind als konventionell errichtete Häuser. Entscheidet man sich für eine holzbasierte Konstruktion,

baut man bereits deutlich klima- und ressourcenschonender und erreicht die geforderten Effizienzsteigerungen meist ganz ohne Mehrkosten mit den zuvor erläuterten Vorteilen.

Ob ein Gebäude um einen Faktor X ressourceneffizienter ist als ein konventionelles, entscheidet



sich am Rohbau. Zuerst lohnt es sich, die Fundamente, die Außenwände, die Geschossdecken und die Art der Beheizung zu optimieren. Danach werden Innenwände, Fenstern und das Dach ressourcenmäßig optimiert. Dabei wirken sich Baustoffänderungen aber nicht so stark aus, wie bei den zuerst genannten Bauteilen. Je geringer die eingebauten Massen sind, desto geringer ist auch die Auswirkung dieses Bauteils oder Baustoffs auf den Ressourcenverbrauch und damit auf den Faktor X. Bei den Rohbaugewerken im Massivbau können – müssen aber nicht – geringe Mehrkosten für eine Faktor X konforme Bauweise entstehen, im Holzbau praktisch gar keine Mehrkosten.

3.3 Leitlinien

Nicht nur die Hardfacts, wie Baukonstruktion, Baustoffauswahl, Ressourceneinsatz pro Quadratmeter Wohnfläche und das Berechnungstool, sind für den Faktor X-Gedanken wichtig, sondern auch die „weichen“ Faktoren. Diese haben wir in den fol-

FAKT 3

Das wichtigste Argument für eine holzbasierte Konstruktion: Mit einem Holzhaus erreichen Sie den Faktor X mühelos und kostenneutral!



Hingegen entsteht ein Großteil der Hausbaukosten vor allem beim Innenausbau: Durch Oberflächengestaltung, Bodenbeläge, Innentüren und Sanitärausstattung. Ob ein Haus günstig oder teuer wird, entscheidet sich hauptsächlich in den Ausbaugewerken und mit dem Standard der gewählten Ausstattung. Hier lassen sich, falls überhaupt nötig, geringe Mehrkosten für den Faktor X einsparen.

genden Leitlinien dargestellt. Sie finden hier aber auch grundsätzliche Planungshinweise, die Sie unbedingt VOR dem Einstieg in Ihren Hausentwurf bedenken sollten.

3.3.1 Lage und Ausrichtung des Gebäudes zur Sonne

Der Standort und die Ausrichtung eines Gebäudes sind im Nachhinein nicht mehr veränderbar. Neben einer optimalen Grundrissorganisation beeinflussen sie die bestmögliche Ausnutzung des Grundstücks und die ideale Verwertung der Sonnenstrahlung.

Durch einen hohen Dämmstandard lassen sich beachtliche solare Warmegewinne erzielen. Das ist besonders im Winter und den Übergangszeiten sehr angenehm. Das Faktor X-Haus in der ersten Faktor X-Siedlung, dem Indener Seeviertel, ist nach Süden ausgerichtet und hat große Fensterflächen auf der langen Südseite. Wenn im Winter die Sonne scheint, steigt durch sogenannte solare Warmegewinne die Temperatur im Haus sehr schnell auf 23 Grad und mehr an. Dies senkt den Energiebedarf erheblich. Die Abbildungen 17 und 18 zeigen den Sonnenverlauf einmal in der Draufsicht und einmal in der Seitenansicht. Am 21. Juni um 12 Uhr steht die Sonne am Höchsten,

bei nach Süden ausgerichteten Fenstern ist der Einfall des Sonnenlichts durch den steilen Strahlungswinkel nicht sehr hoch. Darum sind nach Süden ausgerichtete Fenster für den sommerlichen Wärmeschutz akzeptabel. Die tiefstehende Winter Sonne kann bei Südfenstern aber tief in den Raum eindringen und so die höchsten Warmegewinne erzielen. Südwestlich bzw. südöstlich ausgerichtete Fenster hingegen haben im Sommer eine hohe Wärmebelastung, da der Strahlungswinkel der Sonne dann schon wieder tiefer ist und aus dem selben Grund im Winter kaum Warmegewinne.

Wie Sie eine Überhitzung im Sommer vermeiden, erfahren Sie im Kapitel 4.2.8 — Sommerlicher Wärmeschutz.

Wie ein Haus auf dem Grundstück steht, beeinflusst zudem die Erscheinung des Straßenbilds. Hier gilt, neben den Gestaltungsfragen von Fassade, Dach und Co: Eigentum verpflichtet.

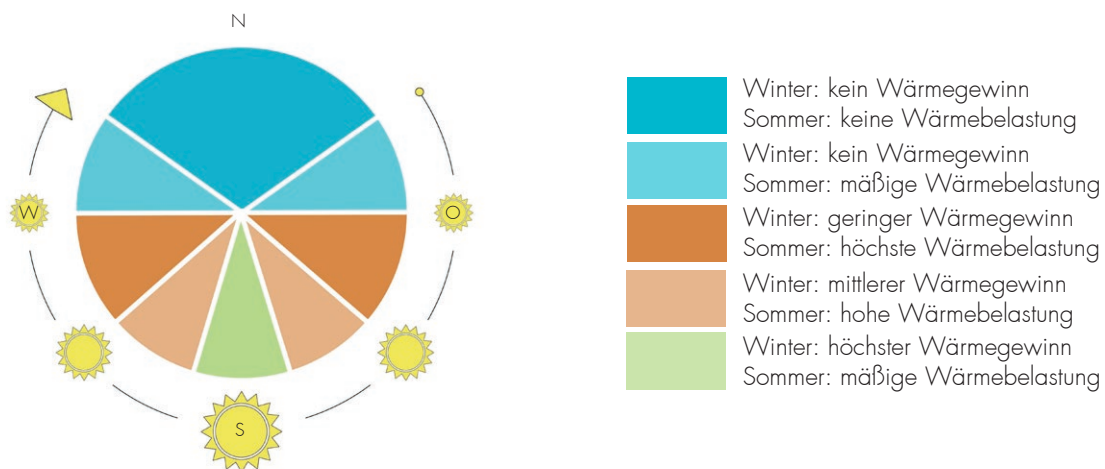


Abb. 17 - Sonnenstand nach Himmelsrichtungen

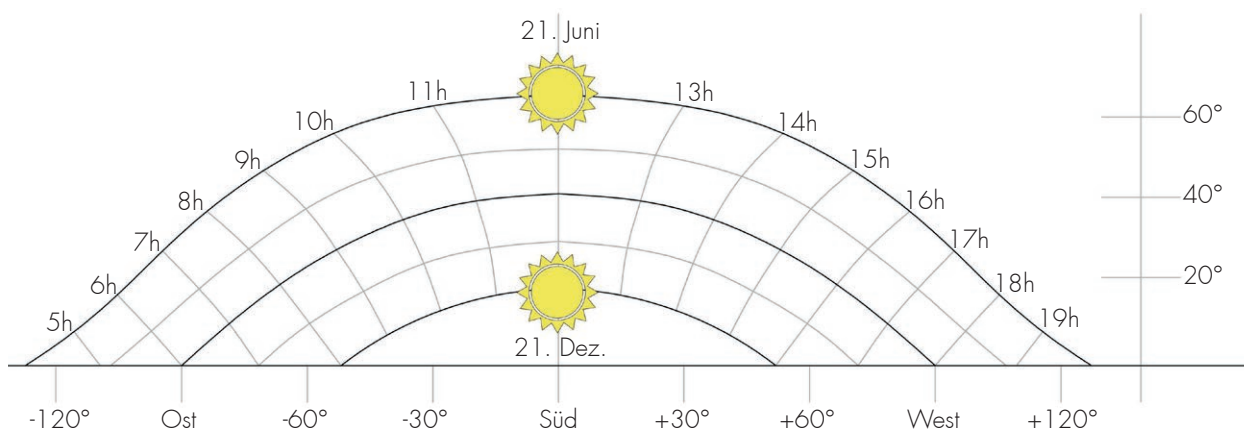


Abb. 18 - Sonnenstand - Höhe über Azimut

Grundrisszonierung

Indem das Gebäude so ausgerichtet wird, dass möglichst viele passive solare Gewinne und das Tageslicht nutzbar gemacht werden, reduziert sich der Heizwärme- und Kunstlichtbedarf. Aufenthaltsräume sollten daher eher mit großen Fensterflächen ausgestattet und in Ihrer Präferenzrichtung zur Sonne ausgerichtet sein. Nebenräume wie ein Hauswirtschafts- bzw. Lagerraum oder Räume mit geringerem Nutzungsgrad können eher nach Norden ausgerichtet sein und kleinere Fensteröffnungen haben. Damit kann es im Winter auch Temperaturunterschiede zwischen den verschiedenen Nutzungen geben. So darf sich ein Schlafzimmer ruhig auf 16 °C abkühlen. Durch die solaren Gewinne kann es auf der Südseite im Wohnzimmer gleichzeitig auch mit 23 °C angenehm warm sein. Dazwischen kann

der Flur oder ein Treppenraum als Puffer dienen. Vorsicht ist bei Temperaturunterschieden im Haus geboten, wenn feuchte, warme Luft in kühle Bereiche strömt. Dann erhöht sich bei starken Temperaturdifferenzen insbesondere auf kühleren Bauteilen das Risiko des Tauwasserausfalls und damit einer möglichen Schimmelbildung. Um dies zu vermeiden, sollte feuchtwarme Luft direkt am Entstehungsort weggelüftet werden, entweder durch tägliches Stoßlüften oder besser durch automatische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.



3.3.2 Aufteilung des Grundstücks

Im Bebauungsplan wird die mögliche Lage des Gebäudes auf dem Grundstück durch Baulinien und -grenzen geregelt. Das sogenannte Baufenster, also der Bereich in dem das Gebäude stehen darf, muss beachtet werden. Dennoch lassen diese Baufenster Spielräume zu, die Sie intelligent ausnutzen sollten. Wenn Sie beispielsweise den Pflegeaufwand im Vorgarten minimieren möchten, wäre es sinnvoll, die Vorderkante Ihres Hauses an der vorderen Baulinie auszurichten, um den Vorgarten möglichst klein zu halten. Wenn Reihenhäuser oder Doppelhäuser im Bebauungsplan vorgesehen sind, dann überlegen Sie, ob diese

FAKT 4

Der nach Jahreszeit variierende Sonnenstand spielt im alltäglichen Lebensablauf eine große Rolle und sollte im Entwurf entsprechend den eigenen Präferenzen berücksichtigt werden.



Haustypen als Alternative zum freistehenden Einfamilienhaus in Betracht kommen können. Diese Haustypen nutzen das Grundstück deutlich besser aus und die Aufenthaltsqualität im Garten steigt. Außerdem können die Grundstücke bei gleicher nutzbarer Gartengröße etwas kleiner ausfallen, was sich im Geldbeutel positiv bemerkbar macht. Mehr dazu erfahren Sie im Kapitel 3.3.4 – Haustypen und Anordnung.

3.3.3 Gebäudeformen und Hülle

Aus Sicht des Ressourcenschutzes ist ein günstiges Verhältnis von Außenhülle zu Hausvolumen (A/V-Verhältnis) sinnvoll. Vor- und Rücksprünge wie Erker, Altane und ähnliches beeinflussen dieses A/V-Verhältnis negativ, führen zu einem höheren (spezifischen) Verbrauch von Ressourcen und steigern die Baukosten. Ebenso ist eine Bebauung mit Doppel- oder Hofhäusern schonender im Umgang mit Flächen als eine Bebauung mit freistehenden Einfamilienhäusern.

Unter diesen Gesichtspunkten soll auch das Dach möglichst einfach gestaltet werden. Hierfür wird ein Satteldach mit parallel zur Langseite des Hau-

ses ausgerichtetem First ohne Gauben und andere Aufbauten empfohlen. Je nach Bebauungsplan sind aber auch andere Dachformen möglich oder vorgeschrieben. Für den Ressourcenschutz und aus baukulturellen Gründen ist von einem Dachüberstand abzusehen, der mehr als 30 cm überragt und keinen Vorteil als Witterungsschutz mit sich bringt.

Bitte beachten Sie schon vor dem Kauf eines Grundstücks den Bebauungsplan, damit Sie von den Vorgaben darin nicht nach dem Kauf überrascht werden.

3.3.4 Haustypen und Anordnung

3.3.4.1 Das freistehende Einfamilienhaus

Der wohl beliebteste Haustyp ist nach wie vor das freistehende Einfamilienhaus. Man hat vermeintlich viel Platz und einen Abstand zum Nachbarn. Dadurch kann man doch viel eher tun und lassen was man will, als bei einem Reihnhaus, oder?

Jedoch sind die Grundstückspreise heutzutage so hoch, dass die Grundstücke selten größer als 400 m² werden. Ein Haus hat etwa eine Grundfläche von 100 m², Einfahrt, Garage und Vorgarten sind auch noch mal 100 m², bleiben noch

200 m² für Terrasse und Garten. Etwa 60 m² davon sind wenig nutzbar in der Abstandfläche zwischen Haus und Nachbargrenze. Außerdem haben Sie mehr Außenwandfläche, die verkleidet und gedämmt werden muss und über die Wärme verloren geht. Ein freistehendes Einfamilienhaus ist also im Grundstück, den Baukosten und Heizkosten meist teurer als andere Haustypen – und bietet bei den üblichen Grundstücksgrößen kaum mehr private Gartenfläche.

Bei anderen Haustypen, die grenzständig gebaut sind, ist die Grundstücksaufteilung vorteilhafter und

Sie benötigen weniger Ressourcen für die Fassadenverkleidung und die Beheizung des Hauses.

3.3.4.2 Reihenhäuser oder Kettenhofhäuser

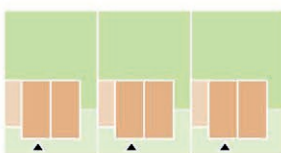
Reihenhäuser sind „grenzständig“ gebaut, das heißt, ihre seitlichen Außenwände liegen an, bzw. auf der Grundstücksgrenze. Im Bebauungsplan ist dies die geschlossene Bauweise. Die Grundstücke sind deutlich schmaler als Einfamilienhaus-Grundstücke, dafür aber häufig länger. Durch die flächeneffiziente Ausnutzung des Grundstücks erlangen Sie eine hohe Aufenthaltsqualität im Garten; Straßengeräusche werden abgeschirmt und der lange Garten lässt sich sehr gut in unterschiedlich nutzbare Zonen unterteilen (zonieren).

Idealerweise hat das Ihr Nachbar auch, wodurch sich die Terrasse in einem geschützten und nicht einsehbarem Hof befindet.

Reihenhäuser können auf kleineren Grundstücken mit größerer Ressourceneffizienz gebaut werden, da die Wände zum Nachbarn weder verkleidet noch wärmedämmend werden müssen. Das sind über 100 m² Fassadenfläche, an der Sie die Kosten für die Außenwandverkleidung einsparen können.

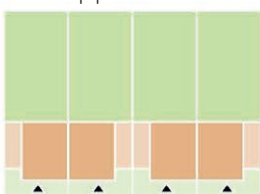
Um nachbarschaftliche Störungen zu minimieren, bietet sich das Kettenhofhaus an. Diese Bauform hat im Erdgeschoss einen L-förmigen Grundriss.

1. Einfamilienhäuser



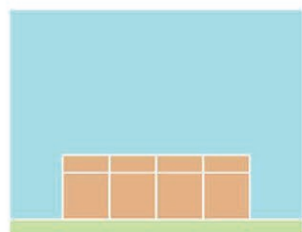
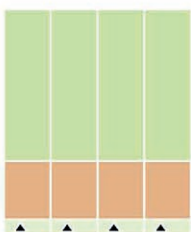
Bauland:	400 m ²
Nutzbare Gartenfläche:	210 m ²
Wohnfläche:	160 m ²
Grundfläche Bebauung:	100 m ²

2. Doppelhäuser



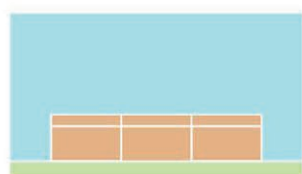
Bauland:	350 m ²
Nutzbare Gartenfläche:	210 m ²
Wohnfläche:	160 m ²
Grundfläche Bebauung:	100 m ²

3. Reihenhäuser



Bauland:	310 m ²
Nutzbare Gartenfläche:	210 m ²
Wohnfläche:	160 m ²
Grundfläche Bebauung:	100 m ²

4. Kettenhofhäuser



Bauland:	340 m ²
Nutzbare Gartenfläche:	210 m ²
Wohnfläche:	160 m ²
Grundfläche Bebauung:	100 m ²

Abb. 19 - Bei gleicher nutzbarer Gartenfläche, gleicher Wohnfläche und gleicher bebauter Grundfläche ist das benötigte Grundstück (Bauland) bei einem Einfamilienhaus am größten. Das Reihenhaus ist am flächeneffizientesten und der lange Garten lässt sich gut zonieren.

3.3.4.3 Doppelhäuser

Doppelhäuser sind eine Hybridlösung aus freistehendem Einfamilienhaus und Reihenhaushaus. Sie sind oft in offener Bauweise im Bebauungsplan erlaubt, jedoch stellt das Finden eines passenden Nachbarn in der Praxis oft eine Herausforderung dar. Da Doppelhäuser eine architektonische Einheit bilden müssen, ist es sinnvoll, das Gebäude auch

FAKT 5

Je nach Haustyp lässt sich der Garten unterschiedlich gut nutzen. Wer nicht auf ein freistehendes Einfamilienhaus festgelegt ist, kann viel Geld und nicht zuletzt Ressourcen und Fläche sparen.



von einem Planer entwerfen und einem Bauunternehmer bauen zu lassen.

3.3.4.4 Bungalow

Aus Ressourcensicht ist der Bungalow die schlechteste Option. Für die gleiche Wohnfläche eines zweigeschossigen Hauses werden doppelt so viele Ressourcen für die Bodenplatte und das Dach benötigt. Aus städtebaulicher und baukultureller Sicht sind Bungalows auch fragwürdig, da sie traditionell im Rheinischen Revier nicht üblich sind.

Wenn Sie eine ebenerdige Wohnung für eine barrierearme und altersgerechte Lebensweise wün-

schen, planen Sie doch ein Zweifamilienhaus und vermieten die Wohnung im Obergeschoss. Durch getrennte Eingangsbereiche und einen modernen Schallschutz bemerken Sie kaum, dass Sie nicht allein im Haus leben. Außerdem tragen die daraus entstehenden Mieteinnahmen zur Abzahlung des Hauses bei. Andere preiswerte und ressourceneffiziente Möglichkeiten für ein barrierearmes Haus sind der Einbau eines Treppenliftes oder eines kleinen Aufzuges.



Abb.20 - Kettenhofhaus

3.3.4.5 Hofreiten und Hofhäuser/ Atriumhäuser

Ein in Vergessenheit geratener Haustyp wird wiederentdeckt. Hofhäuser haben viele Vorteile und bieten ländlichen Regionen einen städtebaulichen Neuanfang.

Hofhäuser sind ein- oder zweigeschossige Häuser, die grenzständig gebaut sind, also mit mindestens einer Seite an der Grundstücksgrenze stehen. Sie bilden entweder mit eigenen Gebäudeteilen oder mit den Gebäudeteilen der Nachbargebäude einen oder mehrere Höfe. Die oben erwähnten Kettenhofhäuser sind eine Spielart der Hofhäuser, kombiniert mit der Reihenhaustypologie.

Vor allem auf Kleinstgrundstücken kommen freistehende Einfamilienhäuser an ihre Grenzen, da ein fast nicht nutzbarer Ring aus Abstandflächen um das Haus entsteht, die durch den Gebäudeschatten beeinträchtigt ist. Ein Reihnhaus mag aber auch nicht jeder, da dabei die Terrassenbereiche direkt aneinandergrenzen und sich dadurch Konfliktpotenziale aufbauen können. Wer also nur ein kleines Grundstück zur Verfügung hat und großen Wert auf Privatsphäre und nicht einsehbare Außenräume legt, für den ist das Hofhaus ideal.

Da dieser Haustyp aber seit Jahrzehnten, nahezu hundert Jahren, in Vergessenheit geraten ist, kennen ihn die Bauämter und Architekten kaum noch.

Besonders die engen Vorschriften und Standards in Bebauungsplänen machen Hofhäuser leider nahezu unmöglich.

Eine weitere Variante ist die Hofreite, die mit mehreren Häusern einen gemeinsamen Innenhof bildet. Dieser kann auch wieder so raffiniert aufgeteilt sein, dass niemand auf den privaten Außenraum verzichten muss. Das ist besonders interessant für CoHousing und Baugruppenprojekte, in denen auch die Gemeinschaftsbildung eine große Rolle spielt.

Wir wollen dazu beitragen, dass dieser Haustyp wieder bekannter wird, und die Chance genutzt wird, den Städtebau in ländlichen Regionen wieder an die ortstypischen Vorbilder anzupassen. Nicht repräsentative Umfragen im Rheinischen Revier haben zudem ergeben, dass die Bewohner von umgesiedelten Ortschaften die alte enge Blockrandbebauung mit Innenhöfen vermissen.

Aus Ressourcensicht sind sowohl Hofhäuser als auch Hofreiten empfehlenswert, da sie sehr flächeneffizient das Grundstück ausnutzen und genau wie beim Doppel- oder Reihnhaus Wände an den Nachbarn angrenzen und damit Ressourcen im Bau und im Betrieb einsparen.

3.3.5 Grundrissplanung

Eine wichtige Frage ist, welches Licht Sie wo haben wollen. Möblieren Sie Ihr Haus virtuell, noch bevor es gebaut wird. Zeichnen Sie die Stellflächen Ihrer Möbel auf Millimeterpapier (im gleichen Maßstab wie den Grundriss!) und schneiden Sie diese aus. Anschließend können Sie auf Ihrem Grundriss die Möbel hin- und herschieben und sehen, wo Licht sinnvoll ist. Je genauer Sie vorplanen, desto besser sind später Licht und Ambiente in Ihrem Haus.

Stellen Sie außerdem ein Raumprogramm auf, bevor Sie die Planung an Ihren Architekten abgeben. Überlegen Sie genau, wie viel Fläche Sie für welche Nutzung benötigen. Kellergeschosse gelten aus mehreren Gründen als ineffizient und



Abb.21 - Raumsparende Lösung - Teile der Einbauküche liegen unter der Treppe

kommen für Faktor X-Häuser daher meist nicht in Frage (Begründung siehe Kap. 4.1.1). Vorteilhaft-

ter wäre es, wenn Sie sich von Anfang an über Stauraum Gedanken machen und offen für smarte Lösungen sind, die Sie so aus Ihrem Alltag vielleicht noch nicht kennen. Besonders Tiny Houses bieten eine Fülle an Inspirationen für die durchdachte, platzsparende Lagerung durch raffinierte Stauraumlösungen.

FAKT 6

Wer flexibel plant und verschiedene Lebenssituationen mitdenkt, nutzt sein Haus stets flächenoptimal aus. Bei geringer werdendem eigenen Platzbedarf kann der freie Wohnraum vermietet werden.



3.3.5.1 Orientierung der Räume

Ein Grundriss spiegelt die Anordnung der Räume in einem Gebäude wider. Das Hauptziel dabei ist, eine optimale Organisation, eine ausreichende Versorgung aller Wohnräume mit Tageslicht und einen sinnvollen Bezug zum Außenraum zu erreichen. Selten genutzte Nebenräume beispielsweise benötigen weniger Tageslicht als häufig genutzte Wohnräume.

Kommunikative Bereiche orientieren sich deshalb aufgrund ihrer intensiven Tages- und Abendnutzung sinnvollerweise nach Südwesten. Wichtige Einflussfaktoren sind dabei die Lage und Orientierung des Gebäudes auf dem Grundstück (siehe Kapitel 3.3.1 — Lage des Gebäudes zur Sonne) und die Tiefe des Hauses.

3.3.5.2 Veränderbarkeit des Grundrisses

Ein Grundriss sollte so geplant werden, dass dieser sich an ändernde Wohnbedürfnisse zu gegebener Zeit mit verhältnismäßigem Umbauaufwand anpassen lässt. Mehr Raum für Familienzuwachs oder die häusliche Pflege eines Familienmitglieds, die Umnutzung des Kinderzimmers nach deren Auszug oder die barrierearme Nutzung des Hauses im Alter stellen neue Herausforderungen an die Raumkonzeption. Je veränderbarer ein Grundriss ist, desto länger kann man auch im Alter im eigenen Haus wohnen oder desto stabiler ist die langfristige Vermarktbarkeit und der Wert des Gebäudes.

Eine gern angenommene Empfehlung in den Bauberatungen ist die Mitplanung einer späteren Einliegerwohnung. Dazu müssen im Vorfeld zwei getrennte Strom- und Wärmekreise sowie die Leitungen für eine (spätere) zweite Küche mitgeplant und die zukünftige Trennung sowie der Zugang in der Grundrissplanung mitgedacht werden. Damit erleichtert und vergünstigt man den zukünftigen Umbau deutlich und die Mehrkosten heute sind marginal.

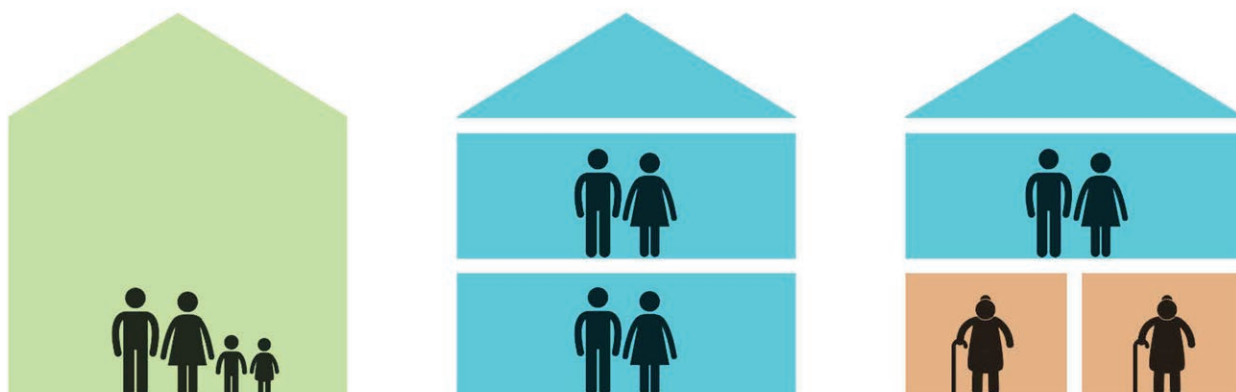


Abb. 22 - Flexible Gebäudenutzung spart in der entsprechenden Lebenssituation Geld und Ressourcen ein.

3.3.5.3 Nutzungsneutralität

Nutzungsneutrale Grundrisse bedienen unterschiedliche Nutzungsszenarien besser als sehr spezifische Raumanordnungen und sind somit auch besser für eine Nach- oder Zweitnutzung geeignet. Nutzungsneutrale Grundrisse werden durch gleichwertige Individualräume oder einen Ein-Raum-Grundriss erreicht, der alle Wohnfunktionen parallel aufnimmt.



Abb.23 - So kann ein pflegearmer und grüner Vorgarten aussehen

3.3.5.4 Grundrissvariabilität

Grundrissvariabilität ist die Anpassung der Raumstruktur an geänderte Nutzungsbedürfnisse durch das Verändern von Wandpositionen. Räume können dadurch getrennt oder zusammengelegt werden. Durch die Entkoppelung von Tragwerk und Trennwänden können Wände nachträglich entfernt oder ergänzt werden.

Ein sinnvolles Erschließungssystem sorgt dafür, dass alle Räume in allen Konstellationen immer zugänglich bleiben. Die technische Infrastruktur ist nachträglich kaum veränderbar. Legen Sie einen Versorgungskern fest, um den sich die Räume flexibel anordnen lassen. Auch die Lage und ausreichende Anzahl der Steckdosen und Lichtschalter ist entscheidend. Bei Unsicherheit lassen sich auch kostengünstig Leerrohre einplanen, die im Bedarfsfall die nachträgliche Kabelverlegung ermöglichen. Umzugsfreundliche, robuste Möbel oder nutzungsneutrale Einbauschränke erleichtern das Ändern der Raumnutzung. Wenn Sie Estrich verwenden, errichten Sie die nichttragenden Wände auf dem Estrich, um diese im Bedarfsfall mit geringem Aufwand nachträglich versetzen zu können.



Abb.24 - Auch „Urban Gardening“ lässt sich mit Vorgärten verbinden



Abb.25 - Mit Hecken lassen sich Einfriedungen blickdicht und naturnah gestalten

3.3.6 Gartengestaltung und Einfriedung

Nicht nur beim Bau Ihres Hauses, sondern auch bei der Gestaltung Ihrer Gärten nehmen Sie Einfluss auf die Umwelt und den Klimaschutz.

Im naturnahen Vorgarten und Garten werden einheimische Pflanzen bevorzugt, die langlebig sind und kaum Pflege benötigen. Durch die Verwendung heimischer Pflanzenarten wird die Vielfalt



Abb.26 - Gärtnern und Selbstversorgung liegt voll im Trend. Teilen Sie sich ein kleines Gemüsebeet ab, schon wenige Quadratmeter reichen für eine regelmäßige Ernte in den Sommermonaten

der Tier- und Pflanzenwelt geschützt. Mit exotischen Pflanzen kann die einheimische Fauna meist nichts anfangen und sie können sogar Parasiten einschleppen. Außerdem können exotische Pflanzen einheimische verdrängen.

Stellen Sie sich vor, wie es wäre, innerhalb weniger Jahre die ersten Früchte von Ihren eigenen Obstbäumen und Sträuchern ernten und genießen zu können! Wir empfehlen Ihnen, sich in einer der regionalen Baumschulen beraten zu lassen und insbesondere regionale Sorten (wie z.B. die Münsterbirne, der Aachener Hausapfel, Winterglockenapfel, Cox Orange) in Betracht zu ziehen, die auch für Allergiker verträglich sind. Damit sichern Sie den Bestand aussterbender Obstbäume. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter dem Link: <https://www.nabu-aachen.de/316-2/>

Auf chemische Kunstdünger und Pestizide sollte dabei möglichst verzichtet werden. So schaffen Sie Lebensraum für Vögel, Schmetterlinge, Igel, Eichhörnchen und viele weitere Tierarten. Das erleichtert wiederum die Arbeit im Garten, denn je größer die Artenvielfalt, desto geringer die Gefahr eines Schädlingsbefalls. Marienkäfer halten beispielsweise Blattläuse fern und Vögel fressen Raupen. Igel und Kröten verhindern ein zu hohes Aufkommen der lästigen Nacktschnecken. So machen Sie Ihren Garten und Vorgarten zu einem Kleinod für sich und Ihre tierischen Garten-Mitbewohner.

Besonders reizvoll ist die Verwendung von Wildblu-



Abb.27 - Ein modernes, ressourcenschonendes Kräuterbeet

men und althergebrachten Bauerngartenblumen, die inzwischen wieder in allen größeren Staudengärtnereien geführt werden. Wer den Wechsel liebt, sät im Frühjahr einjährige Blumen, die nach der intensiven Blüte im Sommer und Herbst ihr Leben aushauchen, so dass im nächsten Frühjahr ganz andere oder auch wieder die gleichen Arten ausprobiert werden können. Stauden sind häufig winterhart und mehrjährig und pflegeleicht. Wir empfehlen Ihnen, bei der Wahl der Pflanzen auf unterschiedliche Blütezeiten zu achten, sodass Sie sich ganzjährig an der Blütenvielfalt erfreuen können. Informationen hierzu finden Sie auf den jeweiligen Pflanzbeschreibungen.

Auch bei der Gartengestaltung können Sie die zu erwartenden Änderungen durch das Älterwerden von Kindern und Erwachsenen berücksichtigen. Einige Elemente lassen sich später ohne viel Aufwand verändern, beispielsweise eine Sand- und Matschgrube für kleine Kinder zum naturnahen Gartenteich für Ältere.

3.3.6.1 Der Vorgarten

Über die ökologische Bedeutung hinaus hat der Vorgarten im Übergang vom öffentlichen zum privaten Freiraum auch einen großen Einfluss auf das Erscheinungsbild eines Straßenzuges und die Aufenthaltsqualität in der Siedlung.

Private Freiflächen, die vor und neben den Wohngebäuden an öffentlichen Raum grenzen, werden als Vorgärten bezeichnet. Sie dienen hauptsächlich der Repräsentation und der Kommunikation. Private Vorgärten sollen sich zur Straße öffnen und eine naturnahe Übergangszone zwischen öffentli-

chem Raum und privaten Hauseingängen bilden. Vorgärten und notwendige Nebenanlagen sollen zu einer gestalterischen Einheit zusammengefasst sein und aus Ressourcen- und Naturschutzgründen so wenig wie möglich versiegelt sein. Je weniger Sie Flächen versiegeln, desto weniger belasten Sie das öffentliche Kanalsystem, insbesondere auch bei Starkregenereignissen.

3.3.6.2 Einfriedung

Die Einfriedung soll das Haus nicht verstecken. Eine Einfriedung bis maximal 60 cm Höhe reicht aus und kann auch als Sitzmöglichkeit für einen Plausch mit dem Nachbarn dienen. So haben Sie einen besseren Ausblick auf die Wohnstraße. Eine gute Nachbarschaft dient der gesunden Sozialkontrolle untereinander, auch wenn Sie nicht zu Hause sind.

3.3.6.3 Der Garten

Durch Verwendung heimischer Pflanzenarten wird die Vielfalt der Tier- und Pflanzenwelt geschützt. Exotische Pflanzen können den Bestand stark verringern und Parasiten einschleppen. Auch hier sollten die Einfriedungen aus heimischen Hecken gestaltet werden. Achten Sie darauf, dass entlang von öffentlichen Verkehrsflächen Einfriedungen ab einem Meter Höhe genehmigungspflichtig sind.

Gehölze bilden das Gerüst des Gartens. Aufgrund des langen Zeitraumes bis zum Erreichen der eigentlichen Größe sollte die Auswahl gut überlegt sein. Auf unserer Webseite finden Sie demnächst viele heimische Arten, die eine ausreichende Auswahl bzgl. Höhe, Blüte, Form, Herbstfärbung oder Nutzwert bieten. Unbeeinflusste Wuchsformen wirken natürlicher und sind deshalb zu bevorzugen. Viele Bebauungspläne geben aber auch eine verbindliche Pflanzliste an.

Das Anpflanzen von hochwachsenden Bäumen ist natürlich auf schmalen Grundstücken mit den Nachbarn abzustimmen, um nicht in zwanzig Jahren zum Abholzen gedrängt zu werden. Auch sollten keine (Nadel-) Bäume gepflanzt werden, unter denen nach einer gewissen Zeit aufgrund von Lichtmangel nichts mehr wachsen kann. Bäume sind in jedem Falle eine unschätzbare Bereicherung der neuen Siedlung.

3.3.7 Nebenanlagen

Aufgrund des Ressourcenschutzes sollten die Gebäude ohne Keller errichtet werden. Auf die Planung von Abstellräumen für Gartengeräte,

Wir empfehlen die Einfriedungen vorzugsweise aus heimischen Hecken zu gestalten (auf denen man dann allerdings nicht sitzen kann).

Der (rückwärtige) Garten dient als privater Rückzugsraum. Deshalb können hier Einfriedungen bis 2 Meter sinnvoll sein.

Zur Bewässerung der Pflanzen soll hauptsächlich Regenwasser zum Einsatz kommen.

Zur Erzeugung von biologischem Dünger ist es sinnvoll, - wenn in Ihrem Baugebiet gestattet - einen Kompost anzulegen. Dieser bietet Regenwürmern einen futterreichen Lebensraum. Die Regenwürmer erzeugen aus den Garten- und Küchenabfällen wertvollen, nährstoffreichen Humus, der in der Gartenpflege bspw. für Neuanpflanzungen genutzt werden kann. Auf torfhaltige Blumenerde aus dem Gartencenter sollte aus Ressourcengründen verzichtet werden.

Wir empfehlen Ihnen, sich ein aromatisches Kräuterbeet anzulegen, gerne auch als komfortables Hochbeet. Dies bietet mehrere Vorteile: Es ist optisch ansprechend und zugleich pflegeleicht, auch für Leute mit weniger grünen Daumen geeignet. Zudem duftet es herrlich und lässt sich Ihren kulinarischen Wünschen anpassen. Außerdem profitieren Sie zur Grillsaison im Sommer jederzeit von der frischen Vielfalt beim Marinieren, Würzen oder Zubereiten von frischen Dips oder Salaten. Auch Ihre Kinder werden es lieben, das essbare und duftende Grün zu entdecken!

Sportausrüstung, Autozubehör, Gartenmöblierung und Außenspielzeug ist ein besonderes Augenmerk zu richten. Für diese Nebengebäude- oder

-anlagen sind von daher Gestaltungsgrundsätze besonders wichtig:

- Integration des Nebengebäudes in die Architektur des Hauptgebäudes in Material und Farbe
- gemeinschaftliche Errichtung und Nutzung von Gartenhäusern und anderen Nebenanlagen
- Wenn die Nebenanlagen als Flachdachkonstruktion errichtet werden, sollten sie mit Gründächern versehen werden

3.3.8 Abfall- und Wertstoffbehälter

Abfallbehälter und ihre Standplätze im Vorgarten beeinträchtigen das Straßenbild. Neben Lärm und Geruch kann durch eine unzureichende Gestaltung eine Abwertung der Vorgartenzone oder der Bebauung eintreten. Frieden Sie die Standorte der Abfallbehälter wenn möglich mit standortgerechten Hecken ein. Schön ist auch eine an die Architektur angepasste Einhausung.



Abb.28 - Gerade bei Reihenhäusern ist die Einhausung von Mülltonnen ein wichtiges Gestaltungselement, das frühzeitig mitgeplant werden sollte.

3.4 Alltag und Lebensstil

Ein intelligenter Umgang mit Ressourcen beim Bau Ihres Hauses ist das eine. Doch auch im Alltag lassen sich Ressourcen einsparen – teilweise ohne Einschränkung, teilweise sogar mit einem Gewinn an Lebensqualität.

In diesem Kapitel werden wir Ihnen ein paar Schlaglichter präsentieren. Sie sollen mehr zum Nachdenken anregen, als einen vollständigen Überblick über alle Möglichkeiten des intelligenten Ressourceneinsatzes bieten.

Werden Sie nicht Opfer des Rebound Effekts!

Faktor X ist kein persönliches Greenwashing. Verfallen Sie bitte nicht der Versuchung, sich etwas klimaschädliches und ressourcenintensives zu „gönnen“, nur weil Sie ja schon ein Faktor X-Haus gebaut haben. Das Faktor X-Haus kann der Anfang sein für einen bewussteren und nachhaltigeren Lebensstil.

3.4.1 Sharing – Nutzen statt Besitzen

3.4.1.1 Gartengeräte

Braucht wirklich jeder Haushalt einen Rasenmäher, einen Hochdruckreiniger, ein Kindertrampolin, ein Partyzelt und all die anderen Dinge, die man gelegentlich braucht, die aber die meiste Zeit nur rumliegen? Warum lassen Sie nicht den Gartenzaun weg und bauen mit Ihrem Nachbarn ein gemeinsames Gartenhaus? Das Teilen von solchen Dingen spart neben einem Teil Ihrer beider wertvollen Gartenfläche viel Energie und Ressourcen für die Produktion der Produkte ein und natürlich auch bares Geld. Anstatt in einer Nachbarschaft drei Rasenmäher für kleinste

Rasenflächen in drei Nebengebäuden unterbringen zu müssen, reicht einer. Der darf dann ruhig etwas teurer sein – und damit meist auch besser und langlebiger. Einer der Autoren dieses Bauhandbuchs und gleichzeitig Leiter der Faktor X-Agentur, Klaus Dosch, hat dies über Jahre erfolgreich praktiziert mit folgendem Resultat: An keinem einzigen Tag konnte der eigene Wunsch nach dem Rasenmäher nicht innerhalb von ein bis zwei Stunden erfüllt werden. Dieses „Nutzen statt Besitzen“ hat noch einen weiteren großen Vorteil: Sie kommen mit Ihren Nachbarn ins Gespräch!

3.4.1.2 Carsharing

Eigentlich ist ein Automobil nach Betrachtung der Bewegungszeit kein Fahrzeug, sondern ein „Stehzeug“. Insbesondere das Zweitauto steht die meiste Zeit des Tages ungenutzt auf seinem Stellplatz. Zu dessen Produktion wurden große Mengen unterschiedlicher Rohstoffe aufgewendet, es kostet Steuern und Versicherung, verliert mehr oder weniger schnell an Wert. Auch der Bau des Parkplatzes oder gar der Garage hat viel Geld und Rohstoffe gekostet. Haben Sie einmal darüber nachgedacht, ein Fahrzeug mit mehreren Personen zu nutzen? Wie wäre es, wenn Sie sich mit Ihren Nachbarn zusammenschließen und sich ein Fahrzeug mit mehreren Parteien teilen? Die Kosten würden auf die tatsächlich gefahrenen Kilometer umgelegt. Obwohl man sich natürlich bei der Nutzung mit Anderen absprechen muss, wird man feststellen, dass sich immer leicht eine Lösung finden lässt, wenn denn einmal zwei Parteien gleichzeitig das Auto brauchen sollten. Und



Abb.29 - Carsharing kann eine Alternative zum „Zweitstehzeug“ sein

vielleicht lässt sich ja auch der eine oder andere Weg mit dem Fahrrad oder einem Elektrofahrrad zurücklegen? Oder Sie nutzen ein kommerzielles Carsharing-Angebot.

Manche innovative neue Quartiere denken die Mobilität ganzheitlich mit und integrieren ein Carsharing ins Serviceangebot der Siedlung.

3.4.2 Mobilität

Wer jeden Tag zu einem Bürojob pendelt, dem kommt unweigerlich diese Frage in den Kopf: Muss ich wirklich jeden Tag im Büro sitzen, obwohl ich meine Arbeit genauso gut (von) zu Hause (aus)

bewerkstelligen könnte?

„Wenn zehn Prozent der Erwerbstätigen in Deutschland einen Tag in der Woche zu Hause arbeiten

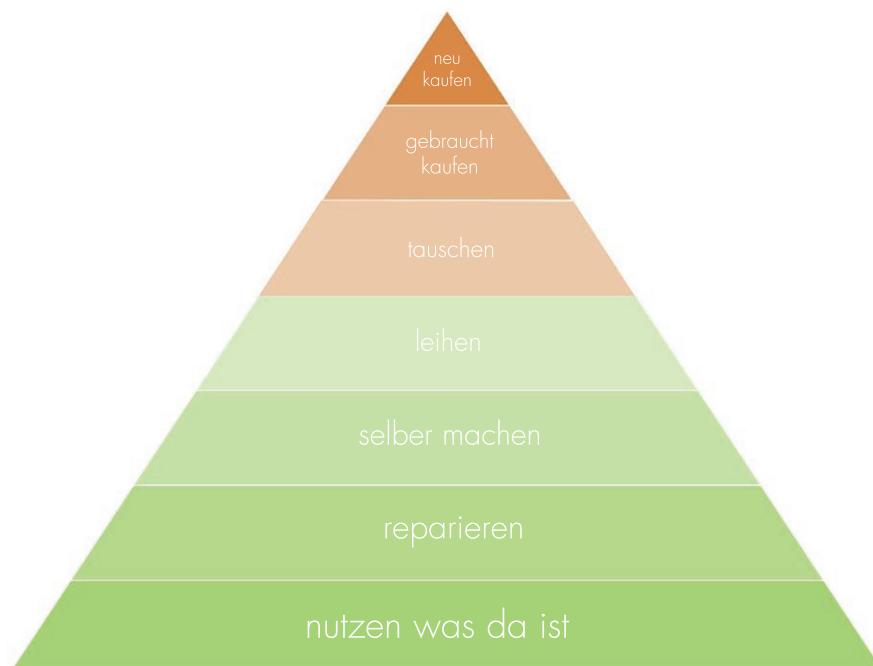


Abb.30 - Pyramide des Konsums



würden, könnten rund 4,5 Milliarden Kilometer an Pendlerstrecke und dadurch etwa 850 Millionen Kilogramm CO₂ pro Jahr eingespart werden. Bei 20 Prozent wären es schon 1,7 Milliarden Kilogramm.“
Quelle: <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/weniger-pendeln-wie-viel-co2-deutschland-mit-mehr-home-office-sparen-koennte/25406082.html> (10.02.20)

Gehen Sie auf Ihren Arbeitgeber zu und fragen ihn nach einer flexiblen Homeoffice-Regelung. Homeoffice spart Zeit, Nerven, Geld, CO₂ und Ressourcen (und verringert Verkehrsstaus). Dabei geht es nicht darum, nur noch Zuhause zu arbeiten, aber wenn man nur einen Tag in der Woche daheim bleiben könnte, würde das schon sehr viel bringen, nicht zuletzt beim täglichen Kampf auf überlasteten Straßen.

3.4.3 Neues Haus – neue Elektrogeräte?

Lohnt es sich, alte gebrauchte Elektrogeräte, also meist „weiße Ware“ wie Kühl- und Gefrierschränke, Waschmaschinen, Trockner etc. mit ins neue Haus zu nehmen? Diese Frage soll unter dem Aspekt der Kosteneinsparung, einer möglichen Energieeinsparung und unter dem Ressourcenaspekt beleuchtet werden. Als Beispiel dient ein 200 l Kühlschrank. Die effizientesten Geräte der Klasse A+++ benötigen etwa 100 kWh/Jahr Strom und kosten um die 600 Euro. In Abhängigkeit von der Energieeffizienzklasse Ihres vorhandenen Gerätes dauert es sehr unterschiedlich lange, bis sich der Kauf des neuen Kühlschranks durch die mit dem neuen Kühlschrank eingesparte Energie ausgezahlt hat. Nehmen wir mal an, dass der Strompreis jedes Jahr um 5 % erhöht wird und die durchschnittliche Lebensdauer eines Kühlschranks 10 Jahre beträgt, lohnt sich die Neuanschaffung eines A+++ Gerätes nur dann, wenn ein Kühlschrank der Effizienzklasse B oder schlechter ersetzt wird. Geräte der Klassen A oder besser sollten – wenn rein finanzielle Erwägungen im Mittelpunkt stehen – bis zum Ende ihrer Lebensdauer weiter betrieben werden.

Unter Ressourcengesichtspunkten sieht dies etwas anders aus. Der Kühlschrank benötigt für seine Herstellung etwa 1.500 kg nicht nachwachsende Ressourcen. Jede verbrauchte Kilowattstunde

FAKT 7

Braucht wirklich jeder Haushalt einen Rasenmäher, einen Hochdruckreiniger und ein Kindertrampolin? Teilen spart Geld und Ressourcen und fördert eine gute Nachbarschaft.



Öfter mal mit dem Rad oder zu Fuß

Das ist gerade auf dem Land leicht gesagt. Ist die Zeit doch immer knapp und der Supermarkt weit entfernt. Aber die Zeit für Sport ist auch immer knapp und die Überwindung ist groß. Kombinieren Sie doch Wege und gesunde Bewegung. Wenn Sie die Kinder mitnehmen, ist es für Sie auch noch aktive Familienzeit.

(KWh) Strom („normaler“ Strommix in Deutschland) verursacht einen Ressourcenverbrauch von 2,17 kg/kWh. Bei einem Stromverbrauch von 100 KWh eines neuen Kühlschranks mit Effizienzklasse A+++ verglichen mit den 300 KWh eines 10 Jahre alten Kühlschranks ergibt sich eine jährliche Energieeinsparung von 200 KWh. Die Ressourceneinsparung beläuft sich auf 434 kg. Damit würde sich der neue Kühlschrank in dreieinhalb Jahren ressourcenmäßig amortisieren. Je kleiner die Einsparung, bzw. je neuer das zu ersetzende Gerät ist, desto länger ist die Amortisationsdauer.

Setzen Sie jedoch Strom vorwiegend aus erneuerbaren Quellen (zertifizierten Ökostrom) ein, so amortisiert sich der Neukauf eines Kühlschranks allein unter Ressourcengesichtspunkten praktisch nie. Darum kann man in diesem Fall aus Ressourcenschutzgründen ein älteres Gerät weiterverwenden. Hier lohnt sich dann wiederum eine finanzielle Betrachtung.

Wenn Sie sich für den tatsächlichen Stromverbrauch Ihrer Geräte im Betriebsmodus oder Standby interessieren, können Sie sich kostenfrei ein Strommessgerät für 14 Tage ausleihen. Über weitere Informationen und die Beratungsstellen klärt die Verbraucherzentrale auf. <https://www.verbraucherzentrale.nrw/strommessgeraete>

3.4.4 Regenduschen

Unter einem tropischen Regenschauer stehen, warme Regentropfen, die weich und gleichmäßig auf der Haut perlen ...

Dieser Traum muss nicht unerfüllt bleiben. Denn das kann man auch im heimischen Badezimmer erleben. Einfach eine Regendusche installieren, schon wird das Duschen zum täglichen Tropenerlebnis. Soweit die Werbung. Wir möchten Ihnen die Kehrseite des tropischen Duschvergnügens objektiv mitteilen, sodass Sie selbst entscheiden können.

Unter der Annahme eines 4-köpfigen Haushaltes und täglichen Duschens von 5 Minuten wird Ihre Dusche im Jahr 7.300 Minuten benutzt. In dieser Zeit fließen erhebliche Mengen Wasser durch den Duschkopf und letztlich in den Kanal.

Die Grafik zeigt, wieviel Energie, Wasser und damit auch Geld die verschiedenen Duschkopftypen verbrauchen. Die Unterschiede sind enorm!

Sie können den Wasser- und Energieverbrauch mit einer Rundumdusche gegenüber einer wassersparenden Dusche also ganz locker verzehnfachen – und damit die Kosten.



Abb.31 - Regenduschen liegen im Trend - sind aber in allen Belangen verschwenderisch!

Sie bezahlen bei dem Rechenbeispiel rund 3.000 Euro pro Jahr mehr als mit einem wassersparenden Duschkopf. Bei einer normalen Regendusche sind es immernoch rund 1.300 Euro. Davon kann man schon einen kleinen Urlaub machen.

Um es ganz klar zu sagen: Zur Faktor X-Idee und zu ressourcensparenden Häusern passt das nicht.

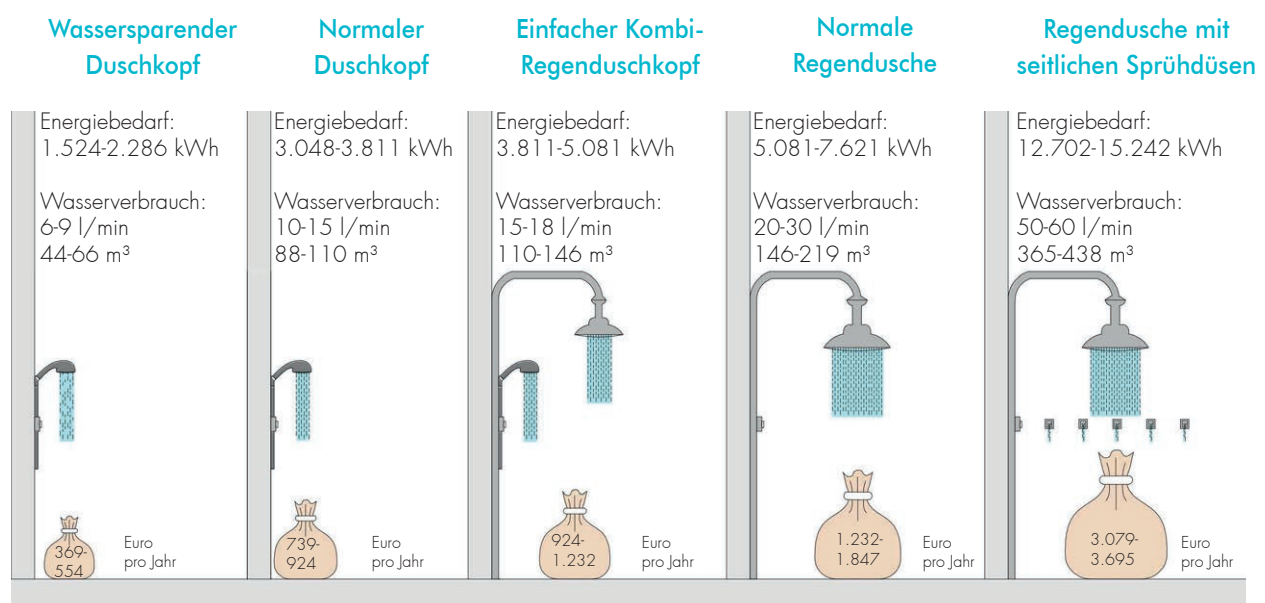


Abb.32 - Ob Sie einen wassersparenden Duschkopf haben oder eine luxuriöse Regendusche macht einen großen Unterschied, auch im Geldbeutel!

4 FAKTOR X-PLANUNGSTIPPS



4.1 Gründung

Die Gründung ist für ein ressourceneffizientes Bauvorhaben ein entscheidender Faktor. Bei kaum einem anderen Bauteil des Hauses lassen sich

vergleichsweise einfach so große Mengen an Ressourcen einsparen.

4.1.1 Keller

Meist stellt sich die Frage nach einem Keller. Aus Ressourcengründen ist ein Keller normalerweise nicht besonders sinnvoll. Es entstehen dort kaum nutzbare Wohnräume; meist wird der Keller als Stauraum oder Hauswirtschaftsraum genutzt. Da ein Keller – besonders in Gegenden mit niedrigem Flurabstand des Grundwassers – gut gegen Wasser geschützt sein sollte, wird er als „Weiße Wanne“ errichtet. Ein solcher Keller besteht aus einer wasserundurchlässigen Betonkonstruktion. Dafür sind pro m² geschaffenem Raum erheblich mehr Ressourcen aufzuwenden als für ein Haus ohne ein solches Kellergeschoss. Besser sind da Räume auf dem Dachboden oder ein Hauswirtschaftsraum, z. B. im Parterre des Hauses gelegen, der im Optimalfall in Nähe des öffentlichen Bereichs liegt und zeitgleich als Hausanschlussraum dient.

Ein weiterer Grund gegen einen Keller ist der Verbleib des Bodenaushubes. Wenn dieser nicht zur Auffüllung auf dem eigenen Grundstück verwen-



Abb.33 - Der Hausanschlussraum kann auch als Abstellkammer dienen

det werden kann, muss er kostenintensiv entsorgt werden. Nicht immer gibt es die Möglichkeit, den Aushub im Garten- oder Landschaftsbau baustellenah zu verwenden.

Zudem sind im Vergleich die Baukosten für einen Keller erheblich höher als für die entsprechenden oberirdische Räume.

4.1.2 KapillARBRECHENDE Schicht

Jedes Bauvorhaben gründet auf einer kapillARBRECHENDE Schicht aus Kies, Schotter oder geeignetem RCL-Material. Dies verhindert den Kontakt mit Bodenfeuchtigkeit, die durch die kapillare Wirkung von Böden in die Bodenplatte zieht und insbesondere bei Frost Schäden bewirken kann. Häufig sind diese Schichten 30 bis 50 cm dick. Werden diese aus Kies oder Kalksteinschotter hergestellt, benötigen sie große Mengen Ressourcen. Besser ist die Verwendung von Recyclingmaterial aus Betonbruch oder geeignete Schlacke aus Kraftwerken. Diese Materialien sparen rund 90 % der Ressourcen. Eventuell sind von der dafür zuständigen unteren Wasserbehörde entsprechende Unbedenklichkeitsbescheinigungen nötig. Ebenfalls

möglich ist die Verwendung von Schaumglasschotter. Dieser dient gleichzeitig als kapillARBRECHENDE und lastaufnehmende Schicht, sowie als Wärmedämmung.



Abb.34 - Schaumglasschotter oder Recyclingschotter sind ressourceneffiziente Alternativen zu normalem Kies

4.1.3 Gründungsarten

Häufig anzutreffende Gründungsarten sind Plattenfundamente, Streifenfundamente oder eine Kombination aus beiden. Besonders ressourceneffizient können Punktfundamente aufgrund des erheblich geringeren Materialbedarfs sein. Sie unterstützen ein Haus nur dort, wo es aus statischen Gründen auch notwendig ist. Gebäude mit Streifen- oder Punktfundamenten haben häufig einen sogenannten Kriechkeller, ein Luftraum zwischen Erdboden und dem Boden des Hauses. Grundleitungen sind in diesen Häusern wegen der Zugänglichkeit einfach zu reparieren oder zu ergänzen. Ob effizientere Gründungen wie Streifenfundamente bzw. Punktfundamente möglich sind, entscheidet meist der Bodengutachter, der die Tragfähigkeit des Bodens untersucht.

Thermobodenplatte

Eine effiziente Form der Gründung kann eine Thermobodenplatte sein. Diese Bodenplatte ruht auf einer Isolierschicht aus extrudiertem, druckfestem Polystyrol, die auf die kapillARBrechende Schicht aufgelegt ist. Die Betonplatte weist an

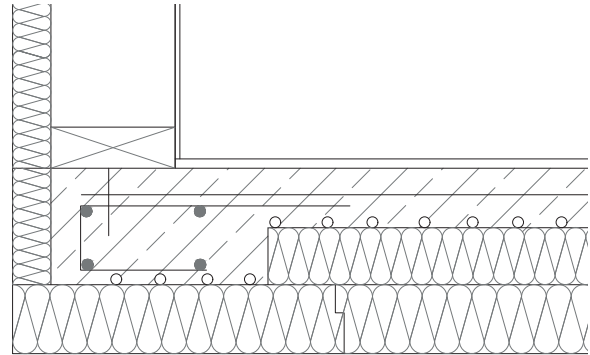


Abb.35 - Thermobodenplatte

den statisch relevanten Stellen Verdickungen auf, beispielsweise an den Rändern, auf denen die Außenwände stehen. In den übrigen Bereichen ist sie erheblich dünner. Dadurch wird ein großer Teil des Betons für die Bodenplatte eingespart. Außerdem sind in der Bodenplatte Heizrohre für die Fußbodenheizung verlegt. So kann auf Estrich verzichtet werden, dessen Stärke normalerweise 5–6 cm beträgt.

4.2 Gebäudeaußenhülle

Die Hülle eines Gebäudes hat viele Aufgaben. Sie schützt die Bewohner vor äußeren Umweltbedingungen und hält die gewünschten raumklimatischen Bedingungen möglichst konstant. Sie hat den größten Einfluss auf das optische Erscheinungsbild des Hauses von außen und kann auch Energieerzeuger sein. Ein Ziel dabei ist, neben der

Schutzfunktion gegen Schall, Wind und Niederschlag, die im Gebäude vorhandene Wärme zu erhalten. Zahlreiche Wandkonstruktionen ermöglichen die Erreichung dieses Ziels, aber nicht alle sind unter dem Gesichtspunkt der Ressourcenschonung empfehlenswert.

4.2.1 Außenwandkonstruktionen

Wie viel Wärme durch eine Außenwand ins Freie gelangen kann, wird durch die Wärmeleitfähigkeit der Bauteile der Außenwand beeinflusst. Die Wärmeleitfähigkeit ist abhängig von den spezifischen Eigenschaften der verwendeten Materialien und der Wandkonstruktion. Wie viel Wärme durch eine Außenwand letztendlich entweichen kann, wird mit dem Wärmedurchgangskoeffizienten, auch U-Wert genannt, beschrieben.

Außenwände können sehr unterschiedlich ausgeführt werden. Am häufigsten werden Außenwände in Massiv- oder Holzständerbauweise hergestellt. Daneben existieren noch zahlreiche andere Möglichkeiten, eine Außenwand zu errichten. Lehm-bauweise oder Konstruktionen aus Strohballen – der Fantasie sind hier fast keine Grenzen gesetzt. Die bauphysikalischen Eigenschaften einer Außenwand, ihre Herstellung und der Ressourcenver-

brauch der verbauten Materialien bestimmen die Effizienz der Außenwand. Effiziente Außenwände sind ein gelungener Kompromiss zwischen Komplexität und Einfachheit, zwischen geringer Wärmeleitfähigkeit und ausreichender Waddicke sowie zwischen Optimierungswahn und Sorglosigkeit.

46 cm. Bei anderen Wandkonstruktionen sind dafür deutlich stärkere Waddicken erforderlich.

4.2.2 Holzbasierte Wandaufbauten

Aus Gründen des Ressourcenschutzes bietet sich besonders die holzbasierte Bauweise an. Mit dieser Bauweise lässt sich die Zielvorgabe eines Faktor 2 besonders einfach erreichen. Die Holzständerbauweise ist eine Skelettbauweise, welche sich aus dem bewährten Fachwerkbau des Mittelalters entwickelt hat. Sie beruht im Gegensatz zu den Massivbauweisen nicht auf einer monolithischen Konstruktion, sondern setzt sich aus einer Tragstruktur, einer Dämmstofffüllung und der äußeren sowie inneren Verkleidung zusammen. Häufig wird innen noch eine Installationsebene vorgesehen, die ein einfaches Verlegen von Leitungen aller Art erlaubt, ohne die Dichtigkeit des Gebäudes zu gefährden.

Ähnliches gilt für die Holztafelbauweise. Diese kann bei einem Fertighaushersteller oder Zimmerbetrieb vorproduziert und auf der Baustelle in sehr kurzer Zeit zu einem fertigen Haus montiert werden.

Eine Außenwand in Holzständerbauweise errichtet, kann bei einer Waddicke von ca. 33 cm bereits einen für die KfW 55 Norm-Einstufung notwendigen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) erreichen. Der Passivhausstandard, bei dem keine klassische Heizung mehr notwendig ist, erfordert lediglich eine Wandstärke von etwa

Der Rohstoff Holz trägt wesentlich zur Senkung des CO₂-Anteils in der Atmosphäre bei. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und besteht zu 50 % aus Kohlenstoff (C). Beim Wachstum entzieht Holz der Luft Kohlendioxid (CO₂) und produziert Sauerstoff (O₂). Erst wenn das Holz durch Pilze etc. zersetzt oder verbrannt wird, gibt es sein gespeichertes CO₂ wieder frei. Je länger Holz oder Holzwerkstoffe gepflegt werden und in Verwendung sind und somit einer Zersetzung entzogen und nicht verbrannt werden, desto länger wird CO₂ aus unserer Atmosphäre gebunden.

4.2.3 Massivbauweise

Außenwände in Massivbauweise werden zum Großteil mit mineralischen Baustoffen hergestellt. Dazu zählen massive Betonwände und Wandkonstruktionen mit Vollziegeln oder Kalksandstein als Mauerwerk. Aufgrund der material- und energieintensiven Herstellung von mineralischen Baustoffen erreicht eine auf der Massivbauweise basierende Konstruktion den angestrebten Faktor X nur mit höherem Aufwand gegenüber einer holzbasierten Bauweise. Aus diesem Grund eignen sich bestimmte Konstruktionen nicht für ein Faktor 2 Effizienzhaus.

fen erreicht eine auf der Massivbauweise basierende Konstruktion den angestrebten Faktor X nur mit höherem Aufwand gegenüber einer holzbasierten Bauweise. Aus diesem Grund eignen sich bestimmte Konstruktionen nicht für ein Faktor 2 Effizienzhaus.



Abb.36 - Über Jahrhunderte wurde mit Holz gebaut, Stein war teuer und selten. Heute steht der Holzbau dem Massivbau in nichts mehr nach.



Abb.37 - Heute sieht Holzständerbauweise so aus

Unter bestimmten Voraussetzungen sind Wandaufbauten mit Hochlochziegeln und integrierter Wärmedämmung geeignet. Hochlochziegel haben einen Lochanteil (gedämmt oder hohl) von bis zu 50 % und besitzen eine geringere Rohdichte (ca. $0,65 \text{ kg/dm}^3$), was die Wärmedämmeigenschaften positiv beeinflusst. Der Lochanteil im Ziegel ist zusätzlich mit einem Dämmstoff, z. B. Perlite, gefüllt, was zu einer relativ geringen Wärmeleitfähigkeit von ca. $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ führt. Bei einer Wanddicke von 36,5 cm kann somit ein Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht werden. Ein Wärmedämmverbundsystem ist bei dieser massiven Wandkonstruktion nicht notwendig.

Zum Vergleich: Eine Stahlbetonwand gleicher Dicke hat einen U-Wert von ca. $2,74 \text{ W/m}^2\text{K}$ und eine Wand aus Hochlochziegeln ohne Perlitefüllung erreicht einen U-Wert von ca. $0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um die gleiche Wärmedämmung wie eine



Abb.38 - Massive Wände aus Hochlochziegeln sind ressourceneffizienter als Kalksantstein oder Vollziegel

ca. 46 cm dicke Holzständerwand zu erreichen, müsste die Hochlochziegelwand ca. 70 cm dick sein.

Bei einem Gebäude mit 8 mal 12 m Grundfläche ergibt sich hieraus bei einer Holzkonstruktion pro Geschoss ein Raumgewinn von rund 16 m^2 mehr Raumfläche.

4.2.4 Dämmstoffe

Um den Wärmedurchgang eines Außenbauteils zu verringern, ist die Verwendung einer Wärmedämmschicht bei vielen Wandkonstruktionen unumgänglich. Dabei kommen Dämmstoffe zum Einsatz, die aus synthetischen, mineralischen oder organischen Materialien bestehen und durch eine Vielzahl von Eigenschaften definiert werden. Eine der wichtigsten Eigenschaften ist die Wärmeleitfähigkeit. Diese kann zwischen einem extrem guten λ -Wert von ca. $0,002 \text{ W/m}^2\text{K}$ (sehr teures Vakuum-Isolations-Paneel) und einem eher schlechten λ -Wert von ca. $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Blähton) liegen. Doch nicht nur die Wärmeleitfähigkeit ist wichtig, sondern auch die Dauerhaftigkeit, das Brandverhalten, die Wasseraufnahmeeigenschaft, die Atmungsaktivität, der sommerliche Wärmeschutz und zum Beispiel die Wärmespeicherkapazität. Die Entscheidung, welcher Dämmstoff verbaut werden soll, hängt auch mit der Konstruktion der Außenwand zusammen. Hat ein Dämmstoff eine hohe Wasseraufnahmefähigkeit, muss er gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Dazu bedarf es neben dem Außenputz weiterer Maßnahmen an der Fassade. Alle bautechnisch zugelassenen Dämm-

stoffe haben festgelegte Einsatzbereiche, wovon Sie auch nicht abweichen sollten.

Auch bei Dämmstoffen ist ein ressourcenschonender Umgang wichtig für die Erreichung der Faktor X-Ziele. Es ist wenig sinnvoll, ein energiesparendes Haus mit einer sehr gut gedämmten Fassade zu errichten, wenn bei der Herstellung der Dämmstoffe viel Energie und kostbare Rohstoffe unwiederbringlich verschwendet wurden.

Die nachfolgend beschriebenen Dämmstoffe sind aus Ressourcensicht sehr empfehlenswert.

4.2.4.1 Zellulosedämmung

Zellulosedämmung wird seit den 1920er Jahren vor allem in Skandinavien und den USA verbaut. Auch bei uns gibt es jahrzehntelange Erfahrungen mit der Verarbeitung und der Dauerhaftigkeit von Zellulosedämmung.

Das Ausgangsmaterial dieser Dämmung ist Altpapier „Zellulose“, die indirekt aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen wird. Die Wärmeleitfähigkeit von Zellulose liegt bei 0,035 bis 0,040 W/m²K und liegt damit im üblichen Bereich von Mineralwolle oder Polystyrolämmung. Sie wird als Einblasware oder in kompakter Form im Plattenformat vertrieben. Die hohe Dauerhaftigkeit erhält dieser Dämmstoff durch Hydrophobierung. Dies schützt den Dämmstoff vor Feuchtigkeit und beugt Schimmel- und anderem Pilzbefall vor und stellt die Dämmwirkung sicher.



Abb.39 - Geschosdeckendämmung mit Zelluloseflocken

Zellulosedämmung kann mit geringem Aufwand wiederverwendet werden. Aus einer Ständerkonstruktion kann sie sortenrein abgesaugt und an anderer Stelle wieder eingebaut werden.

4.2.4.2 Hanfdämmung

Nutzhanf ist ein Allrounder. Seine Fasern lassen sich zu Stoff, Papier oder Dämmstoff verarbeiten. Die Pflanze ist einjährig und innerhalb weniger Monate erntereif, sodass im Gegensatz zu Holz die zeitaufwändige, nachhaltige Holzwirtschaft mit langen Wachstumsphasen entfällt. Deshalb ist eine Hanfdämmung einer Holzfaserdämmung vorzuziehen, da das Holz vorzugsweise für statisch oder bautechnisch relevanten Bauteile und in Form von Vollholz vorgehalten werden sollte.



Abb.40 - Hanfdämmplatten

4.2.4.3 Andere ökologische Dämmstoffe

Weitere nachwachsende oder ressourceneffiziente Dämmstoffe sind:

- Holzfaserdämmplatten
- Schafwolldämmung
- Perlite
- Baustroh als Ballen oder Gefachdämmung

4.2.4.4 Erdölbasierte Dämmstoffe

Was die berechneten Ressourcenkategorien angeht, ist auch der Einsatz von Polystyrol­dämmung (EPS, XPS) durchaus in Ordnung. Allerdings ist der Einsatz von Styropor®, sogenanntem expandiertem Polystyrol (EPS), oder extrudiertem Polystyrol (XPS) für die Recyclingfähigkeit und damit für die Lebenszyklusbetrachtung nicht empfehlenswert, wenn diese als Verbundbaustoffe, wie z. B. im Wärmedämmverbundsystem (WDVS) eingesetzt werden. Wird die Dämmung oder das ganze Gebäude zurückgebaut, können die

Schichten nicht mehr voneinander getrennt werden und das ganze WDVS System ist als Sondermüll höchst kostenintensiv und umweltschädlich. Außerdem wird Polystyrol­dämmung auf Erdölbasis hergestellt und gilt somit als nicht nachhaltig.

Das in den Medien oft gezeigte Brandverhalten von EPS in einem WDVS bei Tests und Hausbränden in der Realität sollte einen künftigen Eigenheimbesitzer dazu anregen, auf diese Materialkombination zu verzichten.

4.2.5 Fassadenmaterial

In einer Faktor X-Siedlung soll sich eine Synthese aus regionaltypischer und ressourcensparender Architektur wiederfinden. So können Fassaden aus mineralischem Putz mit glatter Oberfläche und Holzfassaden eine praktikable Lösung sein. Klinkerriemchen als Komplettfassade oder an Fassadenteilen erzeugen eine repräsentative Ziegeloptik und nehmen die regionaltypische Fassadengestaltung auf. Untergeordnete Teile der Fassade können aus Holzschalung oder HPL-Platten (Hochdrucklaminat, z.B. Trespa® Platten) ausgeführt werden. Stahl-Glas-Konstruktionen und Metalle sollten eher sparsam eingesetzt werden. Der jeweilige Bebauungsplan eines Baugebietes kann hier in seinen textlichen Festsetzungen Vorgaben machen.

Wenn ein Backsteingebäude abgerissen wird,

können die Steine gesäubert, von anhaftendem Mörtel gereinigt, sauber geklopft und anschließend wiederverwendet werden. Im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch haben wiederverwendete Steine fast keine Auswirkungen, da der mit ihrer Produktion verbundene Ressourcenverbrauch bereits ihrem „ersten Leben“ angerechnet wurde. Mittlerweile gibt es Baustoffanbieter, die wiederverwendete Ziegel- oder Feldbranntsteine in ausreichend großer Stückzahl zur Verfügung stellen. Links finden Sie bald bei uns auf der Webseite.

Die Verwendung von fabrikneuen Ziegelsteinen ist bei Faktor X-Gebäuden in der Regel nicht möglich, da der mit der Herstellung der Ziegel verbundene Ressourcenverbrauch sehr hoch ist.

4.2.5.1 Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Neben den oben beschriebenen Nachteilen der EPS-Dämmung in einem Wärmedämmverbundsystem verwittert eine verputzte WDVS Fassade schnell, da sich Algen auf der Oberfläche anlagern können. Die Präventionsmaßnahmen durch Auftragen von Fungiziden und Algiziden gelten als nicht dauerhaft resistent und umweltschädlich, da sie das Grundwasser belasten. Außerdem ist eine WDVS Fassade nicht so langlebig wie andere Fassadenmaterialien. Insbesondere die Kombination aus EPS-Dämmung und WDVS ist anfällig für Vandalismus, Vogel­nester und Stoßeinwirkung.



Abb.41 - Ein WDVS ist aus Ressourcensicht ein ungünstiges Fassadenmaterial

4.2.6 Farben

Die Fassade sollte in Farben gehalten sein, die die regionaltypische Baukultur des Rheinischen Reviers und die darin verwendeten heimischen Materialen widerspiegeln. Das sind Rottöne – die Farben der früher häufig verwendeten Feldbrandsteine sowie verschiedene helle Beige- und Grautöne.

Die Fassade sollte in Farben gehalten sein, die die regionaltypische Baukultur des Rheinischen Reviers und die darin verwendeten heimischen Materialien widerspiegeln. Das sind Rottöne – die Farben der früher häufig verwendeten Feldbrandsteine sowie verschiedene helle Beige- und Grautöne.

4.2.7 Fenster

Die Proportionen von Fassade, Fenstern und Türen bestimmen die äußere Erscheinung eines Gebäudes und sind daher eine Gestaltungsaufgabe für Architekten. Auch bei der Gestaltung und Ausführung der Fenster sollten Aspekte des Ressourcenschutzes beachtet werden: einfach, langlebig und gut reparierbar. Geld können Sie beispielsweise mit dem Einbau einiger feststehender, nicht zu öffnender Fenster oder Fensterteile sparen.

Immer häufiger werden Fenster angeboten, deren Rahmen ganz oder teilweise aus Recyclingmaterial (RCL) hergestellt werden. So gibt es beispielsweise Fenster, deren Rahmen nachweisbar zu 100 % aus wiederverwertetem Aluminium oder hohem Anteil rezyklierten PVC hergestellt werden.

4.2.8 Sommerlicher Wärmeschutz

Genauso wie es den Heizwärmebedarf gibt, kann es durch solare Lasten zu einem Kühlbedarf kommen. Um diesen nicht durch energieintensive Klimaanlage abdecken zu müssen, sollten

schon im Entwurf die Möglichkeiten der Verschattung mit eingeplant werden. Für eine Süd-/Ost-/Westfassade ist ein außenliegender Sonnenschutz sinnvoll. Besonders effizient sind außenliegende,



Abb.42 - Elektrische Lamellenjalousien lassen noch Licht herein, die Sonnenenergie bleibt bei entsprechender Lamellenstellung aber draußen

separat verstellbare Lamellen, die das Tageslicht in den Innenraum lenken. Verstellbare Lamellen halten die Sommersonne ab, lassen aber die Winter- sonne ins Gebäude und optimieren die individuelle Beleuchtungssituation durch natürliches Licht.

Die beliebten Rollläden bieten zwar auch die Funk- tion der außenliegenden Verschattung, sperren aber weit mehr Tageslicht aus als außenliegende Lamel- lenstores oder textile Konstruktionen. Sehen größere und geteilte, bodentiefe Fensterfronten einen Austritt nach draußen vor, ist es sinnvoll, die Verschattung in zwei Teilen auszuführen. Die geschlossene Fen- sterhälfte kann dann verschattet werden, während die offene Türe unverschattet bleibt. Auch sind bei außenliegenden Lamellenstores oder textilen Ver-

schattungen elektronische Windwächter empfeh- lenswert. Dadurch wird bei zu starkem Wind der Sonnenschutz automatisch hochgefahren, sodass er keinen Schaden nehmen kann.

Seit einigen Jahren gibt es auch Lösungen zur Ver- schattung, die im Scheibenzwischenraum eines Fensters liegen. Diese verschmutzen nicht und sind unempfindlich gegen Wind.

Um im Winter die Wärmegewinne durch Sonnen- einstrahlung nutzen zu können, sollte diese durch einen außenliegenden Sonnenschutz nicht gänzlich unterbunden werden. Durch einen innenliegenden Blendschutz können Sie störungsfrei arbeiten oder fernsehen und lassen trotzdem die Wärme herein.

4.2.9 Vordächer

Vordachkonstruktionen sind sorgfältig in die Gestal- tung der Fassade einzubeziehen, sonst wirken sie häufig als Fremdkörper. Sinnvoll ist es, wenn

ein Vordach von vornherein in die Architektur des Hauses einbezogen wird.

4.2.10 Dachformen und -konstruktionen

Neben der Fassade prägt das Dach das Erschei- nungsbild des Hauses und des gesamten Bauge- bietes. Außerdem schützt das Dach Sie und Ihr Haus vor Regen, Sonne und anderen Umweltein- flüssen. Im Rheinischen Revier ist das Satteldach die häufigste Dachform. Nach einer Hochphase in den 1990er Jahren und 2000er ist das Pult- dach wieder seltener geworden.

Ebenfalls gelten Walm- oder Zeltdächer in unserer Region und generell in Deutschland als eher unüb- lich und passen nicht in die regionale Baukultur, daher sollten sie vermieden werden.

Die Dachneigung ist wie die Dachform sehr stark

regional geprägt. Sie ist im Bebauungsplan meis- tens mit einer Spanne festgeschrieben. Flach geneigte Häuser sind im Rheinischen Revier aber eher untypisch und passen eher in die Alpenre- gion. Daher empfehlen wir eine Dachneigung von mehr als 35°. Flachdächer, obwohl sie seit hundert Jahren für Modernität stehen, wirken immer noch zeitlos und unkonventionell. Sie haben zwar auch keine regionaltypische Entsprechung, können aber in einem dafür geeigneten städtebaulichen Kontext die Urbanität und Moderne unterstreichen. In den meisten Bebauungsplänen sind die Dachformen für einen einheitlichen Charakter der Siedlung vor- geschrieben, daher stellt sich die Frage nach der gewünschten Dachform häufig nicht.

4.2.11 Dachdämmung

Aus Gründen des Ressourcenschutzes sind für die Wärmedämmung des Daches die gleichen Dämmstoffe zu empfehlen, wie für die Dämmung einer Außenwand (siehe Kapitel 4.2.4 Dämm-

stoffe). Dabei kann die Dämmung des Daches ebenso vielfältig ausgeführt werden wie die einer Außenwand. Hierbei ist die Konstruktion des Daches entscheidend.

4.2.12 Dachbeläge

Um ein einheitliches Ortsbild zu erreichen, werden im Rheinischen Revier die regionaltypischen Schwarz- oder Grautöne für die Dacheindeckung von geeigneten Dächern empfohlen.

Sollte ein Flachdach vorgeschrieben und / oder gewünscht sein, sollte es begrünt werden. Dachbegrünungen erhöhen die Lebensdauer der Dachhaut, da sie Temperaturspitzen abfangen. Bei regelentsprechendem Einbau der erforderlichen abdichtenden und wurzelfesten Schichten sind Gründächer eine dauerhafte, pflegearme und naturnahe Grünfläche. Zudem speichern sie

Regenwasser und entlasten somit das Kanalsystem und verringern gegebenenfalls die Grundstücksentwässerungsgebühren. Um bei langen Trockenperioden nicht gießen zu müssen, wird die Verwendung trockenheitsverträglicher Pflanzen in Kombination mit wasserspeichernden Substraten empfohlen.

Besonders ressourcenschonend sind Substrate für Gründächer, die teilweise oder vollständig aus Rezyklaten hergestellt werden. Sehr gut geeignet ist beispielsweise ein Substrat aus Ziegelbruch.

4.2.13 Dächer von Nebengebäuden

Im Gegensatz zum Hauptgebäude werden Nebengebäude normalerweise mit Flachdächern oder flach geneigten Pultdächern gebaut. Diese Dachflächen sollten möglichst begrünt werden. Die Begrünung von Dächern ist neben den oben beschriebenen Vorteilen aus ästhetischen Gründen gerade bei Nebengebäuden und flacheren Gebäudeteilen gewünscht.



Abb.43 - Nebengebäude eignen sich gut für Gründächer

4.2.14 Entwässerung

Fallrohre, Dachrinnen sowie Zu- und Abwasserleitungen aus PVC oder verzinktem Blech sind eine preisgünstige Alternative zu Rinnen oder Rohren aus Kupfer. Kupfer ist in der Natur nur selten vorhanden und eine schützenswerte Ressource, die

mangels Alternativen vorrangig in elektrischen Geräten verbaut wird. Außerdem werden große Mengen an Kupfer für den Bau von Windkraftwerken und für die Elektromobilität benötigt.

4.3 Innenausbau

4.3.1 Geschossdecke

Die Geschossdecke trennt Geschosse räumlich voneinander. Sie dient als Unterbau für den Fußboden des darüber liegenden Geschosses und bildet die Decke des darunterliegenden Geschosses. Sie muss daher auch eine trittschalldämmende Funktion wahrnehmen. Die Ausführung der Geschossdecke hat einen großen Einfluss auf den

gesamten Ressourcenverbrauch des Gebäudes.

In der holzbasierten Bauweise werden Geschossdecken üblicherweise auch in Holz ausgeführt. Entweder wird die Decke als Holzbalkendecke ausgeführt oder es kommt eine massive Brettstapeldecke zum Einsatz. Darauf wird ein geeignete

ter Trittschallschutz aufgebracht und der Bodenaufbau montiert. Um den Vorteil der Holzbauweise als Trockenbau weiter auszuspielen, bietet sich die Verwendung von Schüttungen und Trockenestrich an.

Im ressourcenoptimierten Massivbau kommt der Ausführung der Geschossdecke eine große Bedeutung zu. Mit einer herkömmlichen Betongeschossdecke lässt sich eine Verbesserung der Ressourceneffizienz des Gebäudes kaum erreichen.

Stattdessen empfiehlt sich auch hier beispielsweise die Verwendung von Holzbalkendecken,

Brettstapeldecken oder die Verwendung von Recycling-Beton (RC-Beton). Bei RC-Beton wird der im Beton vorhandene Kies zu rund 50 % durch Betongranulat ersetzt. RC-Beton wird in der Schweiz seit Jahren routinemäßig im Hochbau eingesetzt. RC-Beton kann alle erforderlichen DIN-Normen erfüllen.

Andere Alternativen zum normalen Ort beton für Geschossdecken sind Leichtbetondecken, Fertigteildecken oder Ziegel-Einhängendecken. Inwieweit diese den Anforderungen für Faktor X genügen, wird im Einzelfall überprüft.

4.3.2 Schallschutz – wichtig nicht nur bei Holzdecken

Vor allem bei Holzdecken gibt es häufig Bedenken, dass diese einen schlechten Schallschutz aufweisen.

Bei der Übertragung von Schall wird zwischen Luft- und Trittschall unterschieden. Schall wird in Form von Schwingungen übertragen. Dabei können Schallwellen in der Luft auch Bauteile in Schwingung versetzen und so Schall durch geschlossene Wände übertragen.

Beim Trittschall werden die Bauteile durch Schritte in Bewegung gesetzt. Die so erzeugten Schallwellen verbreiten sich durch die Bauteile und können

so in andere Räume oder Etagen weitergeleitet werden.

Ein hohes Luftschall-Dämmmaß kann durch abgehängte Decken und den Einbau von Faserdämmstoffen erreicht werden. Trittschall lässt sich durch einen schwimmenden und entkoppelten Estrich reduzieren. Noch besser wird der Trittschallschutz, wenn unterhalb des Estrichs noch eine elastisch gebettete schwere Schicht, beispielsweise eine gebundene Splitschüttung oder rezyklierte Gehwegplatten eingebaut werden. Mit dieser Schüttung lässt sich selbst ein anspruchsvoller Schallschutz in Mehrfamilienhäusern realisieren.

4.3.3 Bodenbeläge

Auch die Wahl des Bodenbelags hat einen Einfluss auf den Ressourcenverbrauch im Gebäude. Grundsätzlich stehen verschiedene Bodenbeläge mit teilweise sehr unterschiedlichen Eigenschaften aber auch Eignungen zur Verfügung.

Bodenbeläge unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Lebensdauer, Aufbauhöhe, Materialität, Härte, Schichtaufbau und Feuchtebeständigkeit. In erster Linie kommen für die Feuchtbereiche in Bad und Küche tendenziell vor allem keramische Beläge, also Fliesen und Naturstein, ggf. auch PVC oder Linoleum in Frage. Bei der Verwendung von Holz in Feuchträumen muss auf die Haltbarkeit der

Bodenbeläge geachtet werden, ggf. können hier Thermohölzer geeignet sein.

Für alle anderen Bodenflächen kommen über diese Beläge hinaus auch textile Beläge und Sonderformen in Betracht. Auch bei Produkten ähnlicher bzw. identischer Optik kann es Unterschiede hinsichtlich Lebensdauer, Ressourcenbedarf, Pflegeintensität geben.

Bei der Auswahl eines geeigneten Bodenbelages sollte auf seine Langlebigkeit und auf ein zeitloses, möglichst wenig modischen Schwankungen unterworfenen Design Wert gelegt werden.

4.3.3.1 Keramische Beläge und Natursteinböden

Keramische Bodenbeläge können im gesamten Wohnraum verwendet werden. Sie sind dauerhaft und widerstandsfähig gegen Säuren. Dazu sind sie dicht und nehmen weder Wasser noch Öl auf. Sie sind daher leicht zu reinigen. Für Fußbodenheizungen ist die gute Wärmeleitfähigkeit keramischer Bodenbeläge vorteilhaft. Keramische Bodenbeläge gibt es in zahllosen Formaten und Ausführungen. Wichtig können je nach Einbauort Eigenschaften wie Frostsicherheit oder Rutschhemmung sein.



Abb.45 - Keramische Bodenbeläge sind pflegeleicht und dauerhaft

Natursteinbeläge werden aus natürlichen Gesteinen hergestellt und eignen sich gleichermaßen für Feucht- und Wohnräume. Empfehlenswert ist dabei, auf möglichst geringe Transportentfernungen zu achten.

In Deutschland und den angrenzenden Nachbarländern werden vor allem Schiefer, Sandstein, Kalkstein, Granit, Marmor, Basalt und Grauwacke abgebaut. Naturstein gilt ebenfalls als pflegearm, da er sich gut reinigen lässt. Einige kalkhaltige Beläge sind allerdings säureempfindlich, andere nicht ganz dicht und damit empfindlich für Verfärbungen. Achten Sie beim Kauf von Naturstein auf Siegel, die eine faire Herstellung garantieren. Leider wird gerade Naturstein in den Abbauländern häufig von Kindern abgebaut.



Abb.44 - Gütesiegel, für faire Abbau- und Verarbeitungsbedingungen

4.3.3.2 Holzböden

Holzböden werden meist als Massivparkett, Fertigparkett oder Parkettdielen eingebaut. Massivholzparkett (10–20 mm Stärke) besteht aus einer massiven Holzschicht, während Fertigparkett (2,5–5 mm Stärke) aus zwei bis drei verleimten und versiegelten Holz- und/oder Holzfaserschichten besteht. Parkettdielen stellen eine Sonderform des Parketts dar. Sie werden oftmals raumlang, also in horizontaler Sicht nahtlos und durch Nut- und Federverbindungen verlegt.

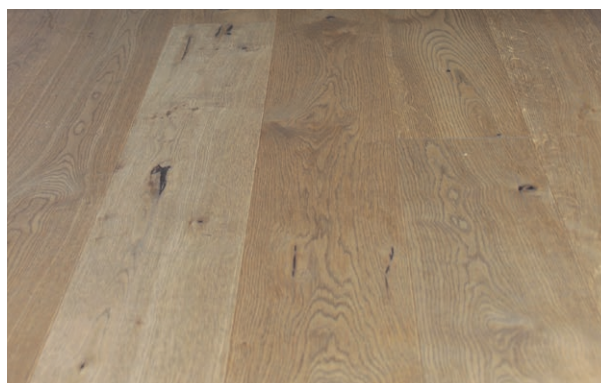


Abb.46 - Der Evergreen: Holzboden ist und bleibt sehr beliebt und ist dabei auch ressourcenfreundlich

Heimische und regionale Gehölze, wie z. B. Ahorn, Eiche, Buche oder Nussbaum aus zertifiziert nachhaltiger Holzwirtschaft (FSC- oder PEFC-Siegel) sollten bevorzugt verwendet werden.

Massive Holzböden sind sehr dauerhaft, da diese einige Male durch Abschleifen und Versiegeln bzw. Ölen in einen quasi neuwertigen Zustand versetzt werden können. Bei Fertigparkett besteht diese Möglichkeit wegen der dünnen Nutzschicht meist nicht.

4.3.3.4 Laminat

Laminatböden bestehen aus einer meist aus Holzfasern bestehenden Trägerplatte, auf die ein Dekor aufgedruckt oder als Folie aufgezogen wird. Die abschließende Versiegelungsschicht dient als Schutz für die Nutzschicht, gegen Feuchtigkeit und als schmutzabweisende Oberfläche.

Durch die sich abnutzende sehr dünne Dekorschicht hat Laminat meist eine geringere Nutzungsdauer als massive Holzböden, Keramik- oder Natursteinböden.

4.3.3.3 Linoleum

Linoleum kommt als Alternative zu Naturstein- oder Echtholz-Bodenbelägen in Feucht- oder Wohnräumen in Frage. Für die Herstellung werden hauptsächlich natürliche Materialien und Recyclingmaterialien verwendet: Leinöle, Harze und Jute sowie Produk-

tionsreste, die bei der Korkverarbeitung anfallen.

Linoleum ist in unterschiedlichsten Farben und mit einer großen Auswahl an Oberflächenstrukturen erhältlich.

4.3.3.5 Kunststoffbodenbeläge

Eine vergleichsweise neue Entwicklung bei den Bodenarten stellen sogenannte Designböden dar. Auch Designböden sind ein Verbundstoff, der aus verschiedenen Kunststoffen besteht und damit ein späteres Recycling erschwert.

Designböden werden häufig als sogenannte Objektware deklariert und dürften eine längere Haltbarkeit aufweisen als einfache PVC-Böden aus dem Baumarkt.



Abb.47 - Designböden und Linoleum bieten Möglichkeiten für den extravaganten Geschmack

4.3.3.7 Teppichboden

Textile Bodenbeläge werden als trittschallisierend und warm empfunden. Sie werden aus Kunstfasern oder Naturfasern hergestellt und häufig fest mit dem Boden verklebt. Die Haltbarkeit von textilen Bodenbelägen liegt bei rund 15 Jahren, entsprechend häufig müssen sie innerhalb der betrachteten Lebensdauer des Gebäudes von 50 Jahren ausgetauscht werden. Einige wenige Teppichhersteller bieten ein Leasing an, sie nehmen nach der Nutzungszeit den Teppichboden zurück und recyceln diesen.



Abb.48 - Teppichboden ist gemütlich, aber pflegeintensiv und muss nach 10 bis 15 Jahren ausgetauscht werden

4.3.3.6 Korkboden

Korkböden eignen sich aufgrund der angenehmen Haptik und Oberflächentemperatur im Bereich von Kinderzimmern. Allerdings ist der Herstellaufwand nicht unerheblich. Für die Gewinnung des Materials wird die Rinde meist südeuropäischer Korkeichen abgeschält und in einem energieaufwändigen

Verfahren zu Blöcken geformt und danach auf Maß geschnitten. Aufgrund der vergleichsweise geringen Haltbarkeit, der langen Transportwege und dem energieintensiven Herstellprozess sind Korkböden nicht als ressourcenschonender Bodenbelag einzustufen.

4.3.4 Innenwände

Tragende Innenwände haben neben der raumtrennenden auch eine statische Funktion und müssen entsprechend dimensioniert werden.

Die nicht tragenden Wände haben nur eine raumtrennende Funktion und müssen daher lediglich für einen guten Schallschutz zwischen den Räumen sorgen. Auch in Trockenbauweise und im Holzständerbau lassen sich bei einem fachlich versierten Einbau hervorragende Schalldämmmaße erreichen. Speziell für leichte Trockenwandkonstruktionen gibt es sehr

gute Befestigungssysteme für Hängeschränke, Bilder u.v.m., die ganz ohne Schlagbohrer auskommen.

Die Innenwandoberflächen können von offenen Holzoberflächen über verspachtelte und gestrichene Gipskartonplatten bis hin zu lehmverputzten Wandteilen reichen. Tapeten sollten maßvoll eingesetzt werden. Die heutzutage glattverputzten oder gespachtelten Wände brauchen keine Raufasertapete als „Ausgleich“ von Unebenheiten mehr. Designtapeten können reizvolle Akzente in einzelnen Bereichen setzen.

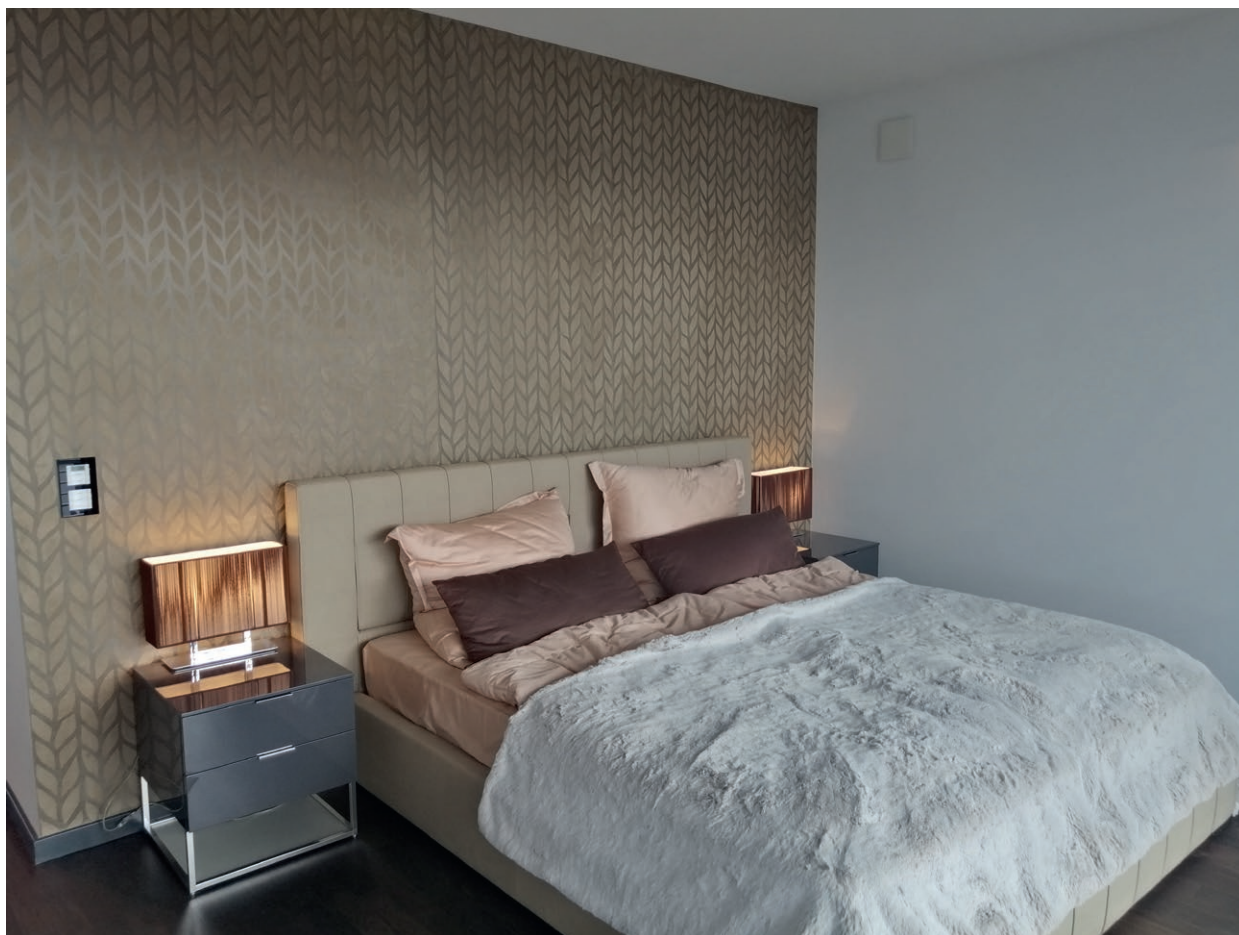


Abb.49 - Mit auffälligen Muster- oder Fototapeten sollte man sparsam umgehen, um einen Raum nicht zu überfrachten

4.4 Energie- und Wärmeversorgung

Auch die Versorgung mit Wärme zum Heizen und zur Warmwasserbereitung soll so ressourcensparend wie möglich sein. Verschiedene Möglichkeiten zur Versorgung mit Wärmeenergie stehen zur Verfügung. Generell werden zwei Verfahren zur Wärmegewinnung unterschieden: Die Verbrennung von unterschiedlichen Brennstoffen, wie beispielsweise Öl, Gas oder auch Holzpellets in einer Kesselanlage, oder die Anwendung einer Wärmepumpe, die mit Hilfe elektrischer Energie Umweltwärme nutzt.

Nicht jedes Heizsystem kann für jedes Haus verwendet werden. Insbesondere muss zwischen Niedertemperatur- und Hochtemperatursystemen unterschieden werden. Häuser mit einem hohen Wärmebedarf sind normalerweise auf hohe Vorlauftemperaturen angewiesen. Diese können nur mit verbrennenden Systemen realisiert werden.

Im Neubaubereich und den darin standardmäßig niedrigen Heizwärmebedarfen lassen sich auch Niedertemperaturanlagen, wie z. B. Wärmepumpen einsetzen.

4.4.1 Wärmepumpenheizungen

Eine Wärmepumpe funktioniert wie ein umgekehrter Kühlschrank. Im Kühlschrank entzieht ein Wärmeträgermedium dem Inneren des Kühlschranks Energie und kühlt ihn dadurch. Die aufgenommene Wärme wird außen am Kühlschrank wieder abgegeben. Dazu hat der Kühlschrank auf seiner

Rückseite die charakteristischen Kühlrippen.

Die Wärmepumpe entzieht hingegen der Umwelt Energie und wärmt damit den Innenraum. Dabei lassen sich verschiedene Umweltmedien nutzen: Eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe nutzt einen



Abb.50 - Das ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe am Faktor X-Haus in Inden



Brunnen. Sie entnimmt ihm Grundwasser, entzieht diesem die Wärme und speist das nun kältere Wasser wieder in den Boden ein. Da die dazu notwendigen Entnahme- und Schluckbrunnen aufwändig herzustellen und zu betreiben sind, wird häufig eine Sole-Wasser-Wärmepumpe verwendet. Hier werden entweder Bohrungen von 50 m bis ca. 100 m tief ins Erdreich durchgeführt, oder ein oberflächennaher Erdkollektor entzieht dem Erdreich in der Fläche, in ca. 1,2 m Tiefe, Energie.

In die Bohrlöcher werden Erdsonden eingebracht, durch die eine Flüssigkeit (Sole) zirkuliert. Dieser Flüssigkeit entzieht die Wärmepumpe die Energie.

Damit eine Sole-Wasser-Wärmepumpe gut funktioniert, ist zwingend ein guter Wärmeaustausch zwischen Erdreich und Erdsonde oder Erdkollektor erforderlich. Dies ist meist in Festgesteinen oder Lockergesteinen der Fall, die von Grundwasser durchströmt werden. Im Rheinischen Revier gibt es jedoch bis auf wenige Ausnahmen keine Festgesteine im Untergrund. Außerdem wird in vielen Gebieten Grundwasser wegen des Braunkohlentagebaues bis in große Tiefen abgepumpt. Dadurch ist das dort anstehende Lockergestein trocken und damit ein schlechter Wärmeleiter.

Die prinzipielle Eignung eines Wohnortes lässt sich mithilfe eines Kartenwerkes zum geothermischen Potenzial prüfen, das vom Geologischen Landesamt in NRW entwickelt wurde.

<http://www.geothermie.nrw.de/>

Daneben gibt es noch die Luft-Wasser-Wärmepumpen, die der Außenluft Energie entziehen. Das funktioniert bis etwa -15 °C Außentemperatur.

4.4.2 Solarenergie

Die Herausforderung bei jeglicher Nutzung von Solarenergie ist die jahres- und tageszeitliche Diskrepanz zwischen dem Angebot solarer Energie und dem Bedarf. Im Sommer scheint die Sonne viel und stark, aber die Wärme wird kaum benötigt. Einem hohen Angebot an Solarstrom zur Mittagszeit steht im privaten Bereich ein erhöhter

Strombedarf in den Abendstunden gegenüber. Bislang gibt es noch keine wirtschaftlichen Lösungen, Strom oder Wärme für mehrere Monate zu speichern. Mittelfristig werden jedoch solche Speicherlösungen zur Verfügung stehen. Es spricht daher nichts dagegen, die Sonne als unerschöpflichen Energiespender zu nutzen.

Woher kommt der Strom für die Wärmepumpe?

Eine Wärmepumpe benötigt Strom, um den Kompressor und einige Pumpen anzutreiben. Die Effizienz, mit der Wärmepumpen arbeiten, wird als Arbeitszahl (oder Jahresarbeitszahl) angegeben. Sie beschreibt das Verhältnis aus verbrauchtem Strom zu abgegebener thermischer Energie. Generell gilt, dass gute Sole-Wasser-Wärmepumpen eine etwas höhere Jahresarbeitszahl als Luft-Wasser-Wärmepumpen haben.

Die Effizienz von Wärmepumpen ist auch vom Heizsystem abhängig. Je niedriger die Vorlauftemperatur der Heizung, desto besser ist der Wirkungsgrad der Wärmepumpe. Eine Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung ist in Verbindung mit einer Wärmepumpe konventionellen Heizkörpern überlegen.

Die von der Wärmepumpe gewonnene Umweltwärme aus Boden, Grundwasser oder Luft gibt es „kostenlos“. Geld und Ressourcen kostet dagegen der benötigte Strom. Hier ist es von großer Bedeutung, ob der normale Strommix zur Anwendung kommt oder Ökostrom die Wärmepumpe antreibt. Wir empfehlen daher den Abschluss eines zertifizierten Ökostromvertrages. Sinnvoll und hochwertig sind z.B. die Label „OK Power“ oder „Grüner Strom Label“. Dies ändert zwar nichts an der Herkunft der einzelnen Elektronen in der heimischen Steckdose, sorgt aber dafür, dass im Strommix Deutschlands allmählich immer mehr Strom aus erneuerbaren Quellen kommen muss.

Strombedarf in den Abendstunden gegenüber. Bislang gibt es noch keine wirtschaftlichen Lösungen, Strom oder Wärme für mehrere Monate zu speichern. Mittelfristig werden jedoch solche Speicherlösungen zur Verfügung stehen. Es spricht daher nichts dagegen, die Sonne als unerschöpflichen Energiespender zu nutzen.

4.4.2.1 Solarthermie

Solarthermie ist die Nutzung der Wärmeenergie der Sonnenstrahlung. Mit einem Solarkollektor auf dem Dach wird mit einem Wärmedmedium, meist einfach Wasser, die Wärmeenergie gesammelt und in den Pufferspeicher übertragen. Die dort gespeicherte Wärme wird meistens für das Warmwasser (WW) eingesetzt, da es an Warmwasser ganzjährig Bedarf gibt. Immer häufiger wird die Solarthermie aber auch zur Heizungsunterstützung genutzt. Als alleinige Heizung kann es nur im Passivhaus verwendet werden, allerdings auch nur wenn der Pufferspeicher ausreichend groß dimensioniert ist. In einigen Gebäuden wurde ein solcher Pufferspeicher als architektonisches Element im Haus eingesetzt.

Wenn es draußen friert und längere Zeit die Sonne nicht scheint, kommt die Wärmekapazität eines Pufferspeichers an ihre Grenzen. Dann muss mit einem anderen Heizsystem nachgeholfen werden. Besonders in den Übergangszeiten und für Warmwasser (Mai bis September WW zu 100 %) lohnt sich eine Solarthermieanlage. Und da aufgrund des Klimawandels die Übergangszeiten immer

länger werden und der tatsächliche Winter mit Minusgraden und Schnee sich auf wenige Tage begrenzt, lohnt sich die Solarthermie umso mehr. Die Technik dahinter ist jahrzehntelang erprobt und ständig weiterentwickelt worden. Viele der ersten Solarthermieanlagen aus den 70er- und 80er-Jahren erfüllen sogar immer noch ihren Dienst.

Interessant, aber noch wenig bekannt, ist die Kombination aus Solarthermie und Wärmepumpe. Wärmepumpen nutzen Umweltenergie und heben dessen Temperatur auf ein höheres Niveau. Wenn die kostenlose Solarenergie als Unterstützung für die Wärmepumpe genutzt wird, wird die Gesamteffizienz der Wärmeversorgung verbessert. Die Wärmepumpe verbraucht weniger Strom und die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe wird verbessert. Es gibt verschiedene Varianten, die Solarthermie in das Wärmepumpensystem zu integrieren. Falls Sie sich dafür interessieren, sollten Sie einen Fachbetrieb wählen, der mit dieser Kombination Erfahrung hat.

4.4.2.2 Photovoltaik

Mit einer Photovoltaikanlage auf dem Dach können Sie Strom gewinnen und diesen ins Netz einspeisen oder selbst verbrauchen. Strom aus der eigenen Photovoltaikanlage auf dem Dach hat für den eigenen Bedarf einen Nachteil: Meist fällt er an, wenn er nicht gebraucht wird, denn wenn die Sonne am kräftigsten scheint, steht das Haus tagsüber häufig leer. Die Folge: Der Strom wird ins Netz gespeist – das ist auch gut so, denn energieintensive Industrieprozesse, Gewerbe- und Bürotätigkeit finden über Tag statt. Das heißt, Sie nutzen Ihren Strom zwar nicht zuhause, aber indirekt während Ihrer Arbeit.

In den letzten Jahren wurden die Einspeisevergütungen nach und nach reduziert, sodass eine PV-Anlage heute finanziell nicht mehr so attraktiv ist wie noch vor einigen Jahren. Deshalb ist die Eigennutzung des erzeugten Stroms heute finanziell wichtiger als der Verdienst mittels der Einspei-



Abb.51 - Auch bei sinkenden staatlichen Einspeisevergütungen lohnt sich die Installation einer PV-Anlage zur Eigennutzung des Stroms

severgütung gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Zur Erreichung der Energiewende ist es aber weiterhin entscheidend, dass der Ausbau erneuerbarer Energien voranschreitet. Mit dem Einbau einer PV-Anlage tragen Sie dazu bei.

Die Speicherung des selbsterzeugten Stroms zur

späteren Eigennutzung ist ebenfalls möglich. Es gibt Batteriespeichersysteme, aber auch die Nutzung des Stroms zur Erzeugung von Wasserstoff ist inzwischen für den Hausgebrauch marktreif. Momentan lohnt sich die Nutzung eines Batterie- oder Wasserstoffspeichers wirtschaftlich noch nicht. Die höhere Eigennutzung deckt die größeren Investitionskosten noch nicht (Stand: März 2020). Je günstiger die Speichersysteme werden und je tiefer die Einspeisevergütung sinkt, desto größer der Nutzen einer Speicherung.

Sinnvoll ist die Kombination eines Elektroautos mit der eigenen PV-Anlage, wenn dieses tagsüber geladen werden kann. Das Auto kann so quasi als Zwischenspeicher für den erzeugten Strom dienen.

4.4.3 Fernwärme und kalte Nahwärme

Ein bislang wenig bekanntes Konzept ist die kalte Nahwärme. Da moderne Gebäude auch an kalten Wintertagen nur noch sehr geringe Mengen an Wärme zur Beheizung benötigen, lohnt sich die konventionelle Nah- oder Fernwärme kaum noch. Bei dieser wird Wasser mit Temperaturen von rund 80 °C durch ein verzweigtes Leitungsnetz gepumpt. Der Wärmeverlust dabei ist hoch, mitunter in ähnlicher Größenordnung wie der Wärmebedarf des Gebäudes. Bei kalter Nahwärme wird Wasser nur auf Temperaturen von rund 30 °C

FAKT 8

Photovoltaik rechnet sich:

Amortisation des grauen CO₂: ca. 2—3 Jahre

Amortisation der Anschaffungskosten:
ca. 10—12 Jahre



In Bezug auf den Ressourcenverbrauch von PV-Anlagen und Batteriespeichern ist diese Art der erneuerbaren Stromerzeugung durchaus kritisch zu betrachten. Wenn wir aber eine schnelle Energiewende, den Atom- und Kohleausstieg sowie die CO₂-Reduzierung zur Eindämmung des Klimawandels in den Vordergrund stellen, können PV-Anlagen eine sinnvolle Investition für den Klimaschutz sein.

erwärmt im Netz verteilt, der Wärmeverlust sinkt entsprechend deutlich. Für den Heizungsvorlauf reicht diese Temperatur auch an kalten Tagen meist aus. Für die Erzeugung von Warmwasser gibt es kleine Wasser-Wasser Wärmepumpen, die das Temperaturniveau von 30 °C auf 60 °C anheben. Wenn der Betrieb der Wärmepumpen mit regenerativ erzeugtem Strom erfolgt und auch die kalte Nahwärme über erneuerbare Energie erzeugt wird, ist dies ein sehr ressourcen- und klimaschonendes Versorgungskonzept.

4.4.4 Holzpellet-Heizung

In Sägewerken fallen große Mengen Holzspäne und Sägemehl an. Ohne Zugabe von chemischen Zusatzstoffen werden diese Stoffe unter hohem Druck zu 4—6 mm großen Pellets gepresst. Die Herstellung wird nach strengen Qualitätsanforderungen zertifiziert. Holzpellets lassen sich ähnlich wie Heizöl mit einem Schlauch in einen Vorratsbehälter pumpen. Den Löwenanteil des bei der Verbrennung der Holzpellets freigesetzten CO₂ hat der Baum vorher aus der Atmosphäre entnommen und im Holz gebunden. Holzpellet-Heizungen gibt es als wohnraumgeeignete „Kaminöfen“ oder als nicht so dekorative Heizkessel. Voraussetzung sind eine automatische Beschickung mit Pellets und ein



Abb.52 - Holzpellets sind ein sauberer und nachwachsender Brennstoff

selbständiger Ascheaustrag. Während die Heizkessel meist eine Verbindung zum Pelletlager des Hauses haben, muss bei den Pellet-Kaminöfen ein Vorratsbehälter gefüllt werden, der nach einer überschaubaren Anzahl von Stunden leer ist. Für eine dauernde Beheizung eignen sich daher eher die Pellet-Heizkessel.

Als Anhaltspunkt für den Flächenbedarf der Lagerung: Für einen Wärmebedarf von 10.000 kWh werden knapp 2,1 t Pellets benötigt, die einen Lagerraum von rund 3,3 m³ beanspruchen.

4.4.5 Andere Verbrennungsheizungen

Heizarten wie Holzöfen, Holzscheitkessel oder Brikettkessel werden nicht betrachtet. Sie werden

weder unter Ressourcengesichtspunkten noch in Bezug auf ihr Emissionsverhalten empfohlen.

4.4.6 Erdgasheizung

Ein Gasbrennwertkessel verbrennt Erdgas, das hauptsächlich aus Methan besteht (CH₄). Durch den hohen Wasserstoffanteil des Methans verbrennt Erdgas mit einem geringeren CO₂-Ausstoß als Heizöl. Durch die Nutzung der Kondensationswärme im Abgas kommen diese Heizungsanlagen auf einen Wirkungsgrad nahe 100 %. Die

Erdgas-Heizung setzt einen Anschluss an das Gasnetz voraus, der nicht in jedem Baugebiet gegeben ist. Erdgas ist ein fossiler Brennstoff mit prinzipiell begrenzten Vorräten. Faktor X-Häuser lassen sich wegen des hohen Primärenergiebedarfs (PENRT) kaum mit einer Erdgasheizung realisieren.

4.4.7 Flüssiggasheizung

Flüssiggas ist eine unter Druck stehende Mischung aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen. Es fällt bei der Raffinierung von Erdöl an und besteht aus Mischungen von Propan (C₃H₈) und Butan (C₄H₁₀). Das Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis ist ungünstiger als bei Erdgas. Dadurch bildet sich bei der Verbrennung von Flüssiggas mehr CO₂.

Flüssiggas benötigt einen druckfesten Tank. Dieser wird meist im Außenbereich aufgestellt, damit es bei eventuellen Leckagen nicht zu explosionsfähigen Luft-Gas-Gemischen im Haus kommen kann. Flüssiggas ist – wie Erdgas und Heizöl – ein fossiler Brennstoff mit prinzipiell begrenzten Vorräten.

4.4.8 Heizölheizung

Ölheizungen sind in Bezug auf den CO₂-Ausstoß und den Primärenergiebedarf noch ungünstiger als Gasheizungen und daher für Faktor X-Gebäude nicht geeignet.

5 BEDIENUNG DES KURT-TOOLS



Die Faktor X-Agentur hat ein Internet-Tool entwickelt, um den individuellen Ressourcenverbrauch des geplanten Gebäudes bereits in einer sehr frühen Planungsphase recht genau abzuschätzen.

Wenn Sie in einer Faktor X-Siedlung bauen wollen, müssen Sie Ihr Haus mit Hilfe von KuRT durchrechnen oder von Ihrem Planer berechnen lassen. KuRT zeigt sofort an, ob das Haus die Anforderungen des jeweiligen Baugebietes in Bezug auf Faktor X erfüllt.

Zur Berechnung ist ein Architektur- oder Bauingenieurstudium nicht erforderlich. Auch Kenntnisse in der Ökobilanzierung von Gebäuden sind nicht

notwendig. Dennoch berechnet KuRT wissenschaftlich korrekt und richtungssicher. Es geht aber nicht um die Nachkommastelle, sondern um eine verlässliche Aussage, ob ein geplantes Gebäude ressourcen- und klimaschonend gebaut wird oder nicht. KuRT ist eine echte Innovation und etwas Vergleichbares gibt es bislang weder in Deutschland noch in Europa.

Das Erstellen von Ökobilanzen von Gebäuden und das Fachwissen über den „Ressourcenrucksack“ der Rohstoffe beherrschen nur wenige Architekten. KuRT macht dieses Spezialistenwissen nun einfach über eine Internetseite für alle Architekten, Bauherren und Interessierte zugänglich.

KuRT – Das Klima- und Ressourcenschutztool der Faktor X-Agentur

KuRT ist erreichbar unter dem Link

<https://kurt.faktor-x.info>

KuRT berechnet den Ressourcenverbrauch eines Gebäudes in einer frühen Planungsphase. In vielen Baugebieten dient KuRT zum Nachweis eines dort geforderten Faktor X. Basierend auf den KuRT-Bilanzierungsergebnissen beraten unsere Mitarbeiter Sie gern rund um Ihr geplantes Bauvorhaben in Faktor X-Siedlungen im Rheinischen Revier.

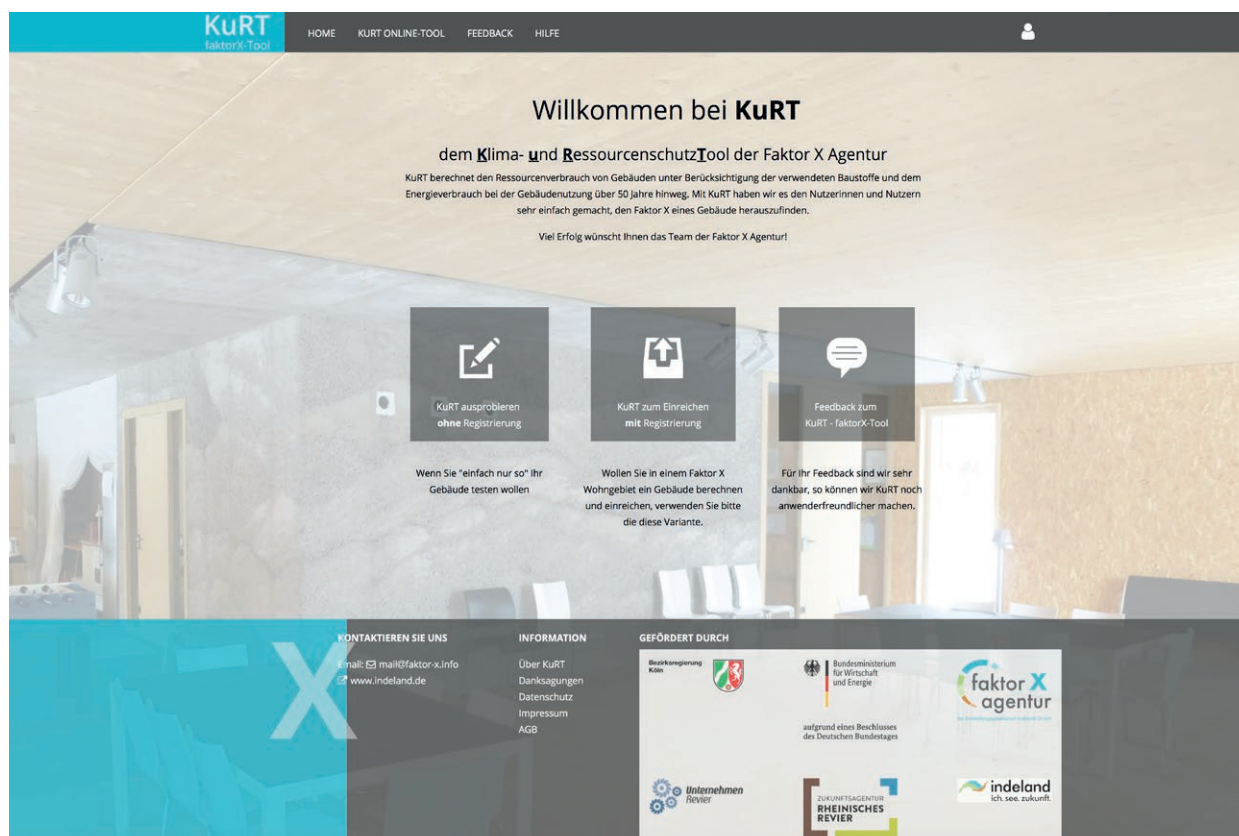


Abb.53 - Startseite von KuRT

Was kann KuRT?

KuRT ist ein digitales Werkzeug, das der Ermittlung des Ressourcenverbrauchs dient, der bei der Errichtung und Nutzung des Gebäudes direkt und indirekt entsteht. Bei der Anwendung von KuRT werden einige Informationen zum geplanten Gebäude angefragt. Wenn Sie ein fertig gerechnetes Gebäude in einem Faktor X-Baugebiet einreichen wollen, müssen zum Abschluss der Bearbeitung Planunterlagen im PDF Format hochgeladen werden.

Das Grundkonzept von KuRT ist die Zerlegung des Gebäudes in wenige Baugruppen. Zu jeder Baugruppe bietet KuRT eine oder mehrere Eingabemasken an, in die Bauschichten, Flächen, Stärken und andere Daten etc. eingegeben werden müssen.

Aus diesen Informationen berechnet KuRT die voraussichtlich im Gebäude eingebauten Massen von Baustoffen, aus denen wiederum die Ressourcenverbräuche abgeleitet werden.

Nutzerprofil

Wenn Sie ein Bauvorhaben in einem Faktor X-Baugebiet einreichen wollen, müssen Sie sich registrieren. Die Registrierung ist im Rheinischen Revier kostenlos. Als registrierter Benutzer ist es möglich, Bauvorhaben zu speichern, einzureichen und Baugebiete für Bauvorhaben auszuwählen.

des Bildschirms gelangen Sie nach dem erfolgreichen Login in ihren persönlichen „Internen Bereich“.

Unter „meine Projekte“ befinden sich alle persönlich erstellten Projekte, unabhängig von deren Status (eingereicht, begonnen, beendet). In dieser Ansicht lassen sich Projekte bearbeiten, ansehen, kopieren, die Ergebnisse der Ressourceneffizienzberechnung als

Durch Anwählen der Figur in der oberen rechten Ecke

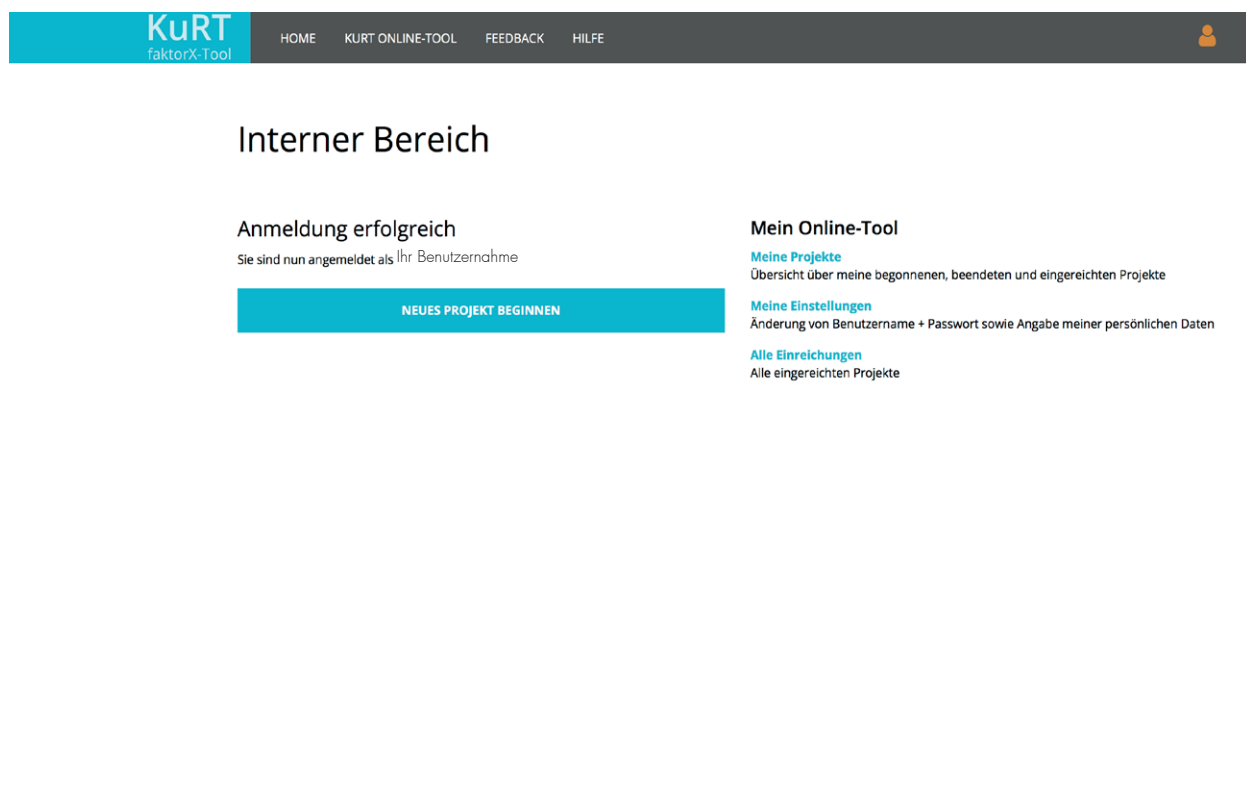


Abb.54 - Log-in-Bereich, dort können Sie Ihre Projekte verwalten, Einstellungen ändern und die eingereichten Projekte ansehen



CSV-Datei herunterladen und wieder löschen oder aber man kann ein neues Projekt beginnen.

Unter meine Einstellungen können Eingaben aus dem

Registrierungsformular (Benutzernamen und Passwort) für Ihr Profil nachträglich angepasst werden.

Bedienung von KuRT

Im Online-Tool werden Maße, Bauart und Bauteilaufbauten abgefragt. Das heißt, Sie sollten bevor Sie mit der Eingabe in KuRT beginnen, diese Variablen geklärt haben. Folgendes benötigen Sie für eine rasche Eingabe in KuRT:

- Außenmaße des Gebäudes
- Geschosshöhen, Außenwandhöhen
- Bauteilflächen
- Wohnfläche
- Dachform

- Heizungsart und Energiestandard
- Bauteilaufbauten mit den einzelnen Schichten

Bei vielen Bauteilschichten werden neben dem Material auch die Dicke/Höhe und die Fläche abgefragt. Da diese Daten wesentlich für die Faktorberechnungen sind, ist eine sorgfältige Eingabe dieser Daten wichtig. Wichtig ist ebenfalls die Reihenfolge der Dateneingabe. Bitte gehen Sie sorgfältig Schicht für Schicht vor. Dies ist notwendig, da bei der im Hintergrund stattfindenden Berechnung häufig auf bereits zuvor eingegebene Daten zugegriffen wird.

The screenshot shows the KuRT (faktorX-Tool) web interface. At the top is a dark navigation bar with the logo on the left and links for HOME, KURT ONLINE-TOOL, FEEDBACK, and HILFE on the right. Below the navigation bar, the main heading is 'Wählen Sie das Baugebiet aus'. Underneath this heading is a sub-instruction: 'Wählen Sie ein Baugebiet aus und geben Sie dem Projekt einen Namen.' There are two input fields: 'Baugebiet' (Construction Area) and 'Titel' (Title). The 'Baugebiet' field contains the text 'Keins - Grüne Wiese irgendwo'. The 'Titel' field is empty. A blue 'SPEICHERN' (Save) button is located at the bottom right of the form area.

Abb.55 - Wenn Sie ein neues Projekt beginnen, müssen Sie zunächst ein Baugebiet auswählen und einen Namen vergeben

Durchführung einer Berechnung mithilfe von KuRT

Nach dem Einloggen gelangen Sie auf Ihre persönliche Startseite (Abb. 54). Dort klicken Sie auf den Button „Neues Projekt beginnen“. Voraussetzung für die Auswahlmöglichkeit eines Baugebietes ist die erstmalige Registrierung und anschließende Anmeldung bei KuRT. Die Planung eines Gebäudes ohne örtliche Angabe ist ebenfalls durch die Auswahl „Grüne Wiese irgendwo“ möglich. Jedoch ist diese Auswahl nur zum Ausprobieren der Funktionen gedacht. Wenn Sie Ihre Planung nach der Eingabe zur Prüfung einreichen möchten, ist die Auswahl eines Baugebietes zwingend erforderlich. Nach der Auswahl des Baugebietes geben Sie einen Namen für Ihr Projekt ein und klicken auf „Speichern“.

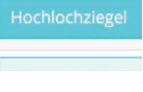
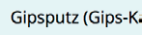
Haustyp

Auf der folgenden Seite wird die Gebäudeart (Einfamilienhaus, Doppelhaushälfte, Reihenhaus oder Mehrfamilienhaus) festgelegt. Darüberhinaus wählen Sie hier Ihr Referenzhaus aus. Falls es mehrere Referenzhäuser zur Auswahl gibt, wählen Sie bitte das passendste aus. Achten Sie dabei besonders auf die Gebäudeart. Klicken Sie anschließend auf „Weiter“.

Grundriss + Dachform

Bei den Grundrissarten stehen rechteckige und freie Grundrissformen zur Auswahl.

Legende

	Dunkelblau hinterlegte Felder sind Pflichtfelder. Falls Sie ein dunkelblaues Feld nicht ausgefüllt haben, wird dies so lange als hellrot gefülltes Feld angezeigt, bis dies ausgefüllt wurde. Erst danach können Sie auf der nächsten Eingabeseite fortfahren.
	Die Felder mit hellerem Hintergrund benötigen keine verpflichtenden Angaben und dürfen frei bleiben.
	Neue Bauteilschichten werden über den Plusbutton hinzugefügt, zu löschende Schichten werden über das Minus entfernt.
	Der Taschenrechner signalisiert, in welchen Feldern im Hintergrund automatische Berechnungen durchgeführt werden und wie sich diese aufbauen.
	die Smileys bei den errechneten Ergebnissen geben an, ob der vorausgesetzte Faktor durch Gegenüberstellung erreicht wurde
	Das kleine Recyclingsymbol informiert Sie über die Recyclingfähigkeit der gewählten Bauschicht, bzw. des Aufbaus.
	Die mit einem i gekennzeichneten Felder zeigen weitere helfende Erläuterungen an, wenn Sie mit der Mauszeiger darüberfahren.
	Die Speicherung der Eingabedaten erfolgt automatisch durch Anwählen der Schaltfläche „Weiter“.

Für die erleichterte Bedienung des Online-Tools werden beim Rechteckgrundriss für viele Bauteile und Bauteilschichten, den Maßangaben entsprechende, Flächenwerte vorgeschlagen, die durch Überschreiben einfach angepasst werden können. Bei der freien Grundrissform müssen Sie alle Flächen selbst berechnen und eingeben.

Bei den Dachformen wird zwischen Satteldach, Pultdach, Walmdach, Flachdach, Staffelgeschoss und versetztem Pultdach unterschieden. Je nach ausgewähltem Baugebiet ist es möglich, dass nicht alle Dachformen angezeigt werden. Das liegt an den örtlichen Baubestimmungen, wie bspw. dass zwingend Flachdächer vorgeschrieben sind. In diesem Fall sind dann auch nur Flachdächer auswählbar. (Abb. 56)

Grunddaten

Die Eingabe der Grunddaten besteht aus verschiedenen Schritten, zunächst wird die Auswahl getroffen, ob das Gebäude ein Kellergeschoss

besitzt. Bei der Angabe der Geschosse gilt: Kellergeschoss wird nicht gezählt, ein Gebäude ohne Obergeschosse und mit Flachdach erhält den Wert 1, die Geschossanzahl erhöht sich mit jedem weiteren Geschoss oder dem Dach.

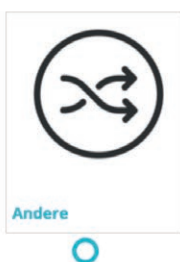
Bei „Nebengebäude“ wird ebenfalls die Anzahl eingegeben. Gartenschuppen werden nicht in der Berechnung berücksichtigt, da bei deren Herstellung nur ein verhältnismäßig geringer Anteil gegenüber der Menge des Ressourcen-Gesamtbedarfs des Hauptgebäudes beansprucht wird. Später werden die Nebengebäude dann einzeln abgefragt.

Bei der Wahl der unterschiedlichen Außenwandtypen wird standardmäßig die Ziffer 1 eingegeben. Passen Sie dies nur an, wenn unterschiedliche Wandaufbauten vorliegen, z. B. bei der Kombination von verputzten Flächen und Holzverschalung.

Die Angabe der beheizten Nutzfläche entspricht normalerweise der Wohnfläche. Flächen für Technik, Treppen und Konstruktion bleiben außer Betracht. Bei Dachgeschossen mit Dachschrägen

Wählen Sie den Grundriss und die Dachform aus

Grundriss



Dachform



Abb.56 - Reiter Grundriss+Dachform

fließen nur die Flächen entsprechend der Wohnflächenverordnung (WoFlV) in die Wohnfläche mit ein. Balkon- und Terrassenflächen werden nicht mit zur beheizten Nutzfläche hinzugerechnet.

Giebel- und Traufhöhen werden entsprechend den Bebauungsplänen eingegeben. Traufhöhe ist also in der Regel der Schnittpunkt von Oberkante Dachfläche und Außenwand und Giebelhöhe ist die Höhe des Dachstuhls (außen gemessen).

Wenn Ihr Haus keinen Dachüberstand besitzt (wie beim klassischen Flachdach), wird „0“ eingegeben. Ansonsten ist hier der horizontale Abstand anzugeben. (Abb. 57)

Energiestandard

Für die energetische Bewertung des Gebäudes ist das Level des angestrebten Energiestandards (für Beheizung und Warmwassererzeugung) anzugeben.

Die vorgegebenen Werte reichen von EnEV 2016 bis Passivhaus. Unter „Andere“ ist eine eigene Angabe möglich. Bitte geben Sie hier nur einen eigenen Wert ein, wenn Sie diesen dem Wärmeschutznachweis Ihres Hauses schon entnehmen können.

Im Anschluss wählen Sie unter der Heizungsart die Art Ihres Wärmeerzeugers aus.

Fenster

Bei den Fenstern wird die Gesamtfläche aller Fenster inklusive Haus- und Terrassentüren abgefragt, die der Lochmaße in der Gebäudehülle entspricht. Diese wird bei den Scheiben eingegeben. Bitte wählen Sie hier auch aus, ob Sie Zweifach- oder Dreifachverglasung einbauen werden.

Geben Sie die Grunddaten ein

Das Bauprojekt wurde aktualisiert
Sie haben den Grundriss und die Dachform gewählt- bitte geben Sie als nächstes die Grunddaten Ihres Hauses ein.

Größenangaben zum Haus

Keller

☒ Nein ☐ Ja

Geschosse 1

2 1-5

Nebengebäude 2

0 0-5

Unterschiedliche Außenwand-Typen 2

1 1-5

Beheizte Nutzfläche 1

150,00 m²

Länge des Hauses 1

12,00 m

Breite des Hauses 2

8,50 m

Größenangaben zum Dach



Traufhöhe - TH

6,50 m

Dachüberstand 1

0,00 m

Abb.57 - Reiter Grunddaten



Fundamente

Für die Berechnung der Fundamente ist die Gründungsart anzugeben. Zur Auswahl stehen hier die Varianten Punktfundamente, Streifenfundamente, Fundamentplatte und Thermobodenplatte, die von den Bodenverhältnissen gemäß Bodengutachten abhängig sein kann.

Nach Angabe der Fundamentart folgt die Auswahl der Baustoffe für die einzelnen Bauteilschichten. Deren Materialart und -dicke sind dem Fundamentdetail (Querschnitt) in den Plänen (Fachplaner oder Statiker) zu entnehmen.

Geschossdecke

Zunächst wird die Art der Deckenkonstruktion ausgewählt. Diese unterscheiden sich in erster Linie hinsichtlich der Materialität mit überwiegend mineralischen Bestandteilen wie Betondecke, Porenbeton-

decke oder Ziegel-Einhängedecke. Das Pendant aus vorwiegend nicht mineralischen Bestandteilen stellen Holzbalken- oder Brettstapel-Geschossdecken dar.

Danach folgt auch hier die Eingabe der Maße für die jeweiligen Bauteilschichten inklusive des Fußbodenaufbaus mit Trittschalldämmung, Estrichschicht und dem Bodenbelag in den Wohn- bzw. Feuchträumen.

Außenwand

Für das Onlinetool ist bei der Berechnung der Außenwände in erster Linie die Angabe relevant, ob es sich bei den Außenwänden um massive (mineralbasierte) Konstruktionen oder um holzbasierte Konstruktionen handelt. Das nächste Unterscheidungsmerkmal ist die ein- oder mehrschalige Bauweise mit oder ohne Luftschicht. Dies hängt auch von der Fassadenkonstruktion und dem jeweiligen Wärmedämmkonzept ab. (Abb. 59)

Auswahl Fundamente

Das Bauprojekt wurde aktualisiert
Die Änderungen wurden gespeichert.

Fundamentplatte

Bauelemente

Optionen	Material	Abmessungen						
61	Kapillarbrechende Schicht	Recycling-Schotter	0,3000	Dicke [m]	102,00	Fläche [m²]		
62	Sauberkeitsschicht	-- Bitte wählen --	0,0500	Dicke [m]				
63	Perimeterdämmung	XPS-Dämmstoff (extrudiertes Polystyrol)	0,1000	Dicke [m]				
64	Bodenplatte	Recycling Stahlbeton (45% RC-Anteil, 150 kg Stahl/m³)	0,2300	Dicke [m]				
65	Trittschalldämmung/Isolierung	Extrudiertes Polystyrol (EPS)-Hartschaum für Decken/Böden und a	0,0600	Dicke [m]	75,00	Fläche [m²]		
66	Estrich	Zementestrich	0,0600	Dicke [m]				
67	Bodenbelag Wohnräume	Massivholzparkett	0,0120	Dicke [m]	70,00	Fläche [m²]		
68	Bodenbelag Feuchträume	Keramische Fliesen und Platten	0,0120	Dicke [m]	5,00	Fläche [m²]		

WEITER

Abb.58 - Eingabemaske für die Baugruppe Fundamente

Im Anschluss erfolgt die Angabe der Maße der unterschiedlichen Bauteilschichten. Falls Sie ein Reihenhause oder eine Doppelhaushälfte planen, vergessen Sie nicht, die nicht benötigten Flächen der Außenwandbekleidung an den berührenden Flächen abzuziehen. Damit kommt der Ressourcenvorteil dieser Gebäudearten auch zum Tragen.

Dach

Die Art der Dachkonstruktion wurde bereits zu Beginn abgefragt, daher ist lediglich noch der Bauteilaufbau mit seinen Schichten, wie gehabt, zu spezifizieren.

Innenwände, tragend

Innenwände, nichttragend

Die Berechnung der Innenwände wird in den beiden Teilen tragende und nicht tragende Innenwände getrennt, aber nach identischem Schema analysiert. Die zur Auswahl stehenden Innenwandkonstruktionen lauten: massiv, holzbasiert monolithisch oder Ständerwerk.

Hinweis: Bei der Angabe der Flächenangabe für Putz wird die Wandfläche verdoppelt, da auf beiden Seiten der Innenwand Putz aufgetragen wird.

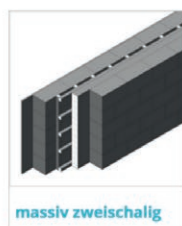
Nebengebäude

Zuletzt werden die Details der Nebengebäude eingegeben und die Konstruktionsart dieser (z.B. Garagen oder Carports) angegeben.

Die Vorgabe der Bauteilschichten ist hier deutlich einfacher als beim Hauptgebäude. Über das Plus-Symbol lassen sich je nach individueller Planung weitere Bauteilschichten ergänzen (z.B. falls es sich nicht nur um eine einfache, evtl. gestrichene, sondern um eine verputzte Wand handelt).

Auswahl Außenwand

Außenwand



WEITER

Abb.59 - Auswahlseite für die Spezifizierung der geplanten Außenwandkonstruktion

Anhänge

Für die verbindliche Einreichung eines Bauvorhabens ist das Hochladen der Baupläne notwendig. Bitte reichen Sie die Pläne (im Dateiformat JPG, PDF) per Drag-and-Drop-Funktion als Anhänge ein. Wenn die Dokumente temporär gespeichert wurden, wird Ihnen dies durch Anzeige der Dateigröße und -bezeichnung angezeigt.

Die Maximalkapazität liegt bei bis zu 10 Dateien, die pro Datei eine Größe von 10 MB nicht überschreiten dürfen.

Durch Klick auf die Schaltfläche „verbindlich einreichen“ senden Sie uns die Anhänge mit der KuRT-Berechnung automatisch zu. Basierend auf Ihren eingereichten Angaben wird die Auswertung überprüft. Sie erhalten dann innerhalb der nächsten Wochen eine Rückmeldung aus der Faktor X-Agentur.

Zusammenfassung

Ergebnisauswertung

In der Tabelle wird der Ressourcenverbrauch des Gebäudes über einen Lebenszyklus von 50 Jahren angezeigt. Dabei wird der Verbrauch des Gebäudes selbst ohne Beheizung und der Gesamtverbrauch mit Energieverbrauch unterschieden. In dieser Tabelle finden Sie auch den jeweiligen Faktor für die verschiedenen Ressourcenkategorien.

Bitte beachten Sie, dass bei Treibhausgasen (GWP, CO₂) auch negative Werte vorkommen können. Dies bedeutet, dass mehr CO₂ aus der Atmosphäre in einem Bauteil eingelagert wurde, als bei seiner Herstellung und ggf. Nutzung freigesetzt wurde.

Nur wenn Sie ein Baugelände und ein Referenzhaus ausgewählt haben, werden Ihnen die Smileys gezeigt, da nur dann verglichen werden kann. Alle Smileys müssen beim Vergleich mit Energie grün sein, um eine Faktor X-Freigabe zu erhalten.

Einfamilienhaus

Rechteckig

Flachdach (Holzdach)

Bemessung Dach

Allgemeines

Baugelbiet: Bedburg - Kaster

Eingetragen von: 30.03.2020

Erzeugt: 31.03.2020 10:25

Zuletzt aktualisiert: Beendet

Status: Beendet

Abmessungen des Gebäudes

Geschosse: 2

Länge: 11,00 m

Breite: 8,00 m

Beheizte Nutzfläche: 132,00 m²

Abmessungen des Daches

Traufhöhe: TH = 6,35 m

Unterlagen verbindlich einreichen

Bevor Sie Ihr Bauprojekt verbindlich einreichen können, laden Sie bitte noch die benötigten Unterlagen hoch:

ANHÄNGE

Berechnung

-bezogen auf eine Lebenszeit von 50 Jahren

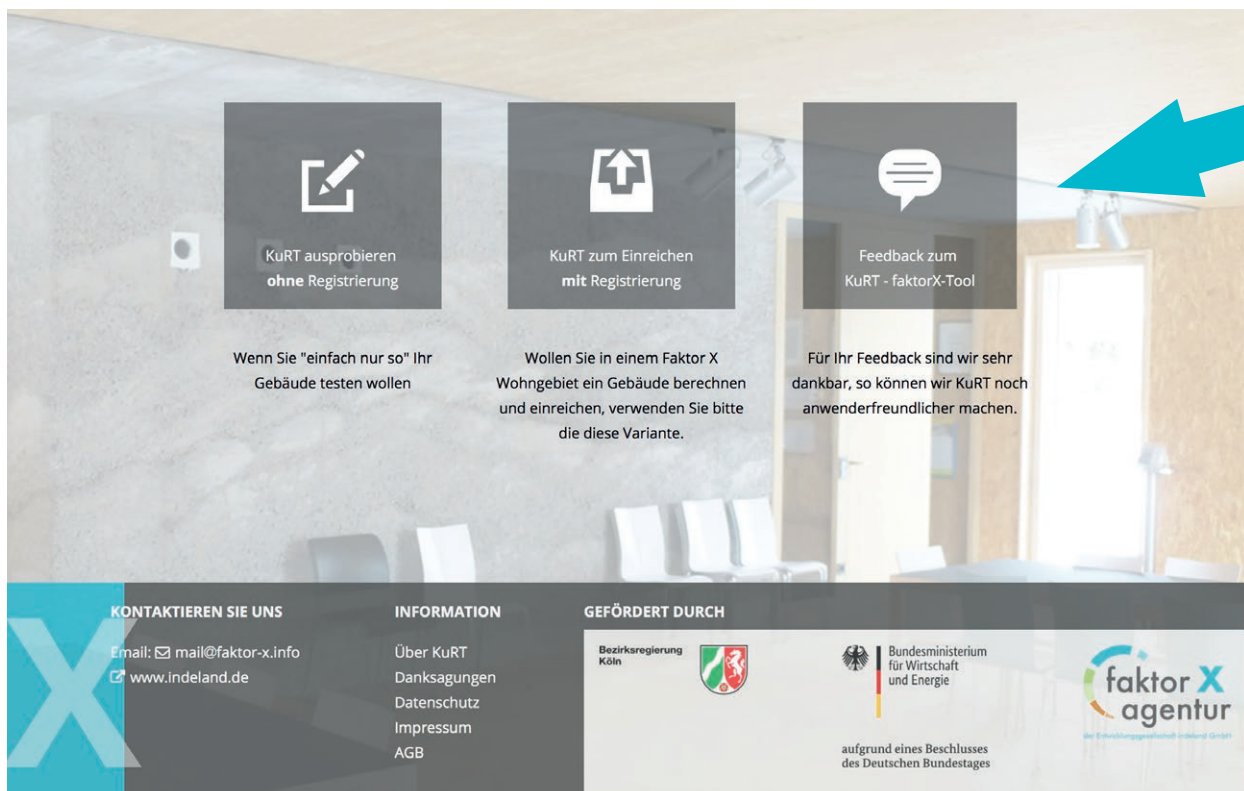
Gesamtergebnis des Hauses

Referenzhaus: Benchmark freistehendes Ein-/Zweifamilienhaus

Legende: 😊 Faktor 2 erreicht | 😞 Faktor 2 nicht erreicht

Ohne Energieverbrauch	Gewicht [kg]	PENRT [kWh]	GWP [kg CO ₂ -Äq.]	RI A [kg]	RI B [kg]
Mein Haus (absolut)	192.956,75	126.163,42	28.068,58	331.943,91	28.994,71
Mein Haus (pro m ² beheizte Wohnfläche)	1.461,79	955,78	212,64	2.514,73	219,66
Referenzhaus (pro m ² beheizte Wohnfläche)	2.813,50	1.744,79	622,39	5.174,51	15,45
Vergleich Mein Haus - Referenzhaus		😞 1.8	😊 2.9	😊 2.1	0.1
Mit Energieverbrauch	Gewicht [kg]	PENRT [kWh]	GWP [kg CO ₂ -Äq.]	RI A [kg]	RI B [kg]
Mein Haus (absolut)	192.956,75	135.621,04	39.440,39	355.837,21	29.046,37
Mein Haus (pro m ² beheizte Wohnfläche)	1.461,79	1.027,43	298,79	2.695,74	220,05
Referenzhaus (pro m ² beheizte Wohnfläche)	2.813,50	4.897,31	1.322,74	5.590,78	15,45
Vergleich Mein Haus - Referenzhaus		😊 4.8	😊 4.4	😊 2.1	0.1

Abb.60 - Zusammenfassung der Ergebnisse



Anregungen? Kritik? Ja bitte!

Bitte scheuen Sie sich nicht, uns ein Feedback zu geben. Durch Ihre Anregungen und Kritik helfen Sie uns, das Tool kontinuierlich zu verbessern. Das können Sie für KuRT auf der Startseite von KuRT tun.

Darüber hinaus sind wir auch für Anregungen und Kritik an unserer Arbeit, den Veröffentlichungen und unserer Beratung dankbar. Sprechen Sie uns gerne direkt an oder schreiben Sie uns eine E-mail.

info@faktor-x.info

6 CHECKLISTE FÜR BAUHERREN

Die Checkliste unterstützt Sie und Ihren Planer bei der Umsetzung eines Faktor X Hauses. Gedacht ist die Liste als eine Gedankenstütze, etwa im Sinne von: „An diesen Punkt habe ich gedacht oder ihn mit meinem Planer besprochen.“

	Lage und Ausrichtung des Gebäudes zur Sonne (s. Kap. 3.3.1) In welchen Räumen halten Sie sich zu welcher Tageszeit am meisten auf? Aufenthaltsräume = große Fensterflächen = Ausrichtung zur Sonne	☐
	Aufteilung des Grundstücks (s. Kap. 3.3.2) Wie groß soll der Grundriss bzw. Garten sein? Vorgarten erwünscht? Wie hoch soll/darf der Pflegeaufwand des Gartens sein?	☐
	Gebäudeform und Hülle (s. Kap. 3.3.3) Eine möglichst kompakte Bauform spart Geld und Ressourcen!	☐
	Dachform (s. Kap. 3.3.3) Gründach auf dem Haus möglich?	☐
	Haustypen und -anordnung (s. Kap. 3.3.4) Welcher Haustyp passt zu Ihren Vorstellungen, zum verfügbaren Grundstück und zum Budget? Reihen- oder Doppelhaus anstatt freistehendes Einfamilienhaus?	☐
	Geschossigkeit (s. Kap. 3.3.4) Ein zweigeschossiges Gebäude ist flächen- und ressourceneffizienter als ein vergleichbar großes eingeschossiges Haus.	☐
	Entscheidung: Holz- oder Massivbauweise (s. Kap. 3.1) Holzbauweise ist ressourcenschonend und für Faktor X kostenneutral.	☐
	Grundrissplanung (s. Kap. 3.3.5) Flexible Grundrissgestaltung (für spätere Nutzungsänderungen)? Raumprogramm erstellt? Wieviel Licht benötigen Sie wo? Intelligente Stauraumlösungen?	☐
	Gartengestaltung und Einfriedung (s. Kap. 3.3.6) Einheimische Pflanzen bevorzugen, geringe Flächenversiegelung, flexible Gestaltung für Nutzungsveränderungen, Einfriedung aus heimischen Hecken	☐
	Garage (s. Kap. 3.3.7) Carport mit angrenzendem Schuppen (Holzbau) statt Betonfertiggarage? Carport statt Doppelgarage, Gründach auf Nebengebäuden?	☐



11

Nebenanlagen (s. Kap. 3.3.7)

Gemeinschaftliche Nutzung von Gartenhaus möglich? Gestalterisch eingeplant?

☐

12

Nutzen statt besitzen (s. Kap. 3.4.1)

Teilen Sie selten benutzte aber notwendige Produkte mit Ihrem Nachbarn.

☐

13

Heizung (s. Kap. 4.4)

Wärmepumpe, Holzpellets, Langzeitspeicher, Fußbodenheizung, Wandflächenheizung, andere Konzepte? Gasheizungen sind Auslaufmodelle.

☐

14

Energiesparen (s. Kap. 3.4.4)

Beleuchtung – austauschbare LED, keine „Regendusche“, Photovoltaik, Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Liefervertrag „grüner“ Strom

☐

Notizen

CHECKLISTE FÜR PLANER

Diese Checkliste unterstützt Sie als Planer bei der Umsetzung eines Faktor X Hauses. Gedacht ist die Liste als eine Gedankenstütze, etwa im Sinne von: „An diesen Punkt habe ich gedacht oder habe ihn mit dem Bauherren besprochen.“

	Gründung (s. Kap. 4.1) Verzicht auf Keller, RC-Material in kapillarbrechender Schicht, Gründungsart, Erdbebenzone?	☐
	Gebäudeaußenhülle (s. Kap. 4.2) Holz- oder Massivbauweise? Außenwandkonstruktion, Materialien, Wandaufbau, Dämmung, Fenster, Verschattung, Dachform / -konstruktion, Vordächer, Gründächer, Entwässerung	☐
	Innenausbau (s. Kap. 4.3) Geschossdecke, Bodenbeläge, nichttragende Innenwände aus Holz, pfiffige Stauraumlösungen	☐
	Energieversorgung (s. Kap. 4.4) Stromversorgung, Heizung, Wärmebedarf	☐
	Faktor X allgemein (s. Kap. 2.3) Reduktion der Materialvielfalt, Verzicht auf Verbundstoffe und -systeme , Reduktion der Transportentfernungen	☐
	KuRT (s. Kap. 5) Außenmaße Gebäude bereithalten, Bauteilflächen, Wohnfläche, bemaßte Planzeichnungen als PDF-Datei einreichen	☐
Notizen		

NOTIZEN





Abb.1, S. 4 RWE Power AG | Abb.3, S. 5 HH Vision | Abb.4, S. 6 Faerber Architekten, Mainz | Abb.5-7, S. 7-8 Faktor X-Agentur, Klaus Dosch | Abb.8, S. 9 Faktor X-Agentur | Abb.9, 10, 12, S. 10,12 Faktor X-Agentur, Janika Ketzler | Abb.11, S. 11 Faktor X-Agentur, Klaus Dosch | Abb.13, S. 12 Faktor X-Agentur, Anne Albrecht (Der Primärbeton ist der zweite von links) | Abb.14, S. 14 Firma Cobiax | Abb.15, S. 15 Faktor X-Agentur, Anne Albrecht, Baufritzhaus, Fertighauswelt in Frechen | Abb.16, S. 16 Faktor X-Agentur, Klaus Dosch | Abb.17-19, S. 18-20 Faktor X-Agentur, Janika Ketzler | Abb.20, S. 21 Fa. Frauenrath, für die Ressourcenschutzsiedlung in Bedburg | Abb.21, S. 22 Faktor X-Agentur, Anne Albrecht, Schwörer, Fertighauswelt in Frechen | Abb.22, S. 23 Faktor X-Agentur, Janika Ketzler | Abb.23, S. 24 Faktor X-Agentur, Klaus Dosch | Abb.24, S. 24 Faktor X-Agentur, Julia Kaiser | Abb.25, S. 24 Faktor X-Agentur, Klaus Dosch | Abb.27, S. 25 Faktor X-Agentur, Julia Kaiser | Abb.28, S. 27 Faktor X-Agentur, Klaus Dosch | Abb.29, S. 28 bluedesign, fotolia.de | Abb.30, S. 28 Faktor X-Agentur, Janika Ketzler | Abb.31, S. 30 Photo by Chandler Cruttenden on Unsplash | Abb.32, S. 30 Faktor X-Agentur, Janika Ketzler | Abb.33, S. 31 Faktor X-Agentur, Julia Kaiser | Abb.34, S. 31 Fa. Geocell | Abb.35, S. 32 Faktor X-Agentur, Janika Ketzler | Abb.36, S. 33 Photo by Bas on Unsplash, Ansicht von Monschau | Abb.37, S. 33 Faktor X-Haus, Klaus Dosch | Abb.38, S.34 Fotolia, Gina Sanders | Abb.39, S. 35 Fa. isofloc | Abb.41, S. 36 Pixelio, Rainer Sturm | Abb.42, S. 37 Faktor X-Agentur, Anne Albrecht, LUXHAUS in der Fertighauswelt in Frechen | Abb.43, S. 39 Fotolia, Stefan Körber | Abb.44, S. 41 Gütesiegel, jeweiliger Siegelherausgeber | Abb.45, S. 41 Faktor X-Agentur, Julia Kaiser | Abb.46, 47, S. 41-42 Faktor X-Agentur, Anne Albrecht | Abb.48, S. 42 Faktor X-Agentur, Julia Kaiser | Abb.49, S.43 Faktor X-Agentur, Anne Albrecht, LUXHAUS in der Fertighauswelt in Frechen | Abb.50, S. 44 Faktor X-Agentur, Klaus Dosch | Abb.51, S.46 Fotolia.de, Toni Miller | Abb.53-60, S.49-57 Screenshots: Faktor X-Agentur

IMPRESSUM

Herausgeber

Faktor X-Agentur
der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH
Bismarckstr. 16
52351 Düren
Tel. +49 (0)2421 221084-005
info@faktor-x.info
info@indeland.de
www.faktor-x.info

Konzeption

Faktor X-Agentur, Inden

Redaktion und Layout

Faktor X-Agentur, Inden

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten.

Stand

April 2020



Die Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH erarbeitet eine Strategie für eine nachhaltig wirksame Regionalentwicklung im Umfeld des Tagebaus Inden. Sie bündelt die Interessen der beteiligten Kommunen und realisiert zukunftsweisende Projekte. Zu ihren zentralen Aufgaben zählt die wirtschaftliche, soziale und ökologische Entwicklung der Region. Das Thema Ressourcen- und Klimaschutz (Faktor X) bildet dabei einen Arbeitsschwerpunkt. Gesellschafterkommunen der EwiG sind die Städte Eschweiler, Jülich und Linnich, die Gemeinden Aldenhoven, Inden, Langerwehe und Niederzier sowie der Kreis Düren.



der Entwicklungsgesellschaft indeland GmbH