

Bauphysik & Ökobilanz



1,2 Millionen Quadratmeter verbaute
MAGU Wandfläche in den letzten 40 Jahren



Bauphysik



Ökobilanz



Bautechnik

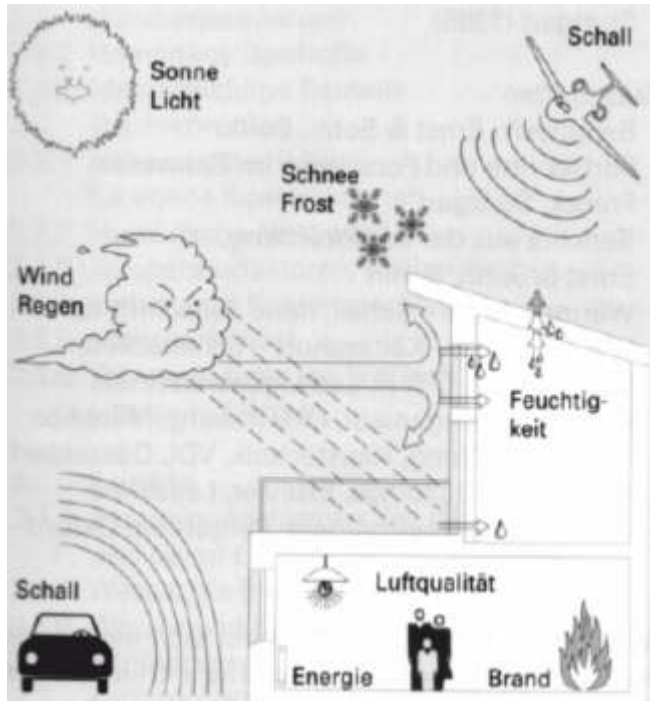


Geschichte

Wieso bauen wir Menschen Häuser?

Unsere Häuser sollen die für unser Leben notwendigen Umweltbedingungen schaffen.

Der Bau von Wohngebäuden, der Siedlungsform, Gebäudekonstruktion, Baustoffe und Bauverfahren sollen Gesundheit und Wohlbefinden fördern.



Der Mensch hält sich 90 bis 95% seines Lebens in Innenräumen auf. Allein diese Dauer verdeutlicht die Bedeutung der Innenraumqualität in der Beziehung Mensch und Umwelt.



Die Innenraumluft, als Medium der Atmung und des Temperatur- und Feuchteempfindens, bildet den Hauptteil gesundheitsrelevanter Einflüsse.

Baustoffe und Bauteile der Gebäudekonstruktion sind so anzuwenden, daß das wünschenswerte „Innenraumklima“ erzielt wird. Hierbei gilt es, vor allem diesbezügliche Erkenntnisse der Bauphysik und Bauchemie zu beachten.

Die absolute Grundvoraussetzung für jedes funktionierende Gebäude, ist erst einmal die Dichtheit gegen Wasser, Regen und Schnee. Auch die Winddichtheit muss gewährleistet werden, da dies zu unkontrolliertem Austausch der Raumluft, mit der Folge von Feuchteschäden durch Kondensation führen kann.



© Eisenhans, fotolia.com

Der Schallschutz ist eine weitere und für jeden Bewohner direkt hörbare Größe die unmittelbaren Einfluss auf das physische Wohlbefinden der Bewohner hat. Schall und Lärm führen zu Unbehagen und machen krank.

Der Wärmeschutz ist notwendig für die Erhaltung der für das Wohlbefinden erforderlichen Temperatur und Feuchte der Innenraumluft sowie im Hinblick auf Heizenergieeinsparung. Unsachgemäßer Wärmeschutz hat dabei direkten und unmittelbaren Einfluss auf die Raum- und Lufthygiene. Ist die Wärmedämmung lückenhaft, gibt es Wärmebrücken. Ist die Luftdichtheit nicht dauerhaft sichergestellt, führt das zwangsweise zu Kondensat, Feuchteschäden, mangelhafter Luft durch Mikroorganismen und Schimmel. Auch der sommerliche Wärmeschutz, der eine Überhitzung bei hohen Außentemperaturen und Sonneneinstrahlung bedeutet, muss bei gut gedämmten Gebäuden entsprechende Beachtung finden.

Für ein funktionierendes Haus, das auch noch in 20, 40 oder 80 Jahren einen ‚Wert‘ hat, funktioniert und Freude macht - reicht nicht nur eine einzelne Maßnahme - z.B. dem Haus nur eine Mütze aufzusetzen. Viele bauphysikalische Größen müssen berücksichtigt und entsprechende Materialien ausgewählt werden. Das bauphysikalische Fundament ist die Grundsubstanz eines Neubaus. Mit den Jahren, der Nutzung des Gebäudes, den dauernden Witterungseinflüssen und dem Altern der Materialien wird eine grundsätzliche unverwüstliche Bausubstanz im Laufe der Zeit elementar wichtig.

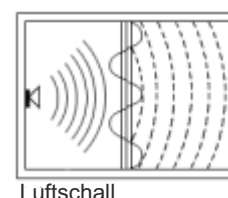
Schallschutz

Der bauliche Schallschutz, also die Verminderung der Schalltransmission gehört zu den wichtigsten Punkten im Hochbau, da der Schall unmittelbar und jederzeit vom Bewohner erfahren wird. Jeder Bewohner nimmt die Umgebungsgeräusche aus dem Nachbarzimmer, den Kindern im Obergeschoss oder von Außen mehr oder weniger gedämmt oder störend wahr.

Ungenügender Schallschutz wird als störend empfunden, vor allem, weil das menschliche Wohlbefinden beeinträchtigt ist, und der Bedarf nach Abgeschiedenheit in den eigenen „vier Wänden“ objektiv oder subjektiv nicht erfüllt ist.

Prinzipiell unterscheidet man zwischen Luftschall und Körperschall.

Luftschall ist der LKW, der am Haus vorbei donnert und dessen tiefe Frequenzen das ganze Haus, die Fenster und im schlechtesten Falle sogar die Gläser in ihrem Schrank anregt, sich in seinem Takt zu bewegen. Die Schallwellen der Luft treffen hier auf die Hauswand, das Fenster, die gesamte Fassade und regen diese zum Mitschwingen an. Dieses Mitschwingen setzt

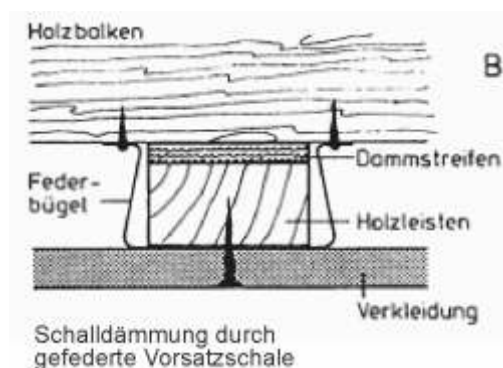


sich fort und regt wiederum die innere Raumluft zum Schwingen an - bis schließlich die Gläser im Schrank auch ‚mittanzen‘.

Körperschall ist der Obermieter, dessen Schritte man nachts genau verfolgen kann, oder die Kinder, die mit ihrem Bobbycar oben durch das Kinderzimmer rauschen. Hier wird direkt die Decke zur Schwingung angeregt, die sich dann im unteren Geschoss wieder in Form von Luftschall ausbreitet.

Der Schall der durch Bauteile, also Wände, Fenster oder Decken dringt, lässt sich prinzipiell auf zwei Arten dämmen:

Entweder werden die Schallwellen durch eine Vorsatzschale entkoppelt, so dass die Energie der Schallwellen von einer federnden Ebene aufgenommen und abgemildert werden. Diese Schale muss von der zweiten Schale entkoppelt sein - kleinste Verbindungen reichen aus, um die Schallwellen auf die zweite Schale zu leiten und den angestrebten Schallschutz zu nichte zu machen.



Diese Prinzip wird immer bei einem ‚schwimmenden Estrich‘, also der Ausgleichsschicht die auf der Geschossdecke für einen ebenen Untergrund aufgebracht wird, angewendet. Der harte Gips- oder Zementestrich liegt dabei federnd, also ‚schwimmend‘ auf einer Trittschalldämmung, die weich ist und den Körperschall der Schritte aufnimmt. Entlang der umlaufenden Wand wird ein weicher Randdämmstreifen eingelegt, der auch die angrenzenden Wände schallentkoppeln muss. Wird das nicht sehr sorgfältig ausgeführt, führt schon eine kleine Verbindung des Estrichs zur Wand oder dem Boden zur Einleitung des Trittschalls in die Bauteile und verringert das Schalldämmmaß ganz erheblich.

Die zweite Variante des sekundären Schallschutzes, also die Verringerung der Schalltransmission, ist die Masse, also das Gewicht einer Wand. So wirkt die Wand als Ganzes mit ihrem Flächengewicht, welches mit zunehmender Frequenz aufgrund der Massenträgheit dem Schall einen immer größeren

Widerstand entgegensetzt. Hierbei gilt prinzipiell, dass mehr Masse, also je schwerer und dicker ein Bauteil ist, einen besseren konstruktiven Schallschutz bewirkt. Hinter einer massiven Betonwand hören Sie von der vorbeifahrenden Bahn nicht viel, während hinter einer leichten Holzwand diese Ihnen den Schlaf rauben kann.

Beim Körperschall, also dem direkt in Bauteile eingeleiteten Schall, überträgt der dichte Stoff den direkt eingeleiteten Körperschall wiederum besser - die Schlagbohrmaschine im Plattenbau hören Sie im gesamten Wohnblock. Weshalb man zum Beispiel den Estrich - wie oben beschrieben eben ‚schwimmend‘ verlegt.

Wärmeschutz

Wärme ist Behaglichkeit und die Grundvoraussetzung für gesundes Wohnen und persönliches Wohlbefinden in den eigenen vier Wänden.

Diese Erkenntnis ist so alt wie die Menschheit, versammelten sich ja schon unsere Vorfahren um das wärmende Feuer.

Die Energiekrise 1973 hatte uns ‚kalt‘ erwischt. Uns wurde schmerzlich bewusst, dass Brennstoffe knapp, endlich und damit wertvoll und teuer sind. Neben dem Verkehr und der Industrie benötigen wir in Deutschland fast 30 % der gesamten Energie alleine für die Heizung und Klimatisierung unserer Gebäude.



So wurden 1976 die ersten Anforderungen an Gebäude mit dem Energieeinspargesetz festgeschrieben. In der Folge kamen die Wärmeschutzverordnung WSVO und die Energieeinsparverordnung EnEV in verschiedenen Fassungen.

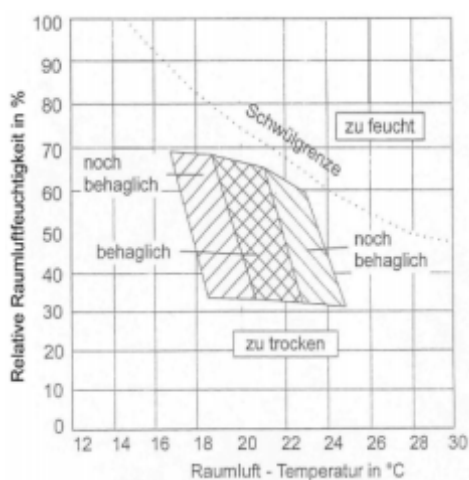
Architekten, Planer, Ingenieure und Handwerker, aber auch die gesamte Bauindustrie, mussten und müssen sich entsprechend stetig den neuen Anforderungen anpassen.

Bauphysik

Bei jedem Wandel gibt es viele Kritiker, die den Sinn der Maßnahmen in Frage stellen. So ist es menschlich, dass etwas, was wir nicht kennen, kritisch beäugt wird, bedeutet es ja auch noch einen zusätzlichen Aufwand in der Umsetzung.

Alle am Bau Beteiligten mussten feststellen, dass eine einzelne Wärmedämm-Maßnahme nur bedingten Erfolg verspricht, oftmals sogar die bestehende Bauphysik so auf den Kopf stellt, dass Feuchte und Schimmelprobleme auftreten können.

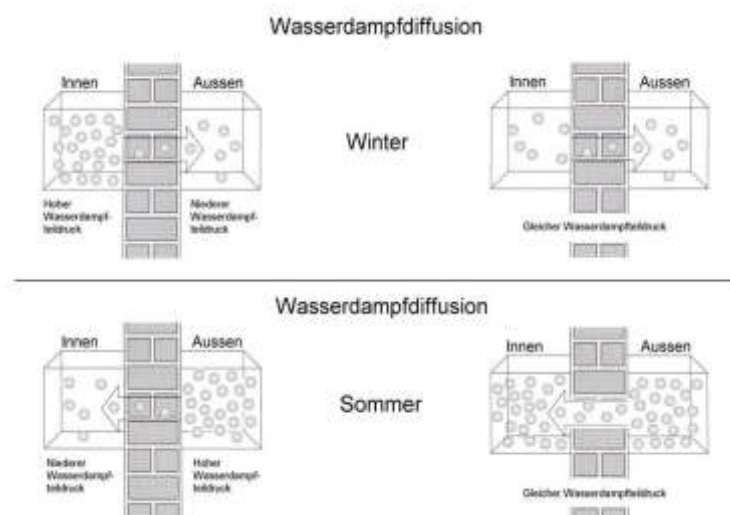
Ein Beispiel sind hier die vielen Plattenbauten, die nach der Wende in den 1990er Jahren großflächig mit Wärmedämmung aus Styropor versehen wurden. Die Fassade wurde gedämmt und neue Fenster wurden eingebaut. Prompt 'schwitzte' es an den Fensterlaibungen. Schnell wurde das Urteil gefällt und behauptet, dass die Fassade und die Fenster zu dicht seien und kein Luftaustausch mehr möglich ist.



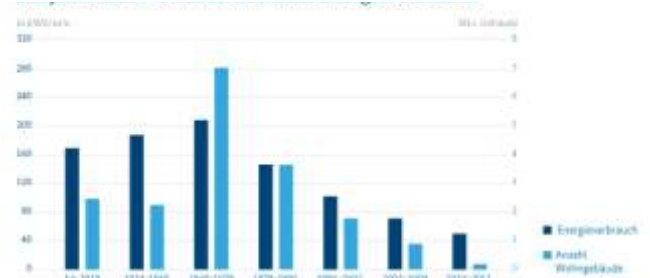
Behaglichkeitsdiagramm Temperatur - Raumfeuchte

Wärme an sich bedeutet aber nicht automatisch mehr Komfort. Auch die Qualität der Luft in Abhängigkeit der Wärme sind wichtige Faktoren für unser individuelles Wohlbefinden.

Bei einer undichten Gebäudehülle geht mit der Wärme auch ein Großteil der feuchten Raumluft verloren. Die warme Raumluft nimmt mehr Feuchte in Form von Wasserdampf auf als die kalte Luft. Es besteht ein Dampfteildruckgefälle von Innen nach Außen, das sich durch die undichten Gebäudeteile und Spalte zur kalten Außenluft entspannt. Um den Verlust der Raumfeuchte einigermaßen auszugleichen, hing man deshalb in den Häusern vor 30 Jahren noch Verdunstungsgefäße an die Heizkörper.



Wohngebäude:
Baujahre 1949-79 haben den höchsten Energieverbrauch



Die wahre Ursache ist aber, dass die Fensterlaibungen nicht gedämmt wurden und somit um den Fensterrahmen, der direkt in den festen Beton geschraubt war, eine Wärmebrücke entstanden ist. An den kalten Stellen kondensiert - wie am Spiegel in ihrem Badezimmer, die Raumluft. Es kommt zu Feuchte- und Schimmelschäden.

Auf der anderen Seite birgt ein Wandel auch Chancen. So ging mit dem Umsetzen der gesetzlichen Forderungen der Energieverbrauch von Gebäuden nach und nach zurück, was sich bei den Heizkosten für die Mieter und Eigentümer positiv bemerkbar macht.

Der größte Vorteil ist aber sicher der Wohnkomfort, der sich in den letzten Jahrzehnten wesentlich verbessert hat. Hatte man früher meist nur ein einziges beheiztes Zimmer, die 'Stube' in dem sich im Winter die ganze Familie aufhielt, kam mit der Zentralheizung zunächst erst einmal die Wärme in das ganze Haus.

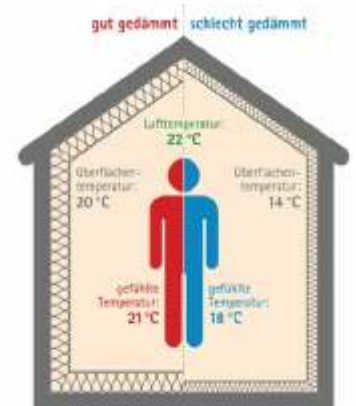


Bild pro clima

Zu feuchte Raumluft, wie an den beschriebenen Plattenbauten, war natürlich genau so wenig gewünscht, wie eine zu trockene Raumluft.

Wurde noch vor wenigen Jahren von der 'atmenden' Wand gesprochen - haben inzwischen auch die letzten Verfechter der monolithischen Bauweise eingesehen, dass bei einer Wand zwar eine Diffusion im Winter von Innen nach Außen - also von der warmen Raumluft mit hohem Dampfteildruck hin zur kalten Außenluft mit geringem Dampfteildruck stattfindet, die Wand aber für den aktiven Luftaustausch keinen Beitrag leistet.

Nach und nach setzen sich so grundlegende bauphysikalische Erkenntnisse durch. Ein wohngesundes Haus profitiert immer von annähernd gleich warmen Innenraumoberflächen. Auch eine luftdichte Gebäudehülle ist bei den heutigen Wärmestandards elementar wichtig und verhindert bauphysikalische Probleme.

Die Lüftung soll im Winter kontrolliert erfolgen, was nicht zwangsweise bedeuten müsste nur mit einer kontrollierten

Be- und Entlüftungsanlage ein Haus betreiben zu können. Auch über die klassischen Fenster kann genügend Frisch- und Raumluft ausgetauscht werden. Aber eben dann, wenn das auch durch die Bewohner gewünscht ist und nicht unkontrolliert über einen undichten Spalt, in dem sich dann zwangsweise Kondensat und Feuchte bildet.

Es gilt also prinzipiell für die Raumtemperatur, dass das Behaglichkeitsempfinden bei der Raumtemperatur individuell von Mensch zu Mensch zwar verschieden ist, aber das Behaglichkeitsspektrum zwischen 17 und 24 Grad Celsius liegt.

Die Oberflächentemperaturen der Gebäudehülle geben uns im Winter eine Auskunft über die Dämmwirkung der Außenwand. Ist diese trotz einer ausreichend hohen Raumtemperatur niedrig, können wir daraus schließen, dass die Wärme stark von innen nach außen entweicht. Dies ist die Folge einer schlechten Außenwanddämmung, fordert ungemütliche Luftumwälzung und Zugerscheinungen und kann im Bereich einer geometrischen Wärmebrücke - z.B. eine Außenwanddecke zu Schimmelproblemen führen.

Ab einer Raumluftfeuchte von mehr als 80 Prozent empfinden Menschen das Raumklima als unbehaglich. Der Mensch selbst trägt überwiegend aber zum Anstieg der Luftfeuchtigkeit bei.

Atmen, kochen, duschen sind selbstverständliche und alltägliche Bedürfnisse des Menschen. Durch unsere Atemluft produzieren wir 50 g Luftfeuchtigkeit pro Stunde pro Person. Das bedeutet bei einer vierköpfigen Familie und einer durchschnittlichen Schlafenszeit von 7 Stunden in der Nacht, dass diese Familie nur während der Schlafenszeit rund 1,4 Liter Wasser produziert. Diese Raumluftfeuchte muss durch gezieltes Lüften durch die trockenere - frische Außenluft ersetzt werden, um ein behagliches Raumklima wiederherzustellen. Entweder Sie öffnen nach dem Aufstehen die Fenster, um die Schlafluft aus dem Raum zu bekommen oder Sie lassen das automatisch durch eine kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage regeln, die zudem - dank Wärmerückgewinnung - die Wärme der Abluft der frischen Zuluft gleich zuführt.

Beim Kochen erzeugen wir zudem zwischen 1000 g und 3000 g Wasser in Form von Wasserdampf pro Tag und beim Duschen rund 1000 g Wasser pro Person und Tag. Jetzt stellen Sie sich die vierköpfige Familie vor, die mindestens einmal am Tag duschen oder baden geht. Die Luftfeuchte im Haus steigt stetig an und muss kontinuierlich ausgetauscht werden.

Ist die Gebäudehülle nicht ausreichend luftdicht und die Innenwandoberflächen nicht überall ausreichend warm, kommt es zwangsweise durch Kondensat an Ritzen und Spalte oder an kalten Oberflächen zu Feuchteausfall mit Sporen und Schimmelbildung.



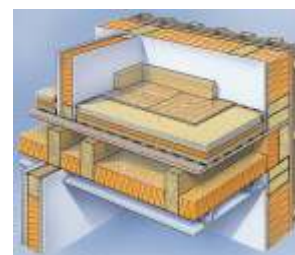
ca. 4000 Liter Wasser verdampfen bei einem 4-Personen-Haushalt im Jahr.

Bautechnik

Die Art Gebäude zu bauen hat sich in unseren Klimaregionen in den letzten Jahren ganz wesentlich gewandelt. Durch die ständig wachsenden Anforderungen an die Bauphysik ist das Planen von Gebäuden und das Bauen selbst in den letzten Jahren immer anspruchsvoller geworden.

Holzbau

Häuser aus Holz gibt es schon hunderte von Jahren. Dennoch haben heutige Holzhäuser mit den Blockhütten aus alter Zeit wenig gemein. Die heutigen Holzkonstruktionen sind hoch komplexe Konstruktionen. Die Tragkonstruktion besteht aus einer Holzrahmenkonstruktion, in die Fenster und Türen mit waagrecht verlaufenden Balken eingebunden werden. Die Tragkonstruktion wird gedämmt und mit Platten dann meist großflächig geschlossen.



Die Vorteile des Holzbaus sind zunächst einmal das geringe Gewicht der Konstruktion, die ein einfaches Transportieren ganzer Wandteile und somit einen hohen Vorfertigungsgrad der Wand ermöglichen. Somit ist der Holzbau augenscheinlich sehr schnell, da die Wände auf der Baustelle nur noch montiert werden müssen. Der kurzen Montagezeit vor Ort geht die wochenlange Montage in den Produktionsstraßen der Holzbauwerke voraus, die letztlich Wartezeit für den Bauherren darstellt, so dass er das gekaufte Haus auch nicht wesentlich früher nutzen kann als ein massiv gebautes Haus.

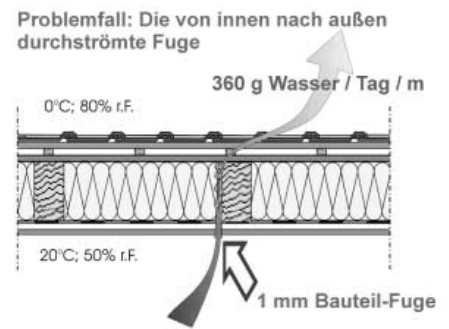
Die Holzkonstruktion kann sehr gut gedämmt werden.

So ist die Wärmedämmung auch schon bei schlanken Holzwänden sehr gut. Allerdings ist die Luftdichtheit oft eine Herausforderung, da bei den vielen waagerechten und senkrechten Holzverbindungen Fugen und Spalte unvermeidbar sind. Die Luftdichtheit wird mit innenliegenden Installationsplatten, Folien und Klebebändern technisch aufwändig hergestellt, was beim Bau und im Laufe der Nutzung durch Alterung der Klebstoffe und Materialien zu Problemen führen kann.



Blowerdoor-Test zeigt die luftundichten Stellen.

Holz reagiert auf Feuchtigkeit, Wasser und Wärme und ‚arbeitet‘ ein Leben lang. Einfache Holzbalken und Bretter können sich im Laufe der Zeit verziehen und verwerfen und so die Luftdichtheit des Gebäudes in Gefahr bringen. Auch das Nutzerverhalten ist für die Konstruktion oft problematisch. Ist es den Eigentümern in den ersten Jahren noch bewusst, wie wichtig die Luftdichtheit für die Gesamtkonstruktion ist, schwindet das Bewusstsein oft mit den Jahren. Wenn dann nach 15 Jahren eine Steckdose gebohrt und die Luftdichtheitsebene verletzt wird, kann sich hinter den Platten in der Dämmebene unbemerkt Kondensat bilden, das die Konstruktion und die Lufthygiene empfindlich schädigen kann. Hinter den Platten und Verkleidungen werden solche Leckagen oft erst dann bemerkt, wenn die Dämmung und Konstruktion feucht ist und eventuell schon Schimmelsporen in der Raumluft nachweisbar sind.



Holzwerkstoffe sind hygroskopisch, binden also Feuchtigkeit und sind somit prinzipiell auch anfälliger für Wasser- und Witterungseinflüsse. Fassaden müssen sehr sorgfältig geplant und fachmännisch ausgeführt werden. Undichtheit an Fenstersims, Anschlüssen oder sonst an der Fassade können die Holzkonstruktion schnell dauerhaft schädigen.

Massivbau

Massiv gemauerte oder betonierte Häuser sind prinzipiell robuster, widerstandsfähiger gegen Sturm, Wasser und sonstige Umwelteinflüsse als Holzständerkonstruktionen. Auch der Schallschutz ist - wie bereits beschrieben - bei einer massiven Hauskonstruktion leichter zu realisieren als bei einem leichten Holzbau.



Ein Beispiel für die Dauerhaftigkeit ist das Kolosseum in Rom. Es wurde etwa 70 Jahre n.Chr. fertiggestellt und besteht aus Beton, der somit bereits seit fast 2000 Jahren den Witterungseinflüssen widersteht.

Das Gewicht eines massiven Gebäudes lässt sich nur in begrenztem Rahmen vorfertigen und transportieren. Massive Häuser werden deshalb meist vor Ort auf der Baustelle erbaut, gemauert oder betoniert. Die Bauphase dauert einige Monate und ist zwangsweise der direkten Witterung ausgesetzt, weshalb die Trocknungsphase nach Errichten des Daches auch einige Monate dauern kann. Spätestens aber wenn der Elektriker die Klingel anschließt, hat das Haus nur noch eine minimale Restfeuchte, die nach der ersten Heizperiode vollends verschwindet.

Massive, schwere Stoffe wie Stein, Metall, Glas, Beton oder Backsteine haben eine hohe spezifische Dichte und deshalb die Eigenschaft Wärme sehr gut zu übertragen. Genau das ist aber beim Hausbau nicht gewünscht, soll doch so wenig wie möglich von der klimaschädlichen und teuren Energie eingesetzt werden um dennoch ein Höchstmaß an Behaglichkeit zu erzielen.

Das beiliegende Wärmebild veranschaulicht, wo die Probleme im Massivbau der früheren Jahre liegen. Sichtbar sind die erhöhten Wärmeabflüsse im Bereich der Fenster, Rollladenkästen, Fensterlaibungen, der massiven Decken, aber auch der Wärmeabfluss in das Fundament ist an Hand der hellen, roten Farbe gut sichtbar.

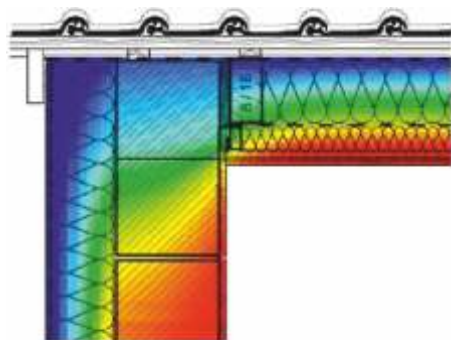
Die Steinindustrie hat im Laufe der letzten Jahrzehnte porosierte Wandsteine entwickelt, die durch Lufteinschlüsse und Kammern ihr spezifisches Gewicht reduzieren und somit bessere Wärmedämmwerte erzielen. Der klassische Hohllochziegel hat heute nicht nur die vielen direkt sichtbaren Kammern, sondern es werden dem tonhaltigen Lehm zusätzlich Perlen - z.B. EPS beigemischt, die beim Brennen des Ziegels verbrennen und so für zusätzliche Lufteinschlüsse sorgen. Durch die vielen Lufteinschlüsse wird der Wandbaustoff poröser, was dann beim späteren Verankern schwerer Gegenstände im Mauerwerk allerdings mehr Aufwand bedeutet.



Bei vielen anderen Arten von Mauersteinen ist die Vorgehensweise ähnlich. Auch beim Gasbeton-, Bims- oder Blähton-Mauerwerk werden möglichst viele Lufteinschlüsse in den Wandbaustoff eingebracht - leider immer zu Lasten der Festigkeit und des konstruktiven Schallschutzes.

Eine zweite Art die erhöhten Wärmeabflüsse durch die massiven Wandbaustoffe zu vermeiden, ist die massiven Häuser mit einer weiteren Schicht aus Wärmedämmung vor dem Wärmeabfluss zu schützen. Wie wir schon gesehen hatten müssen diese Maßnahmen durchgehend und sehr sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Einzelne Wärmebrücken können sonst zu kalten Stellen im Haus führen, an denen die Raumluft kondensiert und es zu Sporen- und Schimmelbildung kommen kann.

Der Isothermenverlauf der Konstruktionszeichnung links zeigt, was auf dem Wärmebild rechts sichtbar wird. So wurde hier die Fassade mit einem Wärmedämm-Verbundsystem komplett gedämmt. Das Mauerwerk leitet die Wärme allerdings nicht nur horizontal - sondern eben auch vertikal, so dass die Wärme zur Oberseite des Mauerwerks direkt und von Außen praktisch unsichtbar unter die Dachziegel geleitet wird.



Isothermenverlauf an einer Giebelwand

Innen erkennt die Wärmebildkamera ein deutliches Unterschreiten der kritischen 13°C in der Ecke zwischen Dachstuhl und Giebelwand. Hier kommt es bei normaler Raumnutzung zu Kondensat und Feuchteausfall.

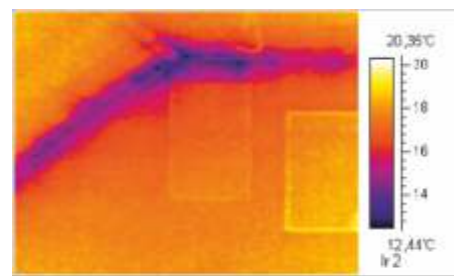
Ein weiterer Vorteil von massiven Gebäuden ist, dass die Masse der Wände und Decken die Wärme speichert und so für ein ausgeglicheneres Raumklima sorgt. Insbesondere alle innenliegenden Bauteile übernehmen diese Eigenschaft.

Die Außenbauteile hingegen sind immer die Barriere zwischen warmer Raum- und kalter Außenluft und leiten selbst bei bester Wärmedämmung die Temperatur in die

Richtung, in die das Temperaturgefälle besteht - im Winter nach Außen. Eine Oberfläche, die kälter als die Raumluft selbst ist, strahlt keine Wärme ab, bringt die Energie also auch nicht mehr zurück in den Raum.

Die Luftdichtheit eines Gebäudes ist bei massiven Häusern dauerhaft leichter sicherzustellen als bei Holzrahmenkonstruktionen. Zudem werden durch den homogenen Wandaufbau Schwachstellen und Fehler schneller sichtbar, können dann behoben werden und die Substanz des Gebäudes bleibt intakt.

Gut ausgeführte, gedämmte, massive Häuser haben entsprechend eine Nutzungsdauer von vielen Jahrzehnten.



Thermographie des Beispiels links

MAGU Wand

Unsere MAGU Wand hat eine innere und äußere Dämmschicht, die mittig mit Kernbeton gefüllt wird. Die innere und äußere Schale ist im Sinne einer verlorenen Betonschalung miteinander durch Abstandshalter fest verbunden. Die Elemente mit dem Steckraster werden wie 'Lego Steine' bis zur Geschosshöhe aufeinander gesteckt. Eine Betonpumpe übernimmt dann die Schwerarbeit und füllt den Kernbeton in die Wand.

Die diffusionsoffene Wärmedämmung leitet das Wasser und die Restfeuchte des Betons nach Außen, so dass bereits einen Tag später die Deckenplatten aufgelegt werden können. Der Kernbeton der Wand hat bereits nach nur 30 Tagen eine Restfeuchte von weniger als 3%.



Passende Formteile verhindern zunächst das Auslaufen des Betons und vermeiden dann Wärmebrücken

Betonschalung übernehmen. Gerade das macht die Verarbeitungssicherheit in unserem System so groß.

Kann der Bauunternehmer die gesamte Wand verfüllen ohne dass Stellen offen sind und ggfls. Beton ausläuft, hat er ganz automatisch eine wärmebrückenfreie Konstruktion geschaffen.



Unser MAGU System hat für alle Bereiche passende Formteile wie End- und Eckschieber, Sturzplatten, Deckenrandschalung etc. die ebenfalls aus dem Wärmedämmstoff bestehen und dann die Aufgabe der verlorenen



Die Wind- und Luftdichtheit der Wand erreicht der dreischalige MAGU Wandaufbau durch den homogen eingebrachten Kernbeton. Dieser bringt zudem ein enormes Gewicht, woraus der hohe Schallschutz resultiert.

Der Kernbeton ist statisch sehr belastbar und kann zusätzlich nach Anforderung mit Baustahl bewehrt werden. Stahlbeton findet heute überall dort Verwendung, wo es auf hohe Belastbarkeit ankommt. Ob Hochhäuser, Industriebauten, Tunnel oder Brücken - die Festigkeit von Stahlbeton wird in allen anspruchsvollen Bereichen genutzt.

Zudem ist Stahlbeton sehr resistent gegen alle Arten von Witterungseinflüssen und reichert sich nicht einmal durch die natürlich vorhandene



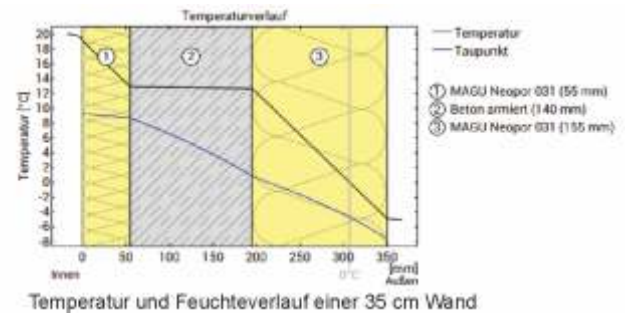
Haus aus Neopor-Schalungssteinen übersteht 2014 den Hurrikan in Wisconsin. In vielen Teilen der Welt ist unsere solide, sehr gut wärmedämmende und wirtschaftliche Bauweise sehr populär.

radioaktive Erdstrahlung an. Massiver Beton ist ein hervorragender Schutz gegen kurz- und langwellige Strahlungen - ganz gleich ob Radio, Funk- oder Handystrahlen.

Der Verbund der Neopor Schale mit dem massiven Kernbeton ist der optimaler Verbund von hochwertiger, feuchteunempfindlicher Wärmedämmung mit der Massivität einer Betonwand. Durch das Einfüllen des Kernbetons ist die Dämmschicht fest, großflächig und dauerhaft mit der Tragkonstruktion verbunden.

Die warmen Umschließungsflächen sind die Garantie dafür, dass es an keiner Stelle zu Feuchte und Kondensat kommen kann - selbst ohne Lüftungsanlage.

Der innenliegende, massive Kernbeton ist warm eingepackt und federt durch die sehr hohe, spezifische Speicherkapazität von 293 KJ/m²K Klimaextreme, wie sehr kalte Winter oder extrem heiße Sommer, ganz ohne Klimaanlage komfortabel ab.



„Im Winter warm - im Sommer kühl“ so lautet auch der Tenor der stolzen MAGU Hausbesitzer, die sich in den letzten 40 Jahren für ein MAGU Haus entschieden haben.



Thermographieaufnahme eines MAGU Hauses

Ein guter, solider und wohngesunder Wandaufbau und eine zuverlässig funktionierende Bauphysik zeigt sich im Laufe der Jahre auch an den Fassaden der Häuser.

Das erste MAGU Haus wurde 1979 in Hüfingen gebaut. Das Haus hatte damals einen Wandaufbau von 25 cm und einen u-Wert von 0,33 W/m²K, was für damalige Zeit überaus gut war - gab es ja praktisch noch überhaupt keine Anforderung an den baulichen Wärmeschutz.

Nach 25 Jahren wurde das Haus den Rentnern zu groß und sie verkauften es an eine junge Familie, die eine Thermographieaufnahme machen ließ, da sie das Gebäude auf den aktuellen EnEV Standard 2004 bringen wollten. Die Fenster und die Haustüre wurden durch neue

ersetzt und die Dachdämmung wurde nachgebessert - die Fassade mit dem mineralischen Kalk-Zementputz sah noch immer gut aus, erfüllte die Anforderungen an den Wärmeschutz und wurde lediglich neu gestrichen.



Bilder vom 1. MAGU Haus 1979, Keltensstraße 4 in Hüfingen. Die Fassade wurde beim Eigentümerwechsel 2005 nach 25 Jahren lediglich neu gestrichen.

Rückblick auf 40 Jahre MAGU Wandsystem



MFH 1983 in Jona, Schweiz



Kimmichstube 1984 in Calw



Einfamilienhaus in Fürstenberg



Einfamilienhaus bei Lörrach

Ressourceneffizienz im Hochbau

Ein Drittel des deutschen Endenergieverbrauchs entfällt auf Heizung und Warmwasserbereitung. Um nicht nur im Hinblick auf die endlichen Energierohstoffe die Verantwortung für kommende Generationen zu übernehmen, müssen wir schon im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch bei der eigentlichen Bautätigkeit auf die entsprechende Materialeffizienz achten.

Ressourceneffizienz ist also nur möglich, wenn uns die Kombination von Energie- und Materialeffizienz gelingt!

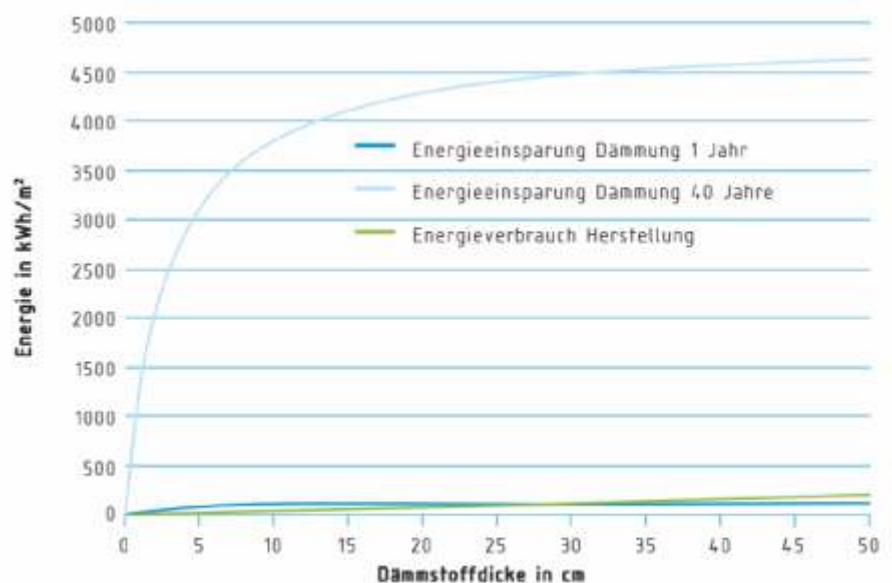
Der Bausektor ist gekennzeichnet von langen Nutzungsdauern und hohen Investitionskosten. Hier besteht durch den gezielten Einsatz von Materialressourcen die Möglichkeit über viele Jahrzehnte Energieressourcen zu minimieren und dazu das eigene Wohlbefinden ganz wesentlich zu steigern.

Welche Dimension an Einsparung in diesem Bereich liegt, zeigt beiliegende Grafik, in der die durchschnittlichen Energiekosten zur Gewinnung, der Herstellung, dem Transport und dem späteren Rückbau in Relation zur Energieeinsparung der Stoffe im Laufe einer fiktiven Nutzungsdauer von 40 Jahren gesetzt werden.

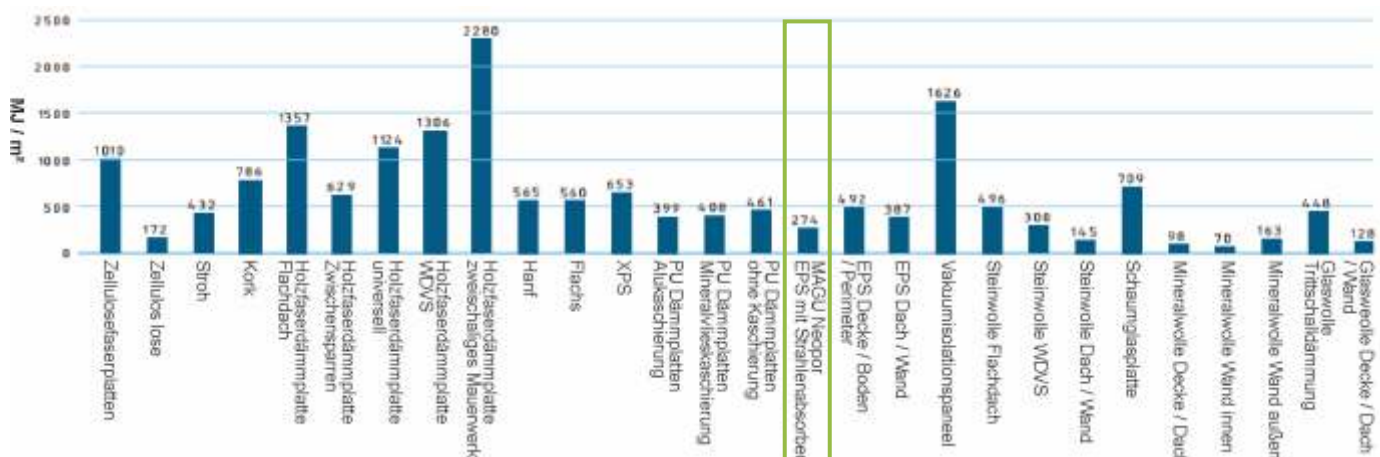
Fast unglaublich wird das Ganze, wenn man beachtet, dass die angegebenen Werte sich nur auf einen Quadratmeter Wand beziehen!

Zum Beispiel beträgt der durchschnittliche Primärenergieeinsatz zur Herstellung einer Wärmedämmung der einen Transmissionswärmedämmwert / U-Wert von $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ erzielt - durchschnittlich etwa 70 KWh. Die Einsparung die dadurch in 40 Jahren erzielt wird - ist 4.101 KWh Heizenergie, also mehr als 50 Mal so viel (verglichen mit dem durchschnittlichen Dämmstandard).

Bei einer Fassade von 150 m^2 ist somit das Einsparpotential der Wärmedämmung über den Nutzungszeitraum von 40 Jahren 615.150 KWh Energie - was in etwa 61.500 Liter leichtem Heizöl entspricht. Dies wieder in das Verhältnis zum aktuellen deutschen Wärmedämmstandards gesetzt, was einer Hohllochziegelwand entspricht, wie wir auf den folgenden Seiten noch sehen werden. (Quelle: VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Berlin).



Vergleich von durchschnittlichem Energiebedarf zur Dämmstoffherstellung und Energieeinsparung während der Nutzungsphase von 1 bzw. 40 Jahren
Quelle: VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Berlin



Gesamter Primärenergiebedarf der nötig ist, um einen Quadratmeter des jeweiligen Dämmstoffs mit einem u-Wert von $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ herzustellen. Angaben in Megajoule; $3,6 \text{ MJ} = 1 \text{ KWh}$; Energieinhalt 1 Liter Heizöl = $11,9 \text{ KWh}$ Quelle: VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Berlin



Informationsportal für nachhaltiges Bauen - oekobaudat.de

Mit der Plattform ÖKOBAUDAT stellt das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) allen Akteuren eine vereinheitlichte Datenbasis für die Ökobilanzierung von Bauwerken zur Verfügung.

Die Daten unterliegen strengen Qualitätsmerkmalen. Anhand der bewerteten Daten kann der Lebenszyklus von Baustoffen, also die Ökobilanz von Produkten und Stoffen entnommen werden.

Bei der Lebenswegbilanzierung wird der jeweilige Primärenergieeinsatz - regenerativ und nicht regenerativ - in unterschiedliche Phasen eingeteilt - den so genannten Modulen.

Hierbei stehen die Module - A1 beispielsweise für den Rohstoff und die Rohstoffgewinnung, A2 und A3 steht für die eigentliche Herstellung des Baustoffes, das Modul A4 steht für den Transport und A5 für den Einbau auf der Baustelle.

Die Module B beinhalten die anfallenden Umweltlasten während der Nutzung der Baustoffe, wobei hier meist keine zusätzlichen Umweltlasten anfallen.

Die Module C stehen für den Rückbau, den Abtransport und das Recycling.

Im Bereich der Dämmstoffe wird teilweise davon ausgegangen, dass diese nach dem Rückbau und dem Recycling positive Klimaeffekte dadurch erzielen, dass die rückgebauten Dämmstoffe fossile Energieträger bei z.B. der Stromgewinnung substituieren. Somit weniger fossile Energie verbrannt werden müsste und dadurch die fiktive Emission durch die thermische Verwertung der Dämmstoffe vermieden wird. Dieses Modul C5 der Ökobaudat findet bei unseren Annahmen keine Berücksichtigung, da unseres Erachtens die finale Verwertung als ungewiss angenommen werden muss und nicht gewährleistet ist, dass der ausgebaute Dämmstoff noch so intakt ist, dass er diese positiven Klimaeffekte auch erzielen kann.

Der Produktlebensweg von Dämmstoffen

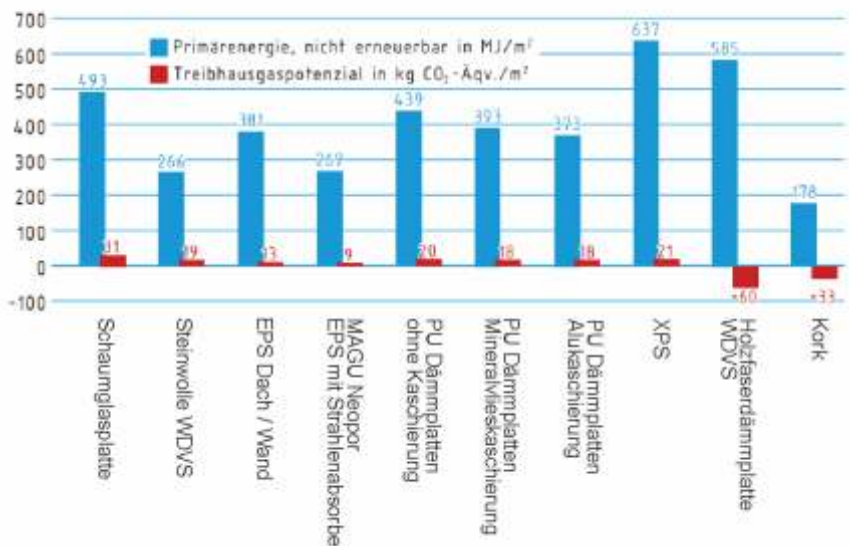
Neben dem Einsparpotential, das sich durch den Einsatz von Wärmedämmung an sich erst bietet, gehört zur gesamten Ressourceneffizienz auch die Betrachtung des Produktlebensweges, also die Rohstoffart, der Energiebedarf zur Herstellung, die CO₂-Emission und schließlich die Entsorgung (End of Life).

Bei der Rohstoffart unterscheidet man prinzipiell zwischen mineralischen, fossilen und nachwachsenden Rohstoffen, wobei nachwachsende Rohstoffe nach Definition bis zu 15 % nicht nachwachsende Zusatzstoffe enthalten können, die unter anderem als Brandschutzmittel (z.B. Aluminiumsulfat), als Feuchteschutzmittel (z.B. Parafin, Bitumen) oder als Stützfasern (z.B. Polyesterfasern) für die Produkte benötigt werden. Dämmstoffe wie Stroh oder lose Zellulose bestehen zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen.

Um die Daten der Dämmstoffe untereinander vergleichbar zu machen, muss eine Umrechnung der in der Ökobaudat vorliegenden Daten von MJ/kg in MJ/m², bezogen auf die funktionale Einheit einer 'Referenz'-Dämmwirkung von $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, erfolgen. Die unterschiedliche Dämmwirkung der Baustoffe wird mit der entsprechenden Schichtdicke ausgeglichen, um letztlich die angestrebten Referenz- U-Werte zu erreichen.

Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf und Treibhausgaspotenzial für die Herstellung des entsprechenden Dämmstoffes.

Das negative CO₂ Potential resultiert bei den nachwachsenden Rohstoffen aus dem im Dämmstoff gebundenen CO₂. Bei der Verwertung - End of Life wird dieses CO₂ sowohl bei der Deponierung als auch bei der thermischen Verwertung freigesetzt.



Quelle: VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Berlin

Wie man der Tabelle entnehmen kann, ist bei den nachwachsenden Dämmstoffen meist die CO₂ Bilanz positiv, da die mit dem Pflanzenwachstum gespeicherte solare Energie im Werkstoff gespeichert ist.

Am Lebenswegende (End of Life, EoL) müssen die Dämmstoffe zurückgebaut und entsorgt werden. Für die Entsorgung stehen zurzeit in der Praxis meist nur zwei Varianten zur Verfügung, die unter dem Gesichtspunkt der ressourcenschonenden Kreislaufführung jedoch nicht als ideal anzusehen sind: die Deponierung, welche bei den mineralischen Baustoffen angewendet wird und die thermische Verwertung, die bei allen anderen Baustoffen möglich ist und bei einigen nachwachsenden Dämmstoffen durch die zusätzliche Option einer Kompostierung ergänzt wird. Die stoffliche Verwertung wäre bei einigen Dämmstoffen umsetzbar und würde die Ressourcen positiverweise im Kreislauf halten, was aktuell in der Praxis jedoch leider nur sehr selten umgesetzt wird.

So ist die thermische Verwertung meist auch das End-of-life-Szenario in der Ökobaudat und die Grundlage für die finale Bilanzierung des Primärenergieaufwandes und der CO₂-Emission.

Die im Baustoff gespeicherte Energie sollte hierzu idealerweise zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt werden, wodurch der Bedarf an fossilen Energieträgern reduziert werden könnte. Entsprechend ergibt sich am Lebenswegende (EoL) zum Teil eine Gutschrift an nicht erneuerbarer Primärenergie (PE_{ne}), die durch einen geringeren Wert erneuerbarer Primärenergie (PE_e) noch ergänzt wird. In die CO₂-Bilanz am Lebenswegende gehen die Emissionen aus der Verbrennung des Baustoffs sowie eine Gutschrift für die reduzierte Verbrennung fossiler Energieträger ein. Bei einigen nachwachsenden Dämmstoffen führt dies teilweise in der Gesamtbilanz (Ges) über Herstellung bis zum End of Life dazu, dass eine negative CO₂-Emission erhalten bleibt, obwohl alles im Baustoff gespeicherte CO₂ durch den Verbrennungsvorgang selbst wieder freigesetzt wurde.

Konkrete Betrachtung am Beispiel der gesamten Wärmedämmung eines Hauses

Auf der Grundlage der obigen Erkenntnisse lässt sich exemplarisch für ein Einfamilienhaus errechnen, was an Primäraufwand für die Herstellung der gesamten Wärmedämmung nötig ist.

Dabei beinhaltet die Ökobilanz alle Module A1 bis C4, also sowohl die Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport, Einbau und schließlich den Rückbau und das Recycling. Die fiktiven positiven Effekte durch Substitution anderer klimaschädlicher Emissionen bei der eventuellen thermischen Verwertung nach 40 Jahren lassen wir unberücksichtigt.

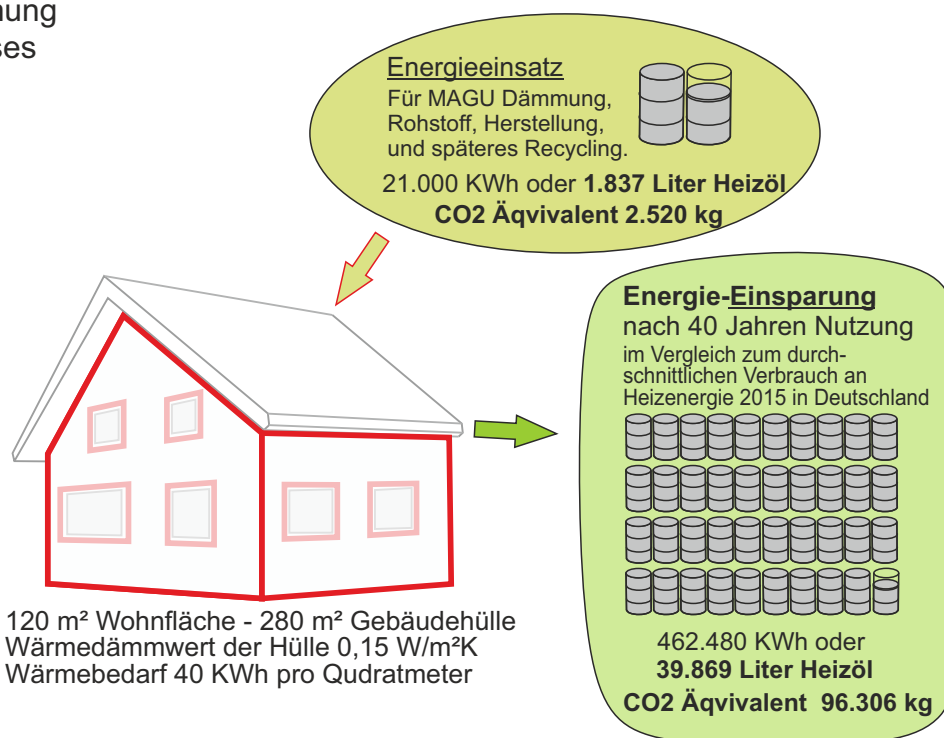
Ökobilanz MAGU Wärmedämmung am Beispiel eines Einfamilienhauses

Primärenergiebedarf
und CO₂ Bilanz

	in Heizöl [Liter]	CO ₂ Emission [kg CO ₂ Äqv]
1. Jahr	-	1.837 - 2.520
2. Jahr	-	844 - 14
3. Jahr	149 -	2.548
4. Jahr	1.142 -	5.082
20. Jahr	20.009 -	45.626
30. Jahr	29.939 -	70.966
40. Jahr	39.869 -	96.306

Ökobilanz der Herstellung und Einsparung umgerechnet in Heizöl sowie CO₂ Emission im Laufe einer 40 jährigen Hausnutzung - im Vergleich zu der durchschnittlichen Wärmedämmung 2015 in Deutschland.

Annahme nach Zahlen der Ökobaudat.de

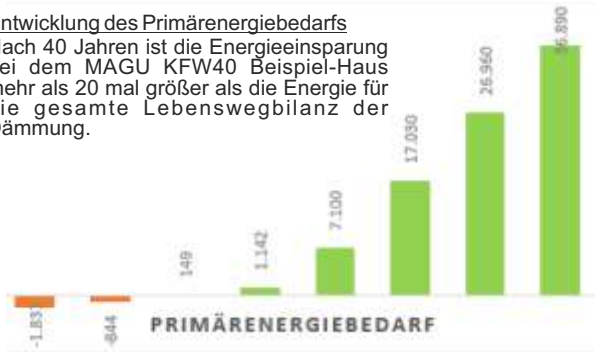


Als Grundlage nehmen wir ein kleines Einfamilienhaus mit 120 m² Wohnfläche, bei dem wir für die gesamte Gebäudehülle einen u-Wert von 0,15 W/m²K zu Grunde legen, was einem Wärmebedarf für das Beheizen des Gebäudes von 40 KWh pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr entspricht (KFW 40- Standard).

Die nötigen gesamten Umschließungsflächen betragen rund 280 m² (Bodenplatte, Außenwände und Dachflächen), die mit 20 cm MAGU Neopor für den geforderten U-Wert von 0,15 W/m²K gedämmt sind. Somit benötigen wir für das gesamte Haus 56 cbm an MAGU Neopordämmung - nicht ganz das Volumens eines LKW - Sattelzuges. Das Gesamtgewicht der 56 cbm Dämmung entspricht etwa 1.800 kg, also pro Kubikmeter 30 kg, was etwa 3 Eimern an Neopor Rohmaterial entspricht, der große Rest ist in der Zellstruktur eingeschlossene Luft aus dem Schwarzwald / Hüfingen.

Entwicklung des Primärenergiebedarfs

Nach 40 Jahren ist die Energieeinsparung bei dem MAGU KFW40 Beispiel-Haus mehr als 20 mal größer als die Energie für die gesamte Lebenswegbilanz der Dämmung.



PKW - Vergleich

Mit der Menge Energie, die zum Bau eines MAGU KFW 40 Hauses mit 120 m² Wohnfläche für die gesamte Wärmedämmung an Rohmaterial und Energie für die Herstellung, den Transport und das Recycling nach 40 Jahren aufgewendet werden muss, kann man mit einem PKW, der 10 Liter Diesel auf 100 km benötigt etwa **15.000 km** zurücklegen, emittiert dabei aber bereits mit etwa 5.400 kg das Doppelte an CO₂.

Bei einem Einfachflug von Stuttgart nach New York emittiert umgerechnet eine Person mit 2.400 kg etwa die selbe Menge an klimaschädlichem CO₂.

Das Energieeinsparpotential und die Einsparung von Emissionen an CO₂, das die Wärmedämmung durch Nutzung des Gebäudes über 40 Jahre bietet, ist um ein Vielfaches höher als die Energie, die aufgewendet werden muss, um das Gebäude so zu dämmen.

Bei unseren bisherigen Überlegungen haben wir die Ökobilanz der Tragkonstruktion nicht mit betrachtet. Der tragende Kern einer MAGU Wand ist ja der massive Kernbeton. Auch für den Beton gibt es in der Ökobaudat, der Datenbank des Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), detaillierte Werte.

Beim Transportbeton haben wir - wie bei den Dämmstoffen auch - zu den Modulen A1 bis A3 die den eigentlichen Herstellprozess erfassen, auch das Modul A4 des Transportes (durchschnittliche Entfernung vom Betonwerk 17,3 km) sowie den Einbau des Betons im Bauwerk mit dem Modul A5 erfasst. Während der Nutzungsphase (Modul B) fallen keine klimarelevanten Energieaufwendungen an. Der Rückbau der Tragkonstruktion, sowie der Abtransport und das Recycling (Module C1 bis C3) sind ebenfalls in der energetischen Betrachtung des Betons gemäß den Vorgaben der Ökobaudat enthalten.

Für Transportbeton ergibt sich über den gesamten Produktlebensweg ein gesamter Primärenergieeinsatz von 1.348 MJ pro Kubikmeter Beton. Bei obiger Gebäudehüllfläche von 280 m² kommen ca. 48 Kubikmeter Transportbeton für die Wandtragkonstruktion zum Einsatz, so dass der gesamte Primärenergieeinsatz hierfür 64.704 MJ oder 17.943 KWh beträgt. Umgerechnet auf unser leichtes Heizöl ist das somit noch einmal 1.550 Liter Primärenergieaufwand für die Gewinnung der Rohstoffe, das Herstellen des Betons, den Transport, den Einbau, den Rückbau und das Recycling.

Vereinfacht kann man also sagen, dass für die Tragkonstruktion und die Wärmedämmung eines KFW 40 MAGU Hauses mit einer Wohnfläche von 120 m² etwa 39.000 Kwh an Energie aufgewendet werden muss - was 3.400 Liter Heizöl entspricht.

Setzt man das ins Verhältnis zu den Energie- und CO₂ Einsparungen, verglichen mit dem aktuellen deutschen Energiebedarf für das Heizen, so ist bereits nach 5 Jahren die Einsparung größer als der gesamte Energieaufwand für das Herstellen des Gebäudes.

Den Energiebedarf zur Herstellung der Wärmedämmung haben wir in der Folge noch mit anderen Dämmstoffen berechnet. Wie man der Tabelle entnehmen kann ist dabei der Primärenergiefaktor je nach verwendetem Dämmstoff etwas unterschiedlich. So ist bei manchen Dämmstoffen zwar die Rohstoffgewinnung (Modul A1) etwas einfacher und mit weniger Primärenergieeinsatz verbunden, jedoch die Herstellung etwas energieintensiver (Module A2 /A3).

Den Primärenergieeinsatz betrachten wir wieder gesamt, da sowohl nachwachsende Dämmstoffe, als auch 'nicht nachwachsende' Dämmstoffe sowohl mit grauer (nicht nachwachsender) als auch mit klimaneutraler Energie hergestellt werden können (Module A2 und A3).

Bei der CO₂ Bilanz sieht es allerdings anders aus - da haben alle nachwachsenden Rohstoffe eine negative Treibhausgasbilanz, haben sie doch eine große Menge an CO₂ während ihres Pflanzenwachstums der Atmosphäre entzogen.

Die positive CO₂ Bilanz ist allerdings nur aufgeschoben - wird bei der Deponierung oder dem thermischen Verwerten das gespeicherte CO₂ wieder frei und in die Atmosphäre abgegeben. Wäre die Holzfaser noch ein Baum im Wald,

Dämmstoff	Gebäude- Hüllfläche [m ²]	Gesamter Primär- energiebedarf [MJ]	Summe [MJ]	entspricht in KWh [KWh]	entspricht Heizöl [Liter]
Zellulose lose	280	172	48.160	13.378	1.153
Stroh	280	432	120.960	33.600	2.897
MAGU Neopor	280	274	76.720	21.311	1.837
Steinwolle	280	300	84.000	23.333	2.011
Mineralwolle	280	163	45.640	12.678	1.093
Holzfasern universell	280	1124	314.720	87.422	7.536

Der gesamte Primärenergiebedarf beinhaltet den Energiebedarf inkl. Rohstoffgewinnung, Herstellung und Transporte. Nicht enthalten ist eventuelle Rohstoffeinsparung /Substitution von fossilen Brennstoffen durch die thermische Verwertung der Dämmstoffe zur Energiegewinnung nach dem Rückbau am Lebensende - End of Life.

ein Möbelstück oder eine Parkbank, so wäre die CO₂ Bilanz genau so negativ, also das CO₂ genau so gebunden. Klimapolitisch wäre es hier effizienter, die Aufforstung von Wäldern zu betreiben, Grün in den Städten zu fordern, gegen die Abholzung von Regenwäldern weiter vorzugehen oder Steingärten zu verbieten.

Das Einsparpotential, das alle Dämmstoffe beim Einsatz als Wärmedämmung bieten, ist jedoch das selbe. Der Zusammenhang zwischen Energiebedarf nach Dämmstoffstärke und Einsparpotential im Laufe der Gebäudenutzung konnten Sie bereits dem Schaubild zu Beginn des Themas 'Ressourceneffizienz im Hochbau' entnehmen.

Es lässt sich für jedes Gebäude nachweisen, dass über die Wärmedämmung der Gebäudehülle deutliche Einspareffekte erreicht werden. Zudem kann man den eigentlichen Zweck eines Gebäudes damit ganz wesentlich verbessern - nämlich die Behaglichkeit und die Wohnqualität für die Nutzer und Bewohner des Gebäudes.

Die ökologische Qualität eines Gebäudes insgesamt hängt von vielen Faktoren ab, thermischer Komfort, Wohnkomfort, Emissionen, Dauerhaftigkeit, Anpassungsfähigkeit, Flexibilität, Drittverwendungsfähigkeit, Einfachheit und Sicherheit bei der Erstellung usw.

Eine Wärmedämmung aus Stroh oder Zellulose wäre aus ökobilanzieller Sicht zunächst anderen Dämmstoffen vorzuziehen. Allerdings ist für den jahrzehntelangen Einsatz dieser Dämmung ein sehr sorgfältiger und fach- und sachgerechter Einbau unerlässlich. Eine intakte Dampfsperre, ein guter Schutz gegen Insektenbefall, brandschutztechnische Maßnahmen sind nur einige Grundvoraussetzungen. Kleine Änderungen können hier das bauphysikalische Gleichgewicht schnell aus den Fugen bringen und das wohngesunde Leben in dem Haus gefährden.

So ist neben den ökobilanziellen Werten auch das Potential des Baustoffes unter Einbeziehung seiner technischen Eigenschaften zu berücksichtigen. Es kommt im Besonderen auf den intelligenten Einsatz des Baustoffes und der Nutzung seiner jeweiligen Potentiale an.



Quelle: VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH Berlin
 Ökobaudat / Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI)

Rückblick auf 40 Jahre MAGU Wandsystem



Reihenhäuser in den 1980 er



MFH in der Schweiz



Doppelhaus



Einfamilienhaus



Einfamilienhaus bei Hechingen



Einfamilienhaus Schramberg



Doppelhaus



Holzdachstuhl



Doppelhaus



Einfamilienhaus Bayern



Einfamilienhaus Würzburg

Unser Rohstoff - Neopor

Der Grundstoff unseres Rohmaterials Neopor® ist ein einfacher Kohlenwasserstoff, der auch als Aromastoff in Nüssen, Weintrauben, Zimt, oder Kiwis vorkommt: das Styrol.

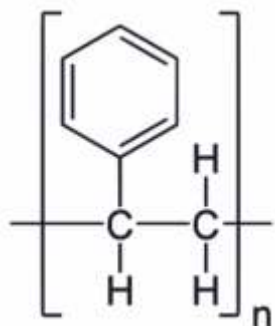
Das erste Polystyrol wurde aus dem Harz des Amberbaums durch den Apotheker Eduard Simon 1835 gewonnen. Durch Polymerisation bildeten sich lange Styrolketten - das Polystyrol. 1949 wurde dem Polystyrol durch Fritz Stastny bei der Polymerisation Pentan zugesetzt. Pentan ist ein organisches Molekül, das auch bei natürlichen Gärprozessen entsteht. Pentan hat keine Auswirkungen auf die Ozonschicht, da es durch die geringe chemische Stabilität schnell und bereits in niederen Luftschichten wieder zerfällt.

Wie beim Erhitzen von Mais bläht das Pentan die langkettigen Polymere auf, wodurch die bekannten Kügelchen - die expandierten Polystyrol Perlen (EPS) entstehen, wie sie aus Stillkissen, Sitzsäcken oder den Vakuum-Matratzen aus dem Medizinbereich bekannt sind.

Die Dimension der Expansion zeigt, woher die gute Energiebilanz von EPS kommt: So expandiert das Pentan die polymere Zellstruktur bis zum 50 fachen des Volumens. Das bedeutet, nur 1 Liter EPS Rohmaterial ergeben schließlich 50 Liter des hochwertigen, druck- und biegefesten Dämmstoffs EPS. Eine Badewanne voll EPS Perlen wiegt so gerade mal 2 kg. Die Perlen sind genau so strahlend weiß weil die hauchdünne Zellmembran das Licht in allen Spektralfarben reflektiert - wie beim Popkorn oder beim Schnee!

Unter dem Elektronenmikroskop erkennt man die Vielzahl an Lufteinschlüssen. So bleiben bei geschäumten EPS-Platten zwischen den Perlen viele kleine Kanäle durch diese die Diffusion von Luft und Wasserdampf stattfinden kann, so als wenn man viele Kugeln in einen Behälter füllt. Die Diffusion ist somit für die bauphysikalischen Eigenschaften und für die Qualität unserer MAGU Wand maßgebend.

Das flüchtige Gär gas Pentan diffundiert in den ersten Tagen und Wochen aus der Zellstruktur und wird durch unsere Hüfinger Schwarzwaldluft ersetzt. Solange dieser Prozess stattfindet, schrumpft das Material je nach Dichte, also dem spezifischen Raumgewicht der Zellstruktur noch um 1-2%. Danach ist das EPS formstabil, feuchteunempfindlich, druck- und zugfest.



Damit das EPS sich nicht entflammt wird bei der Herstellung des Rohmaterials 1-2 % eines polymeren Flamm schutzmittels wie Aluminiumhydroxid oder Magnesiumhydroxid zugesetzt. Diese Flamm schutzmittels kommen auch bei anderen Dämmstoffen wie Zellulose oder Holzfaserplatten zum Einsatz. Bromhaltige Flamm schutzmittels wie das HBCD sind nicht mehr zulässig und werden durch uns bereits seit Jahren nicht mehr verwendet.

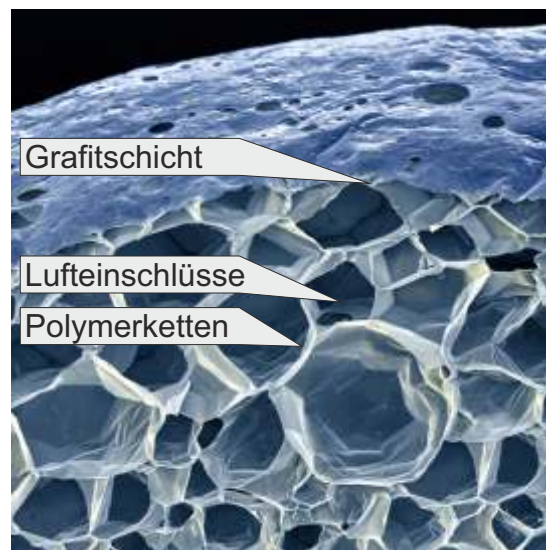
Bei unserem silbergrauen Neopor wird zusätzlich 3-5 % der Minerals Grafit - also reiner Kohlenstoff beigemischt. Mit dem Grafit in ihrem Bleistift können Sie zeichnen - in unserem Neopor wirkt es wie ein Spiegel und reflektiert zusätzlich die langwellige Wärmestrahlung, wodurch unser Dämmstoff noch effizienter wird. Somit sparen wir zusätzlich 20% des wertvollen Rohstoffes bei der Herstellung und sogar fast 50% an wertvollen Ressourcen.

Die gute Ökobilanz unseres Neopor Dämmstoffes kommt vor allem durch die feste und stabile Zellstruktur der Polymerketten. Diese sind hauchdünn und leicht - aber dennoch sehr formstabil und langlebig. Da die Zellhaut nur sehr wenig an Rohmaterial benötigt, jedoch viel Stabilität und noch mehr Lufteinschlüsse schafft, ermöglicht das einen sehr sparsamen Einsatz des wertvollen Rohmaterials. Wie bei einem Bienenstock, bei Kork oder einem Bambusstab ist der wabenartige Zellaufbau der Garant für eine hohe Stabilität mit Millionen von Lufteinschlüssen. Diese stehenden Luftbläschen verhindern einen guten Wärmetransport, wie bei einer Luftmatratze, die zwar leicht ist, aber dennoch viel an Luftvolumen hat und dadurch die Wärme schlecht weiterleitet.

Ein Kubikmeter unseres Neopors hat gerade mal ein Gewicht von 30 kg. 3 Eimer unseres Rohmaterials ergeben also die Wärmedämmung von 5 bis 10 Quadratmeter der Gebäudehülle. Eine Holzfaserplatte benötigt bei ähnlicher Dämmwirkung mehr als das 10 fache an Material, also etwa 300 kg pro Kubikmeter. Das bedeutet das 10 fache an Material muss aus dem Rohstoff Holz gewonnen werden, Harze und Flamm schutzmittels müssen zugemischt und schließlich zur fertigen Holzfaserplatte gepresst werden.

So wie die Funktionswäsche, die Sportjacke oder Schuhe mit Sohlen aus hochwertigen Kunststoffen altgediente Produkte wie die Baumwollunterwäsche, den Wollpullover oder die Ledersohle inzwischen ersetzt haben, so ist unser EPS aus der Dämm- und Bauindustrie als wirtschaftlicher, ökologischer und ökonomischer Dämmstoff nicht mehr wegzudenken.

Der gesundheitsneutrale und unproblematische Werkstoff wird heute weltweit millionenfach eingesetzt. Die benötigten Mengen können nicht aus Baumharzen und Früchten mehr gewonnen werden, sondern werden beim Crackprozess, also bei der



Neopor unter dem Elektronenmikroskop



Pyrolyse des Erdöls, gewonnen. Somit ist der Grundstoff zwar ‚graue‘ Energie - die jedoch beim Einsatz als Wärmedämmung innerhalb von nur 1-2 Jahren bereits mehr Energie einspart als für die gesamte Gewinnung, Herstellung und das vorweggenommene Recycling benötigt wird (vgl. Ökobilanz).

Der Aufwand an grauer Energie ist bei der Herstellung von Dämmstoffen prinzipiell immer verschwindend gering - betrachtet man das Verhältnis zu dem Einsparpotential das Dämmstoffe insgesamt bieten. Selbst eine Holzfaserplatte die zwar das Doppelte an grauer Energie im Verhältnis zum Neopor für die Herstellung benötigt, spart im Laufe der Jahre dennoch ein Vielfaches der Energie ein und ist als Dämmstoff dennoch sinnvoll eingesetzt.

Auch beim Recycling hat unser Neopor einen guten Stand. Das EPS lässt sich durch moderne Maschinen im Wasserbad leicht trennen. Durch die einfache chemische Verbindung ist es möglich altes EPS wieder zu 100% als Stoffrecycling zu erhalten.

Wird der Dämmstoff im Heizkraftwerk final doch verbrannt, setzt das EPS, wie auch Zellulose, Holzfaserplatten oder Stroh das bisher gespeicherte CO₂ wieder frei.

Die Wärmedämmung hat nun aber bereits ein Vielfaches an Energie eingespart, so dass selbst dann die schlechteste Verwertung - das Verbrennen um Wärme und Strom zu erzeugen immer noch klimatisch besser ist, als das direkte Verheizen von Gas, Kohle oder Öl.



Bienenbrutkästen aus EPS- Hartschaum

Wie bereits unter ‚Ökobilanz‘ beschrieben ist der gesamte Rohstoffeinsatz für die Herstellung eines MAGU KFW 40 Hauses die Menge und die Energie die in 2.500 Liter Heizöl steckt. Damit benötigt ein Auto der Mittelklasse für das Zurücklegen von 15.000 km Fahrtstrecke etwa die gleiche Menge an grauer Energie.

Unser EPS ist physiologisch unbedenklich und sogar als Lebensmittelverpackung zugelassen. Es bietet Schimmel und Kleinstlebewesen keinen Nährboden und selbst die sensiblen Bienenvölker fühlen sich in Bienenstöcken aus EPS seit Jahrzehnten sehr wohl.

Unser EPS ist gegen wässrige Laugen und Mineralsäuren beständig, gegenüber unpolaren Lösungsmitteln wie Benzin oder länger-kettigen Ketonen jedoch nicht. UV-Licht zerstört die Polymerketten des Styropors ebenso - so bekommt EPS unter UV-Licht eine mehlig, vergilbte Oberflächenstruktur und zerfällt in seine einfachen Bestandteile - Kohlenstoff und Wasser.

Unser EPS zersetzt sich entsprechend frei bewittert innerhalb einiger Jahre. EPS schwimmt und ist somit auch in den Weltmeeren dem UV-Licht und somit dem Zerfall geweiht.

Auch Mehlwürmer stehen auf EPS. Forscher gaben über längere Zeit den Tieren Polystyrol zu essen. Die Tiere konsumierten dabei pro Tag etwa 35 Milligramm EPS, entwickelten sich prächtig und schieden das EPS in Form von Kot, also biologisch abbaubaren Substanzen wieder aus.

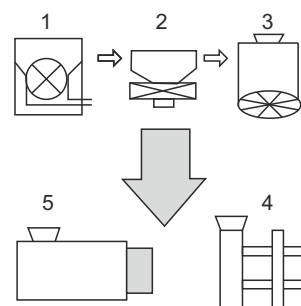
EPS besteht aus einer einfachen, fest definierten Polymerstruktur und ist durch den Flammenschutz schwer entflammbar d.h. sie können mit einem Feuerzeug das EPS nicht anzünden. Wird EPS jedoch massiven Flammen und Hitze von mehr als 200 °C ausgesetzt, so schmilzt das EPS zunächst und brennt dann auch oberhalb des Flammpunktes von 200 °C. Durch die einfache molekulare Zellstruktur sind dabei allerdings die Rauchgase weit weniger toxisch, als beim Verbrennen von normalem Holz.

Beim Verbrennen von EPS entstehen keine Dioxine, die starke, schwarze Rußentwicklung rührt von den Kohlenstoffatomen her, die sich dann als Ruß verflüchtigen.

EPS Recycling

Verwertung bei der MAGU Produktion

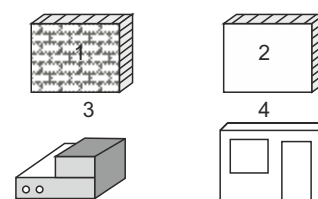
Nachdem die gebrauchten Schaumstoffe gemahlen (1) und entstaubt (2) wurden, können sie nach dem Vorschäumen (3) zu neuen EPS-Formteilen (4) oder EPS-Blöcken (5) verarbeitet werden.



Verwertung im Bauwesen

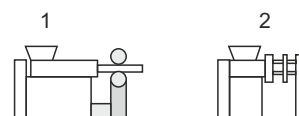
Die gemahlene Schaumstoffteile können verwendet werden:

- zum Porosieren von Ziegelsteinen (1)
- zur Herstellung von Dämmputz (2)
- zur Herstellung von MAGU Leichtbeton als Ausgleichsschüttung und Neubau (3+4)



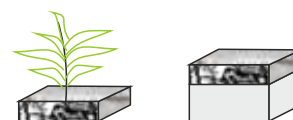
Verwertung in der Kunststoffindustrie

Der gemahlene Schaumstoff wird einer Extrusionsgranulieranlage zugeführt und kann zur Plattenextrusion (1), sowie zur Herstellung von Spritzgussteilen (2) verwendet werden.



Verwertung in der Erde

Der gemahlene Schaumstoff lässt sich direkt im Boden als Drainmaterial, als Pflanzsubstrat, zur Zucht und zur Bodenlockerung verwenden.



Verwertung zur Energiegewinnung

In modernen Wärmeheizkraftwerken wird gebrauchtes Material zur Erzeugung von Fernwärme und Strom eingesetzt. Dabei ersetzt 1,4 kg EPS ca. 1,0 l Heizöl.



Übertragen auf die bautechnischen Anforderungen des MAGU Wandsystems ist unser Neopor gemäß DIN EN 13501-1 klassifiziert als ‚E‘ - d.h. unser Neopor ist getestet und als schwer entflammbar eingestuft.

In der Praxis ist das Neopor immer entweder verputzt oder mit Gipskarton verkleidet. Diese Verkleidungen erfüllen meist die Anforderungen an REI 30, d.h. sie halten mehr als 30 Minuten einer direkten Beflammung stand, bevor sie zerstört werden.

Bei einem Haus- oder Zimmerbrand ist also die Wärmedämmung zunächst hinter dem Putz geschützt. Bei direkter Beflammung der Deckschichten über mehr als 30 Minuten und mit einer Hitze von mehr als 200°C wird die Flamme dann auch an das Neopor gelangen und dieses schließlich entzünden. Das komplette Inventar wäre zu diesem Zeitpunkt bereits komplett verbrannt und alle Bewohner hoffentlich an der rettenden frischen Luft!

Durch die erschreckenden Bilder von brennenden Fassaden an Hochhäusern hat das Deutsche Institut für Bautechnik zusätzliche Regelungen eingeführt, die den Brandüberschlag über die Wärmedämmung verhindern. Eine Analyse der schrecklichen Ereignisse hatte zwar ergeben, dass ein Fassade noch im Bau - d.h. die Wirkung des Oberputzes noch nicht gegeben war und es sich bei den beiden anderen Fällen aus Frankreich und England nicht um qualitätsüberwachten und zertifizierten Dämmstoff gemäß unserer DIN EN 13501 handelte, da die Gebäude bereits in den 1960er und 1970er Jahren gedämmt wurden.

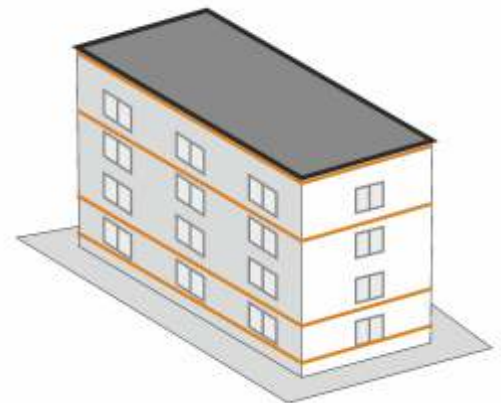


Ärztelhaus in Wiesbaden gebaut mit MAGU ausgeführt mit den entsprechenden Brandriegeln.

Dennoch werden seit einigen Jahren bei Gebäuden der Klasse 4 und 5, d.h. mit einer Fassadenhöhe von mehr als 7 Metern, jedes zweite Geschoss ein Brandriegel aus einem nicht brennbaren Material verbaut, der hier zusätzliche Sicherheit schafft.

Die Betrachtung bisher betrifft den Dämmstoff, nicht jedoch die eigentliche Tragkonstruktion. So besteht diese aus dem massiven Kernbeton, der bei der Stärke von 140 mm gemäß EN 13501 mit REI 90 bewertet wird, d.h. dass der Kernbeton einer direkten Befeuerng mindestens 90 Minuten Stand hält und somit den Anforderungen einer Brandwand entspricht.

Durch die massive Wandkonstruktion ist im Zweifel die statische Stabilität des MAGU Hauses nicht in Gefahr - und die Standfestigkeit auch unter den schlechtesten Umständen immer noch gegeben.



Geschosswohnungsbau mit den vorgeschriebenen Brandriegeln, die ein Fassadenbrand verhindern sollen.

Rückblick auf 40 Jahre MAGU Wandsystem



Brandtests bei der MPA Stuttgart 1984



Schalltest MPA Stuttgart



Reihenhaus bei Würzburg



Haus bei Wermelskirchen



Mehrfamilienhaus



Einfamilienhaus



Zweifamilienhaus



Haus mit rundem Erker



Betonieren in den 1980 er



Betonieren mit Krankübel



Betonieren in 1990 er

Die Firma MAGU wurde 1968 durch Max Gut in Hüfingen gegründet und hat sich schon bald auf die Verarbeitung von EPS Hartschaum für den Bausektor spezialisiert.

MAGU hat sich in den ersten Jahren vor allem im Bereich der Leichtbau- Rollladenkasten europaweit einen hervorragenden Ruf geschaffen.

1979 verkaufte der Gründer Max Gut altershalber die Firma an die Familie Günthner. Otto Günthner erkannte die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten unseres Rohstoffes und entwickelte den ersten MAGU Stein.

Nach dem frühen Tod des Geschäftsführers Otto Günthner übernahm seine Frau Rosa die Geschäfte bis 1994 der jetzige Geschäftsführer Stefan Günthner den Betrieb übernahm.



Verwaltungsgebäude mit Produktions- und Lagerhalle

Seit mehr als 50 Jahren ist die Maxime unseres Handelns ökonomische und ökologische Produkte für den Baustoffmarkt zu produzieren. Unser Anspruch ist es, ausgereifte Produkte zu entwickeln, die zum einen sparsam im Umgang mit unseren irdischen Ressourcen produziert werden können, leicht und sparsam zu transportieren sind und auf der Baustelle einfach und effizient im Handling sind. Ist das Haus gebaut, so müssen unsere Baustoffe viele Jahrzehnte ihren Dienst für die Bewohner und unsere Umwelt zuverlässig erfüllen und die Bewohner vor Hitze und Kälte genau so behaglich schützen, wie vor Wind, Wetter und Sturm.



Unser BHKW zur Prozessdampferzeugung aus Biogas.

Bereits in der Produktion in unserem Stammwerk im badischen Hüfingen versuchen wir unserem Anspruch gerecht zu werden und stellen unseren Prozessdampf mit neuester Kraft-Wärmekopplung im eigenen Blockheizkraftwerk komplett aus nachwachsenden Rohstoffen selbst her.

Auch unsere elektrische Energie erzeugen wir mit der werkseigenen Photovoltaik Anlage klimaneutral zu 100 % aus Sonnenenergie.

Somit können wir behaupten, dass wir tatsächlich deutlich mehr nachwachsende Energie produzieren, als wir zum Herstellen unserer Produkte benötigen.



Produktion



Rohmateriallager



Lagerhalle



Die Einsatzmöglichkeiten und Vorteile von Wandschalungselementen sind in anderen Ländern noch populärer und bekannter als bei uns in Deutschland. In Kanada oder Amerika besagen Statistiken einen Marktanteil der ICF's (Insulated Concrete Forms) von mehr als 5 Prozent. Auch in Ländern, in denen sehr große Hitze herrscht sind die Vorteile der wärmedämmenden Bauweise sehr gefragt - spart es dort doch wesentliche Klimatisierungskosten.

Sicher waren wir eine der ersten Firmen, die einen Schalungsstein entwickelt, produziert und in Häuser verbaut haben. Inzwischen konnten wir unser 'Know How' in verschiedene Länder dieser Welt exportieren. Heute wiederum hält uns der Interessensaustausch mit unseren ausländischen Partnern auf dem neusten Stand - so stammt unser ReForm System als Beispiel aus der Feder unseres australischen Partners.



Besuch bei ZEQO Australien



Vorführmeister Franz in Dubai



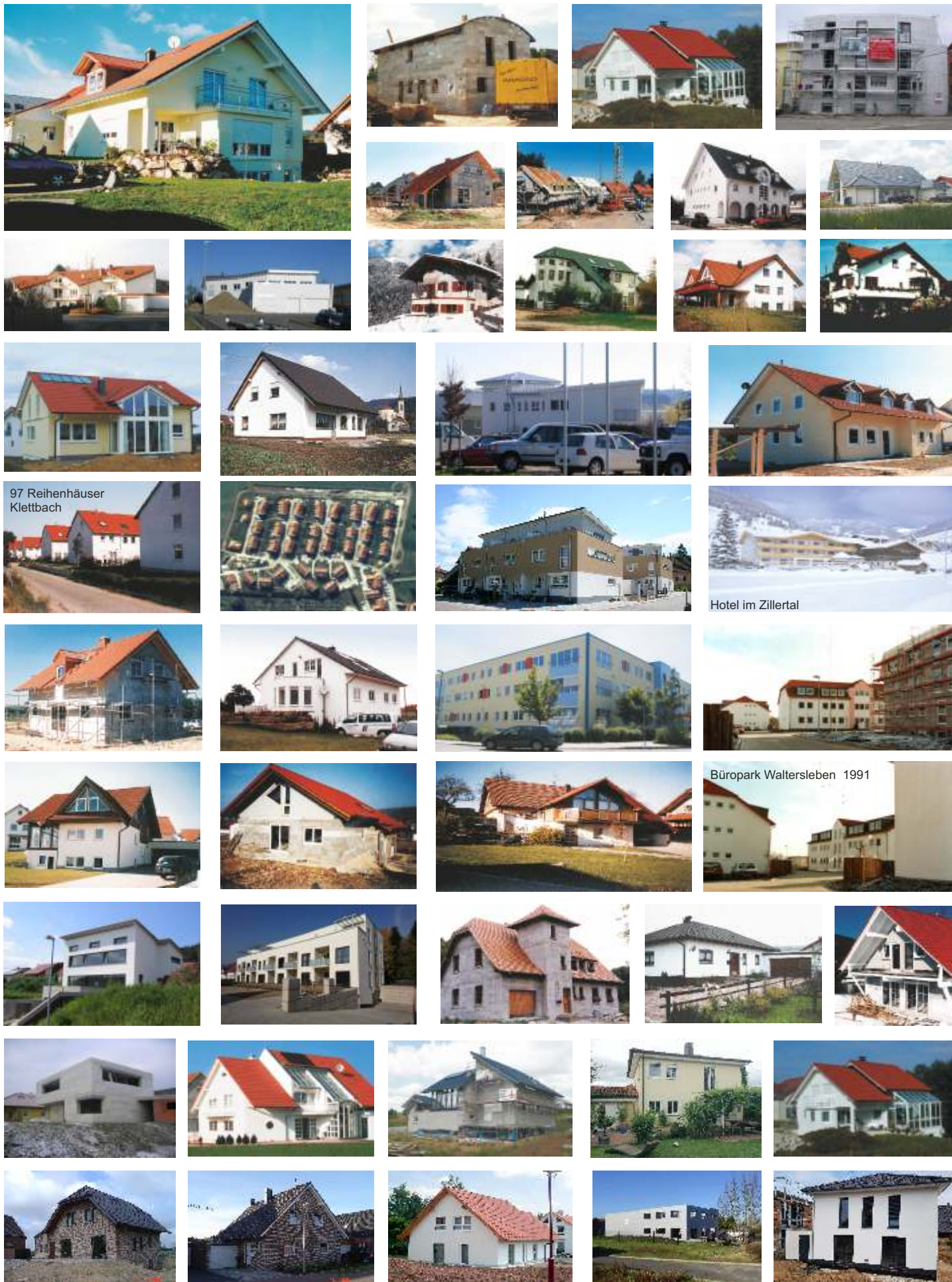
Produktion in Bahrain



Produktion in Dänemark



MAGU Team - Hüfingen





Ärztehaus Wiesbaden



Büropark Erbenheim



Pflegeheim Sonnenberg



Einkaufszentrum Arnstadt



Studierenden Heim Mainz mit
470 Wohnungen



Pflegeheim Harxheim

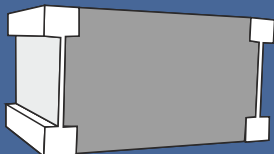


Altersgerechtes Wohnen



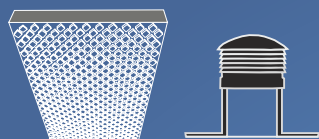
Ärztehaus Nordenstadt





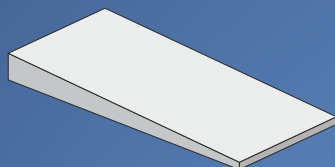
MAGU® Steico für Flach- und Steildach

Steico Holzstegträger mit passgenauem Neopor Füllkörper, leichte, statisch belastbare Konstruktion - u-Wert bis 0,1 W/m²K.



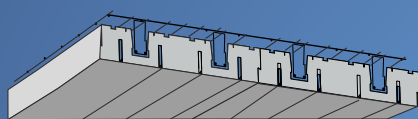
MAGU® SecuThem®

Patentiertes Dämmsystem für Flachdächer mit hydroaktiven Diffusionskanälen. Trocknet selbst völlig durchnässte Flachdächer zuverlässig und garantiert.



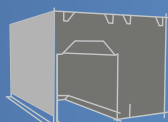
MAGU® Flachdach - Wärmedämmung

Dämmplatten nach Maß, glatt oder als Gefälledämmung, Großformat bis 3 m x 1,25 m; druckfest bis 300 kPa, schwer entflammbar und hoch wärmedämmend bis WLG 031.



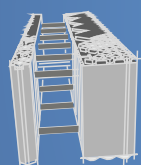
MAGU® Wärmedämm-Decke

Leicht zu Verlegen - Baustahlmatten - Betonieren - fertig ist die wärmedämmte Kellerdecke oder die Flachdachkonstruktion. Einbauleuchten-Elektroleitungen lassen sich leicht installieren.



MAGU® Rollladen- und Jalousiekasten

Perfekt in Wärmedämmung und Funktionalität. Seit mehr als 50 Jahren unsere Spezialität und für alle Bereiche geeignet: Passivhaus, im WDVS System, Innen- oder Außenrevision, usw.



MAGU® Wandsystem und Betonschalung

Wärmedämmung und tragende Wand in einem Arbeitsgang - hohe Verarbeitungssicherheit und Standfestigkeit durch die homogene Dämm- und Betonschicht. Wärmebrückenfrei und luftdicht!



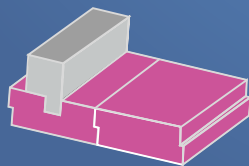
MAGU® Rund- Eckelemente

Ob Rund- Erker- oder Ecklösung - maßgefertigte Schalungselemente für jeden Einsatzzweck - runde Treppenhäuser und runde Häuser sind so leicht und gedämmt zu erstellen.



MAGU® IN Innenwand - System

Die schnellste Innenwand der Welt. Patentiert, schnell erstellt und die Hängeküche und das Waschbecken halten auch noch bombenfest in unserer MAGU IN.



MAGU® Atlas Bodenplatten-Wannensystem

Lastabtragendes XPS Bodenplattensystem mit integrierter Aufkantung als Betonschalung und Wärmedämmung. Wird direkt auf kapillarbrechende Schicht verlegt, armiert und betoniert.

www.magu.de

Im Dreiangel 2 - D-78183 Hüfingen

Tel. +49-(0)771 - 9225-0

www.magu.de - info@magu.de

Copyright und verantwortlich für Texte und Darstellungen MAGU Bausysteme GmbH. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung. Texte und Darstellungen wurden nach bestem Wissen erstellt, sind jedoch ohne Rechtsverbindlichkeit. MAGU ist eingetragenes Warenzeichen.

MAGU®
BAUSYSTEME