

Über die 25 Anforderungen einer Aussenwand (Fassade)



Ein Planer, sei er Architekt oder Ingenieur, sollte (muss) wissen, wenn er einen Strich mit dem Bleistift oder dem Computer zeichnet, aus welchem Material der Strich ist, welche Farbe und Struktur er hat, welche Ästhetik er generiert und was der Strich kostet. Fügt der Planer einen weiteren Strich parallel zum ersten ein, wird bereits von einer Wand im Grundriss gesprochen.

Nun sollte (muss) ein Planer, sei er Architekt oder Ingenieur daran denken, dass diese 2 Striche schon eine Aussenwand beschreiben und dabei bereits 25 Anforderungen generieren, welche zu beachten sind! Der Vollständigkeit halber werden nun diese 25 Anforderungen beschrieben und deren Zweck und Eigenschaften erläutert.

01. Die **Ästhetik** ist seit dem Beginn der „**Moderne**“ im Jahr 1925 das Wichtigste was es für einen Architekten gibt auf der Welt. Alle andern 24 Anforderungen sind für den Architekten untergeordnete Nebensächlichkeiten, die ohne Bedeutung sind. Für heutige Architekten zählt nur das Eine: „**Das Design**“!

Diese Architekten werden wohl jetzt auch nicht mehr weiterlesen.

02. Die **Statik** des Bauingenieurs ist für die Fassade eines Architekten-Entwurfs ein angeblich notwendiges Übel, die nichts kosten darf. Der Architekt benutzt den eigentlich wichtigen Ingenieur seit Beginn der „**Moderne**“ wie eine Hure, nämlich nur dann, wenn er ihn nötig hat.

03. Die **Festigkeit** beschreibt mit ihrer Lehre, die Verformungen infolge Last- oder Temperaturwechseln einer Wand. Missachtungen der Festigkeitslehre und der damit verbundenen Nichtbeachtung der Thermodynamik sind Ursache der meisten Bauschäden.

04. Die **Erdbebensicherheit** ist Sache des Bauingenieurs im Bereich der Statik. Sie wird gewährleistet indem Gummipuffer (teuer) die Horizontalbeschleunigung aufnehmen und/oder im Gebäudekern sowie in den Fassaden entsprechende Aussteifungen erstellt werden.

05. Die **Sturmsicherheit** einer Fassade ist für einen Architekten nicht wichtig. Man sieht das vor allen Dingen bei Sturmschäden in den USA, wo eine Klimaanlage wichtiger ist, als eine gut funktionierende Wand, die nicht beim

ersten Windstoss einbricht.

06. Die **Ökonomie** bzw. der **Preis** einer Wand spielt für den Architekten eine untergeordnete Rolle. Würde der Architekt die Ökonomie beachten, hätte er unweigerlich eine Honorareinbusse zu verzeichnen. Und wer will schon weniger verdienen in dieser garstigen Zeit?

07. Die **Erstellungszeit** einer Wand muss kurz sein, weshalb herkömmliche Bautechniken nicht mehr verwendet werden können. Welcher Architekt sieht denn ein, dass ein Drei-Schicht-Aussenverputz drei Monate für den Erhärtungsprozess benötigt? Billige Schmiere wird mit billigen Hilfskräften des Generalunternehmers appliziert. Das ist für heutige Architekten zeitgemäss und profitabel

08. Die **Wetterfestigkeit** einer Fassade wird von heutigen Architekten vernachlässigt, denn die Wand muss so schnell wie möglich wieder kaputt gehen, damit wieder eine neue Wand für ein neues Haus erstellt und neues Architektenhonorar bezogen werden kann.

09. Die **Dauerhaftigkeit** einer Wand ist die Schwester der Wetterfestigkeit. Kein Architekt ist daran interessiert, dass eine Wand drei bis vier Generationen hält. Im alten Rom wurde laut VITRUV eine intakte Wand auch noch nach 80 Jahren als neu eingestuft. Aus diesem Grund sollte eine Aussenwand auch heute noch eine Dauerhaftigkeit von DREI Generationen aufweisen.

10. Die **Wanddicke** sorgt dafür, dass der Wärmefluss gegen aussen nicht linear sondern exponentiell abfließt. Je dicker die Wand, desto grösser ist die Verweilzeit von solar eingestrahelter Energie und desto weniger Heiz-Energie muss dem Gebäudeinnern zugeführt werden.

11. Die **Wärmespeicherfähigkeit** ist der Bruder der Wanddicke, weil er hilft, das Beharrungsvermögen der Wärme in der Wand zu vergrössern. Wie bei der rotierenden Erdkugel, sorgt die Wärmespeicherfähigkeit für einen thermischen Ausgleich in einer Aussenwand. Mit Flächengewichten von 700 kg bis 1000 kg pro Quadratmeter werden die besten Energie-Speicherwerte erzielt!

12. Die **Wärmedämmfähigkeit**, genannt **U-Wert**, ist ein Materialwert der beschreibt, wie gross der Wärmefluss in einer Wand von innen nach aussen ist. Fälschlicherweise wird der U-Wert als gesetzlicher Wert zur Energieeinsparung verwendet (EnEV / SIA 380/1). Weil Aussen- oder Zwischendämmungen die solare Energieeinstrahlung unterbinden, sind Kunstharz-Schäume und Faserdämmungen für Wärmedämmungen ungeeignet. Die Architekten und Ingenieure haben es sträflich unterlassen, die Energie-Effizienz der U-Wert-Theorie zu überprüfen.

Die U-Wert-Theorie ist bis heute wissenschaftlich, experimentell nicht

validiert!

13. Die Wärmeeindringgeschwindigkeit einer Wand ist materialabhängig. Mit ihr wird die solare Energieaufnahme berechnet. Frage nie einen Architekten, wie man diese thermische Wirkung berechnet, denn er weiss es nicht!

14. Die Strahlungsaufnahmefähigkeit einer Wand wird im Wesentlichen durch die Farbe bestimmt. Weisse Wände haben eine hohe Strahlungs-Reflektion und nehmen deshalb wenig solare Energie auf. Die Unsitte, weisse Gebäude zu erstellen, ist eine Modeerscheinung der inkompetenten Architekten, die keine Heizenergie einspart. Da Architektur-Modelle in weiss darzustellen sind, glaubt der Architekt, dass weisse Gebäude in der Realität die gleiche Wirkung erzielen würden. Weisse Gebäude sind ebenfalls ein Relikt der „Moderne“!

15. Die Wärmebrücken bei Fassaden gelten als hohe Energie-Verschleuderer. Niemand bedenkt, dass die Abwicklungen von Wärmebrücken auch erhöhte Einstrahlungs-Flächen bilden. Bis heute gibt es keine realen, experimentellen Untersuchungen von Wärmebrücken. Wärme fließt nur von Warm nach Kalt, die von aussen einwirkende solare Strahlung bleibt unberücksichtigt. Würde man den Energieverbrauch der Wärmebrücken bei einem im „Jugendstil“ erstellten Haus berechnen, so ergeben sich Verbrauchswerte jenseits aller Vorstellungen. Dennoch ist der Energieverbrauch dieser Bauten geringer als bei hochgedämmten Gebäuden in aktueller Bauart.

16. Die Sorptionsfähigkeit ist eine Wandeigenschaft, welche durch die Kapillarität der verwendeten Materialien bestimmt ist. Die Sorptionskette von innen nach aussen:

Papiertapete-Gipsverputz-Ziegel-Aussenputz mit Kalk, ist bis heute optimal. Gebäude mit dieser Sorptionskette benötigen zur Entfeuchtung keine Komfort-Lüftung. Da Faserdämmstoffe keine Kapillaren aufweisen, können sie auch kein Wasser von innen nach aussen transportieren, weshalb sie als Dämmstoff ebenfalls ungeeignet sind.

17. Die Oberflächenstruktur einer Fassade mit Lisenen, Gewänden, Stürzen, Vor- und Rücksprünge, bestimmt, ob eine flache Wand infolge laminarer Luftströmung schnell auskühlt oder ob die Auskühlung bei einer strukturierten Wand mit turbulenter Luftströmung vermindert geschieht. Auch grobkörnige Putze wie z.B. ein Kellenwurf kann den Strahlungsgewinn infolge der vergrösserten Fassadenoberfläche verbessern.

18. Die Schalldämmfähigkeit einer

Wand steigt exponentiell mit der Wanddicke und dem spezifischen Gewicht des Wandmaterials. Es gelten die gleichen Erkenntnisse wie bei der Wärmespeicherfähigkeit (siehe Punkt 11). Plant ein heutiger Architekt eine Wand mit Polystyrol-Aussendämmung hat er zu wissen, dass Resonanzen und Nebenweg-Übertragungen des Schalls den Wohn-Komfort in einem Gebäude drastisch beeinträchtigen können.

19. Die Gesundheitsverträglichkeit einer Wand ist für den Menschen ein hohes Gut. Gips auf der Wand-Innenseite ist hygroskopisch und entfeuchtet den Raum optimal, wobei ein konventioneller 3-Schicht-Kalkverputz auf der Aussenseite für die aus dem Gebäudeinnern transportierte Entfeuchtung mit hoher Desorption sorgt, gleichzeitig Ungeziefer fernhält und den Algenbewuchs verhindert. Fassadenanstriche mit organischen

Bindemitteln aus Kunstharzen vermindern krass die Gesundheitsverträglichkeit von Fassaden. Architekten sollten wieder lernen, wie anorganische Farben angewendet werden können.

20. Die Diffusionsfähigkeit ist die Mutter der Sorptionsfähigkeit. Poren und Kapillaren sind für das Entfeuchtungssystem einer Wand zuständig. Drei Wasser-Moleküle bilden in einer Pore einen Tropfen Wasser, der mit dem raumseitigen Partialdruck über die Kapillaren an die trockene Aussenluft transportiert wird. Wie bei der Gesundheitsverträglichkeit behindern organische Farbanstriche die Diffusionseigenschaften einer Fassade.

21. Die Feuersicherheit einer Wand wird durch das Verwenden nichtbrennbarer Baustoffe gesichert. Brennbare Dämmstoffe wie Holz, Kunststoff, Kunststoffschäume aus

Polystyrol, Polyurethan, Phenolharz, Harnstoff etc. und auch mit Phenolharz gebundenen Mineralfasern sind zu vermeiden bzw. zu verbieten.

22. Die Entsorgungsfähigkeit einer Wand sollte von Beginn an einer Planung beachtet werden. Jedes Gebäude wird irgendeinmal abgebrochen und sollte dann keine giftigen Stoffe in die Umwelt freisetzen. Der Architekt sollte schon bei der Planung an das Recycling seiner „freigesetzten“ Stoffe denken um die Ressourcen – z.B. Betonkies – zu schonen. Im Energiebereich einer Wand ist die Entsorgung von Ziegel problemlos, wogegen Kunststoffschäume wie Polystyrol sehr problematisch sind, weil diese verbrannt werden müssen.

23. Die Nachhaltigkeit – Ökologie – ist ein viel gehandelter Begriff, welcher für eine Wand beschreibt, dass eine gute Investition länger halten soll als Ramsch. Deshalb ist ein

Architekt dafür verantwortlich, dass die Dauerhaftigkeit der von ihm geplanten Bauteile gesichert ist. Die in Mode gekommenen Wände aus „isoliertem Pappendeckel“, hochgedämmte Ständerkonstruktionen, „Glasschwartenbauten“ etc. sind deshalb nicht nachhaltig.

24. Die Gesamtenergiebilanz einer Wand wird durch die Energie-Verbrauchs-Leistung (EVL) in Watt pro Kubikmeter Gebäude und der gemessenen Temperaturdifferenz in W/m^3K beschrieben. Allerdings wird es noch gefühlte 100 Jahre dauern, bis die angebliche Wissenschaft der Bauphysik diesen Wert verinnerlicht hat, obwohl dieser Norm-Wert bereits vor 90 Jahren in ganz Europa als „Kennziffer“ zu Vergleichszwecken bekannt war.

25. Der Energieverbrauch einer Wand wird durch die 8 energierelevanten, vorgenannten Faktoren bestimmt (siehe Punkt 10 bis 17), welche nachfolgend

mathematisch und physikalisch
präzisiert werden:

10. Die Wanddicke führt über die
Zeitkonstante $\times 0,5 \text{ Log. } n$ zur
Halbwertszeit. Die Halbwertszeit ist
ein qualitativer Wert. Sie gibt an, in
welcher Zeit der Wärmeinhalt einer
Wand bei „freier“ Auskühlung abnimmt.
Weil die Wanddicke im Quadrat über der
Temperaturleitzahl in die Formel
eingeht, bildet sie eine der
wichtigsten Energiefaktoren einer
Aussenwand!

(Dr. habil. Georg Hofbauer,
Gesundheitsingenieur, 29. März 1941)

Wanddicke

d cm

Wärmeleitung

W/mK

λ

Raumgewicht

kg/m³

ζ

Wärmespeicherzahl c
Wh/kgK

Konstante für Halbwertszeit „k“ bei
 0°C $k = 0,5 \times \text{Log. } n =$
0.347

Die Temperaturleitzahl a
 $= \lambda / \zeta \times c$ m^2 / h

Die Zeitkonstante $t = d^2 /$
 a h

Die Halbwertszeit $t' = k$
 $\times d^2 / a$ h

Beispiel:

Zwei Wände mit gleichem Flächengewicht
und gleichem U-Wert:

$a = \lambda / \zeta \times c = 0,1 \text{ W/mK} / 0,03$
 $\text{Wh/kgK} \times 1500 \text{ kg/m}^3 = 0,002 \text{ m}^2/\text{h}$

(Diese Konstruktionen könnte man sogar
„hinbasteln“)

Wand W1:

cm

0,0625 m²

d = 25

d² =

Zeitkonstante W1:

0,0625 m² / 0,002 m²/h

31.25 h

t =

=

Halbwertszeit W1:

x 31.25 h

t' = 0,347

= 10,8 h

Wand W2:

50 cm

d =

d² = 0.25 m²

Zeitkonstante W2:

m² / 0,002 m²/h

h

t = 0,25

= 125.00

Halbwertszeit W2:

x 125 h

h

t' = 0,347

= 43.4

**Fazit: Bei
doppelter Wanddicke
ist die
Halbwertszeit 4 mal
höher!!!**

**11. Die
Wärmespeicherfähigkeit
ist anhand von
Energie-Verbrauchs-
Analysen (EVA)
dahingehend
beobachtbar, dass**

**ein Flächengewicht
von 700 kg/m² (39
cm Vollziegel
verputzt) bis
1'000 kg/m² (54 cm
Vollziegel
verputzt)
energetisch von
Vorteil ist.**

**Gebäude mit
derartigen Wänden
weisen einen Netto-**

**Energieverbrauch
von $Q_h = 20 \text{ kWh/m}^3\text{a}$
auf (siehe
Gesundheits-
Ingenieur 1925 bis
1927).**

**12. Die
Wärmedämmfähigkeit
wird durch den U-
Wert (alt k-Wert)
beschrieben und
bildet bei nicht**

**solar bestrahlten
Bauteilen wie:
Kellerdecke,
Dachdecke und
Rohrdämmungen etc.
zweifelsfrei die
relevante
Energiespargrösse,
wobei in zweiter
Linie wiederum die
Materialdicke und
anschliessend die**

Wärmespeicherfähigkeit zum Tragen kommt. Bei Aussenwänden aber, fehlt jedoch bis heute jegliche Kausalität in Bezug zum messbaren Energieverbrauch.

Das stellte auch ETH-Professor Max Hottinger in den

**1940-er Jahren
fest.**

**Die nach ihm
benannte Hottinger-
Formel lautete für
die Bestimmung der
Heizleistung:**

**Q = Wirkungsgrad
der Heizung x
Fläche x
Temperaturdifferenz**

**x U-Wert x
Gleichzeitigkeitsfa
ktor plus
zusätzlich noch ein
paar weitere,
unwichtige
Faktoren.**

**Der
Gleichzeitigkeitsfa
ktor betrug für
Bauten mit
Wandstärken aus**

**Vollziegeln von 39
bis 52 cm + Verputz
= 0,5!**

$$Q = \mu \times F \times \delta$$
$$T \times k \times 0,5 =$$
$$0,45 \times m^2 \times ^\circ K$$
$$\times W/m^2K \times 0,5$$

**Das Einfügen des
empirisch
bestimmten
Gleichzeitigkeitsfa**

**ktors war
erforderlich, weil
die Heizleistungs-
Berechnungen mit
der Wirklichkeit
nicht
übereinstimmen**

**13. Die
Wärmeeindring-
Geschwindigkeit
leitet sich von der
„Eindringzahl“ b ,**

**in Wattstunden pro
Quadratmeter mal
°Celsius mal Wurzel
aus der Zeit ab.
Normale Baustoffe
haben b-Werte von
190 bis 550 Wh/m²
K √ s**

**Generell hängt die
Wärmeeindring-
Geschwindigkeit vom
Flächengewicht, der**

**Wanddicke und der
Aussenstruktur des
Wandbaustoffes ab.
Hat die Wand
infolge zu hoher
Porosität, einem
allzu geringen
Flächengewicht oder
bei zu weit
auseinanderliegende
n Verbund-Stegen
mit geringer Dicke**

**(Schlitzlochsteine)
einen zu grossen
Wärmeeindring-
Widerstand, so
lässt sich die
eingestrahlte
Sonnenenergie nur
in geringem Umfang
nutzen. Es herrscht
eine
Wärmedepression!
Erstmal wurden**

**diese Zusammenhänge
im Februar 1982 bei
Messungen am Justus
Knecht Gymnasium in
Bruchsal
beobachtet. Die
Ergebnisse wurden
in der Folge als
„Bruchsaler-
Messung“ publiziert
und
baugeschichtlich**

**festgehalten.
Grundlagenforschung
en dazu bestehen
jedoch nicht.**

**14. Die
Strahlungsaufnahmef
ähigkeit / Farbe
und die
erforderlichen
Strahlungsabsorptio
nsmessungen sind
zur Zeit nur für**

**den sichtbaren Teil
des Lichts
erhältlich. Wie die
Infrarotstrahlung
in einem Bauteil
ankommt und wie sie
ausgenützt werden
kann, weiss
niemand. Es ist
anzunehmen, dass in
der gemessenen
Globalstrahlung –**

**bestehend aus
direkter und
diffuser Strahlung
– das IR
möglicherweise
enthalten ist.**

**Es ist m.E. aber
unzulässig,
Strahlungsprozente
aus gemessenen
Anteilen des
sichtbaren Lichtes**

**mit der gemessenen
Globalstrahlung zu
multiplizieren und
so eine
Strahlungsabsorptio
nsmenge zu
bestimmen.**

Zusammenhänge:

**Verputze auf
Aussendämmungen
müssen – damit sie**

**nicht reissen –
einen hellen
Farbton aufweisen
und meistens
handelt es sich um
einen sogenannten
Kunststoffputz mit
einer:**

**Strahlungsabsorptio
nszahl von $\mu = 0.30$
bis $0,40$ und einer**

Reflektionszahl

von

**$\mu = 0,60$ bis
 $0,70$**

**Auf massiven Wänden
hingegen können
durchgefärbte
Kalkputze mit
dunkler Einfärbung
appliziert werden,
welche eine:**

Strahlungsabsorptionszahl von $\mu = 0.65$ bis $0,80$ bei einer

Reflektionszahl von

$\mu = 0,35$ bis $0,20$ aufweisen.

15. Generell gilt für Wärmebrücken die Argumentation von Punkt 16. „Die

**Oberflächenstruktur
.“ Im Wesentlichen
sind energetisch
negative
Wärmebrückenwirkung
en bei Aussenecken,
Wandanschlüssen zu
Fassaden, bei
Deckenauflagern und
auskragenden
Bauteilen zu
beachten. Das**

**trifft aber nur auf
aussengedämmte
Konstruktionen mit
geringer
Innenwandstärke und
mit niedrigem
Flächengewicht zu.
Meistens kommt es
bei diesen
Schwachstellen zu
Kondensat-Ausfall
mit Schimmelpilz.**

Vermutlich spielt auch hier die Wanddicke gemäss Punkt 9. „Die Wanddicke“ die entscheidende Rolle.

Unterschreitet die Wanddicke eine bestimmte Grösse, wird die exponentielle

**Auskühlung
beschleunigt.**

**Bei dicken massiven
Wänden von 40 bis
50 cm sind diese
Nachteile nicht
beobachtbar. Würde
man aber bei einem
Jugendstil-Haus die
Entwärmung nach der
aktuellen
Wärmebrückentheorie**

**berechnen, so würde
alleine aus
Lisenen, Gewänden
und Gesimsen ein
derart hoher
Energiebedarf
entstehen, dass mit
den Fenster-, Wand-
, Boden- und
Dachflächen ein um
das Vielfache
höherer**

**Energieverbrauch
entsteht, als er in
der Wirklichkeit
beobachtbar ist.
Offizielle, reale
Messungen bestehen
hierzu nicht.
Falsch verstandener
Reduktionismus
führt zum
„Schichtendenken“!
Die „Trag-, Dämm-**

**und Wetter-
Schichten“ sind
letztendlich wieder
ganzheitlich zu
betrachten.
Zweischalen-
Mauerwerke,
Fassaden mit
verputzter
Aussenwärmedämmung,
Betonfassaden mit
hinterlüfteter**

**Zwischendämmung,
Blech- und
Vorhangfassaden mit
Hinterlüftung und
Schaum- oder
Faserdämmung,
Holzrahmen-Bauweise
mit integrierter
Faserdämmung etc.
sind weder
nachhaltig noch
energieeffizient.**

**Vermutlich bildet
die einschalige
Wand – infolge der
besten
Temperaturverwaltun
g – die idealste
Wandkonstruktion!**

**16. Die
Sorptionsfähigkeit
der „offiziellen“
Bauphysik nimmt an,
dass im Winter die**

**Raumfeuchtigkeit im
innern der Wände
kondensiert
(Kondensationsperio
de) und das
Kondensat im
nächsten Sommer
wieder austrocknet
(Austrocknungsperio
de). Aus den
experimentellen
Untersuchungen von**

**ETH-Prof. und EMPA-
Chef Paul Haller
aus den Jahren 1953
bis 1958, geht aber
eindeutig hervor,
dass Aussenwände im
Sommer generell
nass sind und in
den Wintermonaten
austrocknen. Die
Angaben im derzeit
aktuellen**

**Berechnungsprogramm
WUFI, sind deshalb
falsch. Experimente
zu WUFI existieren
nicht!**

**Es kann auch aus
den Untersuchungen
der Eidgenössischen
Materialprüfungsans-
talt EMPA entnommen
werden, dass sich
die von**

**Aussenwänden
aufgenommene
Feuchtigkeit im
Herbst und Frühjahr
positiv auf den
Energiehaushalt
auswirkt, weil die
eingedrungene
Feuchtigkeit die
Wärmespeicherfähigk
eit im
Aussenbereich von**

Wänden erhöht und somit die solare Zustrahlung bereits auf niederstem Niveau energiewirksam wird.

Eine Aussenwand kann aussen kalt und feucht und bei normaler innerer Beheizung auf 20

°C, innen warm und trocken sein!

Hypothese: Die um die Feuchtigkeit erhöhte

Wärmespeicherfähigkeit übertrifft in ihrer Wirkung den negativen Aspekt des angeblich grösseren Wärmeverlustes der

**Wand infolge
besserer
Wärmeleitung.**

**Aus den
Experimenten von
Haller sind keine
quantitativen
Energieeinsparungen
errechenbar.**

**17. Je nach
Oberflächenstruktur**

**kann eine
Fassadenfläche mehr
oder weniger
Strahlung
aufnehmen. Lisenen,
Gewände und Gesimse
bilden zwar so
genannte
geometrische
Wärmebrücken. Sie
nehmen jedoch auch
auf allen Seiten**

**Strahlung auf.
Gleiches gilt für
Putze. Rohe Putze
weisen eine
grössere Oberfläche
als feine Putze auf
und können deshalb
mehr
Sonnenstrahlung
aufnehmen. Bis
heute gibt es nur
mathematisch**

**ermittelte
Wärmebrückenkataloge,
beruhend auf
stationären
Theorien von innen
nach aussen.
Experimentelle
Messungen und
instationäre
Wärmebrücken-
Theorien existieren
zur Zeit nicht.**

**Paul Bossert, ist
Dipl. Bauingenieur
FH, Architekt,
Bauphysiker,
Energie- und
Bauschadenexperte**