

pos architekten

Feuchte, Schall, Licht, Begrünung und Freiraum
im energieeffizienten Bauen

Forschungsergebnisse 2002-2005

Jänner 2006

Inhalt des Referates

- (1) Forschungsthemen von pos architekten in den letzten 5 Jahren
- (2) Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig
- (3) Raumakustik im Wohnbau / Schallschutz plus
- (4) Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern
- (5) Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung
- (6) Professionelle Bauwerksbegrünung
- (7) Effizienz durch Größe und Kompaktheit

Projektpartner und Konsulenten:

TU Graz, IWT Institut für Wärmetechnik, Prof. Dr. Wolfgang Streicher; TU Wien Institut für Baustofflehre Bauphysik und Brandschutz, Dipl. Ing. Dr. techn. Thomas Bednar; Universität für Bodenkultur, Wien, Dipl. Ing. Dr. Mustafa Demerci; Akademie der bildenden Künste, Ord. f. Konstruktion u. Technologie DI. Dr. Karlheinz Wagner; Universität Hannover ITG- Inst. f. Technik in Gartenbau und Landw. Prof. Dr. rer. hort. habil. Hans-Jürgen Tantau; arsenal research ,Österreichisches Forschungs- u. Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H., Dr. Brigitte Bach; IBO, Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie, Wien, DI Bernhard Lipp DI Thomas Zelger; ZAFH, Zentrum f. Angew. Forschung an Fachhochsch., Nachhaltige Energietechnik, Prof. Dr. Ursula Eicker; Confineon Innovation Management & Consulting GmbH; IB Hausladen GmbH, Haustechnik, Bauphysik, Energietechnik, Ing. M. Kirschner; TB Käferhaus GmbH Ingenieurbüro für intelligente Haustechnik Ing. Moser; Altherm Engineering GmbH, Ing. Michael Haugender; Oekoplan Energiedienstleistungen GmbH, Ing. Werner Schatz; TB-Holzinger Ingenieures.m.b.H., DI Christian Holzinger; Quiring consultants, Ingenieurb. u. Prüfanst. für Akustik und Bauphysik, Dipl. Ing. Dr. techn. Bernd Quiring; Lichtplanung DI Klaus Pokorny; Dipl. Ing. Michael Schultes; Garten&Landschaftsplanung Dipl. Ing. Christine Haas; IB Häring Radtke Partner, IB für biologische Gebäudeklimatisierung, Dipl. Biol. Manfred Radtke, Dipl. Ing. FH B. Häring ; Dipl. Ing. Helmut Lutz, Zivilingenieur für Bauwesen; Fa. Ökoluft Lüftungstechnik, Ing. Harald Peppert; Fa. Herret, Steuerungs- und Regelanlagen, Rudolf Herret; Fa. Natur und Lehm, Mag. Roland Meingast;

Fördergeber:

Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung Programm interreg IIIA
WWFF Call rationelle Energienutzung Vienna 2003
BMW A Technologietransferprogramm protec 2002+ protec-NET plus
BM: VIT Nachhaltig Wirtschaften Programmlinie Haus der Zukunft

1 Forschungsziele der letzten 5 Jahre



1 Forschungsziele der letzten 5 Jahre

Schiestlhaus: Passivhaus in klimatisch extremer Insellage

themenwohnen musik: Ökologische Luftfeuchteconditionierung für Menschen und Instrumente. Was ist raumakustischer Komfort im Wohnbau?
Bauakustische Vorsatzschale aus Lehm, Schilf, Schafwolle

sunny research: Energieeffizientes Bürogebäude mit vorwiegend erneuerbarer Energie
Gefaltete Solarfassade, Klima- und Raumkomfort, Pflanzenpufferräume

solar laundry: Solare Kühltechnologie im Gewerbebau

Evergreen: Energieeffiziente Gewächshäuser

altes Haus? altes Haus Barrierefreies Wohnen im Gründerzeitpassivhaus:
Gebäudeumstrukturierung, Neue Haut, Nutzung des Dache, Sanfte Sanierung des Kellers,
Anbau von Freiräumen, Implementierung einer Infrastrukturbox

Klimanet Netzwerk solare Klimatisierung: Gebäudeparameter für 100% solare Kühlung im
Bürobau in Mittel-, Ost- und Südeuropa

grünes Licht: Sanierung eines großvolumigen 70er Jahre Wohnbaues zum Passivhaus Spezifika
des Passivhauses Neue Belichtungsstandards im Wohnbau Optimierung der Tageslichtmenge je
Fenster Wohnungseigene Freiräume – Nutztiefe kontra Belichtung Feuchtefibel professionelle
Bauwerksbegrünung Sanierungskonzept Wohnhaus Penzing zum Passivhaus

2 Luftfeuchtigkeit

Fragestellung

welche relative Luftfeuchtigkeit ist für den Menschen empfehlenswert?
welche Maßnahmen müssen getroffen werden, um sie zu erreichen?

Antwort

Im Winter: Optimum 50-55% Komfortbereich 40-65%
Im Sommer: Optimum 40-45% Komfortbereich 40-65%

Vorraussetzungen

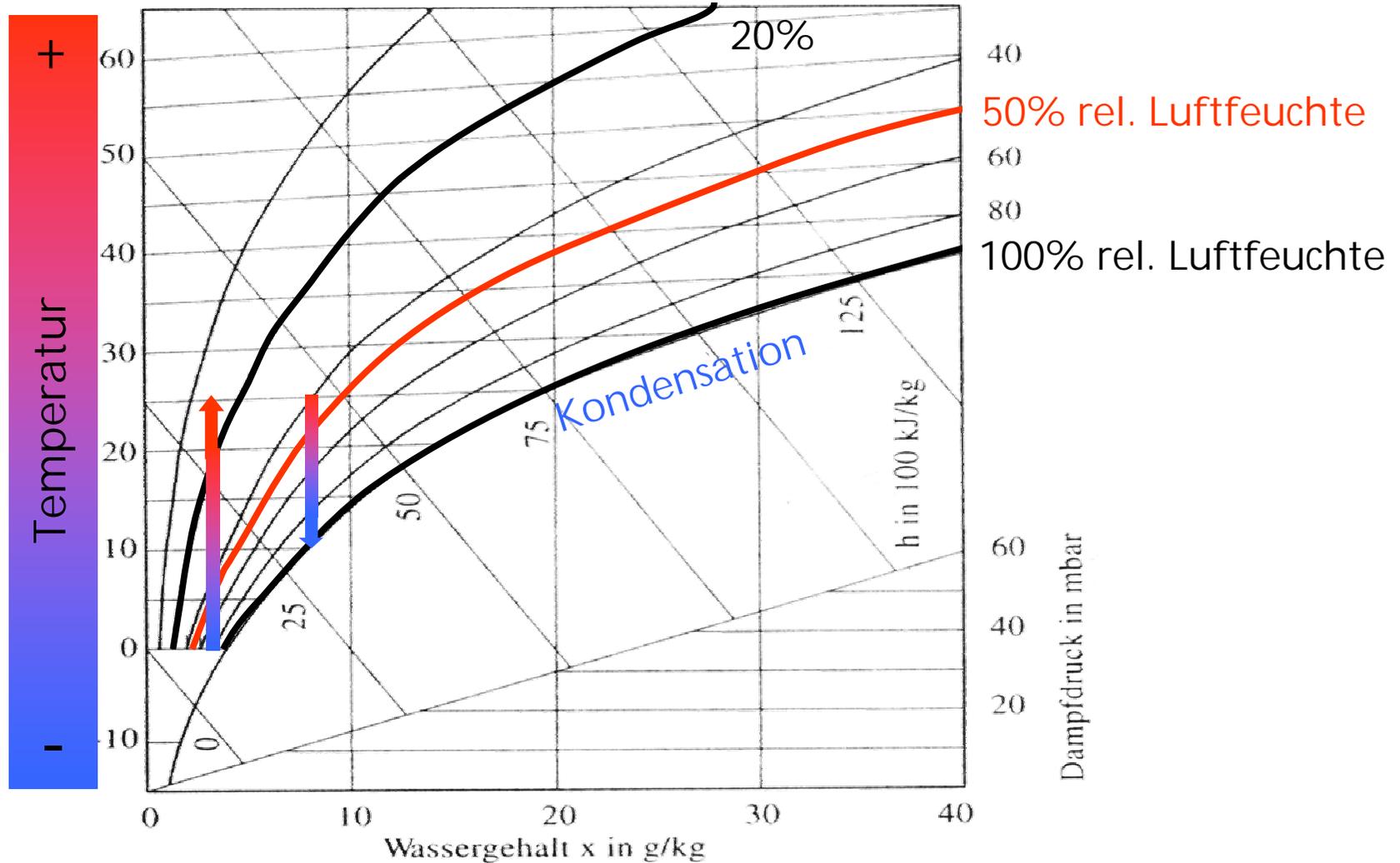
hoher Dämmstandard
keine Wärmebrücken
gut abgestimmtes Lüftungsvolumen (bevorzugt mechanisch)

Maßnahmen

im Wohnbau: WRG mit Feuchterückgewinnung
im Bürobau: zusätzliche Maßvolumen sind erforderlich, z.B. Pflanzen

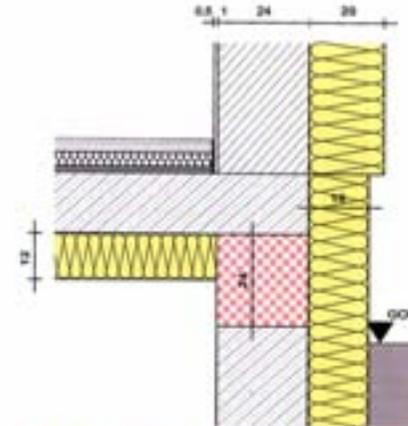
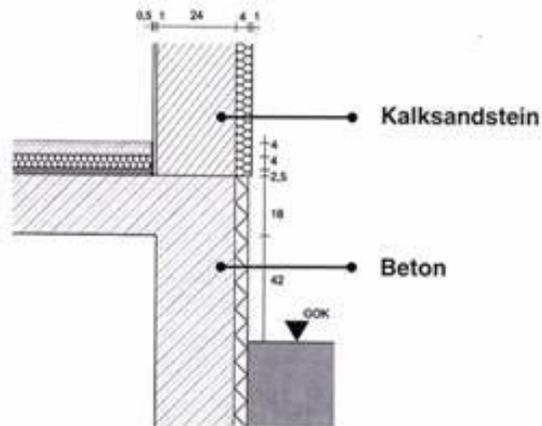
2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

Grundlegender physikalischer Zusammenhang zwischen relativer Luftfeuchte, Wassergehalt der Luft und Temperatur

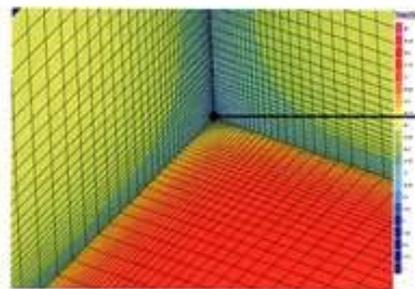


2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

Schimmel: kein Thema im Passivhaus



Echte Passivhaus-Lösung:
wärmebrückenfrei



Minimaltemperatur mit
Möblierung: 9,4°C



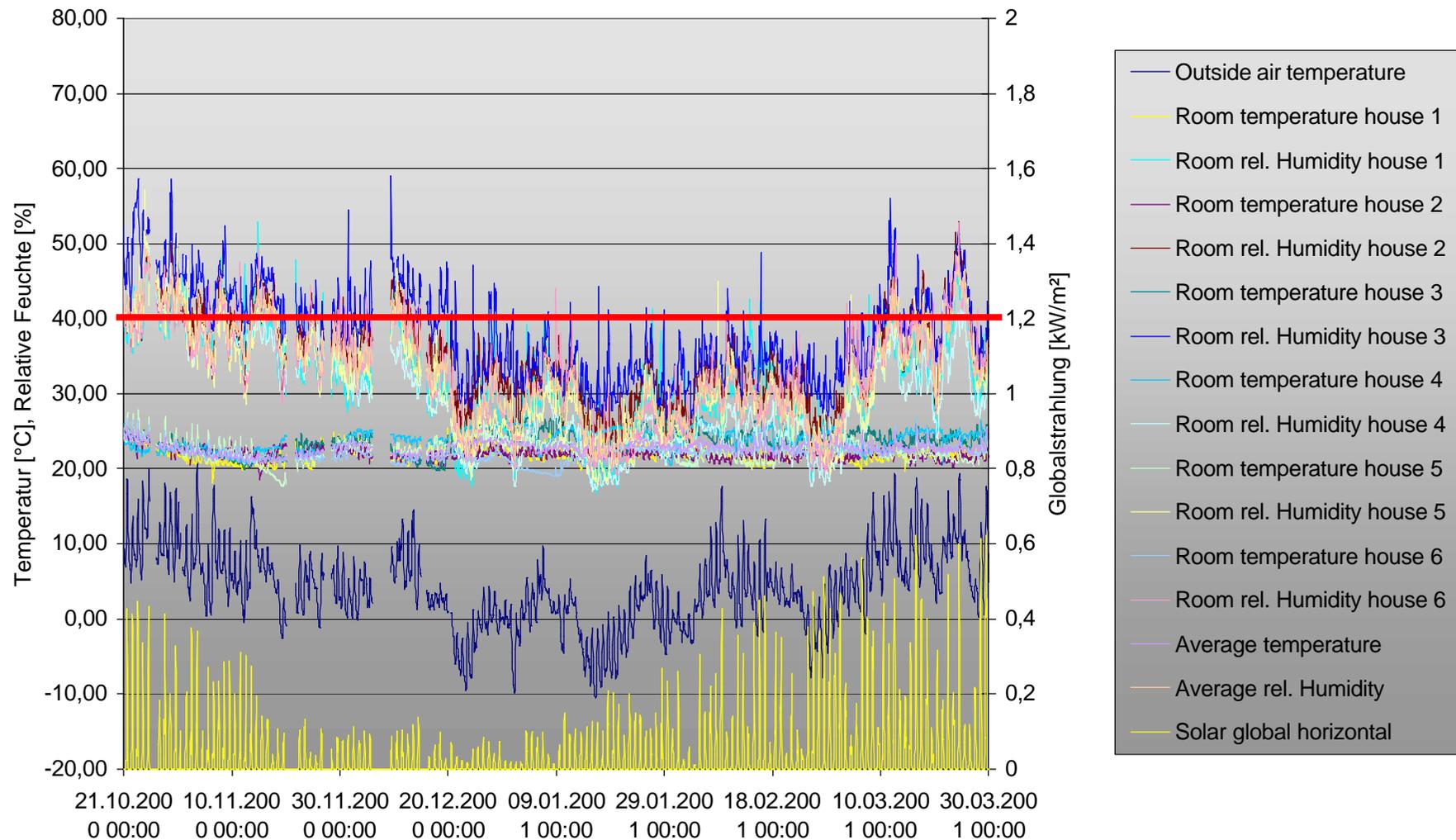
Minimaltemperatur
mit Möblierung:
14,4°C

(zum Vergleich: wird in der
Fläche erreicht bei
 $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

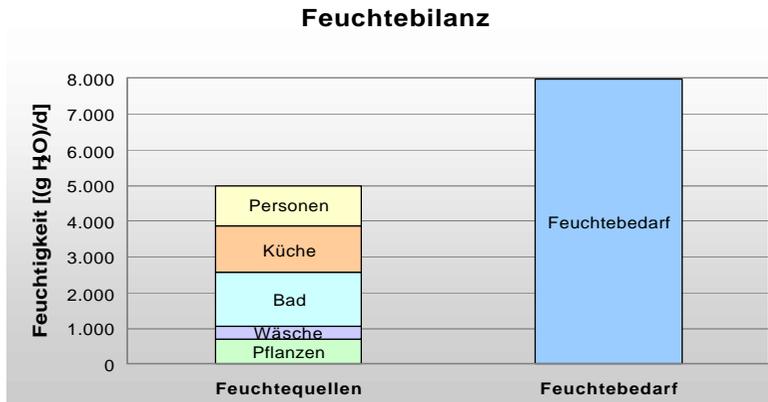
Messungen in den ersten Passivhäusern zeigten im Winter eher trockene Luft

Salzburg Gnigl, Messdaten Cepheus



2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

Belegungsdichte, Anwesenheit und innere Feuchtelasten haben großen Einfluss auf die Luftfeuchtigkeit

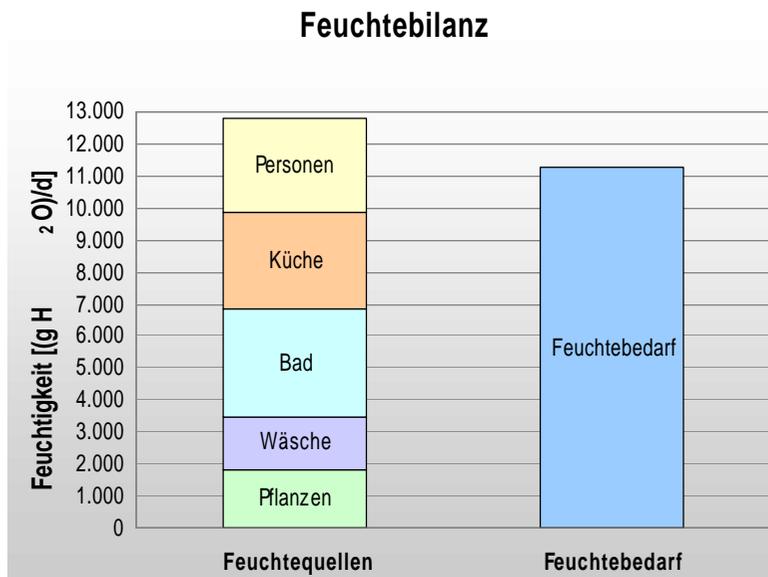


Personen	2.920 g/d
Küche	3.000 g/d
Bad	3.360 g/d
Wäsche	1.704 g/d
Pflanzen	1.800 g/d
Gesamt	12.784 g/d

2 Singles

LW=0,3/h

28 m³/h,pers.

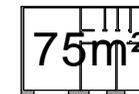


Personen	1.120 g/d
Küche	1.300 g/d
Bad	1.520 g/d
Wäsche	336 g/d
Pflanzen	720 g/d
Gesamt	4.996 g/d

2 Erw, 2 Kinder,
1 Arbeitsplatz

LW= 0,43/h

20 m³/h,pers.



2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

Wasserverdunstung erfordert Energie :

Größenordnung: 5 kWh/m², a

= bei Passivhausstandard 1/3 der Heizenergie

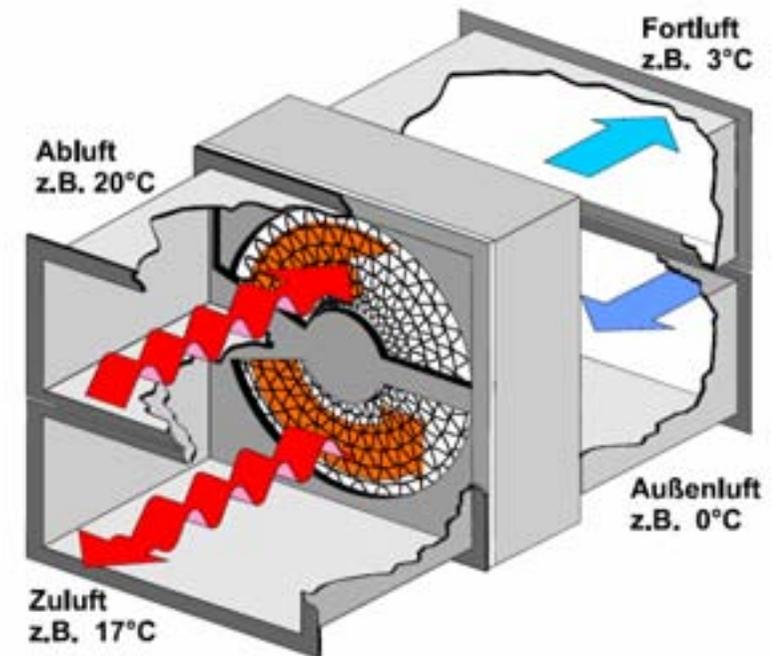
daher:

1. Wahl für Wohnungen:

Feuchtebewahrung und Rückgewinnung

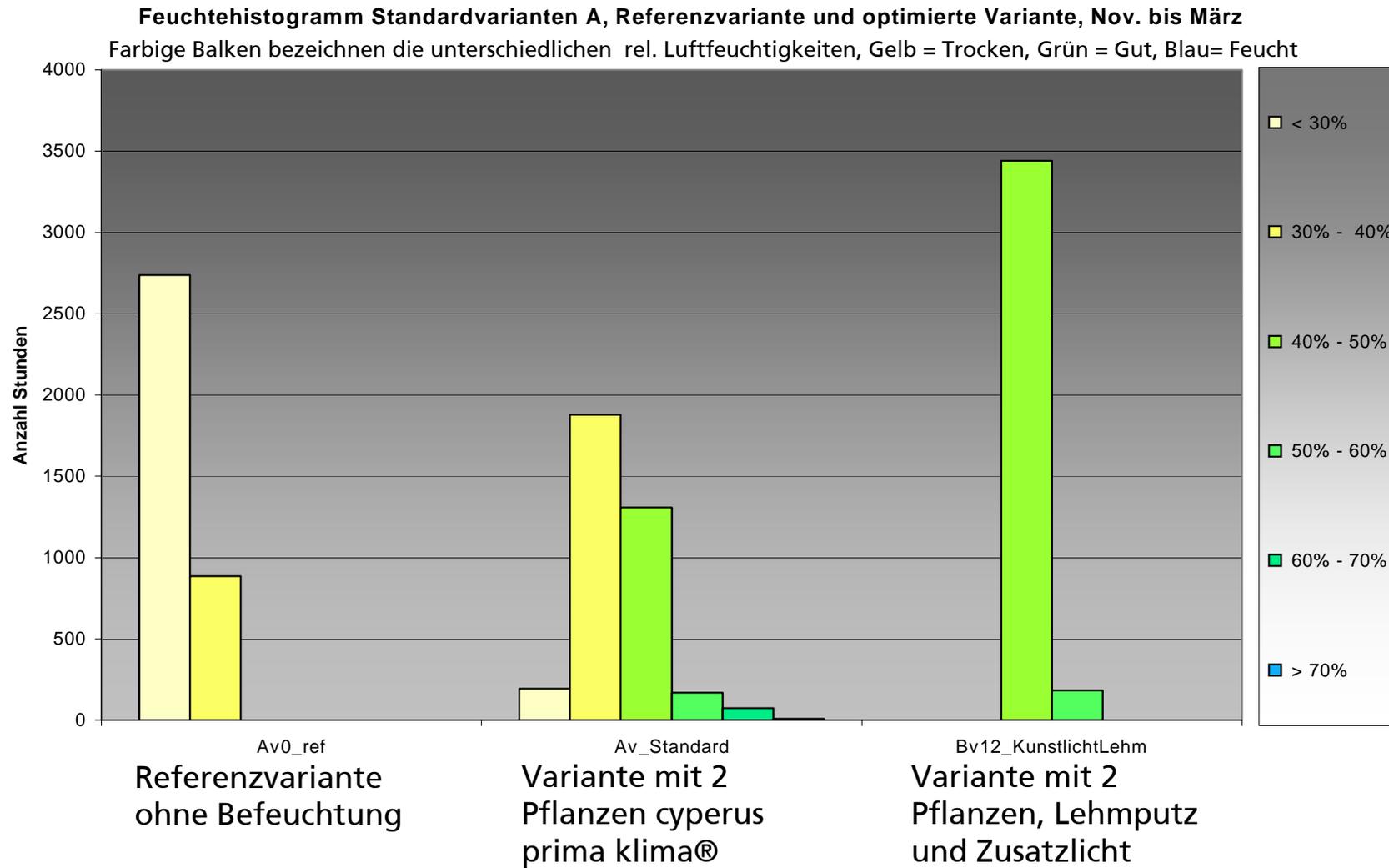
2. Wahl für Wohnungen:

Befeuchtung mit speziellen Pflanzen
in den Individualräumen



2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

Luftfeuchtigkeit in Individualräumen ohne und mit Befeuchtung durch Pflanzen



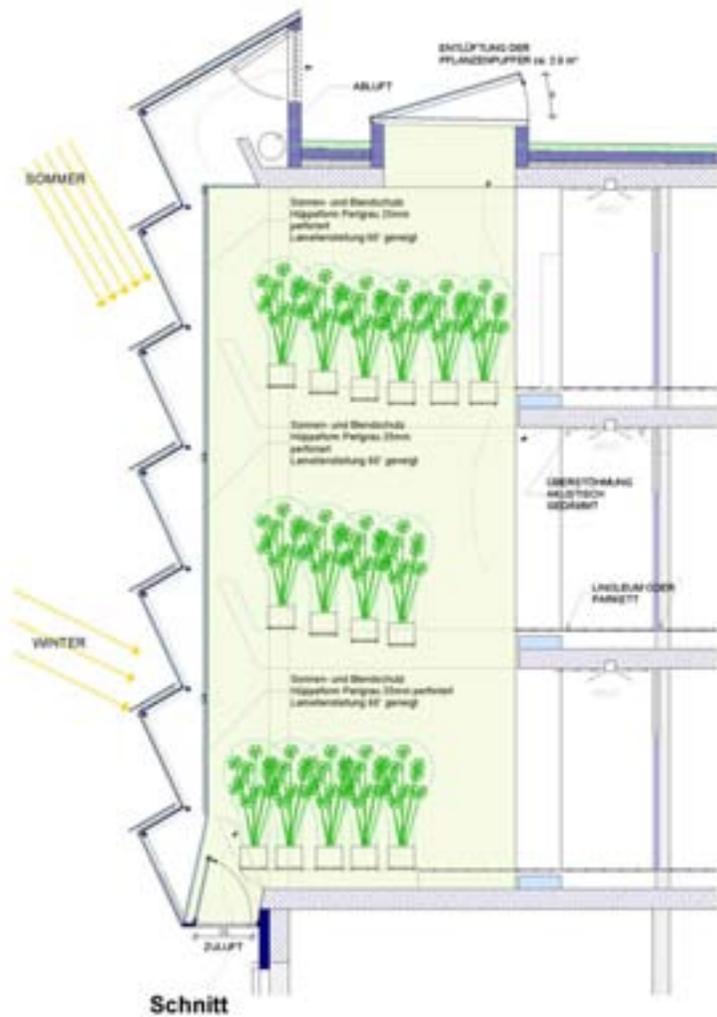
2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

Ökologische Luftfeuchtekkonditionierung
in Bürogebäuden
wie geht das?



2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

Luftfeuchtekkonditionierung mit Pflanzen

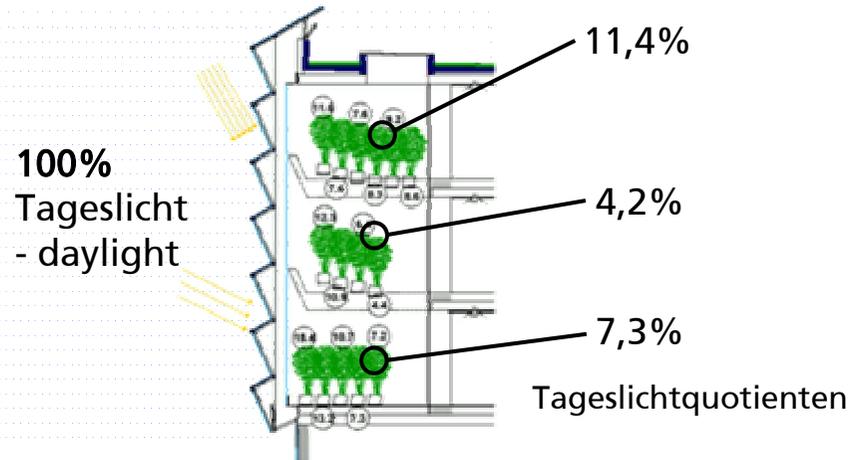


2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

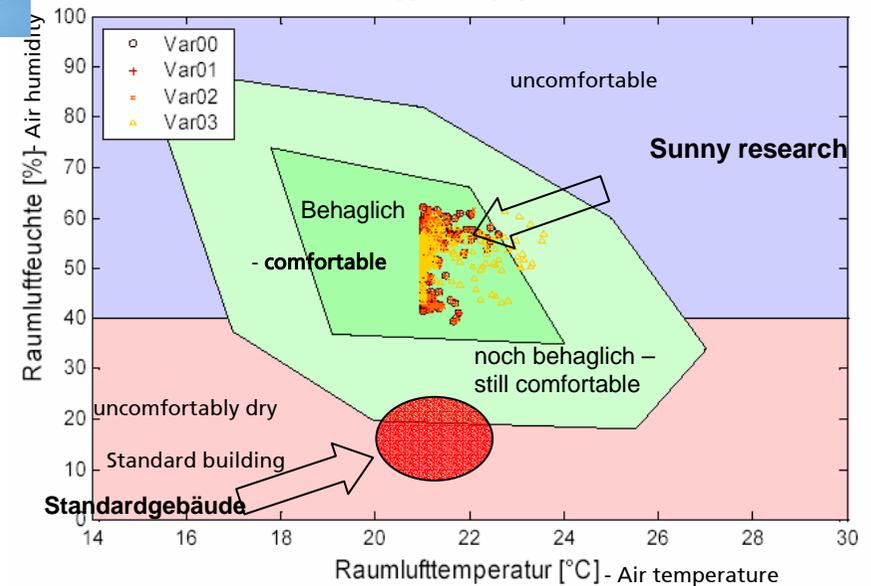
Luftfeuchteconditionierung mit Pflanzen

Im Vergleich mit konventioneller
Dampfbefeuchtung:

Energiebedarf 25%



Schnitt durch das Gebäude mit Pflanzenpufferraum und Angabe der Tageslichtmenge für unterschiedliche Pflanzenstandorte



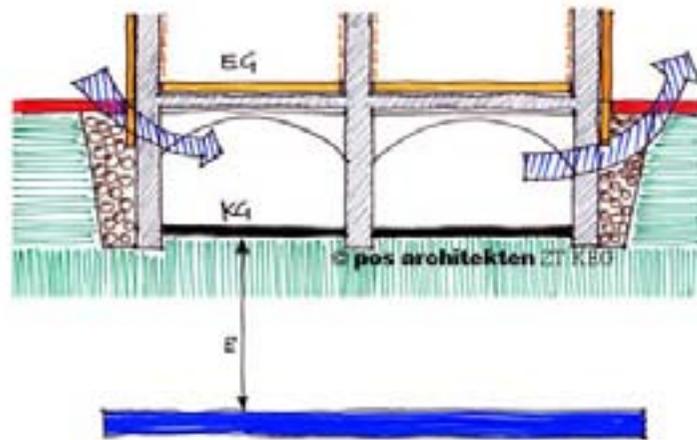
Behaglichkeit in Relation zu Feuchte und Temperatur

2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

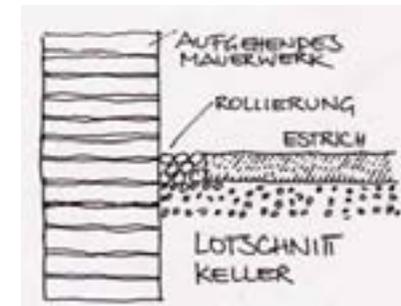
sanfte Sanierung - Keller
Einflussfaktoren auf die
Feuchtebelastung des Kellers

EINFLUSSFAKTOREN FEUCHTEBELASTUNG KELLER

- | | |
|---|--|
|  HÖHE DES GRUNDWASSERS |  ART DER WÄRMEDÄMMUNG |
|  BODENAUFBAU DARÜBER |  ART DES KELLERFÜHRBODENS |
|  BODENAUFBAU SEITLICH |  DURCHLÜFTUNG |
|  DRAINAGE JA/NEIN |  ART DES OBERFLÄCHENBELAGES |
|  ART DER OBERFLÄCHE | |



Maßnahmen:
Erfassen des Zustandes -
Rückbau von Fehlmaßnahmen
Herstellen einer guten Querlüftbarkeit
Putze abschlagen
Entkernen des Kellers
Abtrennung durch Gitterwände
Ableiten des Niederschlagswassers



2 Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuviel – zuwenig

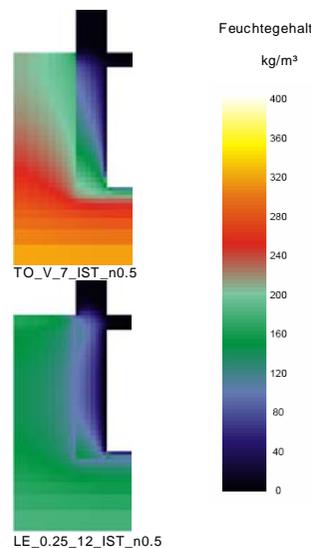
Einflüsse der thermischen Sanierung zum Passivhaus auf den Keller

Temperatur im Keller sinkt, rel. Luftfeuchtigkeit steigt dadurch

Dampfdiffusionswiderstand Perimeter und Decke kann höher werden

➔ Eine genaue Erfassung des Ist Zustandes ist erforderlich, Simulation kann Aufschluss geben.

Als Beispiele:
2 Fallbeispiele aus der Simulation
die nach
der Sanierung im EG
unkritisch bleiben



Durchfeuchtung der Kellerwand

Belastung durch Grundwasser

oberes Drittel: 80 kg/m³ 5 M-% 22 %-Durchfeuchtung

unteres Drittel: 200 kg/m³ 13 M-% 55 %-Durchfeuchtung

Belastung durch Regenwasser

oberes Drittel: 100 kg/m³ 7 M-% 27 %-Durchfeuchtung

unteres Drittel: 100 kg/m³ 7 M-% 27 %-Durchfeuchtung

Toniger Boden
Keine Regenbelastung
Grundwasser -7m
Luftwechsel 0,5

Lehmiger Boden
Regenbelastung 25%
Grundwasser -12m
Luftwechsel 0,5

3 Raumakustik im Wohnbau / Schallschutz plus

Untersuchungen zu Raumakustik und Schallschutz aus dem Projekt themenwohnen musik:

Derzeit gibt es keine raumakustischen Qualitätsanforderungen für den Wohnbau.

Die Fragestellung lautete:
Was ist akustischer Komfort im Wohnbereich ?

Ergebnisse der Feldversuche mit Musikern und Laien
Akustischer Komfort ist gegeben:

- wenn 1. die subjektive Empfindung der Lautheit von Störlärm möglichst niedrig ist
- wenn 2. den Schallereignissen Sprache und Musikhören (Radio) hohe Verständlichkeit, Ortbarkeit und Klangtreue attestiert wird und
- wenn 3. die emotionalen Befindlichkeiten von Gemütlichkeit und Helligkeit ausreichend unterstützt werden.



3 Raumakustik im Wohnbau / Schallschutz plus

Es wurden 3 Kriteriengruppen definiert:

- **Basiskriterien**
- **Funktionale Kriterien**
- **Emotionale Kriterien**

Basiskriterien

Vermeidung von Flatterecho: z.B. Wände und Decken 3° aus der Planparallelität
Ausreichend Tiefenabsorber - große, schwere schwingende Elemente

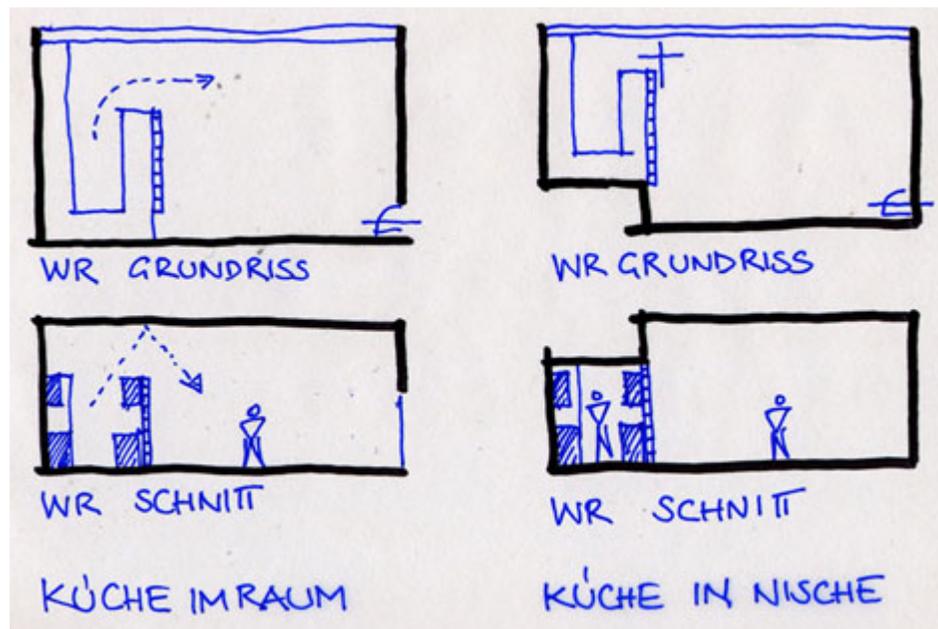
3 Raumakustik im Wohnbau / Schallschutz plus

Es wurden 3 Kriteriengruppen definiert:

- Basiskriterien
- Funktionale Kriterien
- Emotionale Kriterien

Funktionale Kriterien

Dämpfung oder
Minderung von Störlärm



3 Raumakustik im Wohnbau / Schallschutz plus

Es wurden 3 Kriteriengruppen definiert:

- Basiskriterien
- Funktionale Kriterien
- Emotionale Kriterien

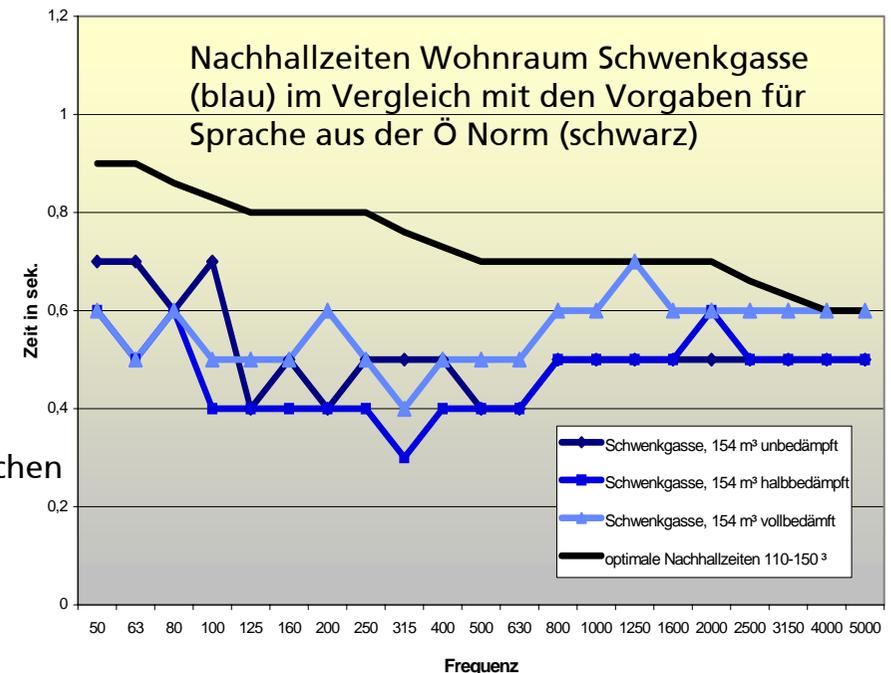
Emotionale Kriterien

Die Eigenschaften gemütlich und hell sollen unterstützt werden

Ansätze dafür sind:

Gemütlich: stärkere Bedämpfung, Nachhallzeit im Vergleich mit der Ö-NORM f. Sprache um 0,1-0,2 sek. verkürzen, speziell in tiefen Frequenzbereichen

Hell: hohe Frequenzanteile für klangliche Brillanz



3 Raumakustik im Wohnbau / Schallschutz plus

Schallschutz:

Entwicklung einer Vorsatzschale aus Lehm/Schilf warum?

konventionelle Vorsatz Schalen aus Gipskarton haben geringe Wärmespeicherfähigkeit Feuchtespeicherfähigkeit

Fragestellung: kann Lehm hier mehr leisten?

Ergebnis: Lehm/Schilfvorsatzschale

Gleiche Werte wie konventionelle Vorsatzschale.

Verwendung: auch für Überäume geeignet

Bonus:

3- fache Wärme- und Feuchtespeicherkapazität



4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau



Projekt Grünes Licht

Forschungsthemen:

Licht, Luft, Freiraum,
Gebäudebegrünung im
großvolumigen Passivhaus
Wohnbau

Sanierungskonzept für
Wohnbau aus den 70iger
Jahren



4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

Aufgabenstellung 1:

Definition eines zeitgemäßen Standards für die Belichtung im Wohnbau (die Mindestanforderungen der Bauordnungen sind nicht mehr zeitgemäß und nicht ausreichend)

Ergebnis:

Prinzipiell ist die generelle Unterteilung der Forderungen aus der DIN 5034 nach Helligkeit, Sichtverbindung, Blendschutz und Besonnung sinnvoll.

Darüber hinaus sollte folgendes beachtet werden:

Nur die Nettoglasfläche der Bewertung unterziehen.

Erhöhung der Vorgaben der DIN um einen Faktor 1,5, um die Verminderung des Lichttransmissionswertes von zukünftigen 3-fachverglasungen auszugleichen.

Maximale Verschattung durch Nachbargebäude von 30° oder ein Verhältnis Abstand/Höhe von 2:1

Einschränkungen aus Verschattung durch Balkone sind gesondert zu bewerten.

Das bedeutet in etwa:

Nettoglasfläche von ca. 25% der Nutzfläche des Raumes à

4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

Aufgabenstellung 2:

Optimierung der Lichtmenge pro Fenster

Warum?

Ökonomie: teurer Bauteil

Energieeffizienz: Glas hat hohes thermisches Gewinnpotential durch solaren Eintrag

Rahmen: nur Verlustpotential

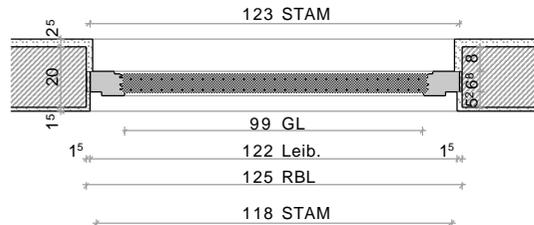
Sanierung: Lichteinbuße durch 3-fach Verglasung ausgleichen

Ergebnis:

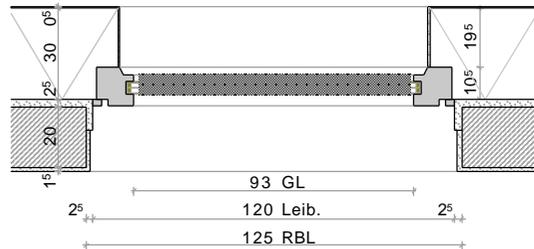
- oberste Maxime: Glasanteil am Gesamtfenster maximieren
- Leibungen innen und außen weiß streichen oder hochreflektierende Diffusorbleche verwenden
- Abschrägen der Leibung bringt ähnliches Ergebnis wie Anstrich

4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

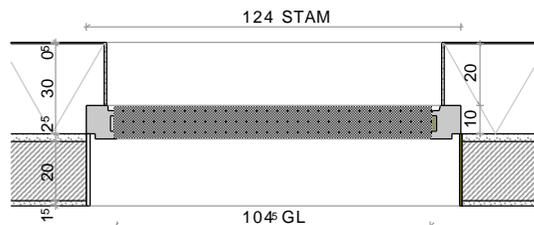
Fenstertausch in der Sanierung: Profilstärke und Einbauart beachten



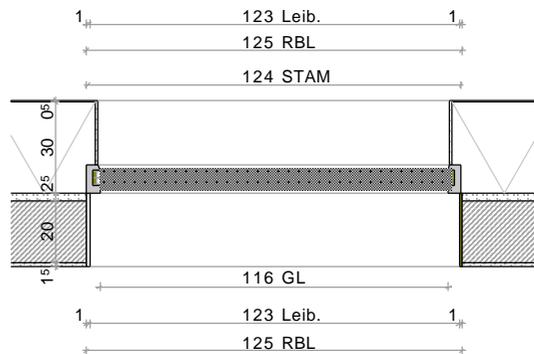
Verbundfenster



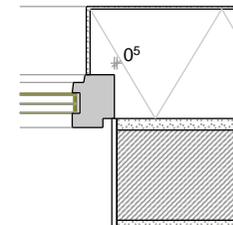
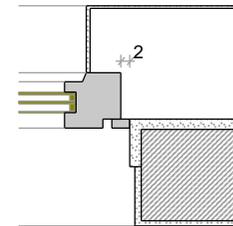
Standard-Passivhausfenster
Standard Einbau



Schlankes-Passivhausfenster
optimierter Einbau

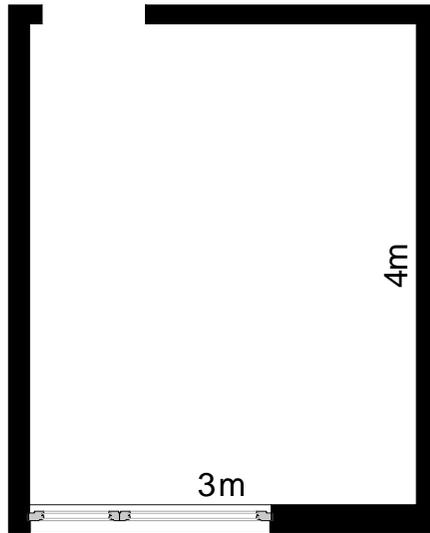


Fixverglasung
optimierter Einbau

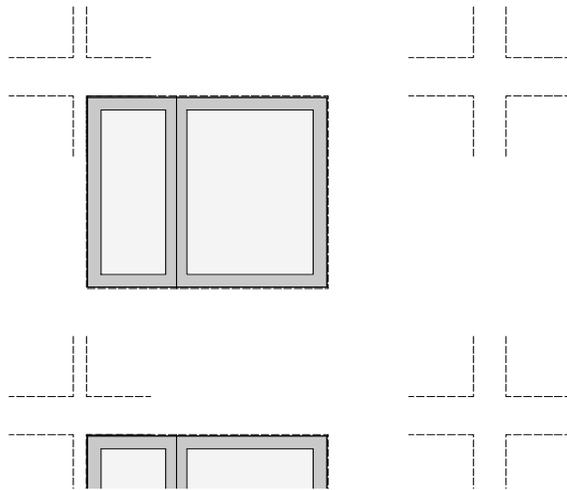


4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

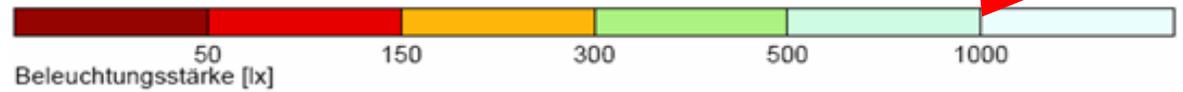
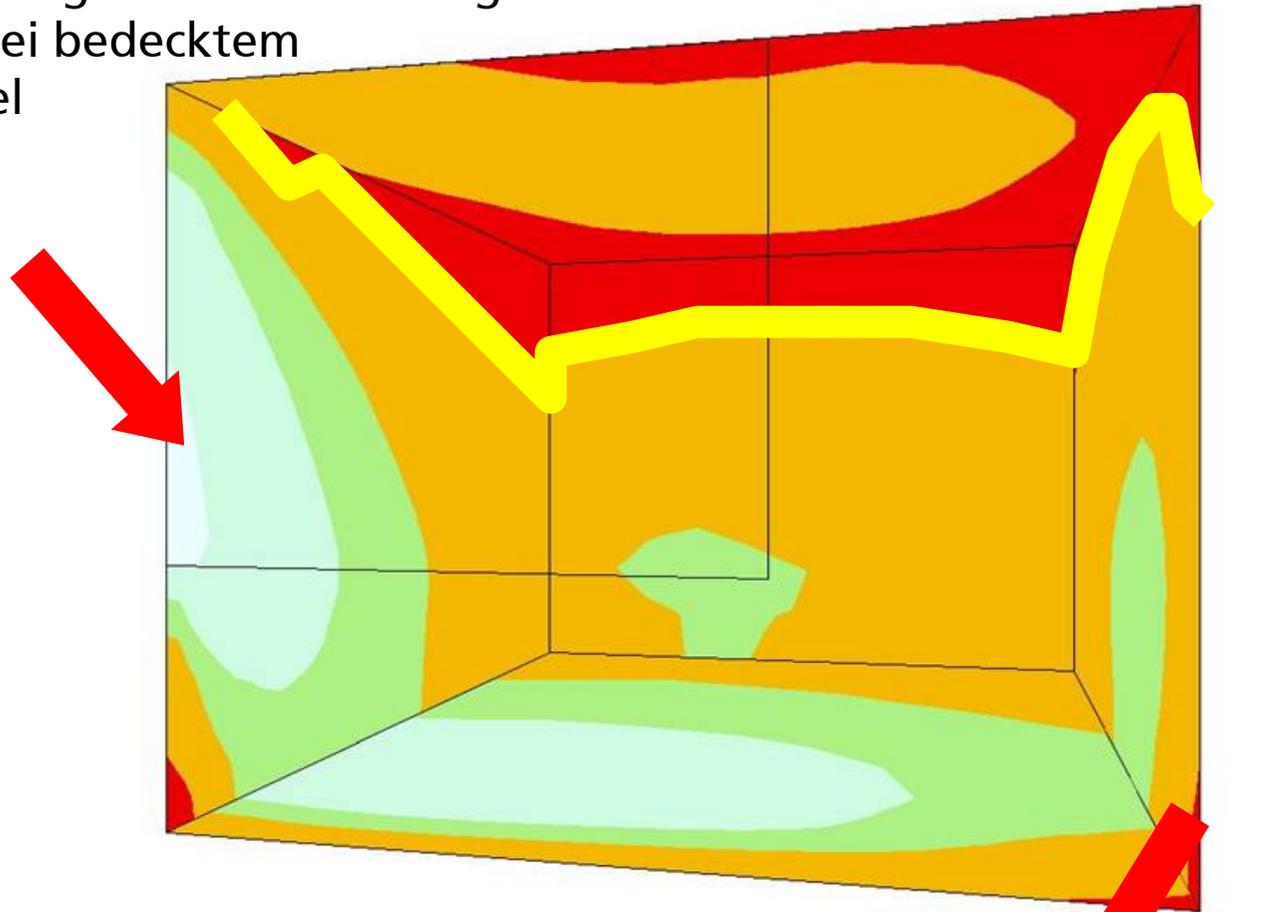
Belichtung vor der Sanierung am 21.3. bei bedecktem Himmel



Grundriss Bestand



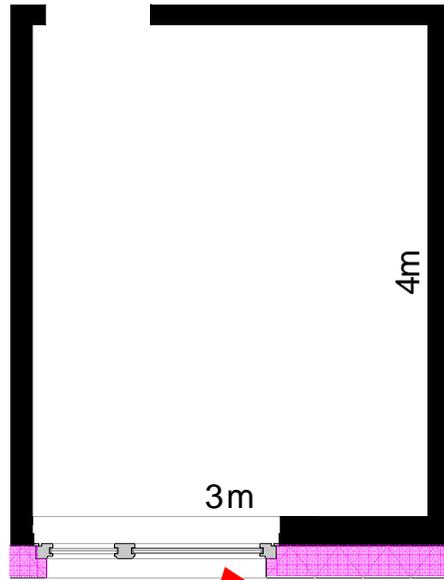
Ansicht Verbundfenster



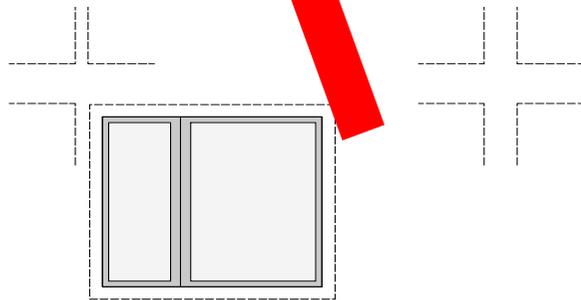
Falschfarbendarstellung – Verbundfenster am 21. 3.

4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

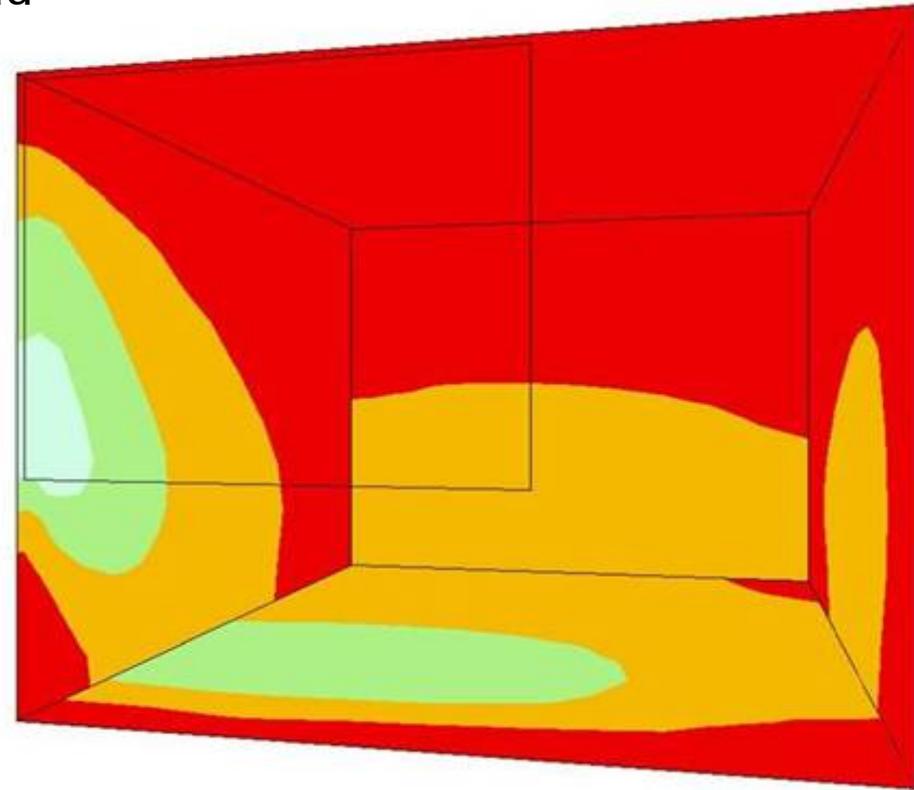
Belichtung mit Standardpassivhausfenster und Standardeinbau



Grundriss mit Dämmung



Ansicht mit Passivhausfenster

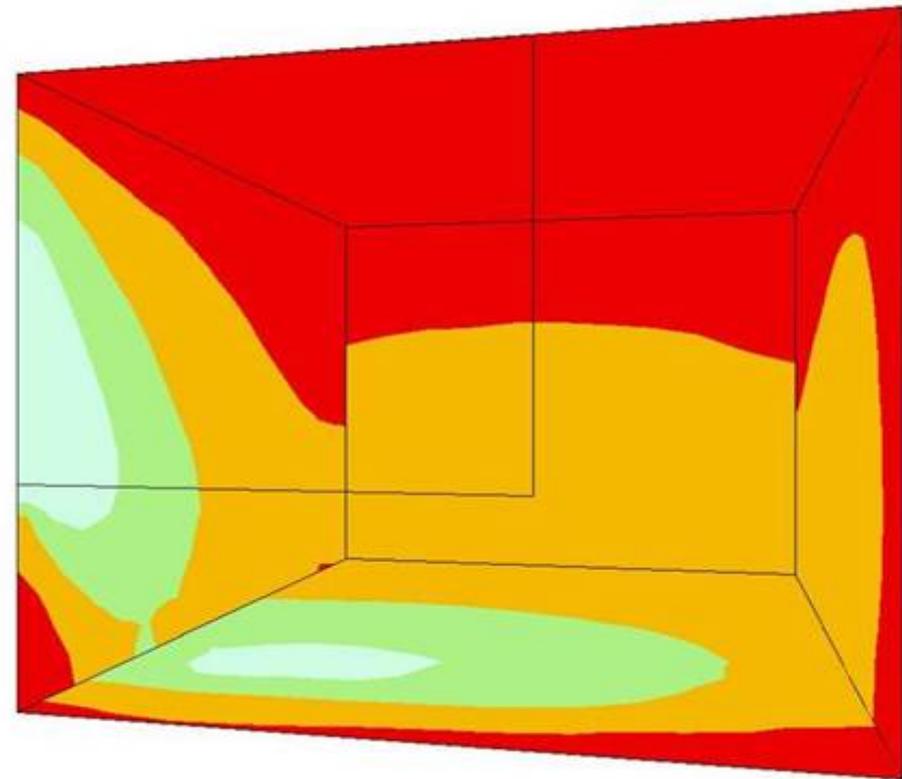
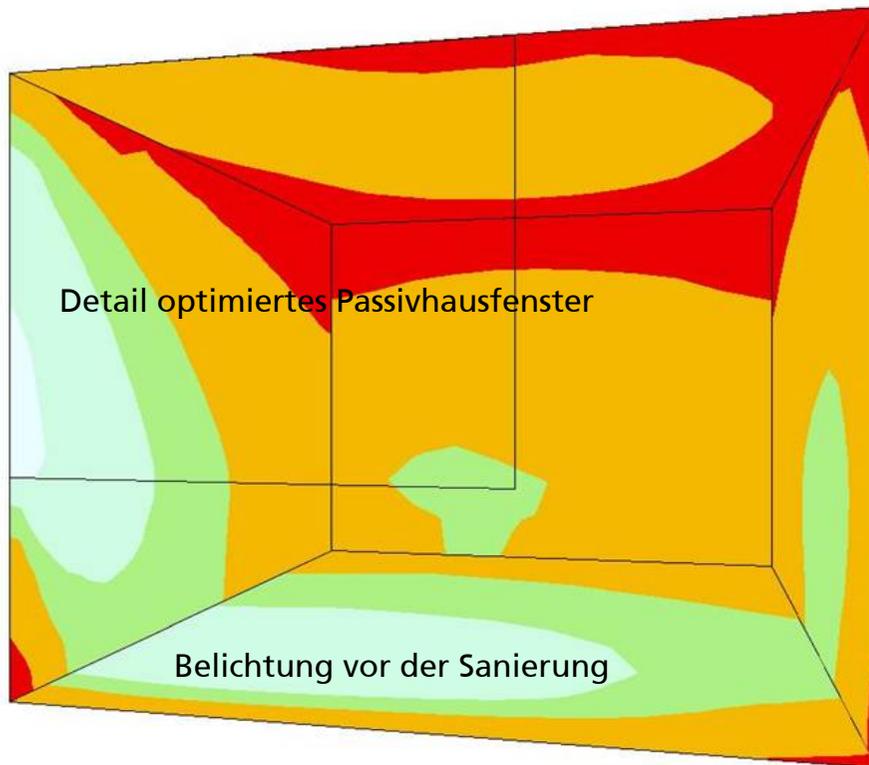


Beleuchtungsstärke [lx]

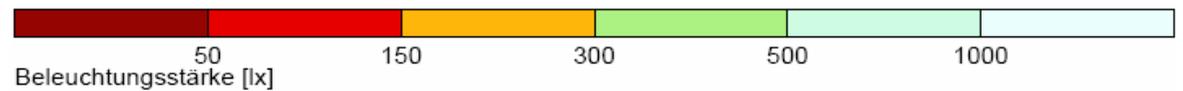
Standard Passivhausfenster, Standardeinbau

4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

Belichtung mit schlankem Passivhausfenster optimiertem Einbau und 1 Fixteil



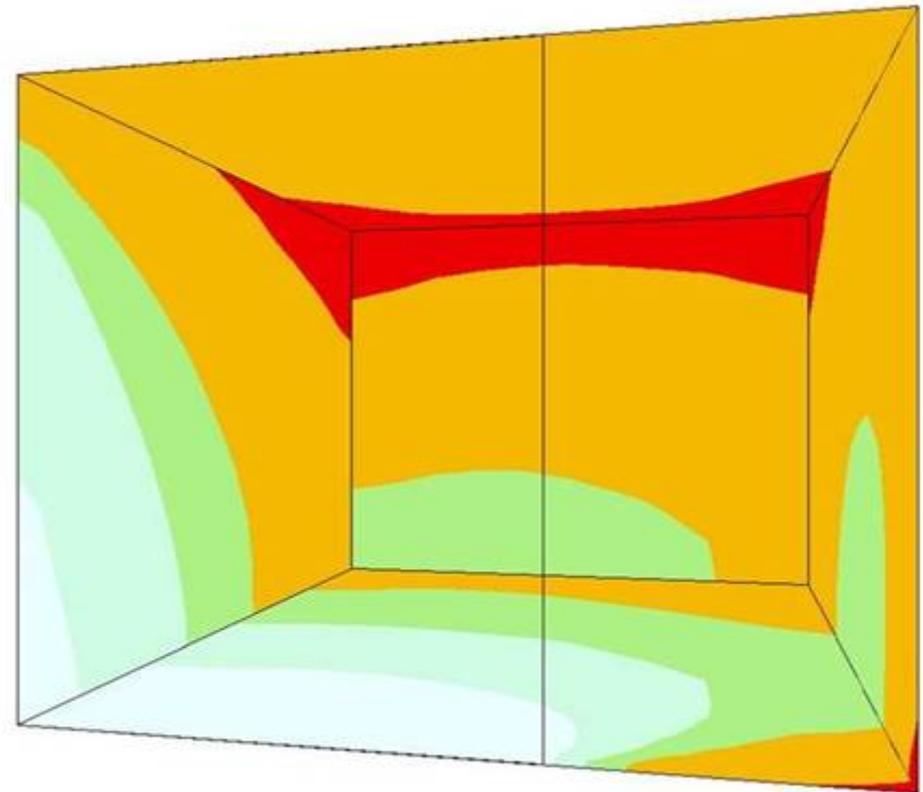
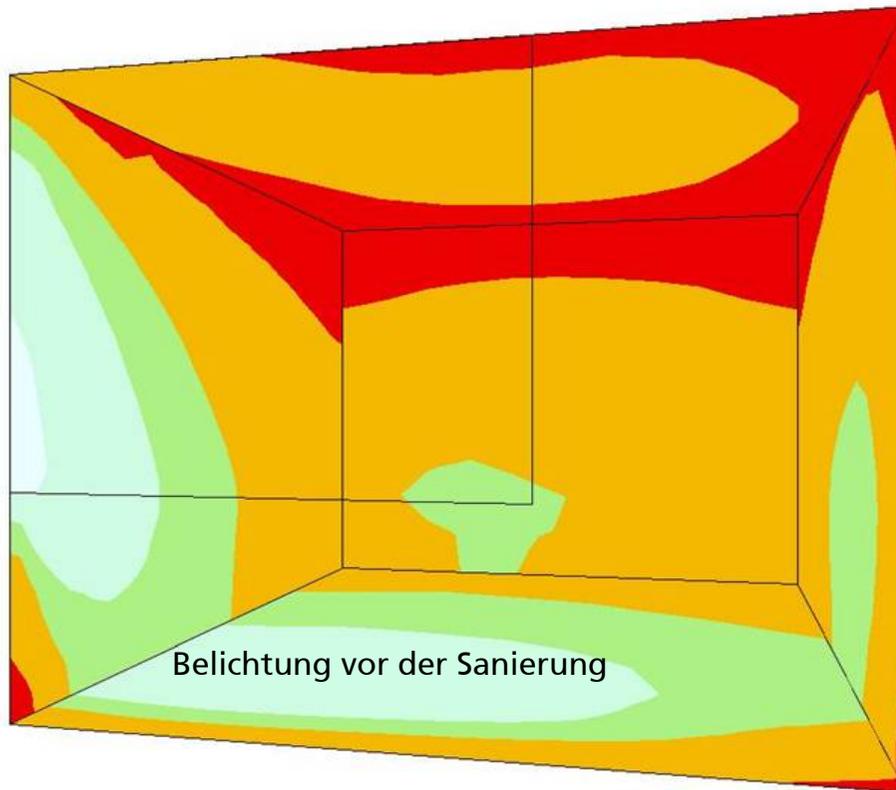
Ansicht optimiertes Passivhausfenster



Falschfarbendarstellung optimiertes Passivhausfenster

4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

Belichtung mit vergrößerter Fläche, schlankem Profil, optimiertem Einbau und 1 Fixteil



Beleuchtungsstärke [lx]

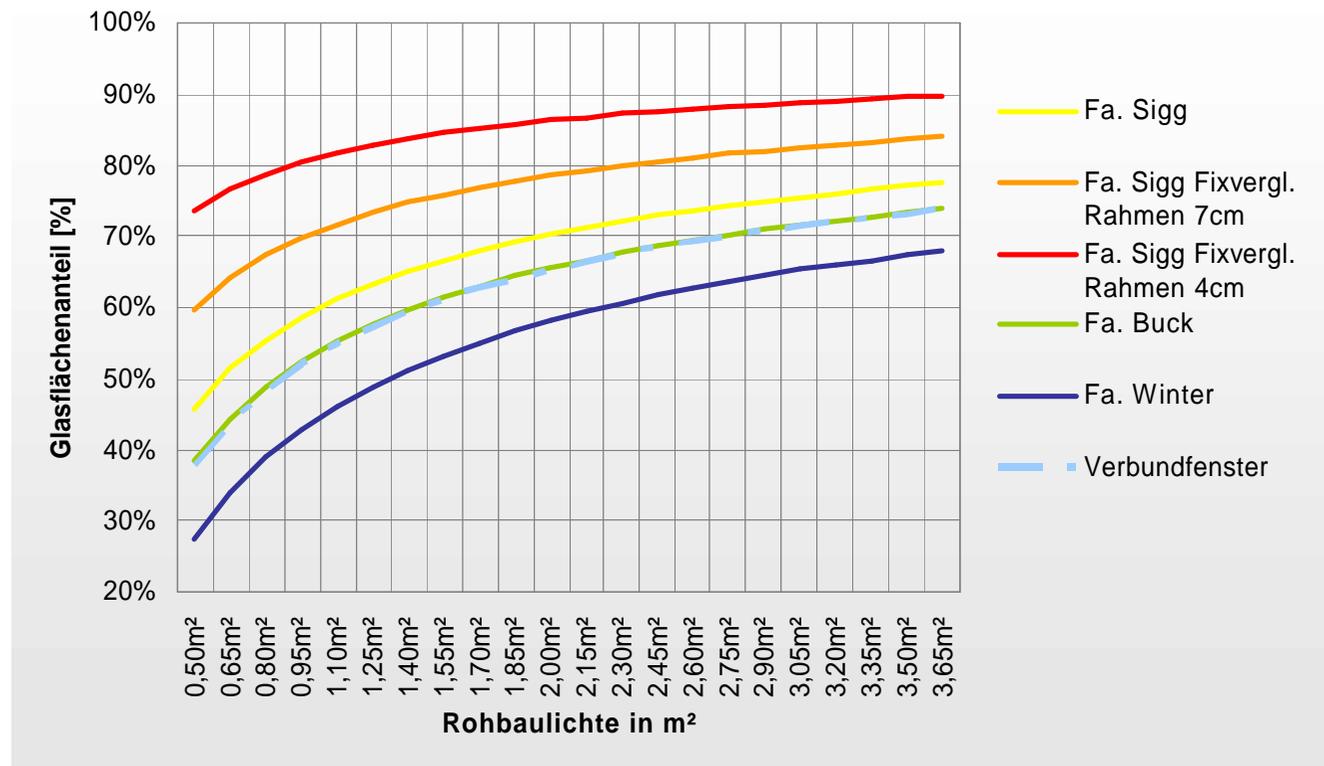
Falschfarbendarstellung – französisches Fenster

4 Belichtungsstandards mit Passivhausfenstern im Wohnbau

Optimierung der Glasfläche im Verhältnis zur Rohbaulichte wird erreicht durch:

- Einbaudetail optimieren (Sanierung)
- Große ungeteilte Flächen
- Schlanke Profile/Fixverglasung

Vergleich Glasflächenanteil bei Neubau
Seitenverhältnis B/H=5:6



5 Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung

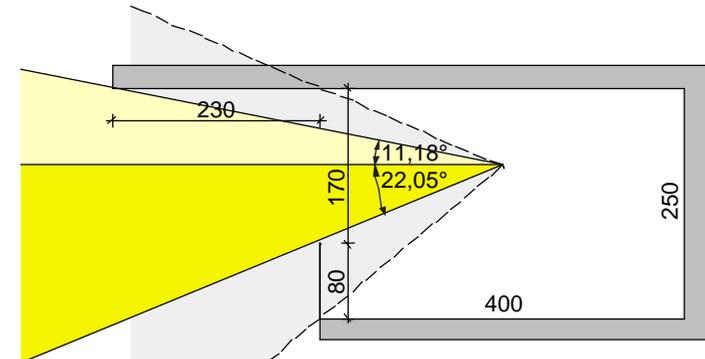
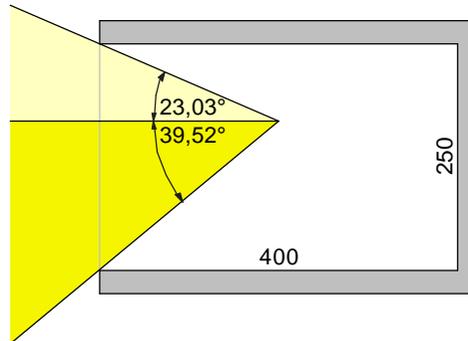
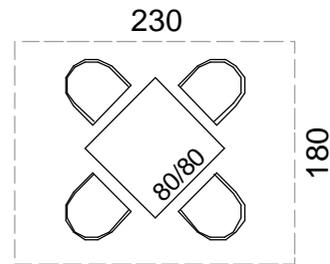


Wohnungseigener Freiraum ist eines der wesentlichsten Qualitätskriterien im Wohnbau

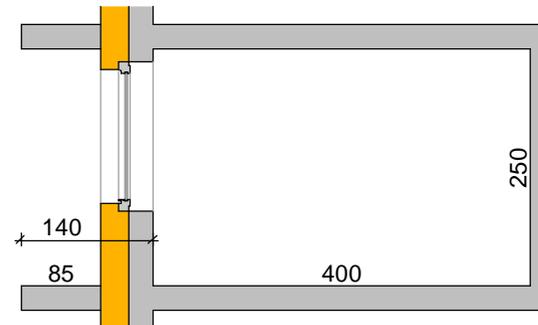
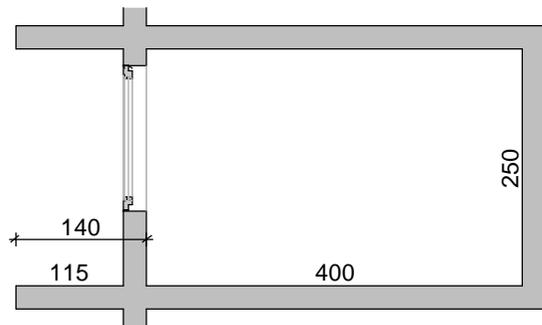
Aufgabenstellung:
Ausreichende Nutztiefe für den Balkon
trotz guter Belichtung in den Räumen
dahinter

5 Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung

Platzbedarf normal



Einschränkung von Blickfeld und Belichtung



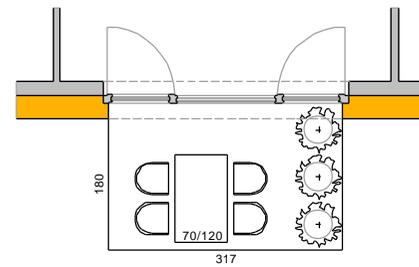
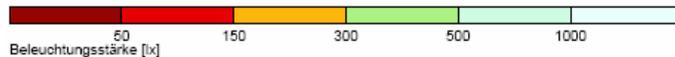
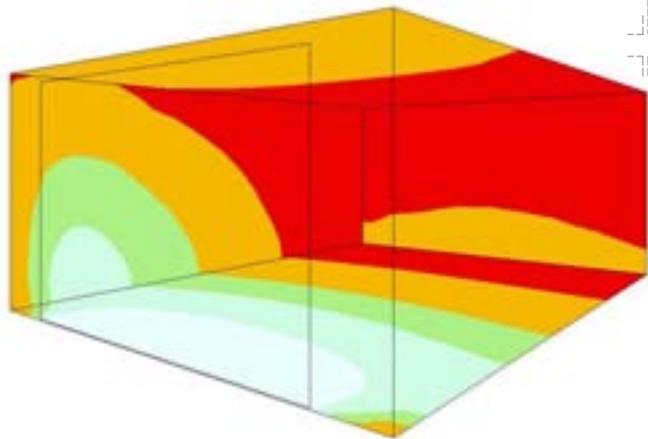
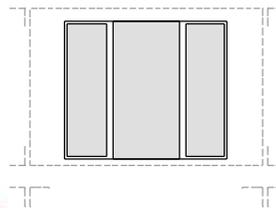
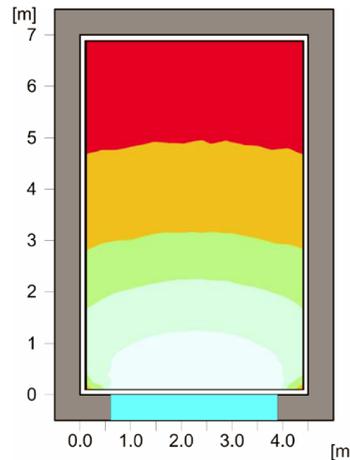
Nutztiefenminderung eines Balkons bei hoher Wandstärke

5 Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung

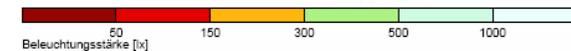
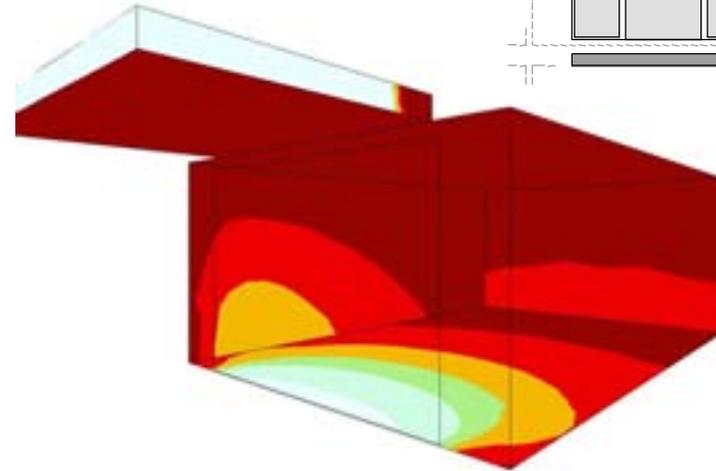
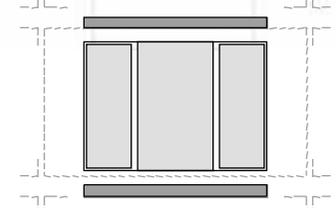
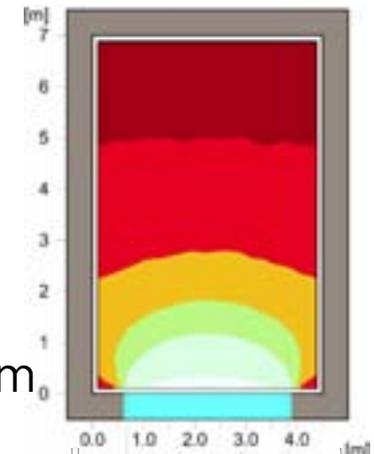
Ausgangslage

am 21.3. bei
bedecktem Himmel

Wohnraum 4,5m /7m
ohne Balkon-
verschattung

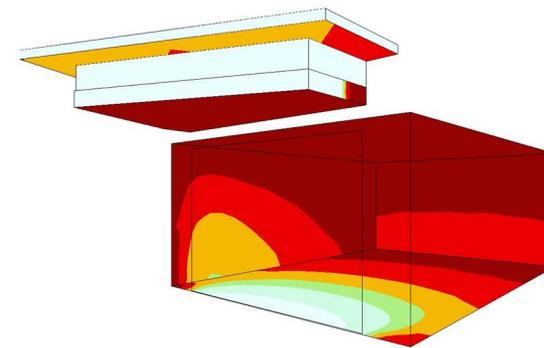
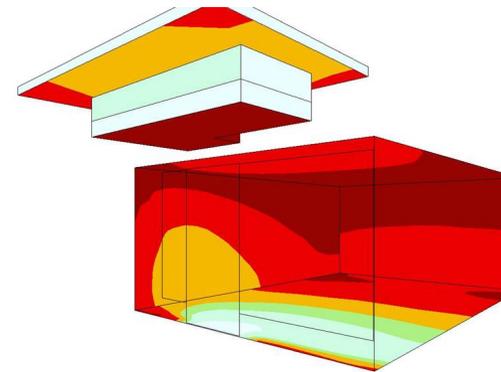
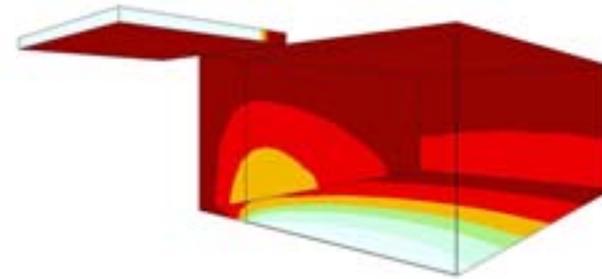
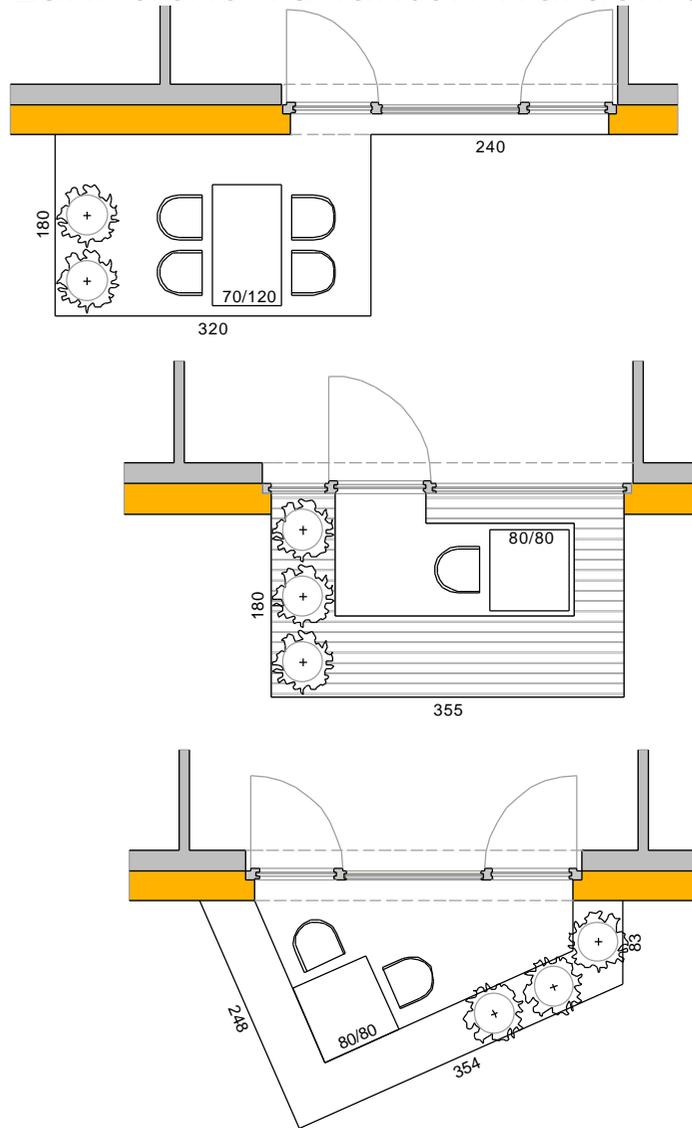


Wohnraum mit 1,8 m
tiefem Balkon



5 Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung

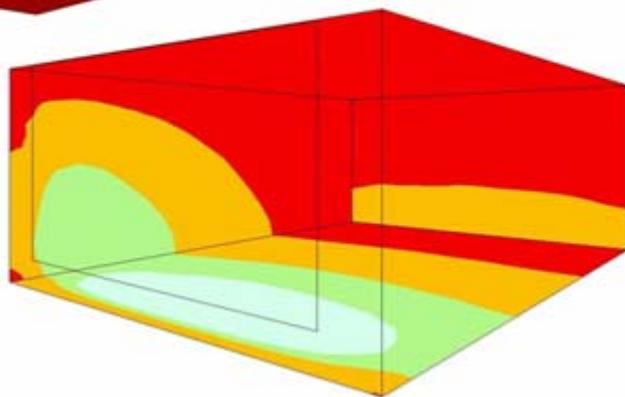
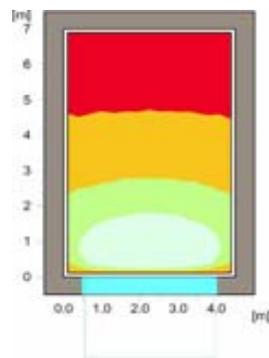
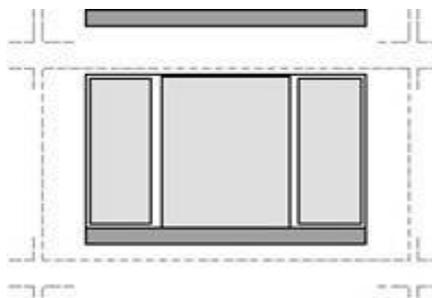
Zahlreiche Varianten wurden untersucht



5 Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung

Variante :

FOK Balkon auf +40 cm, gleiche Glasfläche, leicht geänderte Proportion

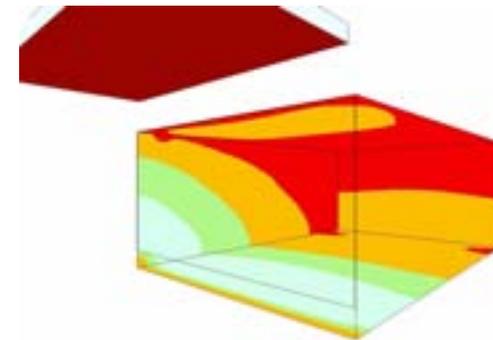
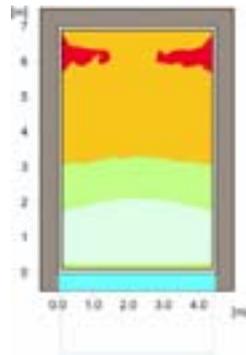
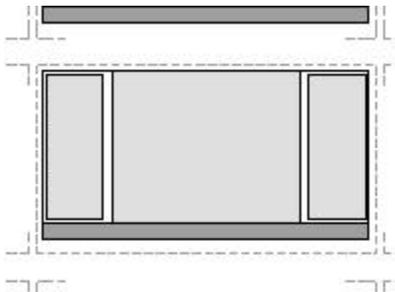


Zum Vergleich: Belichtung bei Variante ohne Balkon

5 Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung

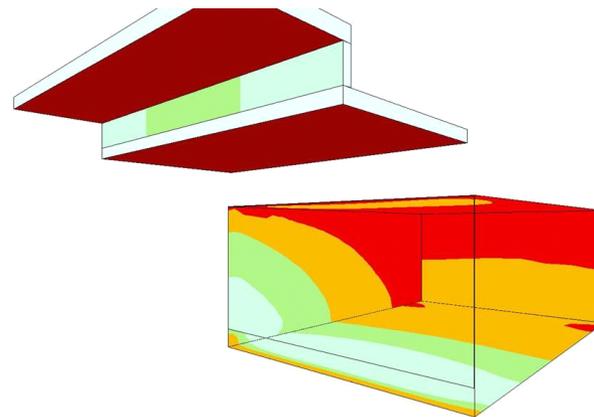
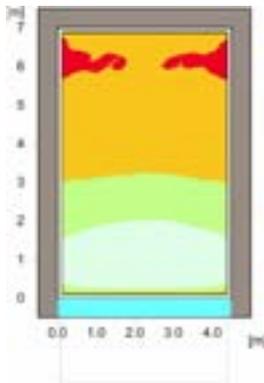
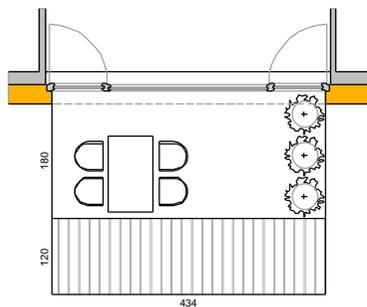
Variante :

FOK Balkon auf +40 cm, vergrößerte Glasfläche (130%), Fenster über Raumbreite



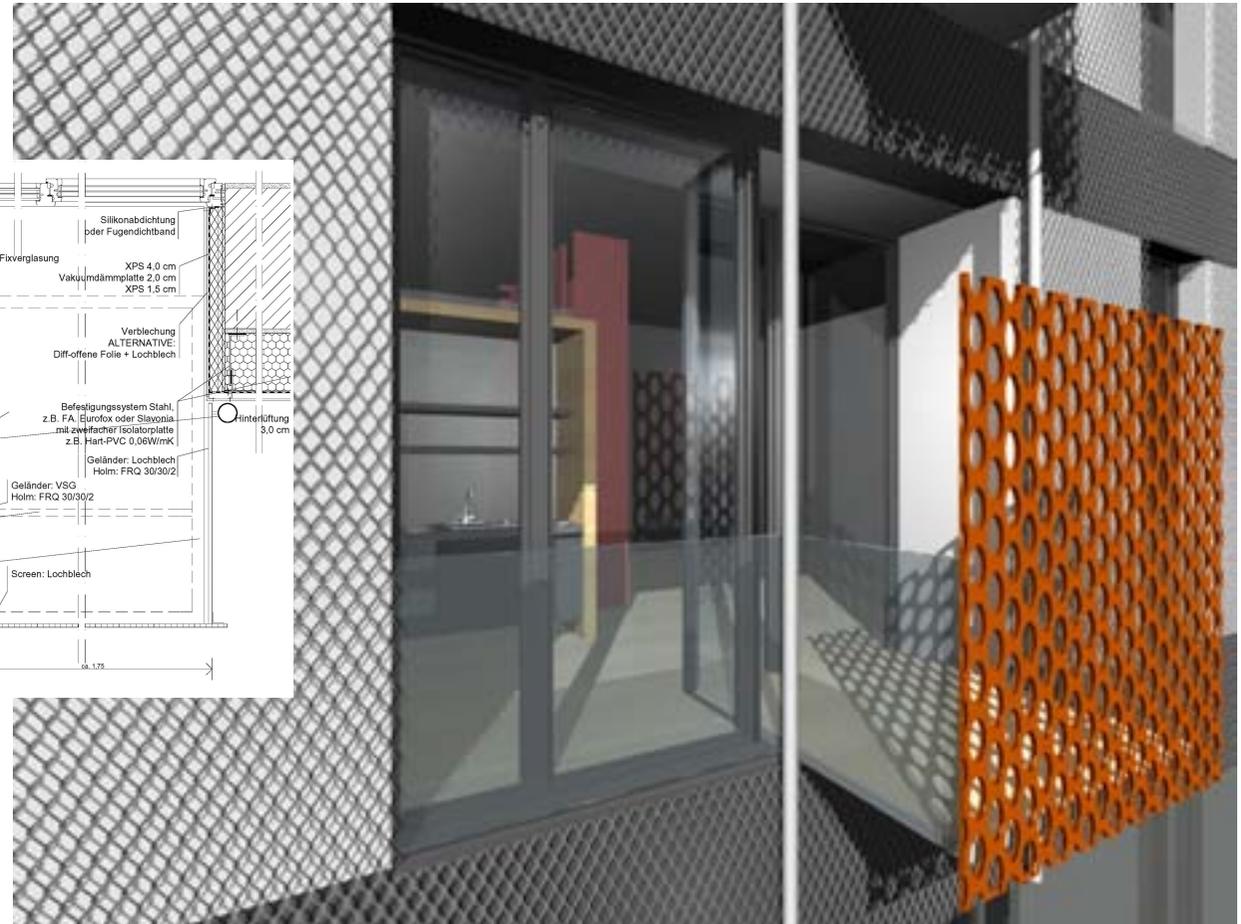
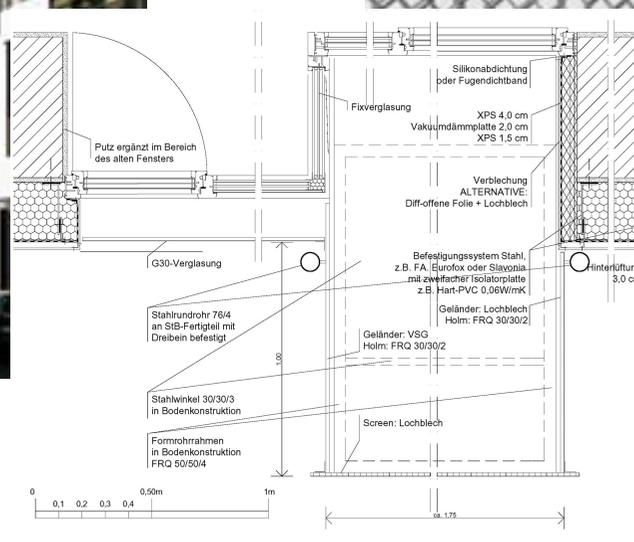
Variante :

FOK Balkon auf +40 cm, zweite Liegefläche auf +80cm, vergrößerte Glasfläche (130%), Fenster über Raumbreite



5 Wohnungseigener Freiraum - Nutztiefe contra Belichtung

Balkonlösung im
Gründerzeithaus, straßenseitig:
Barrierefrei, Sichtschutzscreen



6 Professionelle Bauwerksbegrünung

Ökologische Aspekte der Bauwerksbegrünung

- Verbesserung des Mikroklimas durch Verdunstung und Beschattung
- Aktive Staubbindung durch die Blätter und Reduktion von Schadstoffen
- Lebensraum für verschiedenste Tiere
- Verbesserung der U-Werte durch Substratschichten und Biomasse
- Regenwasserrückhaltung

Ökonomische Aspekte der Bauwerksbegrünung

- Minderung der Dämmstoffdicke
- Schutz der Gebäudehülle, längerer Reparaturzyklus
- Geringere Abwasserkosten

Psychologische und therapeutische Aspekte

- Dämpfung von hochfrequenter Strahlung
- Möglichkeit zur Gartentherapie und Anreiz zu Bewegung an der frischen Luft
- Optische Wirkungen von Gebäudebegrünung auf Gesundheit und Wohlbefinden



6 Professionelle Bauwerksbegrünung



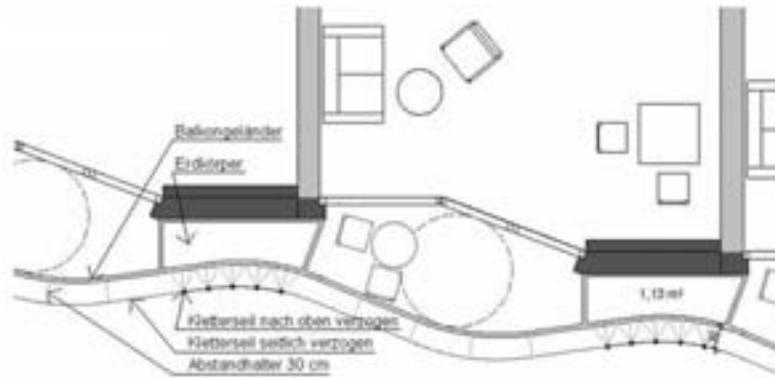
neue Fassade

hochwärmegedämmt mit
minimierter Hüllfläche

begrünt, freundlich, offen
und modern

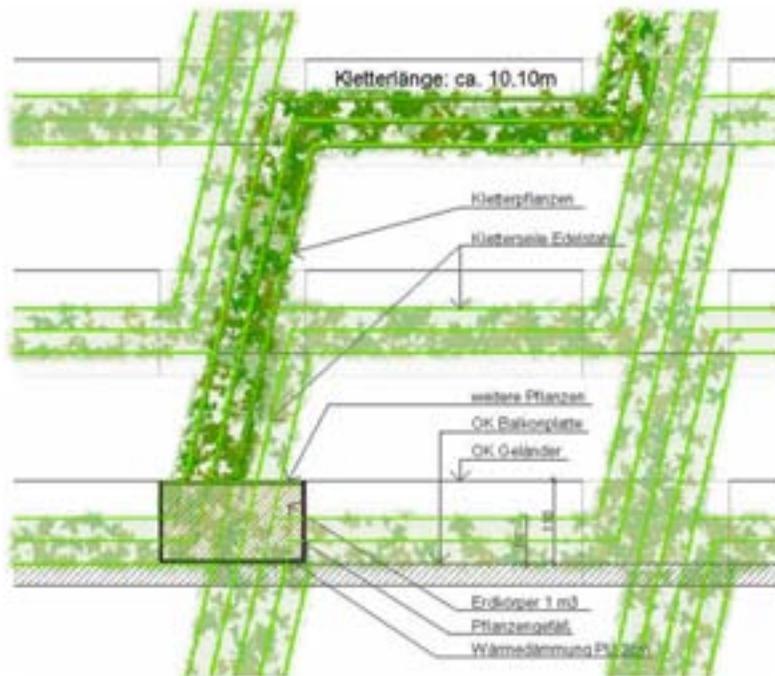


6 Professionelle Bauwerksbegrünung



Fassadenbepflanzung

Grundriss mit konstruktiven Details



Ansicht

6 Professionelle Bauwerksbegrünung



Raumwirkung

Wohnbereich:
Großzügige Raumwirkung
freie Fernsicht auch von innen
fließender Übergang z. Freiraum

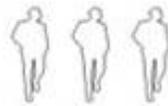
Balkon:
Vertikaler Garten
Wohnraumerweiterung
grüne Beschattung
Filter für Wind, Lärm und Sonne
therapeutisch nutzbar
freie Sicht mit Grünblick

7 Effizienz durch Größe und Kompaktheit



Single family house

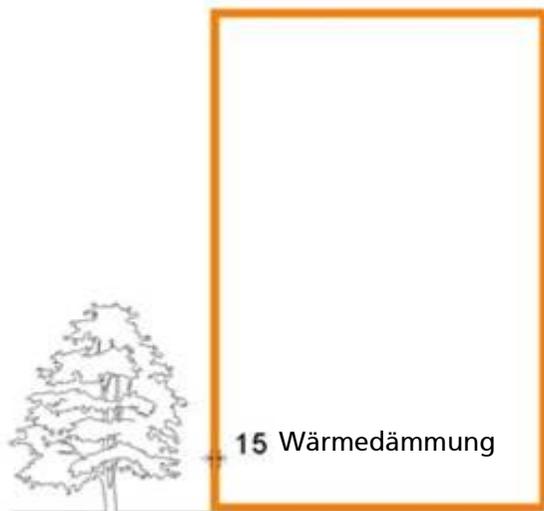
150 m² low energy = 50 [kWh/(m²a)]



3 Personen
50 m²/Pers.

2500 [kWh/a]

100%



Social housing

7200 m² Passivhaus = 15 [kWh/(m²a)]



250 Personen
30 m²/Pers.

430 [kWh/a]

18%

Gleicher Dämmstandard, unterschiedliches Gebäudevolumen führt bei EF Haus zu Niedrigenergiehausstandard, bei großem Gebäude u.U. zu Passivhausstandard wegen des besseren Oberflächen/Volums Verhältnisses

7 Effizienz durch Größe und Kompaktheit

Faktoren der Effizienz

- Oberfläche/Volumsverhältnis

Einfamilienhaus
Großer Wohnbau

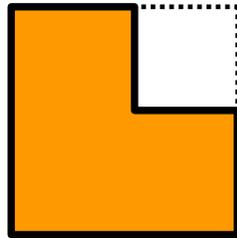
3,00 m² Oberfläche/m² Nutzfläche
0,87 m² Oberfläche/m² Nutzfläche

7 Effizienz durch Größe und Kompaktheit

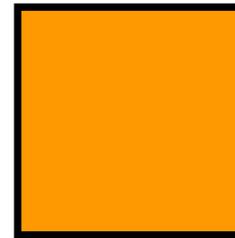
Faktoren der Effizienz

- Oberfläche/Volumsverhältnis
- Kompaktheit

Gleiche Umhüllende/Außenoberfläche



75% Nutzfläche



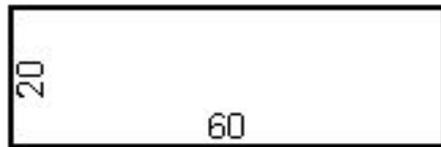
100% Nutzfläche

7 Effizienz durch Größe und Kompaktheit

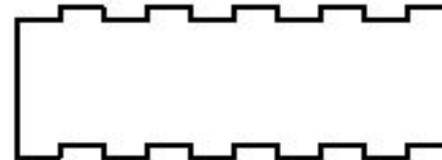
Faktoren der Effizienz

- Oberfläche/Volumsverhältnis
- Kompaktheit

Gleiche Nutzfläche



100% Oberfläche

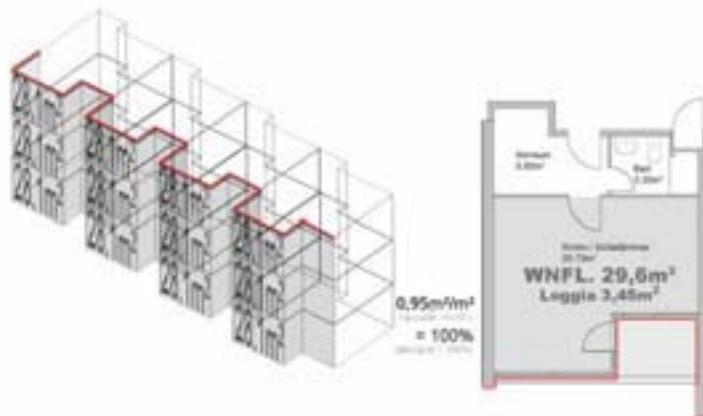


120% Oberfläche

7 Effizienz durch Größe und Kompaktheit

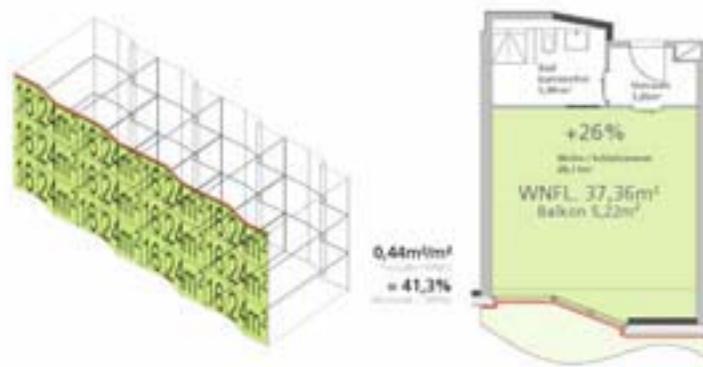
Faktoren der Effizienz

- Oberfläche/Volumsverhältnis
- Kompaktheit



minimieren der wärmeabgebenden Oberfläche
- 42%

vergrößern der Wohnnutzfl.
+ 26 %



Gesamte Effizienzsteigerung:

wärmeabgebende Oberfläche wird im Verhältnis zur Wohnnutzfläche mehr als halbiert. (von 100% > auf 41%)

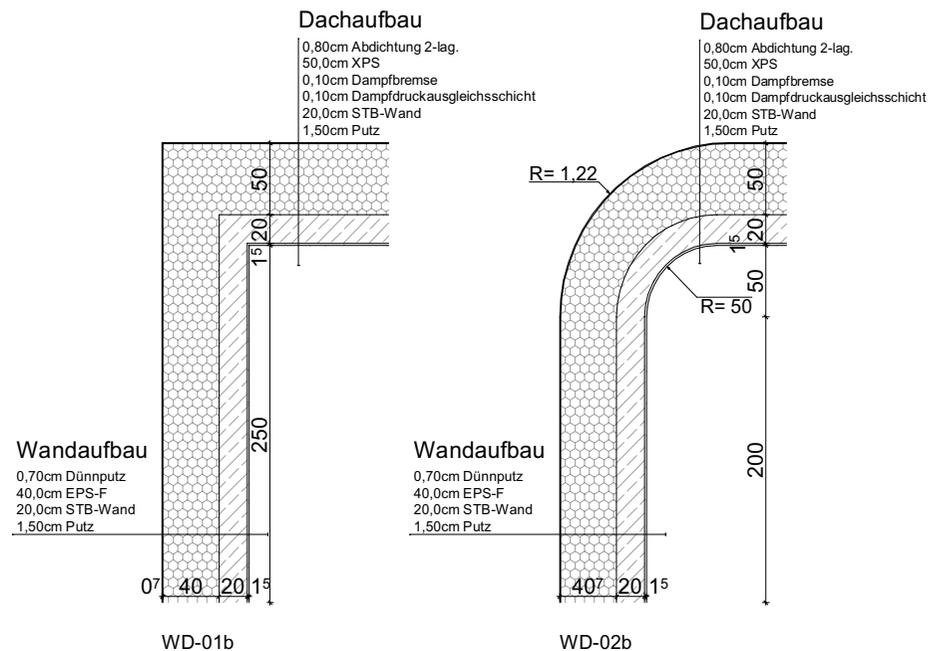
hohe Wärmedämmung

7 Effizienz durch Größe und Kompaktheit

Faktoren der Effizienz

- Oberfläche/Volumsverhältnis
- Kompaktheit

Aufbauten



100 HWB

87% HWB

7 Effizienz durch Größe und Kompaktheit

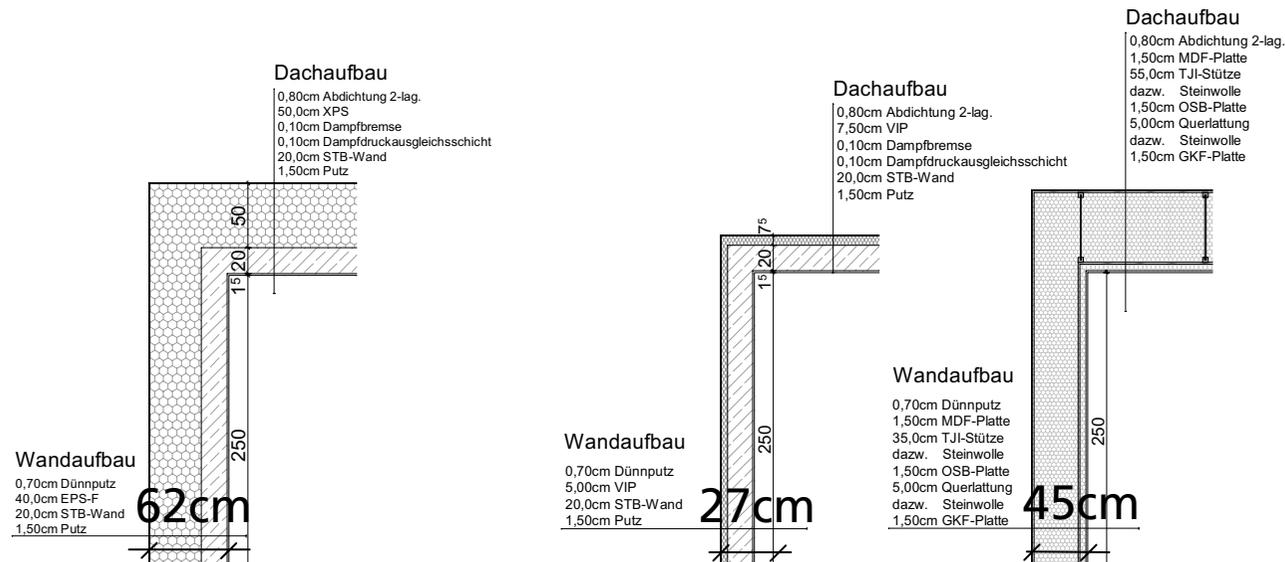
Faktoren der Effizienz

- Oberfläche/Volumsverhältnis
- Kompaktheit
- Ausnutzungsgrad

Verhältnis BGF/Nutzfläche

→ Wie effizient wird mit den allgemeinen Flächen umgegangen

→ Wieviel Fläche beanspruchen die Wände



pos architekten

arch. dipl. ing. ursula schneider
arch. dipl. ing. fritz oettl
arch. d.p.l.g. claire poutaraud

www.pos-architekten.at
A-1080 Wien, MariaTreu Gasse 3/15
tel +43/1/4095265-10, fax -99
office@pos-architekten.at