

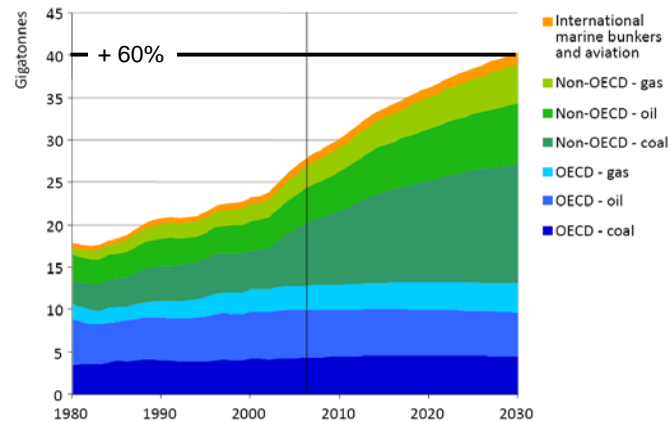
Energiestandards für Wohnbauten und Erfahrungen mit Passivhäusern

Prof. Dr. Harald Krause

Tag des Passivhauses – 7.11.2009

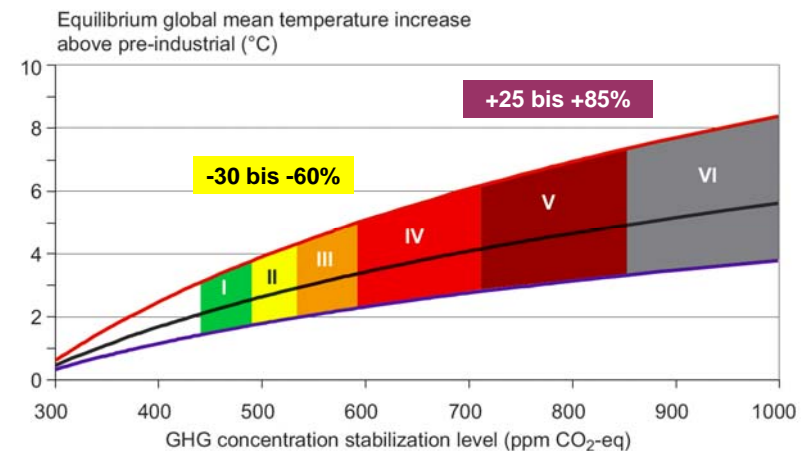
Energieverbrauch und Klimawandel

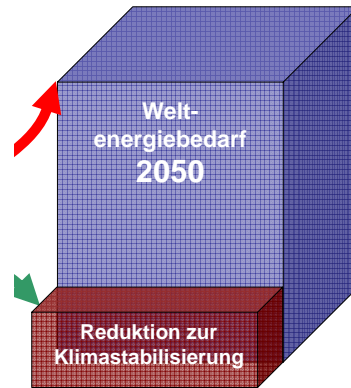
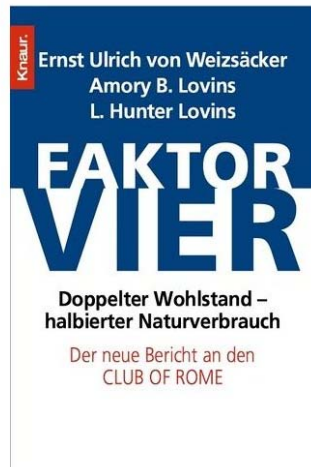
CO₂-Emissionen lt. World Energy Outlook (WEO 2008)



97% of the projected increase in emissions between now & 2030 comes from non-OECD countries – three-quarters from China, India & the Middle East alone

Änderung der globalen Temperatur nach IPCC Bericht





- ◆ Unser Ziel ist es, die Erderwärmung auf **maximal 2 Grad Celsius** zu begrenzen...
- ◆ Wir werden für Deutschland einen konkreten Entwicklungspfad festlegen und bekräftigen unser Ziel, die **Treibhausgas-Emissionen bis 2020 um 40 % gegenüber 1990** zu senken.
- ◆ Wir wollen den Weg in das **regenerative Zeitalter** gehen und die Technologieführerschaft bei den Erneuerbaren Energien ausbauen.
- ◆ Wir bekennen uns zur **Solarenergie als wichtige Zukunftstechnologie** am Standort Deutschland.
- ◆ Die **Sanierung des Gebäudebestandes** birgt ein hohes Potential zur Erreichung der deutschen Klimaschutzziele ...
- ◆ Die Steigerung der **Energieeffizienz von Gebäuden und der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung in Gebäuden** senken die CO₂-Emissionen. Wir werden das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm wirkungsvoller ausgestalten, um die derzeitige Sanierungsquote zu steigern.



Ausgangssituation:

- ◆ 40% der weltweiten CO₂-Emissionen entstehen durch Gebäude.
- ◆ Energieeinsparung in Gebäuden kann bis 2050 soviel CO₂ „einsparen“ wie der ganze Verkehrssektor derzeit verursacht.
- ◆ Heute gebaute oder sanierte Gebäude werden frühestens in 30 Jahren wieder saniert.



Ergebnisse:

- ◆ Energieverbrauch in Gebäuden kann bezogen auf heute bis 2050 um 60% reduziert werden.
- ◆ Empfehlungen:
 - deutlich strengere und transparente Anforderungen
 - Monitoring – „Sichtbarmachen“ des Energieverbrauches
 - finanzielle, steuerliche Anreize
 - Integraler Ansatz bringt den besten Erfolg (Gebäudehülle plus Energieanwendungen im Gebäude)
 - Bildungs- und Weiterbildungsoffensive nötig

In Planung - Beginn WS 2010/11
Bachelor-Studiengang
**Energie- und
Gebäudetechnologie**



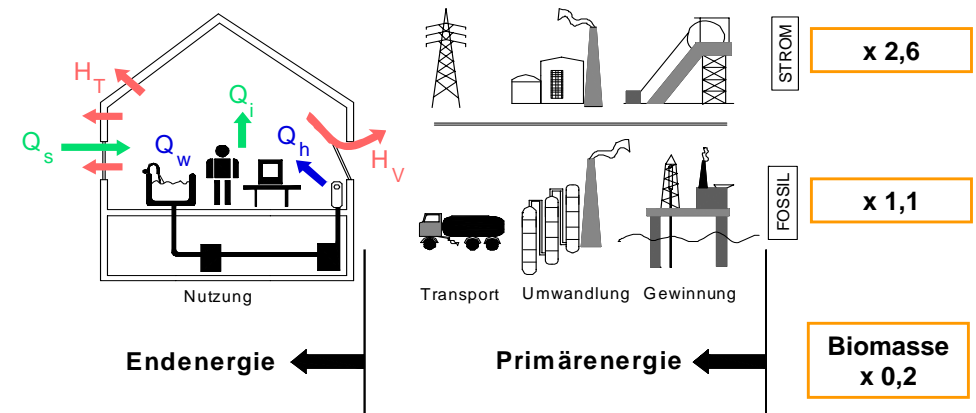
Energiestandards für Wohngebäude

Energiestandards GEORDNET

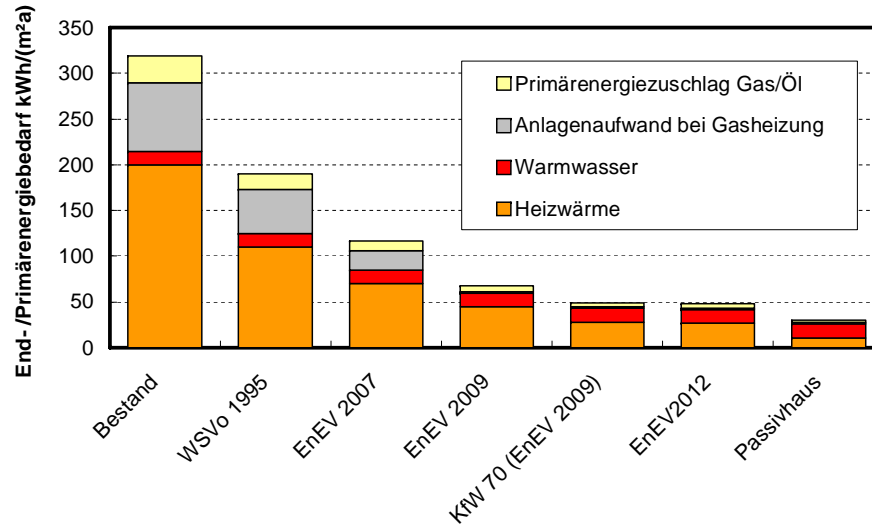
Gesetzlicher Standard	Förderkriterien Neubau	Förderkriterien Sanierung	„private“ Standards
EnEV 2009	KfW 85 KfW 70 KfW 55	KfW EH 130 KfW EH 115 KfW EH 100 KfW EH 85	Passivhaus Sonnenhaus
	KfW 55 bezieht sich noch auf EnEV 2009		
	Passivhaus		

Primär- / Endenergiebedarf

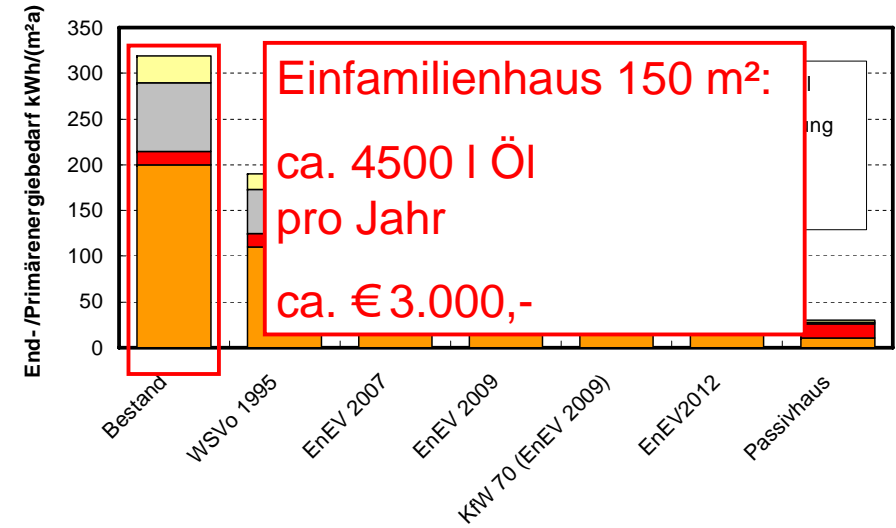
Primärenergiebedarf: Energiemenge, die zur Deckung des Endenergiebedarfs benötigt wird.



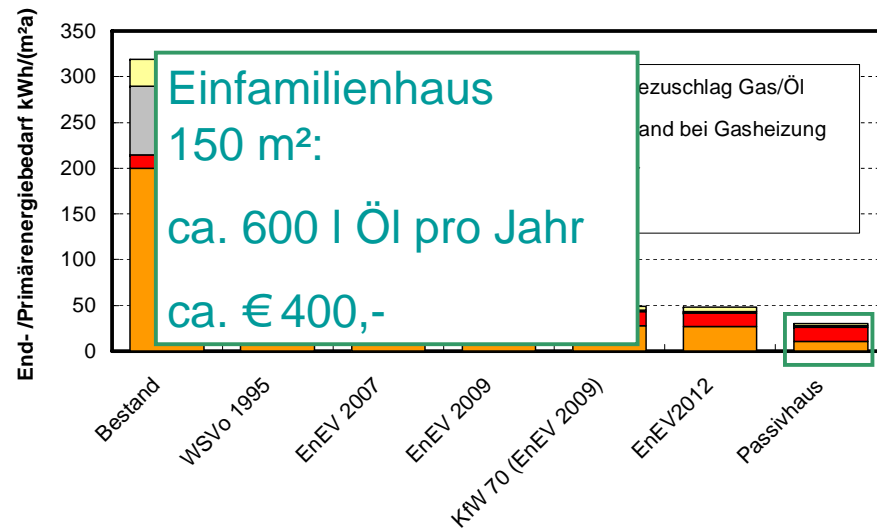
Primär- Endenergiebedarf Daten für typ. Einfamilienhaus



Primär- Endenergiebedarf Daten für typ. Einfamilienhaus



Jahresendenergiebedarf

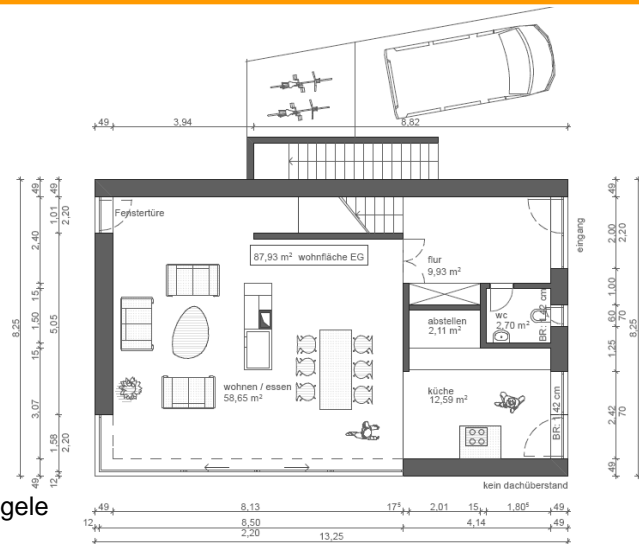


Vergleich verschiedener
Konzepte

- ◆ EnEV Standard
 - Gasbrennwerttechnik, Solaranlage
 - Holzpelletsheizung
- ◆ KfW 70 Standard
 - Gasbrennwert, Solaranlage, Lüftungsanlage
 - Wärmepumpe
 - Holzpelletsheizung, Solaranlage
- ◆ Sonnenhaus mit Holzpelletsheizung
- ◆ Passivhaus
 - Holzpelletsheizung, Solaranlage
 - Wärmepumpen-Kompaktaggregat, Solaranlage

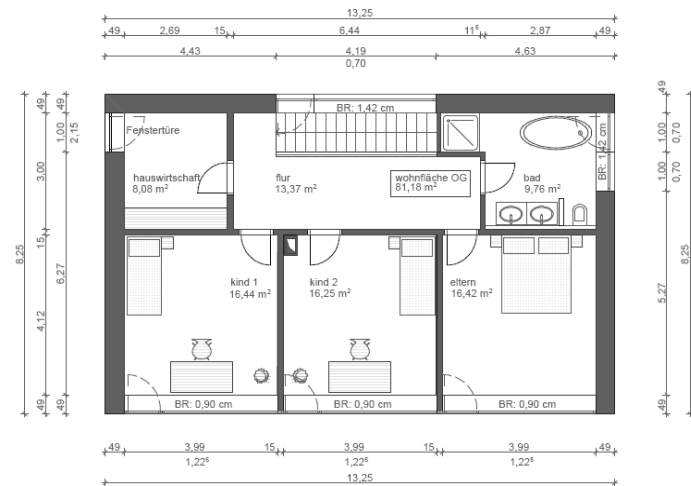
- ◆ Berechnungsansatz
 - Energiebilanzen mit dem PHPP 2007 (gem. DIN EN ISO 13790)
 - Primärenergiefaktoren gem. EnEV bzw. 4701 T10
 - Klimaregion München
 - Einfamilienhaus

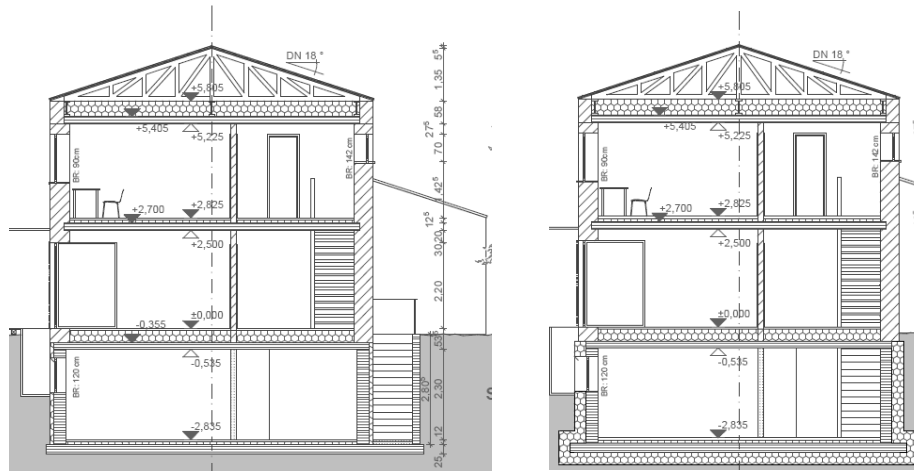
Vergleich verschiedener Konzepte
Grundriss Erdgeschoß



Entwurf: Angele
Architekten

Vergleich verschiedener Konzepte Grundriss
Obergeschoß





- ◆ Definition Baustandard EnEV:
 - H_T und Q_p laut EnEV 2009 werden eingehalten
- ◆ Eigenschaften und Randbedingungen für Vergleich
 - Luftwechsel im Mittel $0,3 \text{ h}^{-1}$ (lt. EnEV $0,6 \text{ h}^{-1}$)
 - Gebäudedichtheit $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$
 - Fenster mit 2-Scheiben-Verglasung
 - Wärmebrückenzuschlag $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Pelletsheizung mit Solaranlage
 - Gas-Brennwertwertkessel mit Solaranlage

- ◆ Definition Baustandard KfW 70:
 - $H_T \leq 0,85 \times \text{EnEV 2009 (Referenzgebäude)}$
 - $Q_p \leq 0,7 \times \text{EnEV 2009 (Referenzgebäude)}$
- ◆ Eigenschaften und Randbedingungen für Vergleich
 - Luftwechsel im Mittel $0,3 \text{ h}^{-1}$ (lt. EnEV $0,6 \text{ h}^{-1}$)
 - Gebäudedichtheit $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$
 - Fenster mit 2-Scheiben-Verglasung
 - Wärmebrückenzuschlag $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Erdreich-Wärmepumpe (JAZ 3,2)
 - Pelletsheizung mit Solaranlage
 - Gas-Brennwertwertkessel, Solaranlage, Lüftung mit WRG

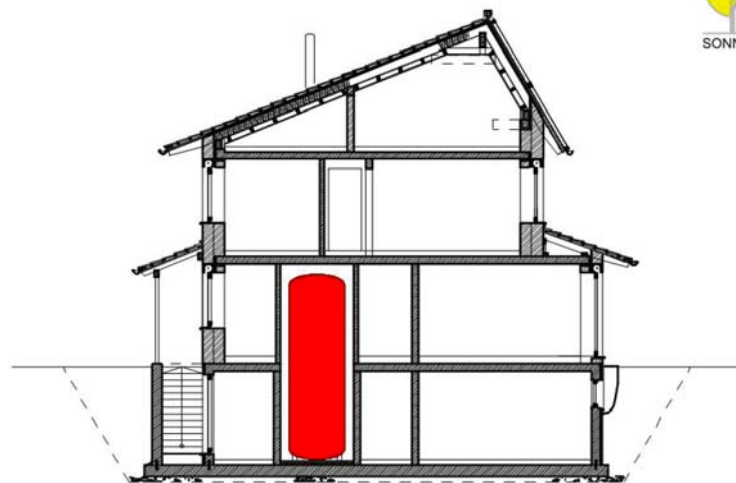
Vergleich verschiedener Konzepte Sonnenhauskonzept

- ◆ Definition Baustandard Sonnenhaus lt. Sonnenhaus-Institut:
 - **Hauptkriterien Baustandard Sonnenhaus:**
 - Dämmstandard gemäß "KfW 55" oder besser, $H_T' \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - Primärenergiebedarf $H+\text{WW} < 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (EBF nach EnEV)
 - Heizung: Hauptenergieträger Sonne (solarer Deckungsgrad > 50%)
 - Nachheizung regenerativ (z.B. Holz)
- ◆ Eigenschaften und Randbedingungen für Vergleich
 - Dämmstandard wie KfW55, d.h. $H_T' < 0,55 \times \text{EnEV}_{2007}$
 - Solaranlage mit einem Deckungsanteil für Heizung&WW von ca. 70%
 - freie Lüftung, Luftwechsel im Mittel $0,3 \text{ h}^{-1}$
 - Gebäudedichtheit $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$
 - Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung
 - Wärmebrückenzuschlag $0,03 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

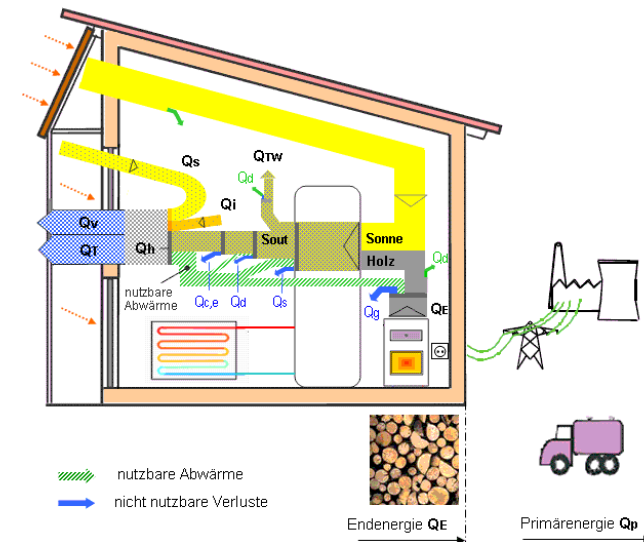
Vergleich verschiedener Konzepte Sonnenhauskonzept



Vergleich verschiedener Konzepte Sonnenhauskonzept



Vergleich verschiedener Konzepte Sonnenhauskonzept

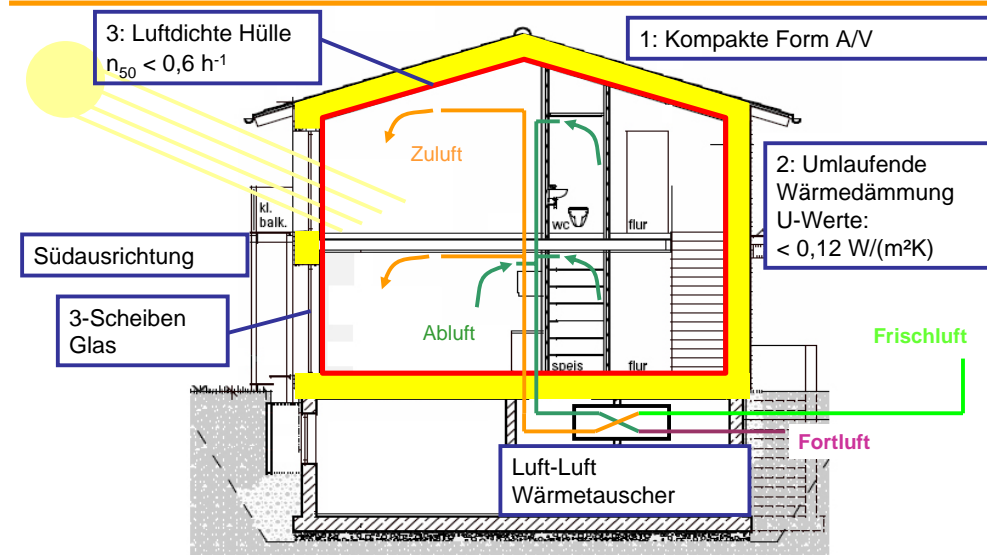


Vergleich verschiedener Konzepte Passivhauskonzept

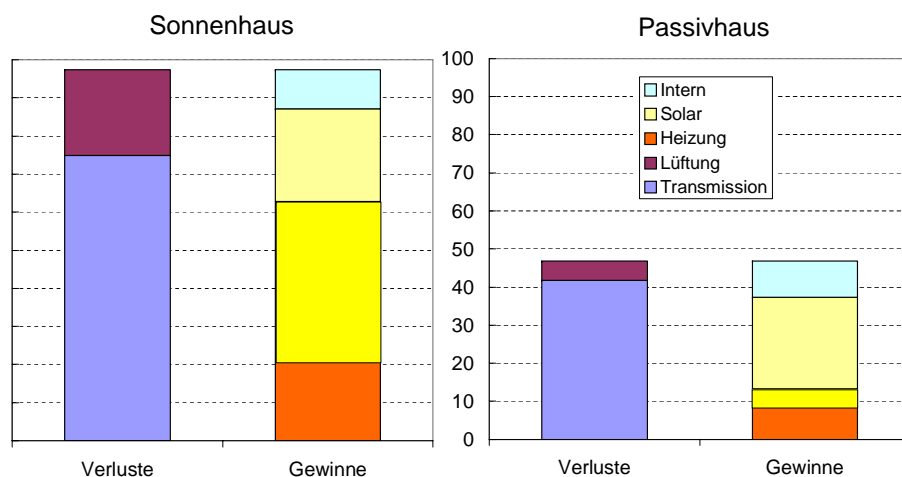
- ◆ Definition Baustandard Passivhaus:
 - Jahresheizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 - Luftdichtheit $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
 - Primärenergiebedarf $\text{H+WW} \leq 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (EBF nach EnEV)

- ◆ Eigenschaften und Randbedingungen für Vergleich
 - Jahresheizwärmebedarf nach PHPP $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 - Luftwechsel im Mittel $0,3 \text{ h}^{-1}$
 - Gebäudedichtheit $n_{50} = 0,4 \text{ h}^{-1}$
 - Passivhaus-Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung
 - Wärmebrückenzuschlag $0,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Pelletsheizung mit 14m^2 Solaranlage
 - WP-Kompakttaggregat (JAZ 2,1) mit 6m^2 Solaranlage

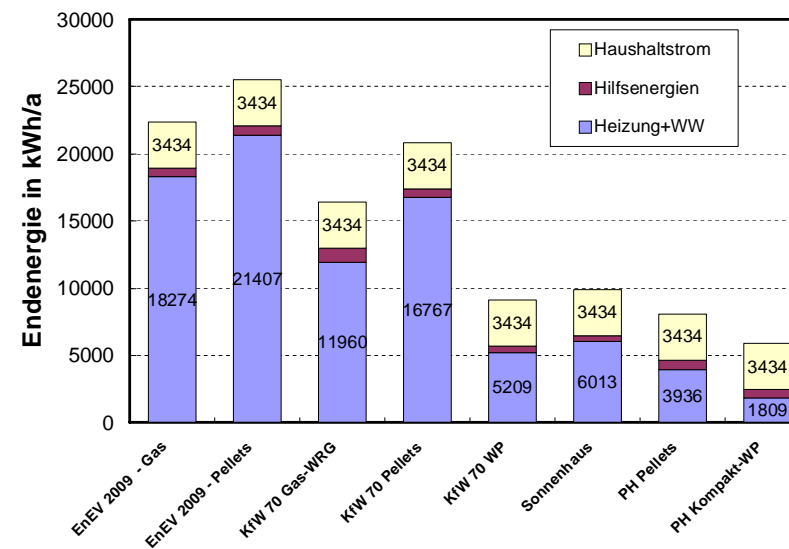
Das Passivhauskonzept Funktionsweise

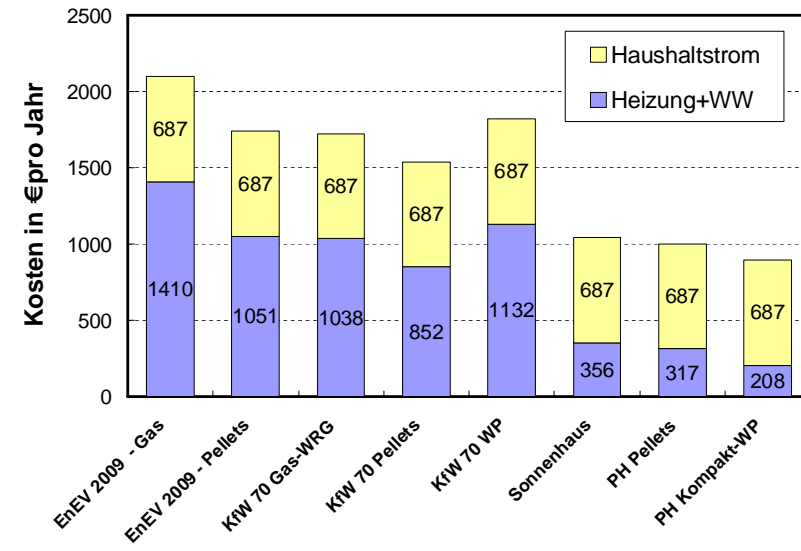
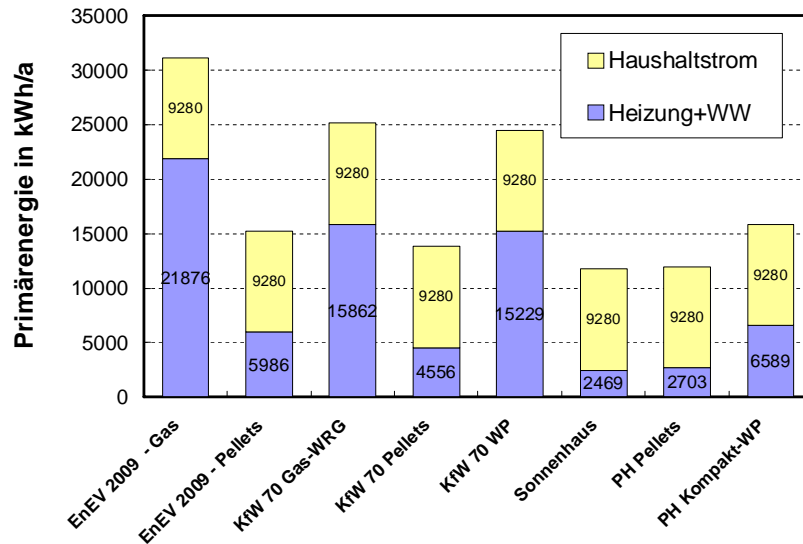


Energiebilanzen im Vergleich Werte in kWh/m²a



Vergleich verschiedener Konzepte Endenergie





Erfahrungen mit Passivhäusern

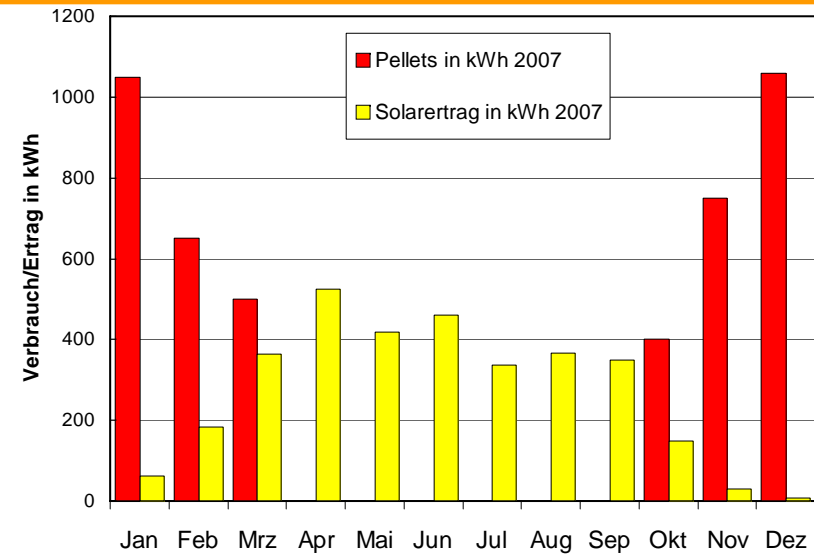
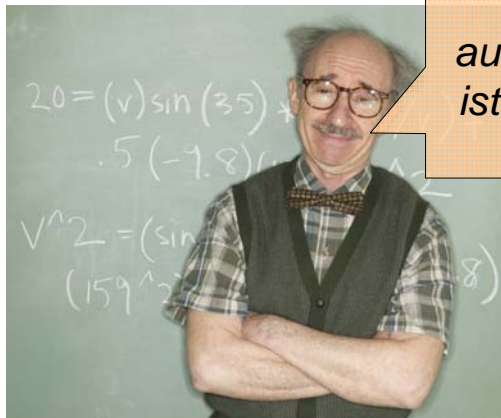
Passivhaus Samerberg

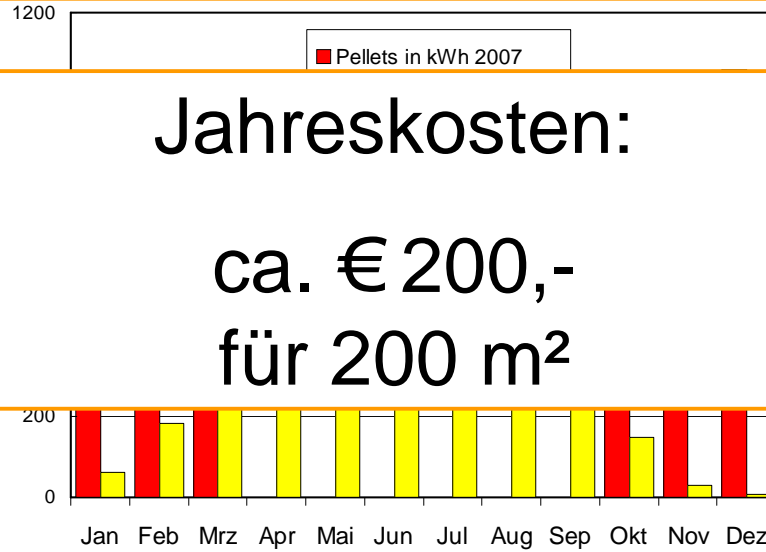


Einfamilienhaus Samerberg
Holzständerbau, Steinwolle- und Holzfaserdämmung
Heizung: Holzpelletofen
13 m² Solaranlage für Heizung und Warmwasser, 4,32 kWp Fotovoltaik



Reichsbedenkenträger:
„Ihr könnt viel
ausrechnen, wie hoch
ist der Verbrauch den
wirklich?“

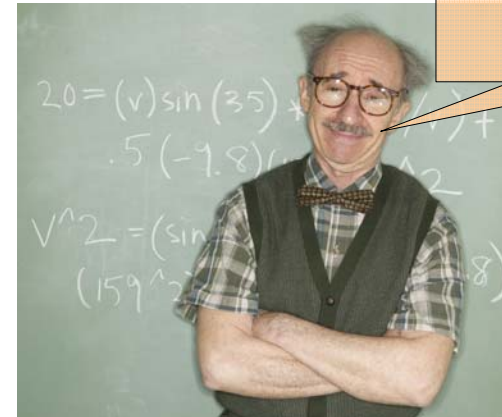




Jahreskosten:

ca. € 200,-
für 200 m²

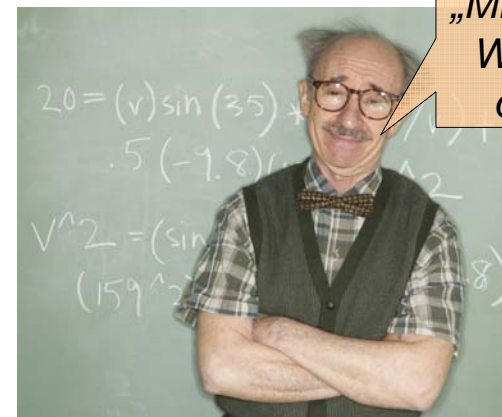
Reichsbedenkenträger:
„Und der Nutzereinfluss“

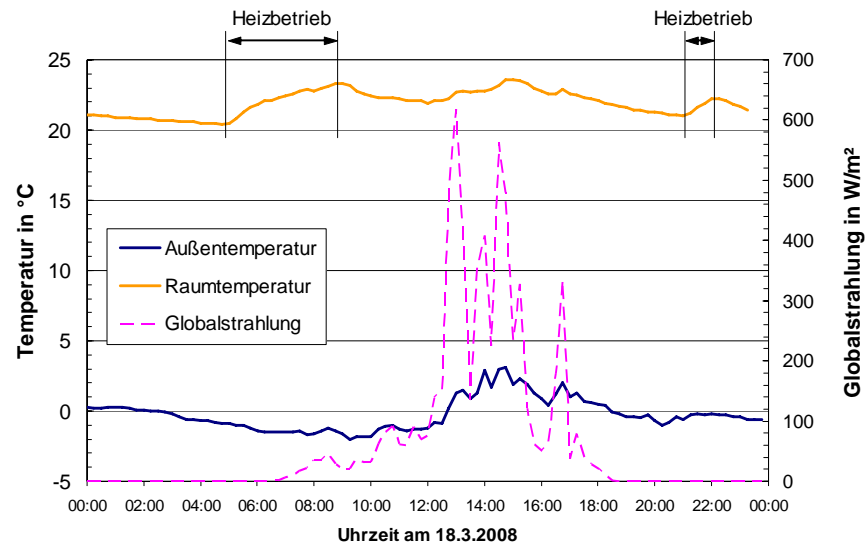


Und der Nutzereinfluss ?

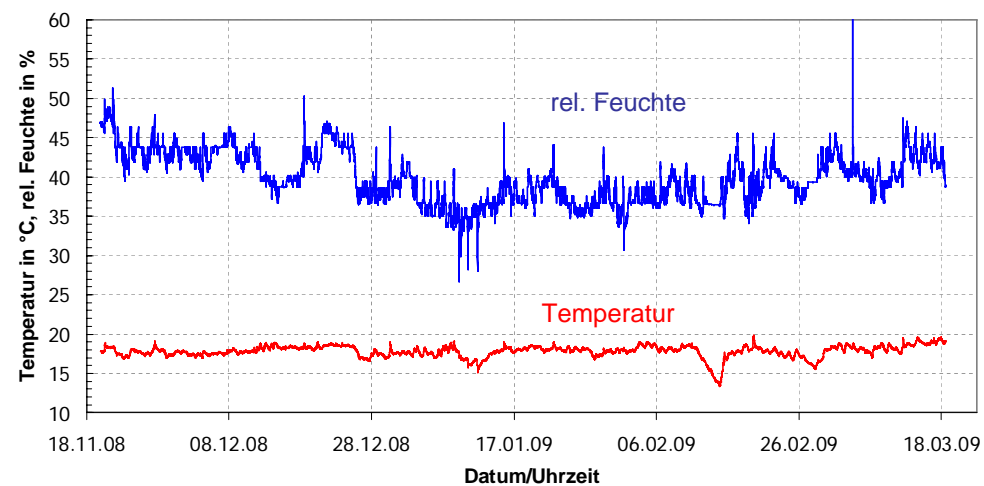
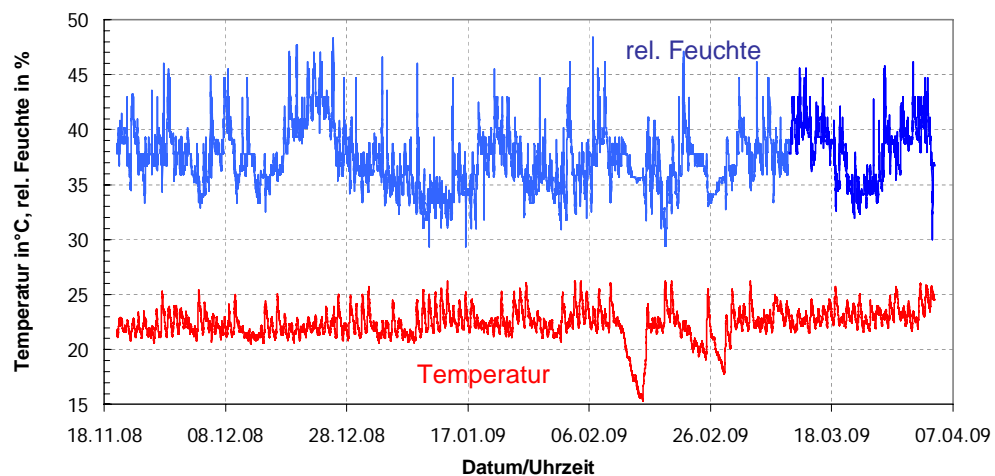
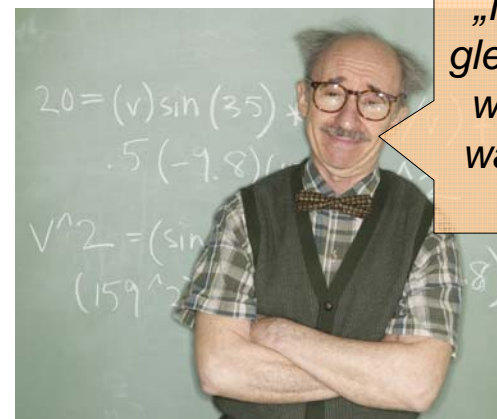


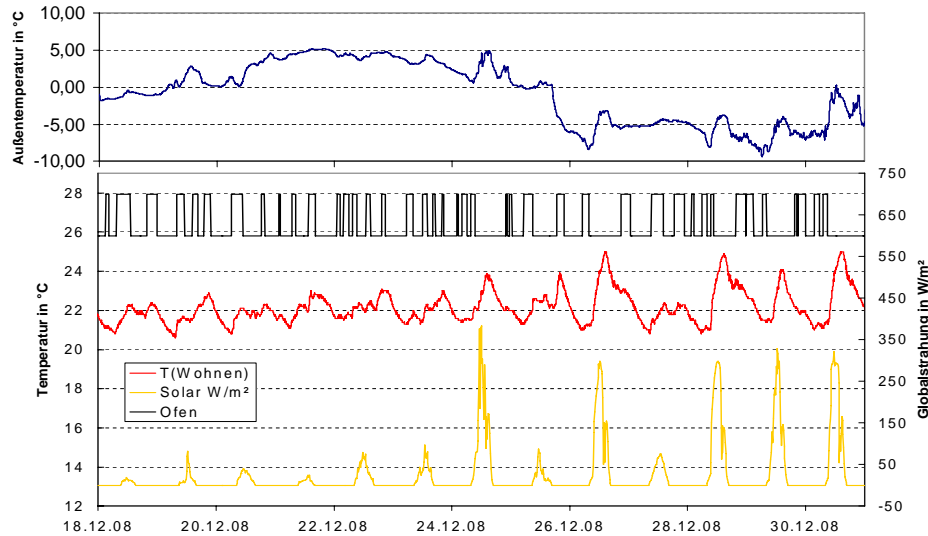
Reichsbedenkenträger:
„Mit dem Pelletsofen im Wohnzimmer wird es doch viel zu warm“



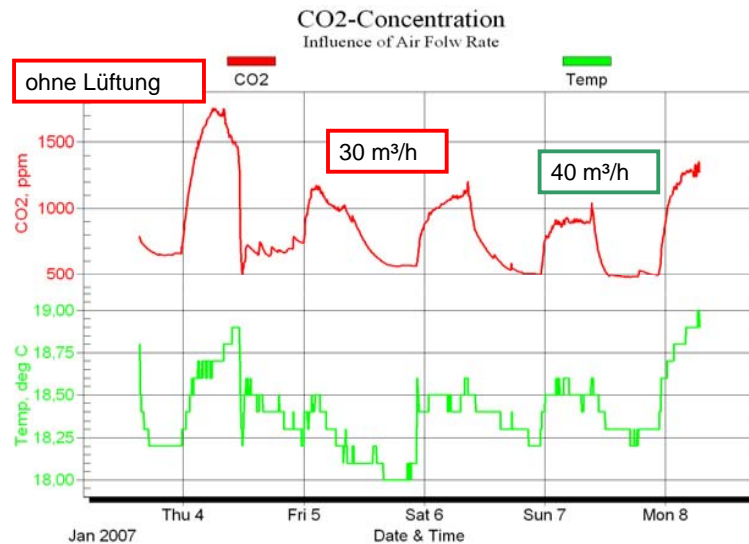
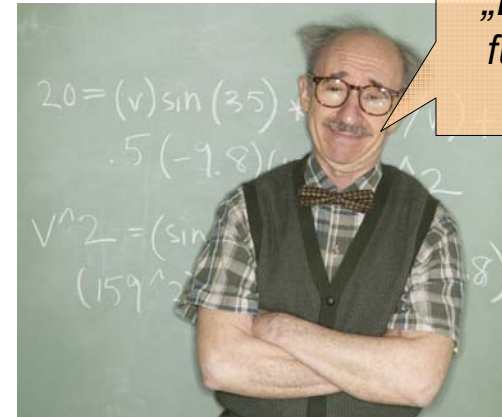


Reichsbedenkenträger:
„In allen Räumen die gleiche Temperatur, ich wills im Wohnzimmer wärmer und ein kaltes Schlafzimmer“

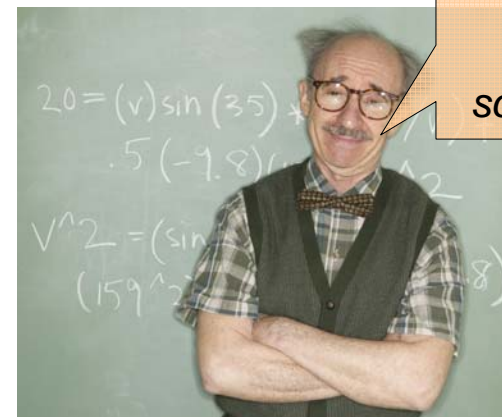


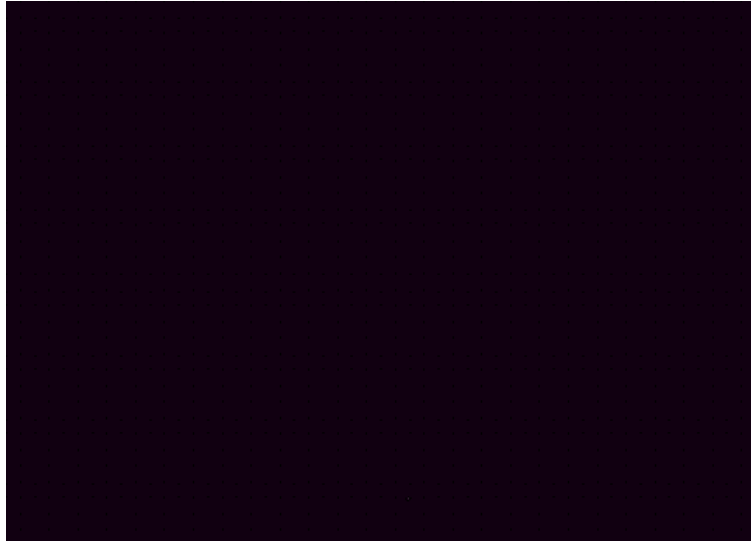


Reichsbedenkenträger:
„Die Lüftungsanlage
funktioniert doch eh
nicht“



Reichsbedenkenträger:
„Und in den
Lüftungsrohren
schimmelt der Dreck“





Passivhaus bedeutet:

- ◆ nachgewiesener geringster Verbrauch für Heizung&Warmwasser
- ◆ höchste thermische Behaglichkeit im Winter und im Sommer
- ◆ sehr gute Luftqualität
- ◆ minimaler kumulierter Energieaufwand

- ◆ Freude am Wohnen



*„Tatsächlich übertrifft die Wohnqualität unsere Erwartungen.
Das komplette Haus ist angenehm temperiert...“*

„Mit dem Haus passt soweit alles. Wie Sie sicherlich wissen, ist es sehr angenehm in einen Passivhaus zu wohnen.“

*"... Der Umzug hat gut geklappt und im neuen Haus fühlen wir uns SEHR wohl!
Raumklima und Raumgefühl sind prima. Die Temperaturen sind angenehm, obwohl
wir noch nicht einmal nachheizen..."*

*"... Trotzdem schlafen wir gut in unserem dunklen Schlafzimmer, dank der
Aktivlüftung wirklich erholsam!..."*

*„Der Ofen läuft normalerweise von Ende Okt. bis April. Hauptsächlich dann um
Warmwasser (Dusche usw.) zu machen. Den Rest des Jahres läuft der Ofen nur
in Ausnahmefällen. Hier bin ich echt positiv überrascht, da ich mit der Nord/Süd
Ausrichtung des Giebels nicht soviel erwartet habe.“*