

Haustechnik für die Passivhaussanierung

→ Poly/HS Schwanenstadt

→ WA Linz Markartstraße

- DI Michael Berger, teamgmi
- DI Bernd Krauss, E-Plus

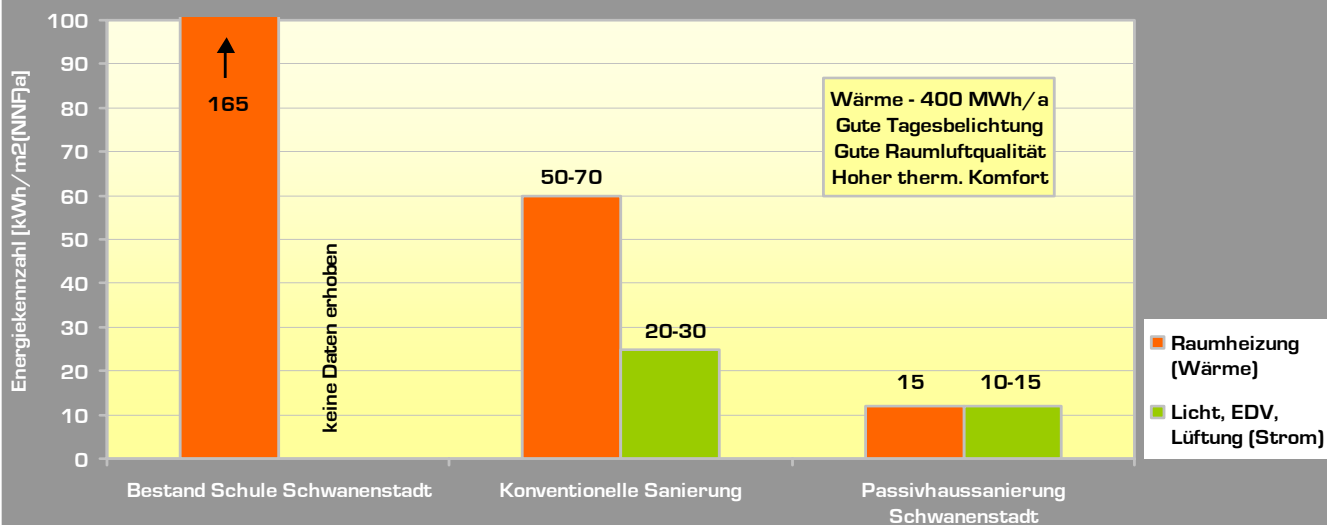


Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

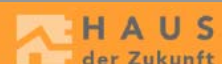
teamgmi



Schulsanierung Schwanenstadt: Energiekennzahlvergleich.
Passivhaussanierung: 400 MWh/a Wärmeeinsparung zu Bestand.

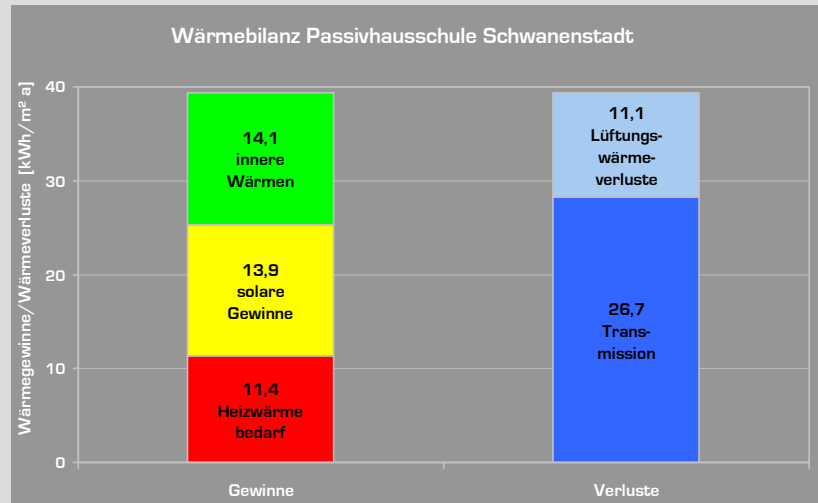


teamgmi



Passivhausprojektierung PHPP

- Hoher Anteil innerer Wärmegewinne
- 30% Transmission opake Bauteile durch Bodenplatte
- HWB <15kWh/m².a passivhauskonform
- Falls Grundwasser fließend ☐ HWB >15kWh/m².a
- Heizlast > 10W/m², deshalb wassergeführtes Heizsystem erforderlich



Wärmebrückenanalyse

Anschluss Außenwand- Bodenplatte:

- Stahlbetonstützen durchdringen die thermische der Bodenplatten und gründen im Grundwasser

Außenwand Bestand, Stahlbetonstützen:

- Stahlbetondecken als auch Brüstungselemente a befestigt, ragen 40cm nach außen

☐ Betrachtete Maßnahmen:

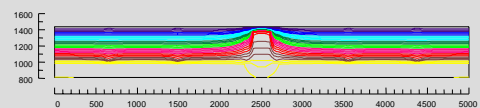
- Überdämmung mit Vakuumplatten
- Überdämmung mit Faserdämmstoffen niedriger (Schafwolle- oder Glaswolle-Trittschallfilze)
- Erhöhung der Gesamtdämmstärke



WAEBOUT
V6.00 97-06-14
Datum: 29.08.2003
Zeit: 23:11:42

+X+Y Z= 500
Temp. min=-9,9°C Temp. max= °C
Intervall=-,985 K

ISOTHERME



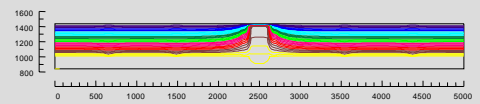
Datei: C:\WAEBRU\SCHWA3AW
Schwanenstadt AW gemaess Skizze Hans Christian Obermayr
5cm Zellulosedämmung ausserhalb Stahlbetonstütze

Programmpaket WAEBRU; Copyright: E.Panzhauser & K.Kreic

WAEBOUT
V6.00 97-06-14
Datum: 29.08.2003
Zeit: 22:41:11

+X+Y Z= 500
Temp. min=-9,89°C Temp. max= °C
Intervall=-,984 K

ISOTHERME



Datei: C:\WAEBRU\SCHWA0AW
Schwanenstadt AW gemaess Skizze Hans Christian Obermayr

Programmpaket WAEBRU; Copyright: E.Panzhauser & K.Kreic

Wärmebrücken-berechnung	Beschreibung	Leitwert 5m Breite	äquival. U-Wert	Ver-änderung
Einheit		W/mK	W/m ² K	%
Ausgangsvariante	2cm Vakuumdämmung auf Stahlstütze, 30cm breite Dämmplatte	0,6004	0,120	0
Variante 1	2 cm Dämmstoffe l=0,033W/mK (Trittschallfilz)	0,7333	0,147	22,1%
Variante 2	Wie Variante 1, jedoch 3cm stärkere Konstruktion außen	0,6107	0,122	1,7%
Variante 3	Wie Variante 2, nur Zellulosedämmung l=0,040W/mK	0,6262	0,125	4,3%
Vergleichs-variante	Wie Ausgangsvariante, ohne Stahlbetonstütze u Vakuumdämmung	0,5098	0,102	-15,1%



Tageslichtplanung

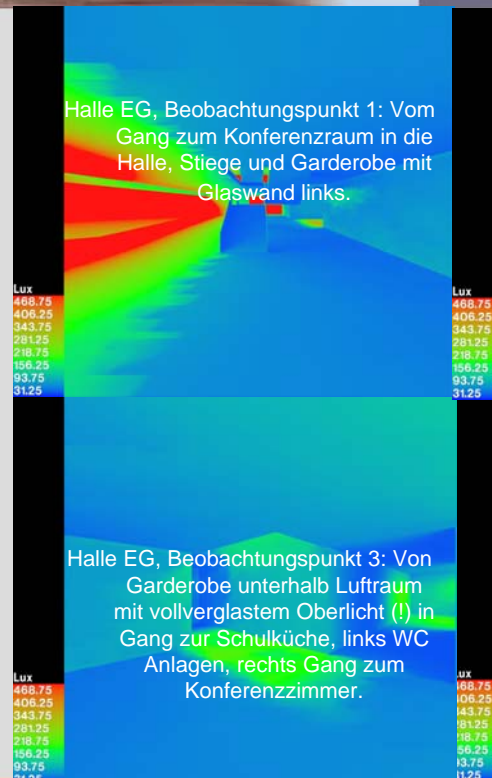
- Ausreichender TL_Koeffizient >2% für die Arbeitsflächen
- Angenehme Tageslichtsituation Atrien (psychologisch wichtig)
- Minimierter Strombedarf Kunstlicht

Hindernisse/Hemmnisse

- Geringe Fassadenöffnungen Bestand (Unterzüge)
- 3-Scheibenverglasung hat TL-Transmission <70%
- Fassadendämmung und Passivhausfensterprofile

Zwischenergebnisse

- Vergrößerung Hallenoberlichten und Fensterlichten Klassen
- Sorgfältige Detailgestaltung Fenster (Farben, Oberflächen)



Halle EG, Beobachtungspunkt 2: In den Gang zum Konferenzraum, rechts Raum Direktor, hinten Lichteintrag durch Sitzbereich – Glasfassade (Anmerkung: der „dunklere“ Gang ist hier kein Problem, gute Inszenierung).

Halle EG, Beobachtungspunkt 4: Von der Garderobe in die Halle beim Bereich Lift mit vollverglastem Oberlicht (!), rechts Stiegenlauf. Lifteinbau dzt. nicht berücksichtigt.

Vorgaben/ Annahmen Gebäudetechnik I

Sonnenschutz

- außenliegender Screen oder vergleichbare Jalousie; $g = 0,12$
- einstrahlungsgeregelte Automatik: $ZU = I > 300W/m^2$, $AUF = I < 200W/m^2$ (durch Nutzer übersteuerbar)

Betriebslüftung

- Betriebszeit Klassenlüftung 07:30-16:00
- Bypass Wärmetauscher bei $T_a > 18^\circ C$
- Sommerbetrieb individuell über Fensterlüftung möglich

Heizung

- Solltemperaturen alle Zonen außer Turnsaal 20° , Absenkttemperatur $18^\circ C$
- große Speicherkapazität Gebäude (\square Aufheizzeit 8h)

Vorgaben/ Annahmen Gebäudetechnik II

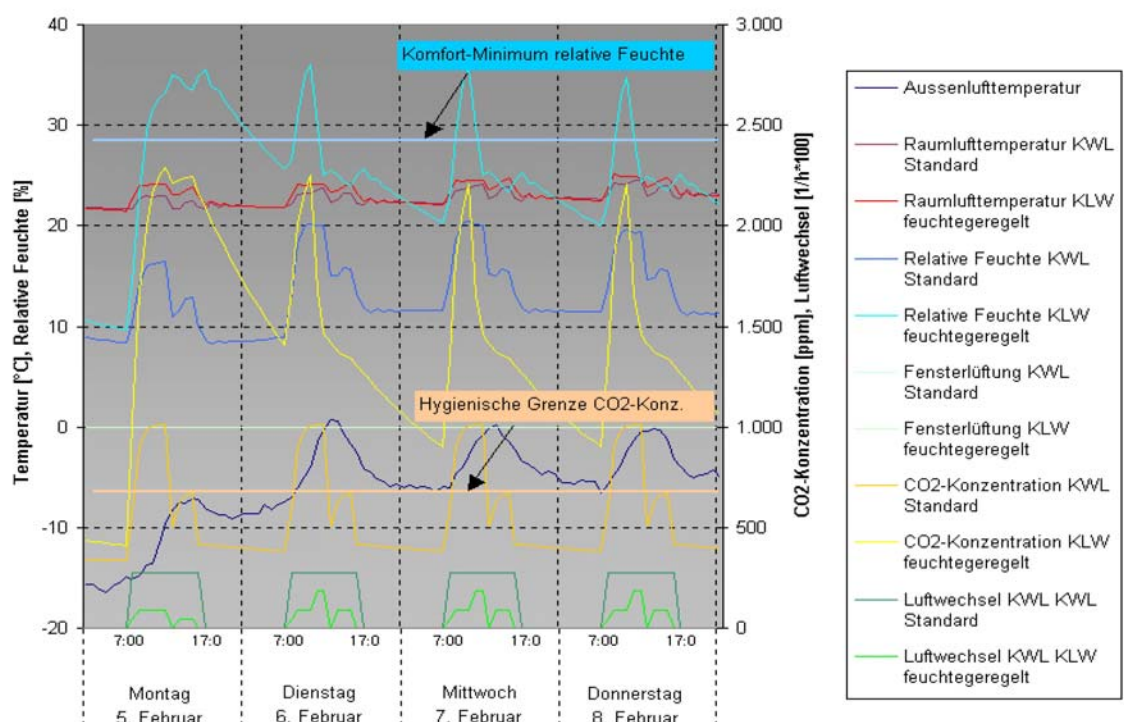
Nachtlüftung

- Automatische Fensterflügel AUF: $RT > 23^{\circ}\text{C}$, ZU $RT: < 21^{\circ}\text{C}$ (Luftwechsel mind. 2/h)
- Während Heizperiode und Übergangszeit außer Funktion
- Auch über Lüftungsgeräte möglich

Beleuchtung

- 2 getrennt aktivierbare Beleuchtungskörper parallel zur Fassade
- maximale Lichtleistung 12 W/m^2
- Strahlungsintensität $< 150 \text{ W/m}^2$ □gangseitige Beleuchtung ein (gemäß TL - Sim.: 300lx auf Arbeitsfläche im hinteren Raumbereich ab 150 W/m^2 Einstrahlung)
- Strahlungsintensität $< 75 \text{ W/m}^2$ □ gesamtes Kunstlicht ein

Raumluftqualität Klassenraum (Klasse 6, westorientiert, 1.OG)



V1 Zentrale Lüftungsgeräte:

- + Rotationswärmetauscher
- + Erdreichwärmetauscher
- + Teilbeheizung leicht möglich
- + Wärmeausgleich wärmere/kühlere Zonen
- + Gang mitbelüftet
- + vgl. geringer Aufwand Wartung
- Hoher Raumbedarf, schwierige Luftverteilung
- Schallschutz, Brandschutz und Regelung
- Luftkanalleitungslängen wg rechteckigem Grundriss
- eingeschränkte Regelungsmöglichkeiten
- Geruchsverschleppung
- Ausführungsaufwand

V2 Semizentrale Lüftungsgeräte:

- + Einfachere Regelung
- + Restliche Punkte wie V1
- Höchster Raumbedarf, schwierige Luftverteilung
- Restliche Punkte wie V1

V3 Dezentrale Lüftungsgeräte:

- + Einfache, klassenweise Auslegung,
- + modulweise Errichtung
- + modulweise Anwendbarkeit
- + Einfache, klassenweise Regelung
- + kurzes Luftkanalnetz
- + Einfache Reinigung
- Aufwändiges Fassadendetail
- Kein Rotationswärmetauscher
- Kondensatentwässerung
- Wartungsaufwand
- Risiko Kälteerscheinungen
- Kein Erdwärmetauscher



V1 Zentrale Lüftungsgeräte:

- Energiekosten: 2.910,- €/a
- Wartung: 4.390,- €/a
- Instandhaltung: 1.780,- €/a

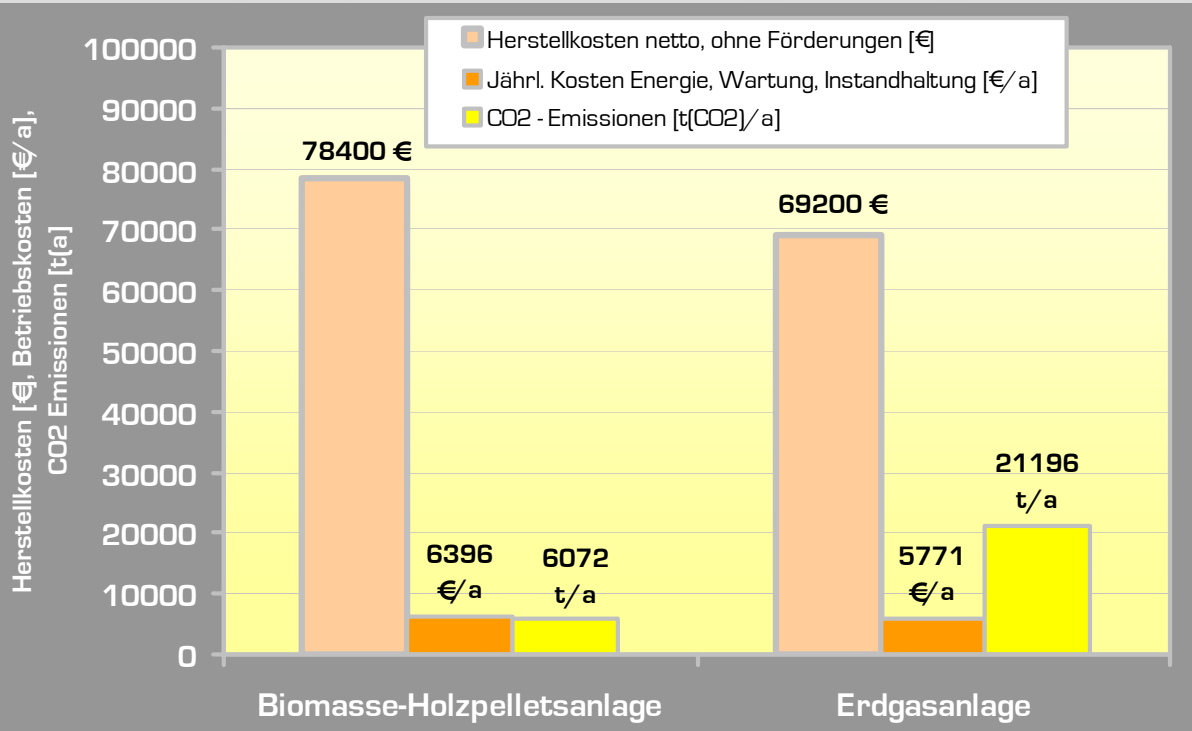
V2 Semizentrale Lüftungsgeräte:

- Energiekosten: 2.790,- €/a
- Wartung: 5.510,- €/a
- Instandhaltung: 1.930,- €/a

V3 Dezentrale Lüftungsgeräte:

- Energiekosten: 2.730,- €/a
- Wartung: 7.890,- €/a
- Instandhaltung: 1.920,- €/a





Gegenüberstellung der Kosten der Sanierungsvarianten des Bauvorhabens HS 2 und PTS - Schwanenstadt

Baukosten (1 - 6) bzw. Errichtungskosten (1 - 9) gem. ÖNORM B 1801-1 In Euro

Schule	Kostenbereich	Ursprüngliches Sanierungskonzept gem. Mindeststandards	Haus der Zukunft Nachhaltige Schulsanierung
Musikhauptschule	1-9	3.375.000,00	4.151.855,00
	1-6	3.014.000,00	3.681.912,50
PTS	1-9	1.933.000,00	2.367.500,00
	1-6	1.713.000,00	2.073.137,50
Gesamt netto:	1-9	5.308.000,00	6.519.355,85
	1-6	4.727.000,00	5.755.050,00
20% Mwst	1-9	1.061.600,00	1.303.871,17
	1-6	945.400,00	1.151.010,00
Bruttokosten verglichen	1-9 +4%	6.369.600,00 6.467.882,00	7.823.230,50
Differenz			1.350.000,00

Mehrkostenaufschlüsselung	Einzelmaßnahmen	Einzelkosten	Zwischensumme
Passivhaustechnologie	Wärmedämmung	125.000.-	Ca. 8,1% zu Referenz-kosten 525.000.-
	Passivhausfenster	150.000.-	
	Haustechnik mit kontrollierter Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung	250.000.-	
Tages- und Kunstlichtmanagement	Inkl. Solar- und Tageslicht optimierter Sonnenschutz	125.000.-	Ca. 1,9% 125.000.-
Ökologische Maßnahmen	Holzbautechnologie für Fassade aus nachwachsenden Rohstoffen anstatt Polystyrolfassade	175.000.-	Ca. 2,7% zu Referenz-kosten 175.000.-
Zusätzliche bautechnische Sanierungen	Neue konstruktive Dacheindeckung über gesamten Bestand zur Vermeidung regelmäßiger Sturmschadensanierungen	175.000.-	275.000.-
	Zusätzliche Böden und Nebenräume, spez. Im Turnsaalbereich	100.000.-	
Zusätzliche bauliche Maßnahmen für Nutzungsfunktionen	Mehrzweckraum Musikhauptschule	145.000.-	250.000.-
	2. Fluchtstiegenhaus + Brandabschnitt	105.000.-	
Gesamtsumme Mehrkosten (Bezugsgröße: Kostenschätzung konv. Sanierung: 6,468.000 EUR]			1,350.000.-

WA Linz- Markartstraße

Rahmenbedingungen Sanierung

- Erdgeschoss Niedrigenergiestandard, Obergeschosse Passivhausstandard
- Solarwabenfassade umlaufend
- Komfortlüftung mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung
- möglichst geringe Umbaumaßnahmen

Studienschwerpunkte Haustechnikplanung

- Nachweis Passivhaustauglichkeit
- Vergleich Planungsoptionen Wohnraumlüftung Semizentral (2SWE)/Dezentral (raumweise) mit Gerätemarktanalyse
- Warmwasserbereitung: Untersuchung Kompatibilität der bestehenden raumluftabhängigen Gasdurchlauferhitzer mit Passivhauskonzept

WA Linz- Markartstraße

Nachweis Passivhaustauglichkeit

- Einbindung der Solarwabenfassade ins PHPP
- Einfluss Verschattung durch Nachbargebäude und auskragende Bauteile
- Energiekennzahlberechnungen für das Gesamtgebäude sowie für „ungünstige“ Einzelwohnungstypen
- Variantenanalyse mit/ohne Erdgeschoss; mit/ohne Solarwaben
- Variantenanalyse Holz/Alu- und Kunststofffenster
- Ausführungsvariante: Energiekennzahl von 14,4kWh/m²a (ohne EG)
- Gebäudedichtigkeit/ Luftwechsel bei Drucktest (n50) von 0,6-fach pro Stunde angenommen

WA Linz- Markartstraße

Ergebnisübersicht Energiestudie BV Markartstrasse; Linz

Nachfolgende Übersichtstabelle zeigt die letztgültigen Ergebnisse der PHPP-Berechnungen, abgestimmt mit dem PH-Institut Darmstadt - Stand 23.Februar 2005.

Gebäudetyp / Berechnungstyp		Heizwärme- bedarf [kWh/(m ² a)]	Heizlast W/m ²
1.	Gebäude gesamt mit Solarwabenfassade (GAP)	18,6	14,1
2.	Gebäude gesamt wie 1. nur Nordfassde ohne Solarwabenfassade	18,8	14,1
3.	Gebäude gesamt komplett ohne Solarwabenfassade	20,3	14,4
4.	Gebäude ohne Erdgeschoss mit Solarwabenfassade (GAP)	15,4	13,2
5.	Gebäude ohne Erdgeschoss ohne Solarwabenfassade	16,7	13,4

WA Linz- Markartstraße

Ergebnisübersicht Energiestudie BV Markartstrasse; Linz

Nachfolgende Übersichtstabelle zeigt die letztgültigen Ergebnisse der PHPP-Berechnungen, abgestimmt mit dem PH-Institut Darmstadt - Stand 23.Februar 2005.

Gebäudetyp / Berechnungstyp		Heizwärme- bedarf [kWh/(m ² a)]	Heizlast W/m ²
4.	Gebäude ohne Erdgeschoss mit Solarwabenfassade (GAP)	15,4	13,2
4A.	mit verbesserter Luftdichtigkeit von 1,0 auf 0,6-fach/Stunde sowie Luftwechsel von 0,38-fach/Stunde auf 0,3-fach/Stunde reduziert	12,7	11,1
4a.	mit verbesserter Luftdichtigkeit von 1,0 auf 0,6-fach/Stunde	13,7	11,5
4b.	wie 4a + eliminieren der Wärmeverluste an Nachbarwohnungen	13,7	10,8
4c.	wie 4b + Verbesserung Wärmerückgewinnung von 75% auf 85%	11,5	10,0

WA Linz- Markartstraße

Ergebnisse Auswahl Lüftungsprinzip + Marktanalyse Lüftungsgeräte

- Investitionskosten: nahezu Preisgleichheit
- deutliche Vorteile Umsetzbarkeit im bewohnten Zustand für dezentrale Lösung
- Entscheidung dezentrale Lösung mit „Einzelraumlüftern“
 - Marktanalyse Einzelraumlüfter zu den Kriterien
 - bauaufsichtliche Zulassung (erfüllen nur zwei der untersuchten Gerätetypen)
 - Wärmerückgewinnung, Schalleistung, Leistungsaufnahme im Auslegungszustand
 - Kosten, Einbaumöglichkeit Sanierungsfall
 - Funktionsweise (Intervall vs. Kontinuierlich)
- Entscheidung zur Geräteauswahl

Projekt:	Sanierung Markartstraße - GIWOG								
Bearbeitung:	Planungsteam E-Plus, Egg								
Gegenüberstellung von Einzelraum- Lüftungsgeräten									
Produktbezeichnung		Volumenstrom	WRG	Schallleistung	Abmessungen	Leistungsaufnahme	Bohrungen	Listenpreis	Bemerkungen:
Fabrikat	Type	Stufe [m³/h]	%	dB(A)	hxbxt [cm]	Stufe [Watt]	dø [mm]	€ ohne MwSt	
InVENTer	InVENTer 14	16 bis 34	>75%	19 bis 25	innen rund dm 29, außen 28x28	2 bis 4	1x220	ca. 550,-	bauaufsichtliche Zulassung IV 25 vorhanden; Bussystem nicht möglich, jed. Betriebsstundenaufzeichnung in Zentralregler integriert; Wärmetauscher und Kunststofffilter waschbar; Preisangabe inkl. Kostenanteil Zentralregler (65 €) und Anteil Verkabelung (70 €) pro Gerät. Annahme 3-4 Geräte/WE erforderlich
Meltem	M-WRG	15 bis 60	>70%	19 bis 35	40,9/38,8/19,8	3,8 bis 12,5	2x120	ca. 770,-	bauaufsichtliche Zulassung IV 25 vorhanden; Busansteuerung nur bei Komfortmodell möglich (Einzelpreis 990,- €); pro Zimmer ein Gerät erforderlich. Einzelregelung in jedem Gerät integriert. Annahme 3-4 Geräte/WE erforderlich
Variante (semi)zentrale Lüftungsanlage - 2 Geräte für 50 WE									
Lüfta	MAX 2000	200 bis 2000	>80%	im Raum <25	ca. 360/105/78	700 W bei 1750m³/h	_____	n.E.	2 ST Geräte a' 1750m³/h für je 25 WE; Einzelwohnungsregelung über dezentrale Volumenstromregler und Konstantdruckregelung der Ventilatoren im Zentralgerät. Bauaufsichtliche Zulassung vorhanden; hohe WRG. Bauliche Maßnahmen: In jedem Stiegenhaus muß ein Steigschacht von je 70x35 cm errichtet werden. Die Decken in den Vorräumen der Wohnungen sollten Abgehängt werden sowie kleiner Bereiche in einzelnen Zimmer.

Alle Angaben lt. Hersteller, bzw. Prüfprotokollen

WA Linz- Markartstraße

Ergebnisse Untersuchung Warmwasserbereitung

- Luftdichtigkeit □ Widerspruch zu bestehenden raumluftabhängigen Gasthermen
- Lösungsidee1: elektrischer Kontakt im Gasgerät □ 25m³/h Zuluftüberschuss
- Lösungsidee 2: Abgaswächter z.B. T > 60 °C □ 25m³/h Zuluftüberschuss
- Vorschreibung Linz AG: freie Lüftungsöffnung von 40 cm² nach außen bzw. zum Stiegenhaus
- Lösungsidee 3: schalldämmte Überströmöffnung zum teilbeheizten Gang
- keine Freigabe durch Feuerwehr Linz
- Ergebnis: Lösung Fernwärme- Wohnungsstationen

Danke

