

Stand und Zukunft der Wärmepumpentechnologie im Wohnbau (Forschungsbericht 2157)

IMPULSTAG
ATTRAKTIVE WOHNFORMEN – OPTIMALE SANIERUNG

Inhalte

- Projekt F-2157
- Ausgangssituation in Österreich und NÖ
- Qualitätssicherung
- Ökologische Betrachtung
- Wärmepumpenmarkt
- Wärmepumpen in der Sanierung
- Monitoring Konzept
- Monitoringergebnisse
- Conclusio/Ausblick

Projekt F-2157

Analyse der Jahresarbeitszahlen von unterschiedlichen
Wärmepumpenanlagen

Ziele des Projekts F-2157

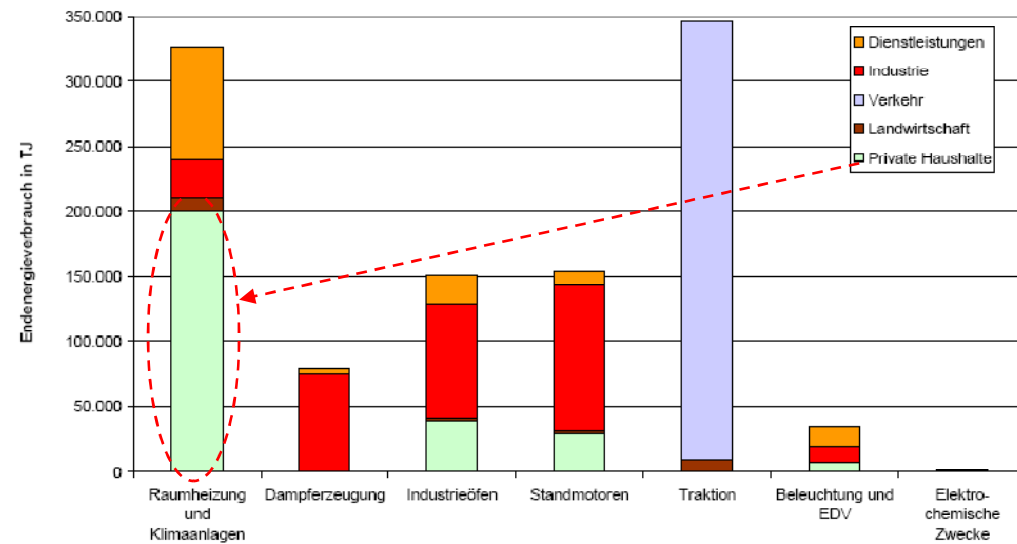
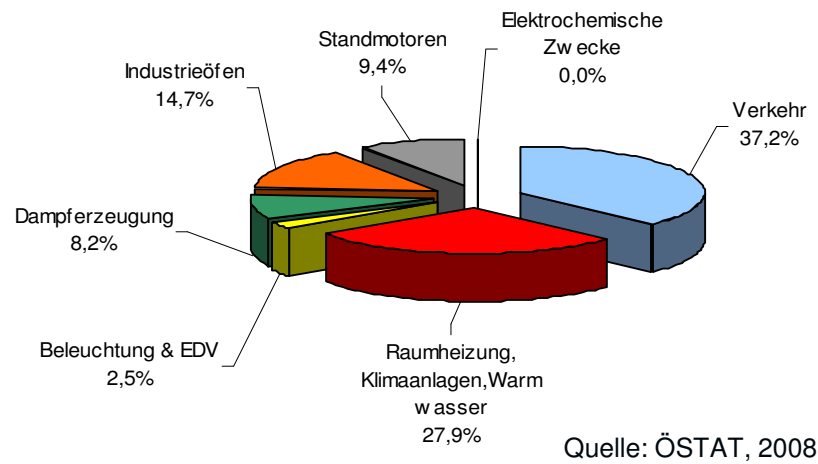
“Analyse der Jahresarbeitszahlen von unterschiedlichen Wärmepumpenanlagen“
im Auftrag der Abteilung Wohnbauforschung der NÖ-Landesregierung

- Empfehlung von Jahresarbeitszahlen für unterschiedliche Wärmepumpensysteme als Grundlage eines zukünftigen Wärmepumpenfördermodells
- Untersuchung der ökonomischen, energiewirtschaftlichen und ökologischen Faktoren von Wärmepumpenanlagen, wie z.B. Primärenergieverbrauch, CO₂ Reduktionspotenzial
- Analyse der Jahresarbeitszahlen von unterschiedlichen Anlagen und Nutzungsvarianten
- Konstruktiver Beitrag zum Image von Wärmepumpenanlagen
- Interdisziplinäre Erkenntnisse zum Stand der Technik von Wärmepumpenanlagen
- Anregungen für Installateure für weitere Innovationsschritte im Anlagenbau

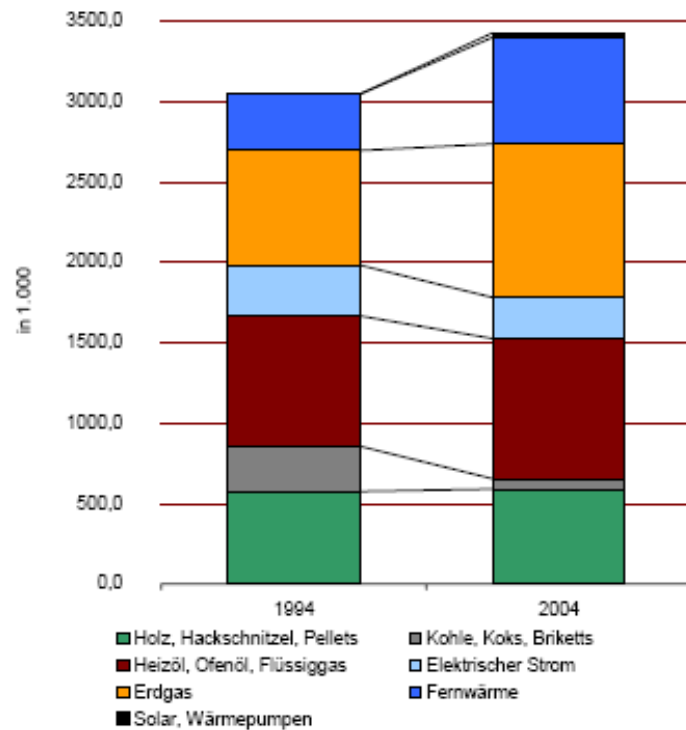
Ausgangssituation Österreich und Niederösterreich

Energiebedarf
THG-Emissionen

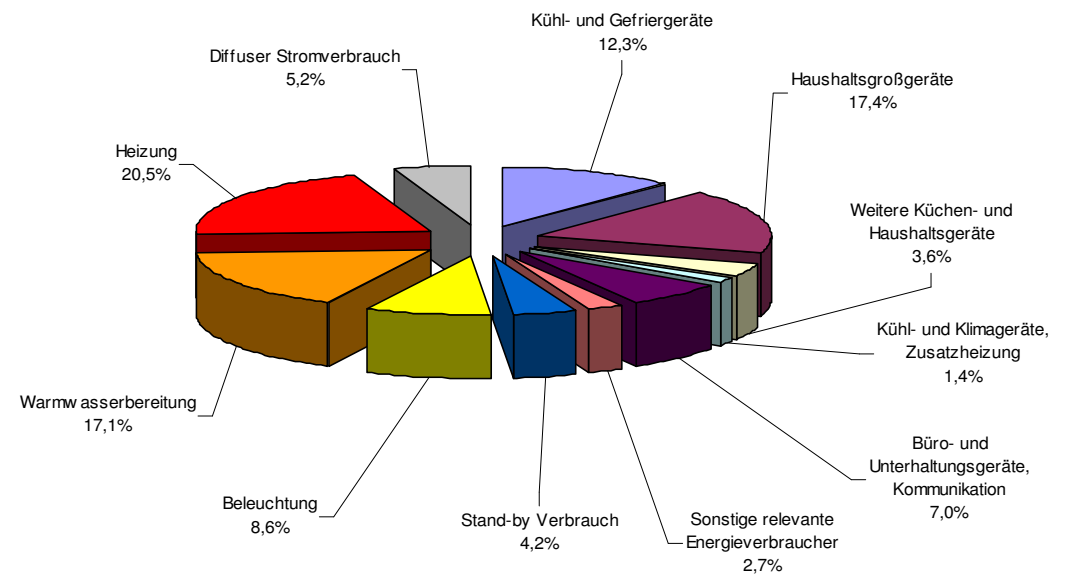
Gesamtenergieverbrauch - Gegenüberstellung der Nutzerkategorien



Beheizung des Wohnbestandes - Stromverbrauch der Haushalte



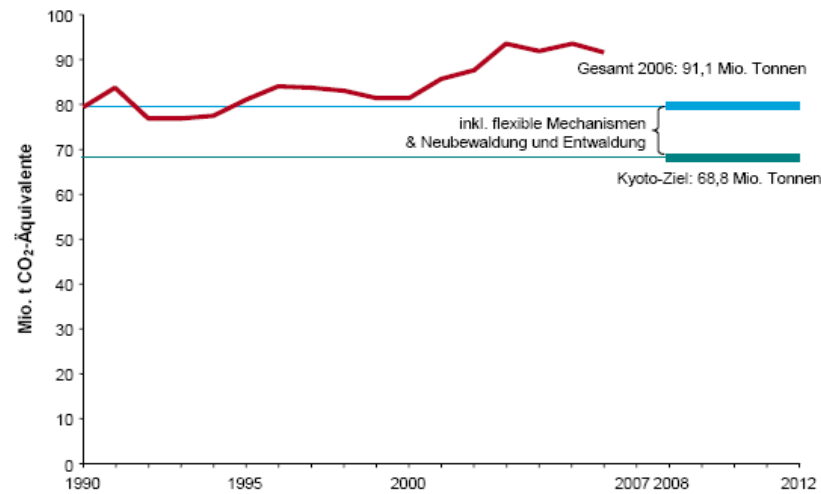
Quelle: BMWA, 2008



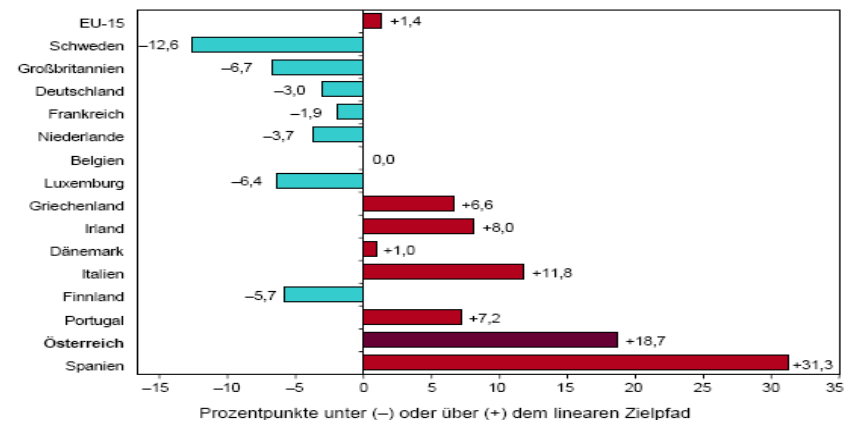
Quelle: ÖSTAT 2009

Heizung und Warmwasserbereitung sowie Haushaltsgroßgeräte und Kühl-/Gefriergeräte konsumieren gemeinsam beinahe 70 % des Stromverbrauchs

Verlauf der österreichischen THG-Emissionen

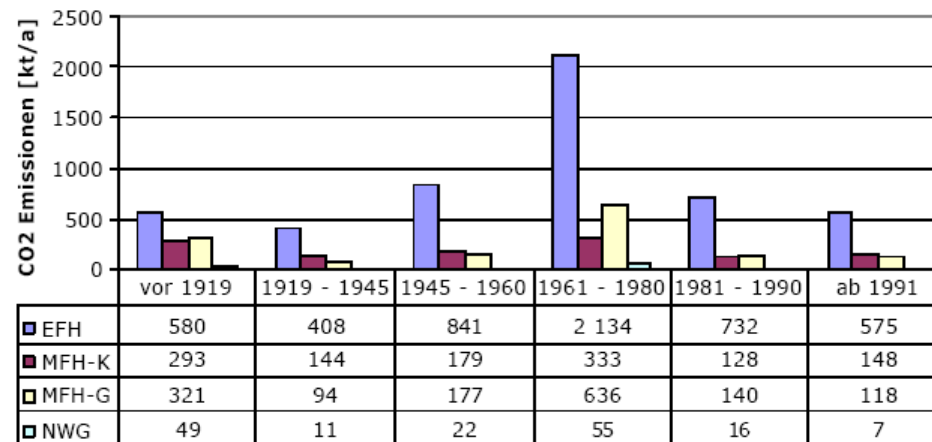


Quelle: UBA, 2008



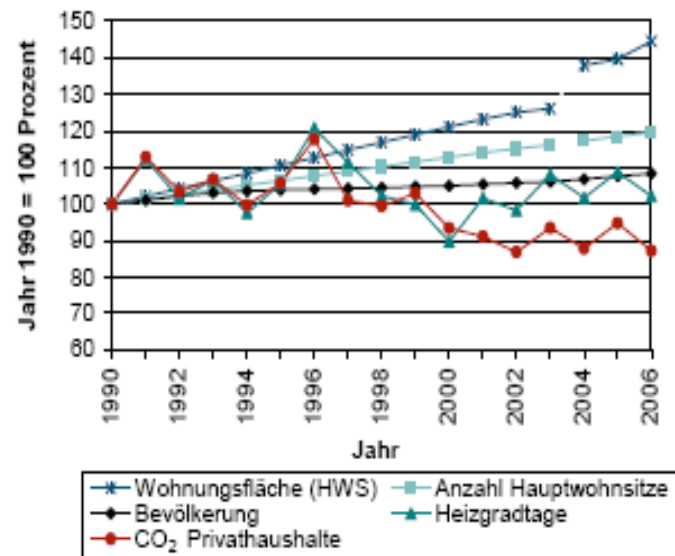
Quelle: UBA, 2008

CO₂-Emissionen durch Beheizung von Wohnungen

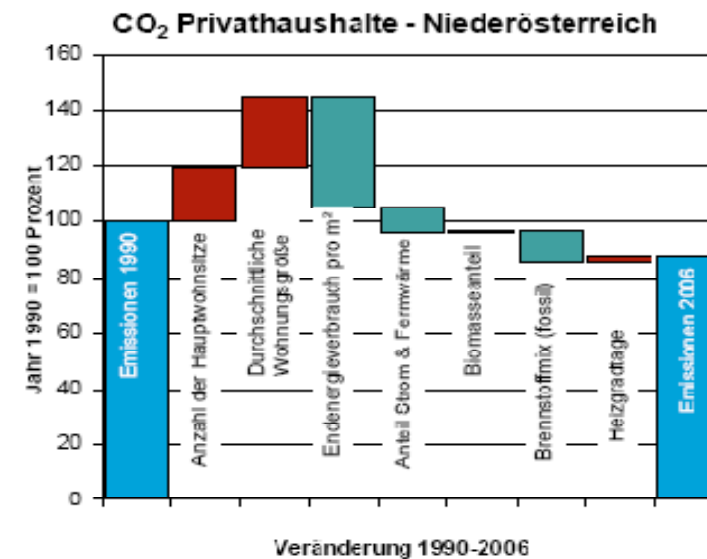


Quelle: Innovation & Klima, 2008

CO₂-Emissionen niederösterreichischer Haushalte



Quelle: UBA, 2008



Quelle: UBA, 2008

Qualitätssicherung

Anforderungen an eine energieeffiziente Wärmepumpenanlage

Anforderungen für einen energieeffizienten Wärmepumpenbetrieb

- Anforderungen an den Wärmeschutz des Gebäudes:
Niedrigenergie-Baustandard und besser (ausgewiesen über Heizwärmebedarf mit „Gebäudeausweis“, z.B. $\leq 50 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$), berechnet ohne Wärmerückgewinnung)

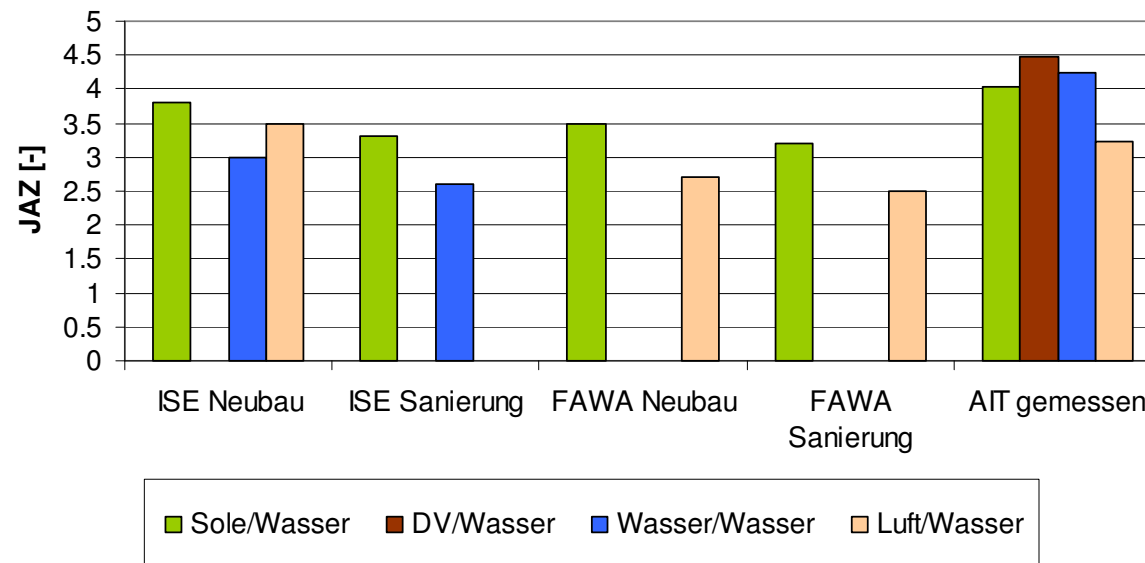
- Anforderungen an die Heizungsauslegung:
Niedertemperatur-Heizungsauslegung:
 - $\leq 35 \text{ °C}$ im Neubau
 - $\leq 50 \text{ °C}$ im Altbau

Erreichbare JAZ It. Feldmessungen und Simulation

		EHPA		ISE		FAWA		Hartl (Simulation)		AIT Feldmessungen	
		Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung	JAZ	Anzahl
Erdreich	Sole/Wasser	4,0	3,5	3,8	3,3	3,5	3,2	4,2* / 5,0**	3,3* / 3,7**	4,0	9
	DV/Wasser	4,2	3,7	---	---	---	---	---	---	4,5	13
Wasser	Wasser/Wasser	4,5	4,0	3,0	2,6	---	---	5,6	4,1	4,3	1
Luft	Luft/Wasser	3,5	3,0	3,5	---	2,7	2,5	3,4	2,7	3,2	5

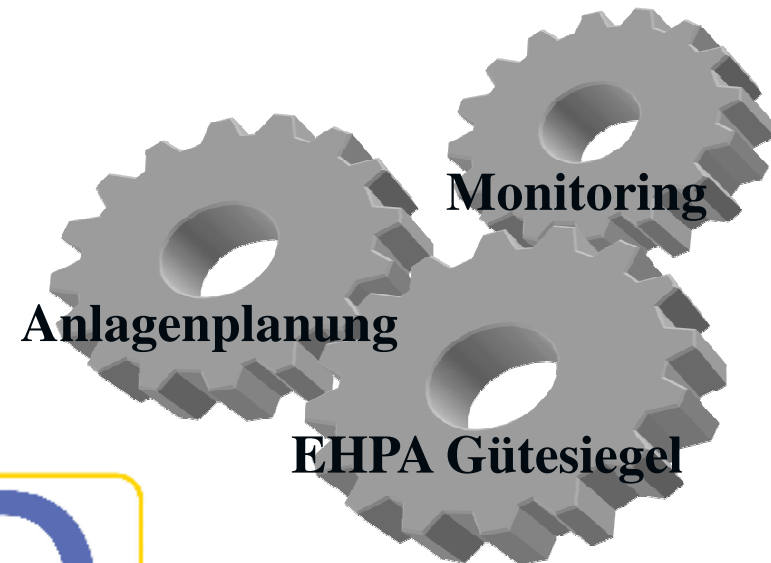
* Flachkollektor

** Erdwärmesonde



Qualitätssichernde Maßnahmen

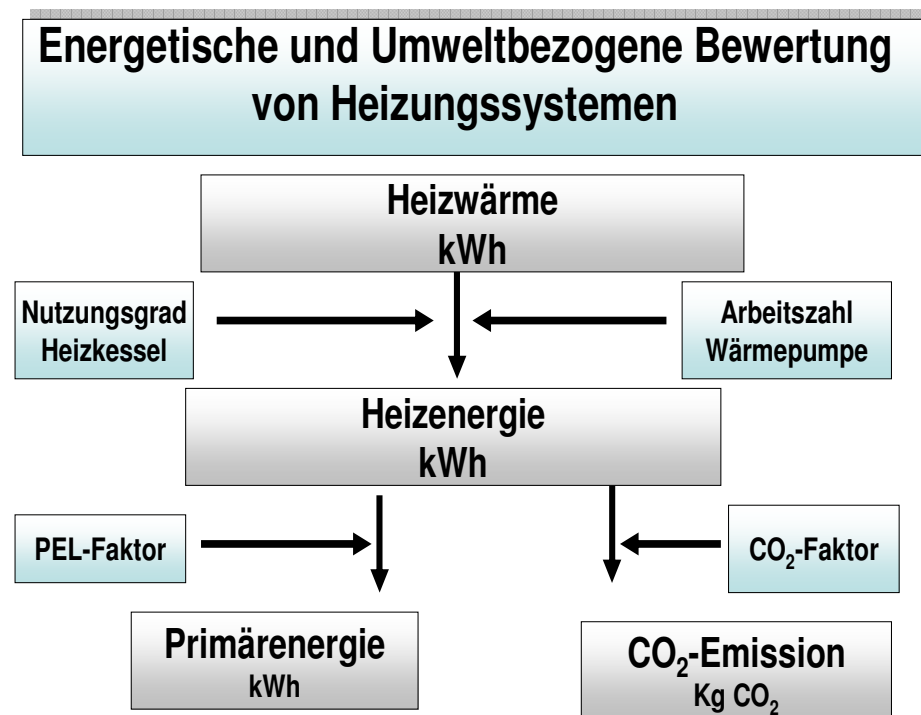
- EHPA-Gütesiegel (Qualität der Wärmepumpe)
 - EU-Cert. „Zertifizierter Wärmepumpeninstallateur“ (Qualität der Anlage)
 - Checklisten/Planungsempfehlungen
-
- Problematik mindest JAZ:
 - Überprüfbarkeit
 - Benutzerverhalten
 - bei nicht Erreichen Schuldfrage



Ökologische Betrachtung

Primärenergiebedarf
CO₂-Emissionen

energetische und umweltbezogene Bewertung



Quelle: Faninger, 2007

JNG/JAZ - PEF - CO2-Emissionen

System	JNG / JAZ	Quelle
NT-Ölkessel (HEL) (mit Gebläse)	90% (Hu)	Simader, 2007
Gas-Brennwertkessel	97 % (Hu)	Simader, 2007
Pellets	80%	Neubarth, 2002
Wärmepumpe A*	450 % bzw. 4,5	EHPA, 2006
Wärmepumpe B*	300 % bzw. 3,0	EHPA, 2006

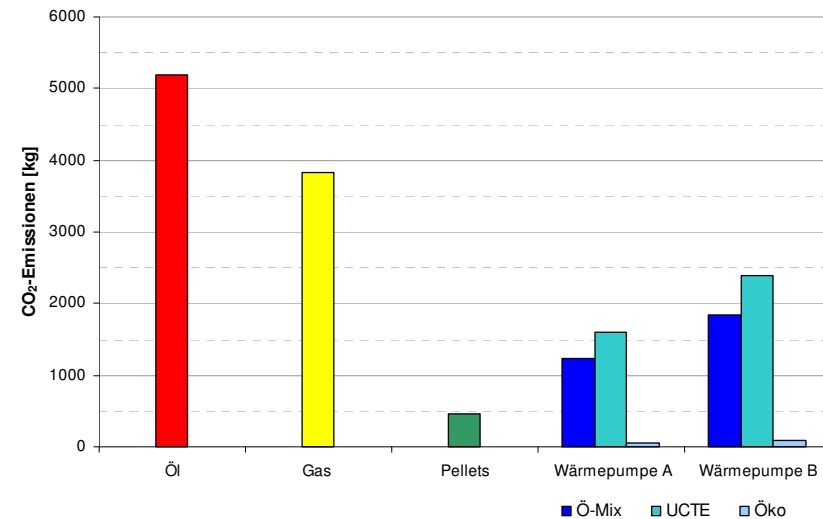
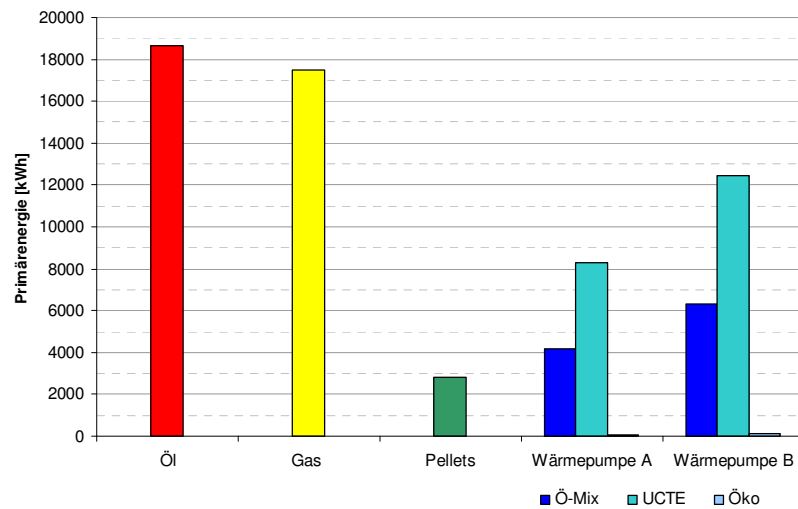
* Wärmepumpe A und B repräsentieren die höchste und niedrigste JAZ laut EHPA (EHPA, 2008)

Energieträger	PEF [-]	Quelle
Heizöl extraleicht	1.13	Faninger, 2007
Gas	1.14	Faninger, 2007
Pellets	0.15	Gemis Österreich 4.5 (Xtra-RestHolz-Pellet-A-V6)
Österreichischer Jahresmix	1.26	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-A+Importe2007)
UCTE-Mix	2.49	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-EU-25-2000)
Ökostrom	0.0199	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-A-ökostrom-2007)

Energieträger	CO ₂ Äquivalent	Quelle
-	g CO ₂ Äquivalent / kWh _{Endenergie}	-
Heizöl extraleicht	311	Faninger, 2007
Gas	247	Faninger, 2007
Pellets	25	WKÖ, 2007
Österreichischer Jahresmix	370	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-A+Importe2007)
UCTE-Mix	480	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-EU-25-2000)
Ökostrom	19	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-A-ökostrom-2007)

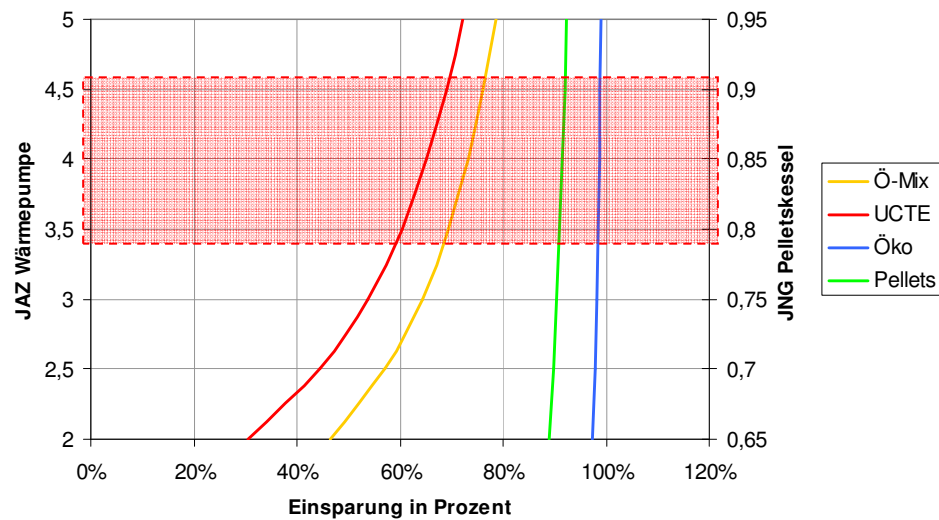
Primärenergiebedarf - CO₂-Emissionen

Für die Berechnung der Heizenergie, der Primärenergie und der CO₂-Emissionen wird mit einem Heizwärmebedarf von 12.000 kWh/a für Raumheizung und 3.000 kWh/a für Warmwasser gerechnet.

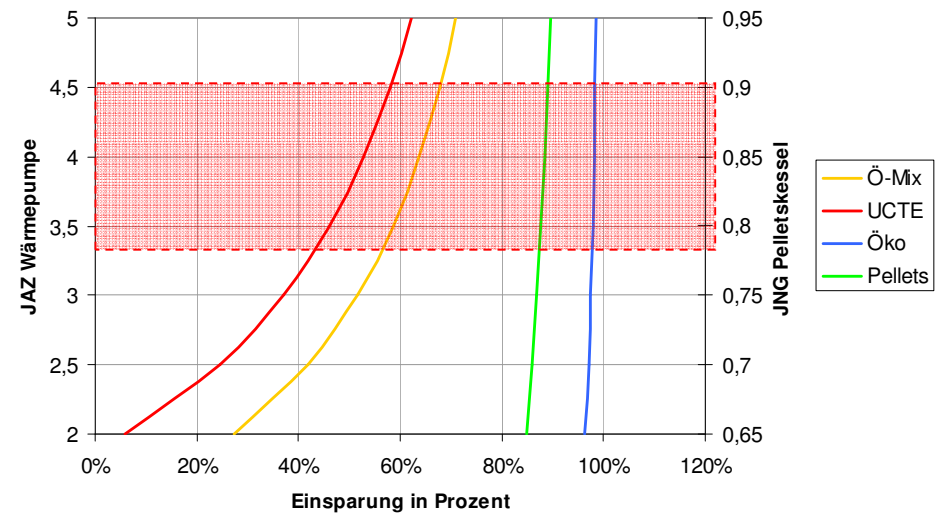


CO₂-Emissionsreduktion gegenüber Öl - Gaskessel

CO₂-Emissionsreduktion gegenüber Ölkessel



CO₂-Emissionsreduktion gegenüber Gaskessel



Ermittlung der genutzten Umweltwärme durch Wärmepumpen (Richtlinie 2009/28/EG)

$$E_{RES} = Q_{usable} * \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

Nur Wärmepumpen, für die $SPF > 1,15 * 1/\eta$, werden berücksichtigt

E_{RES} erneuerbare Energie

Q_{usable} durch die Wärmepumpen erzeugte gesamte Nutzwärme

SPF Jahresarbeitszahl

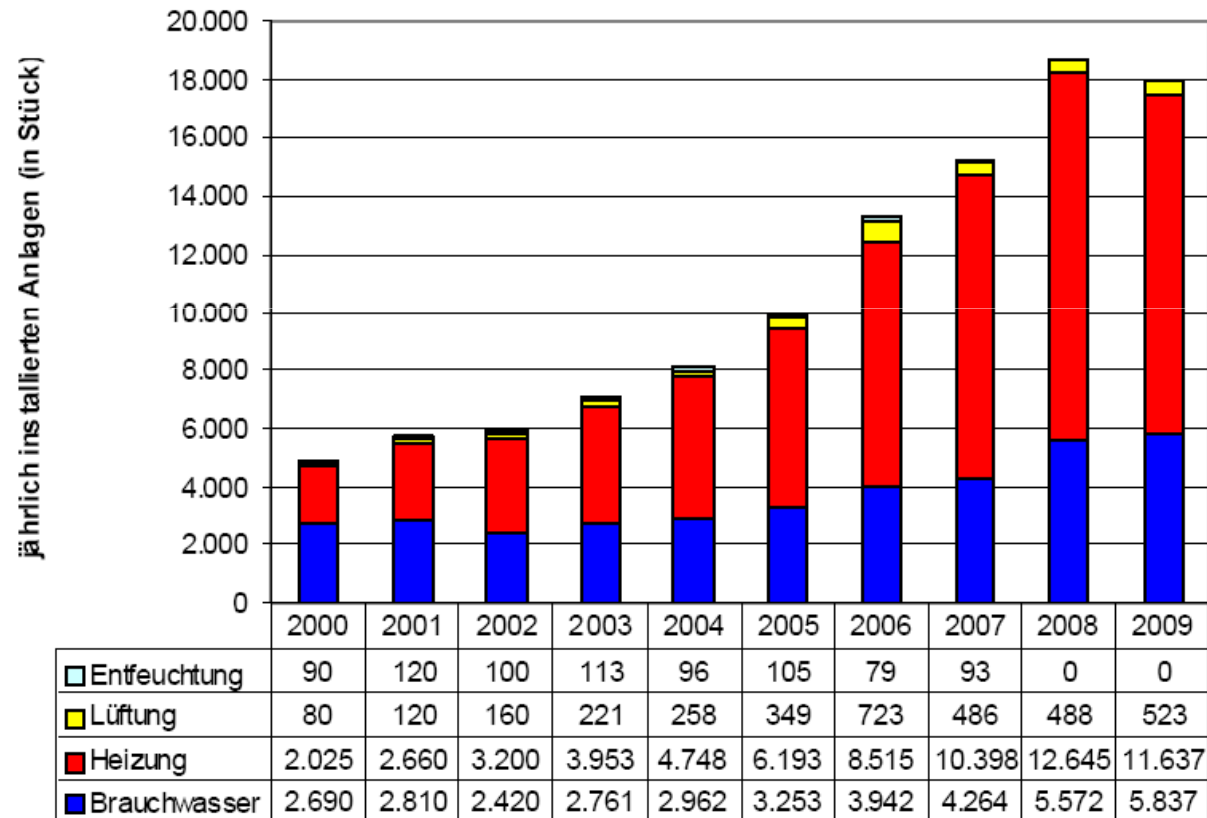
η Verhältnis zwischen gesamter Bruttoelektrizitätserzeugung zu Primärenergieverbrauch für die Elektrizitätserzeugung
(EU-Durchschnitt)

- bei $\eta = 40,0 \%$ => $SPF > 2,875$
- bei $\eta = 43,8 \%$ => $SPF > 2,626$

Der Anteil an erneuerbarer Energie am Gesamtenergiebedarf kann durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen relevant gesteigert werden. Dabei wirkt sich die Primärenergieeinsparung und gleichzeitige Erhöhung der Menge an Umweltenergie in zweifacher Weise positiv auf das Verhältnis von erneuerbarer Energie zu Gesamtenergiebedarf aus

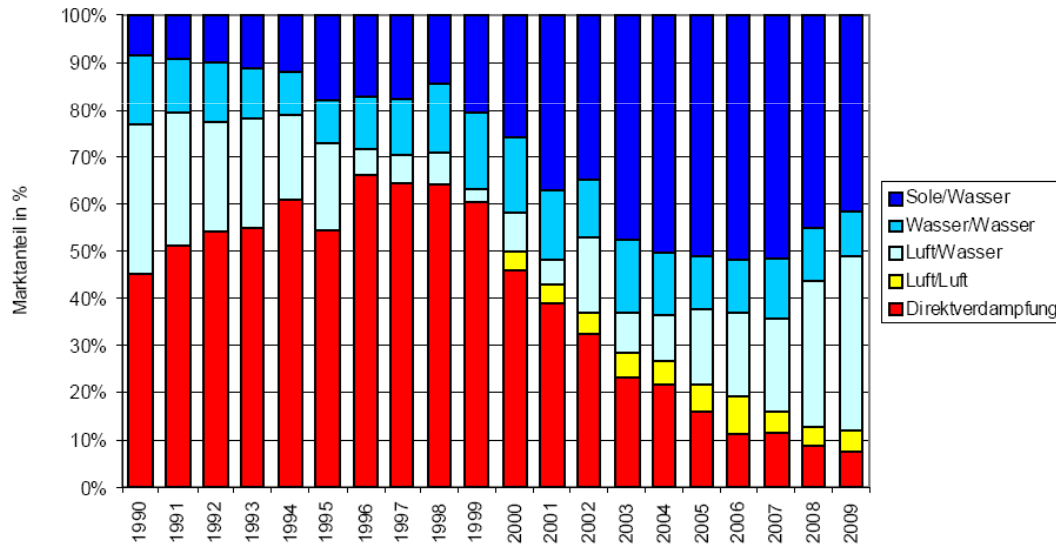
Wärmepumpenmarkt

Marktentwicklung

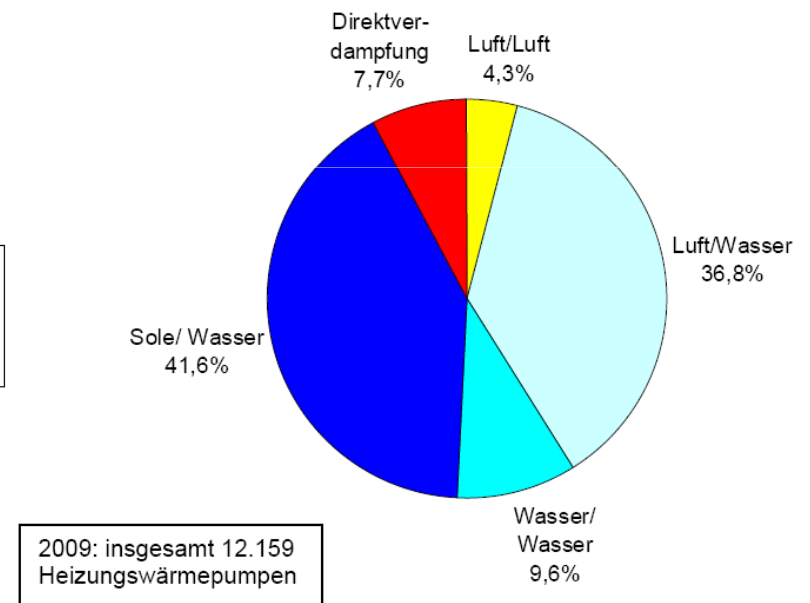


Quelle: EEG, 2008

Entwicklung der Marktanteile der unterschiedlichen Wärmequellsysteme bei Heizungswärmepumpen



Quelle: EEG, 2009



Quelle: EEG, 2009

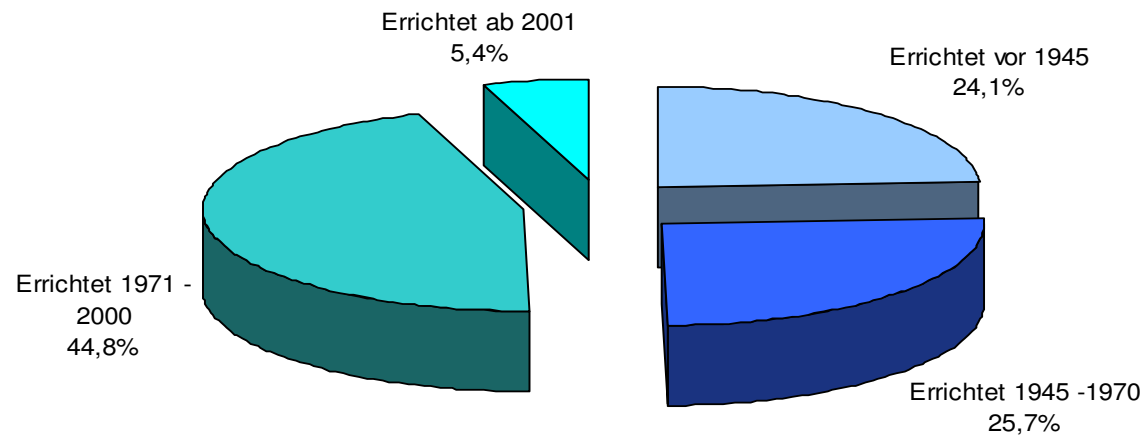
Wärmepumpenförderungen im Jahr 2009 auf Landesebene

Land	Landesförderungen 2009			Kommunalkredit 2009		Total 2009	
	Anzahl WW [Stk.]	Anzahl HZ [Stk.]	Förderung [Euro]	Anzahl [Stk.]	Förderung [Euro]	Anzahl [Stk.]	Förderung [Euro]
Bglld	460	362	933.480	16	179.623	838	1.113.103
Ktn	36	795	k.A.	36	334.301	867	334.301
NÖ	2.241	2.644	10.600.000	70	701.106	4.955	11.301.106
ÖÖ	301	2.561	5.210.000	109	1.347.955	2.971	6.557.955
Sbg	0	94	392.200	45	568.220	45	960.420
Stmk	k.A.	k.A.	k.A.	25	492.019	25	492.019
Tir	0	278	1.210.354	62	1.024.435	62	1.265.789
Vo	0	345	745.000	34	452.834	379	1.197.834
Wien	0	247	1.684.000	14	214.539	261	1.898.539
Gesamt	3.038	7.093	19.806.034	411	5.315.032	10.448	25.121.066

Mittels der Befragungen der Landesstellen und der Kommunalkredit konnten **7.504 Heizungswärmepumpen** und **3.038 Warmwasserwärmepumpe** erfasst werden. Dies sind ca. **64%** des Heizungswärmepumpen-Inlandsmarktes und ca. **52%** des Brauchwasserwärmepumpen-Inlandsmarktes.

Wärmepumpen in der Sanierung

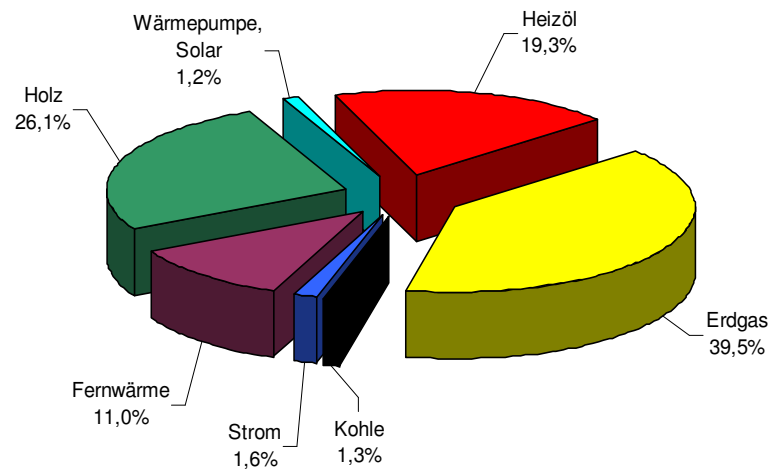
Hauptwohnsitze in Niederösterreich nach Bauperioden



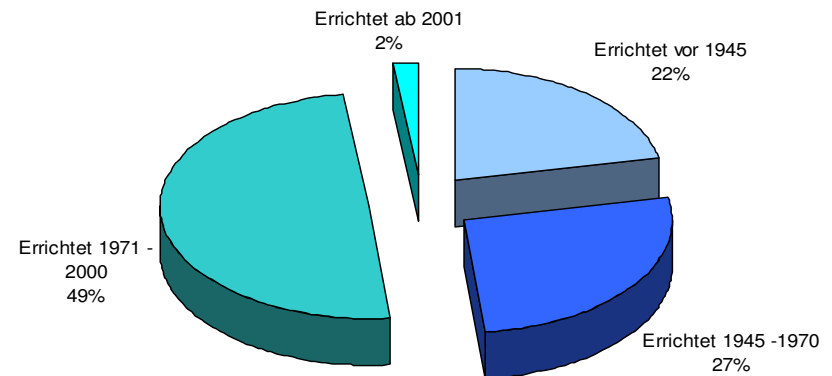
Quelle: Statistik Austria, 2007

Von den insgesamt ca. 650.000 Hauptwohnsitzen im Jahr 2007 in Niederösterreich wurden 49,8 % vor 1970 errichtet. Erfahrungsgemäß sind Wohnbauten mit einem Baualter über 40 Jahren sanierungsbedürftig. Dies bedeutet, dass 49,8 % der Wohnbauten in den Bereich der Althausanierung entfallen.

Wärmeversorgung der Hauptwohnsitze in Niederösterreich - Ölkesselbestand



Quelle: Statistik Austria, 2007



Quelle: Statistik Austria, 2007

Ölkesseltausch

Mit dem ermittelten Ölkesselbestand (älter 25 Jahre) von 68.000 Anlagen (49 % des Gesamtbestandes) errechnet sich ein mittlerer Ölverbrauch der zu tauschenden Anlagen von 2.900 l/a.

!!! Anforderung an das Heizungsabgabesystem: VL-Temperaturen < 50 °C !!!

!!! Notwendige thermische Sanierung des Gebäudes vor dem Tausch!!!

Die durch die Austauschaktion installierten Wärmepumpen verursachen einen zusätzlichen Strombedarf, der durch die folgenden Szenarien gedeckt wird:

- Szenario 1: der zusätzliche Strombedarf kann durch den Österreichischen Strommix gedeckt werden
- Szenario 2: der zusätzliche Strombedarf wird durch Stromimporte (UCTE-Strommix) gedeckt

Vergleichsparameter			Quelle
Anlagen älter als 25 Jahre	Stk.	68000	Mikrozensus 2007
Heizwärmebedarf d. Anlagen	kWh/a	23200	Annahme
Jahresnutzungsgrad Ölkessel	%	80	EEG 2006
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	-	3,0	EHPA 2006
CO ₂ Emissionsfaktor Heizöl	g/kWh	311	Faninger 2007
Primärenergiefaktor Heizöl	-	1,13	Faninger 2007
CO ₂ Emissionsfaktor Ö-Strommix	g/kWh	370	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-A+Importe2007)
Primärenergiefaktor Ö-Strommix	-	1,26	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-A+Importe2007)
CO ₂ Emissionsfaktor UCTE-Strommix	g/kWh	480	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-EU-25-2000)
Primärenergiefaktor UCTE-Strommix	-	2,49	Gemis Österreich 4.5 (EI-KW-Park-EU-25-2000)

Ergebnisse der Szenarien

Ergebnisse: Wärmepumpe betrieben mit Ö-Strommix

		Ölkessel	Wärmepumpen	Reduktion absolut	Reduktion relativ
Heizwärmebedarf (Nutzenergie)	GWh/a	1578	1578	-	-
Heizenergiebedarf (Endenergie)	GWh/a	1972	526	1446	73%
CO ₂ Emissionen	t/a	613292	194571	418721	68%
Primärenergieeinsatz	GWh/a	2228	663	1566	70%
Genutzte Umweltwärme	GWh/a	-	1052	-	-

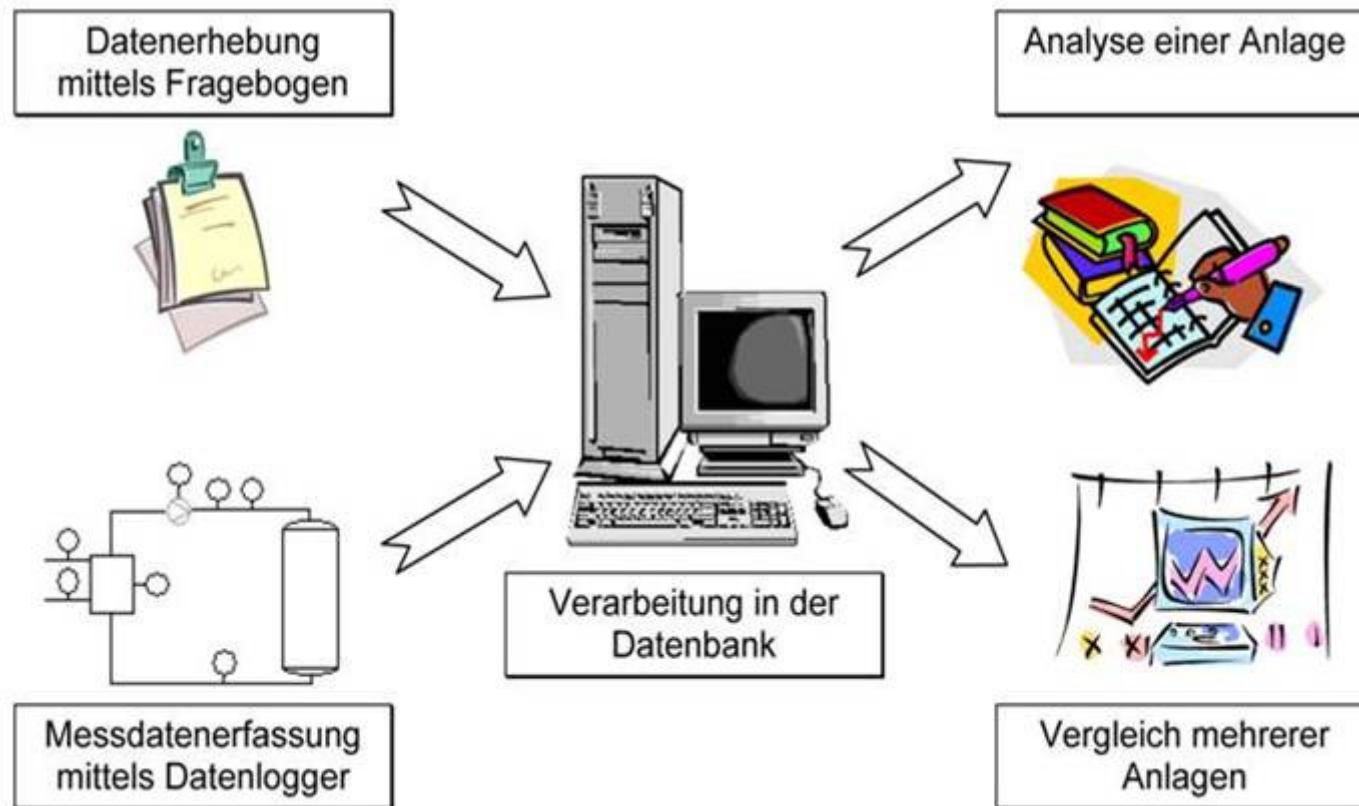
Ergebnisse: Wärmepumpe betrieben mit UCTE-Strommix

		Ölkessel	Wärmepumpen	Reduktion absolut	Reduktion relativ
Heizwärmebedarf (Nutzenergie)	GWh/a	1578	1578	-	-
Heizenergiebedarf (Endenergie)	GWh/a	1972	526	1446	73%
CO ₂ Emissionen	t/a	613292	252416	360876	59%
Primärenergieeinsatz	GWh/a	2228	1309	919	41%
Genutzte Umweltwärme	GWh/a	-	1052	-	-

- 1.052 GWh genutzte Umweltwärme (Nutzung Erneuerbarer Energien)
- Strombedarf von 526 GWh (Anstieg des energetischen Endverbrauches des Energieträgers Strom in Niederösterreich von 5 %)
- Reduktion des Primärenergiebedarfes von
 - 70 % in Szenario 1
 - 41 % in Szenario 2

Monitoring Konzept

Konzept des Monitoring



Konzept des Monitoring

Fragebogen

- Kennzahlen zum Gebäude
- Allgemeine Anlagendaten
- Wärmepumpenaggregat
- Wärmenutzeranlage
- Wärmequellenanlage
- Warmwasserbereitung



Fragebogen für Referenzanlagen arsenal research
arsenal@arsenal.at
Tel. +43 (0) 5010 4000

Bitte beachten Sie, dass nur vollständig ausgefüllte Fragebögen zur Berücksichtigung unserer Angebote dienen.
Bei Fragen wenden Sie sich bitte an Tel.Nr.: 003534312

Anlagenkennzeichnung

Name: _____
 Adresse: _____
 PLZ: _____
 Ort: _____
 Telefon: _____

Planer (falls Installateur nicht Planer ist):
 Name: _____
 Adresse: _____
 PLZ: _____
 Ort: _____
 Telefon: _____

Eigentümer:
 Name: _____
 Adresse: _____
 PLZ: _____
 Ort: _____
 Telefon: _____

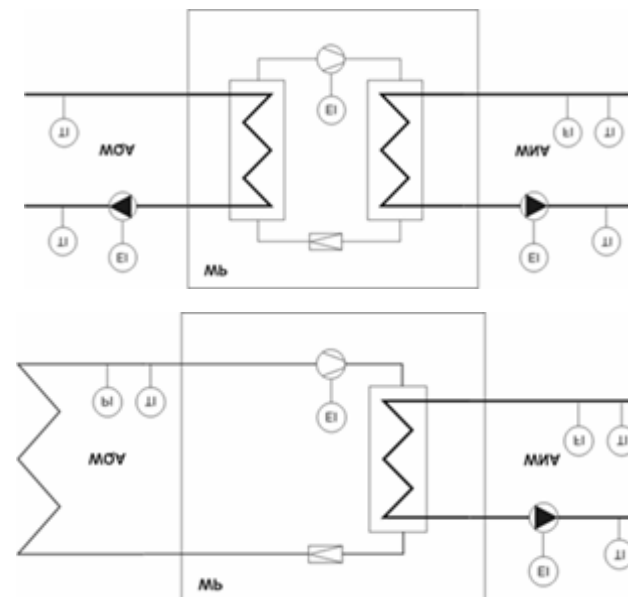
Nutzungszweck: Einfamilienhaus
 Zweifamilienhaus
 Mehrfamilienhaus
 Büro
 Sonstige _____

Die Anlagenbelegung liefert folgende Werte:

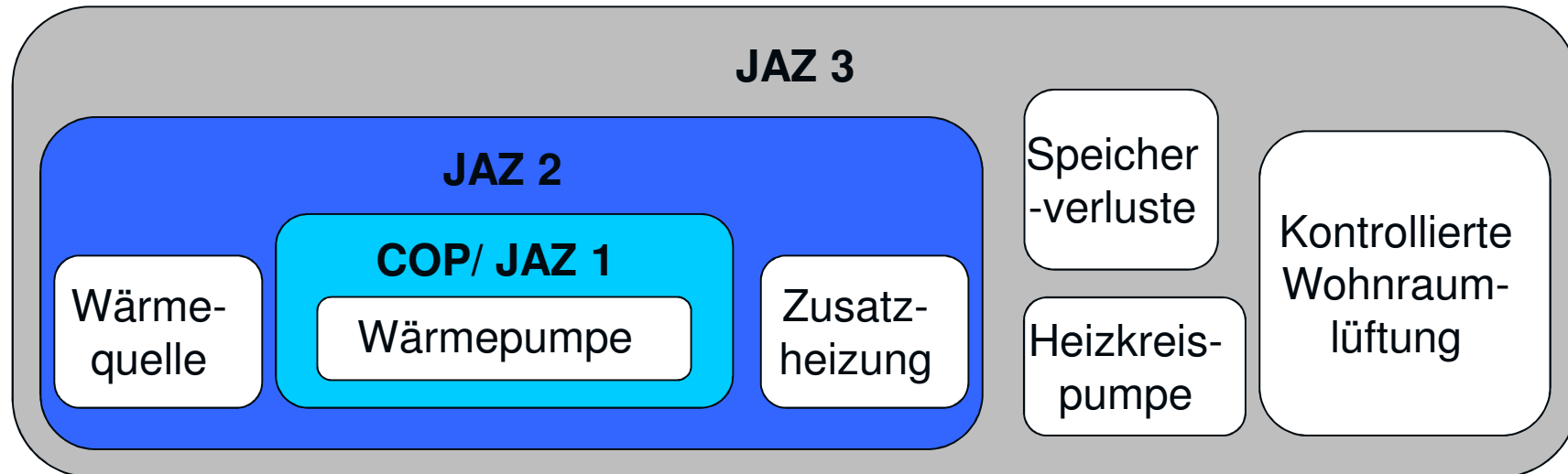
Wärmebedarf E. ONORM M 7120	_____ kWh
Wärmebedarf E. ONORM B 8121	_____ kWh
Wärmebedarf E. ONORM B 8122	_____ kWh (jährlich)
maximale VL-Temperatur	_____ °C
Benennung Wärmequelle	_____ K
Benennung Wärmequelle	_____ K
Flächenbeheizung	_____ m ²
Wandheizung	_____ m ²
Kollektor	_____ m ²
Andere Wärmebeheizung	_____ m ² (bitte beschreiben)

Automatische Datenerfassung

- Datenlogger
- Datenfernübertragung mittels GSM-Modem
- Luft- und Außentemperatur
- Ein/Aus-Zyklen des Verdichters
- Abtauzyklen bei Luft/Wasser
- Betriebsstunden der Wärmepumpe

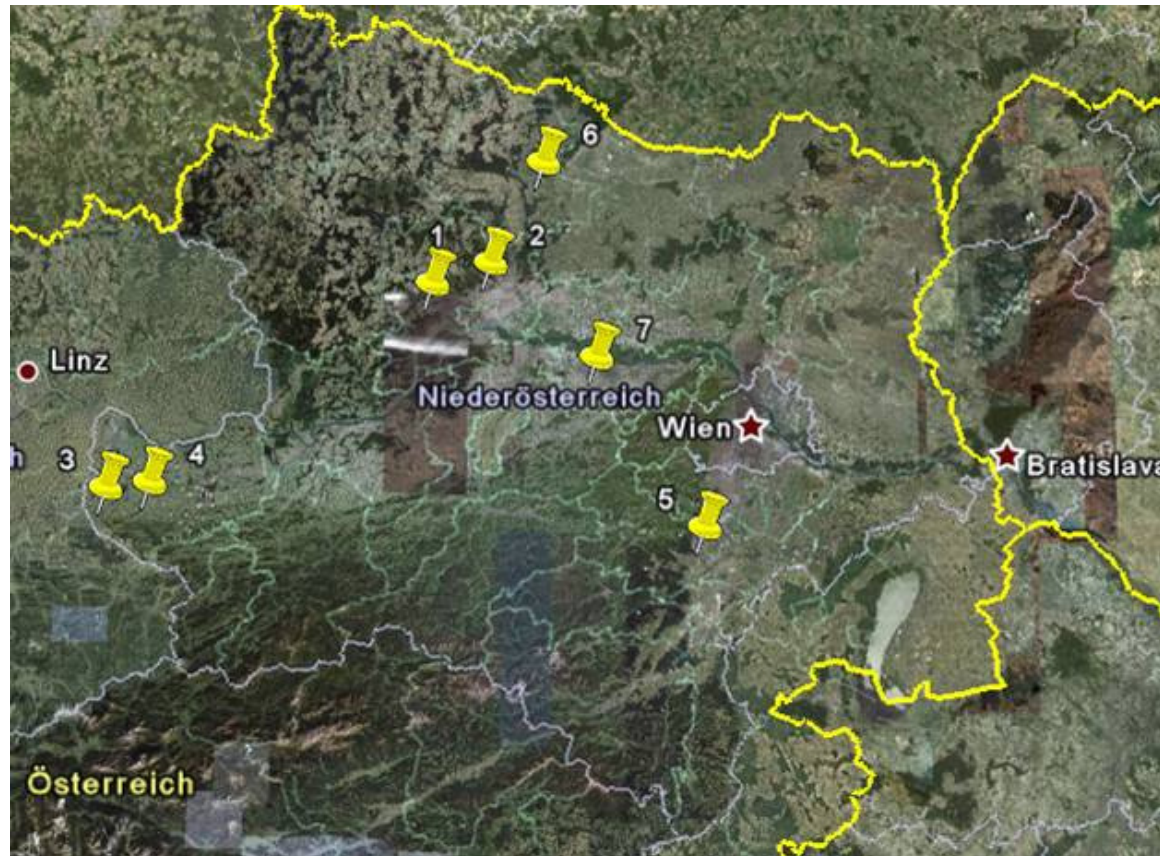


Systemgrenzen



Monitoringergebnisse

Überblick Monitorings

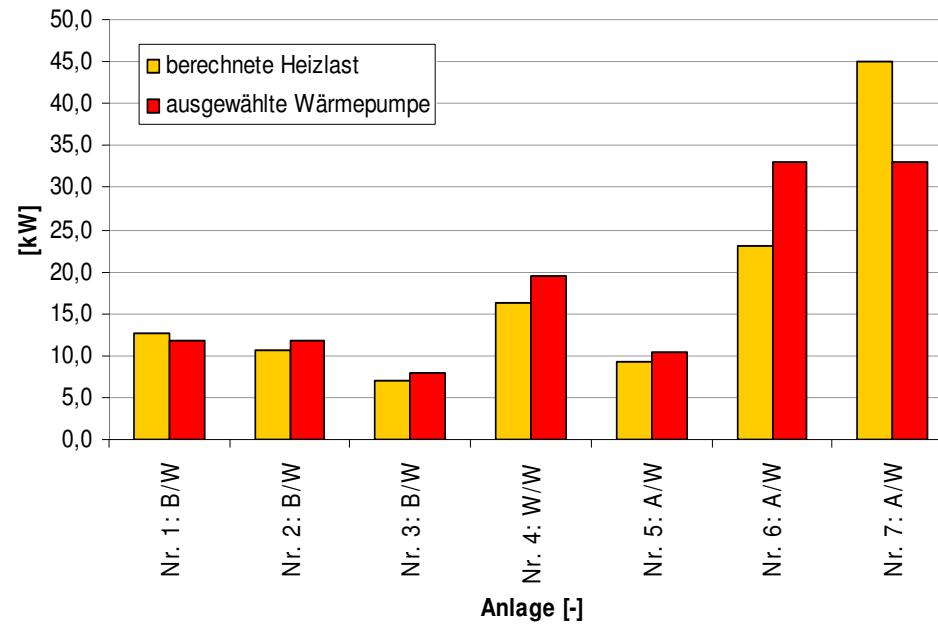


Quelle: maps.google.at

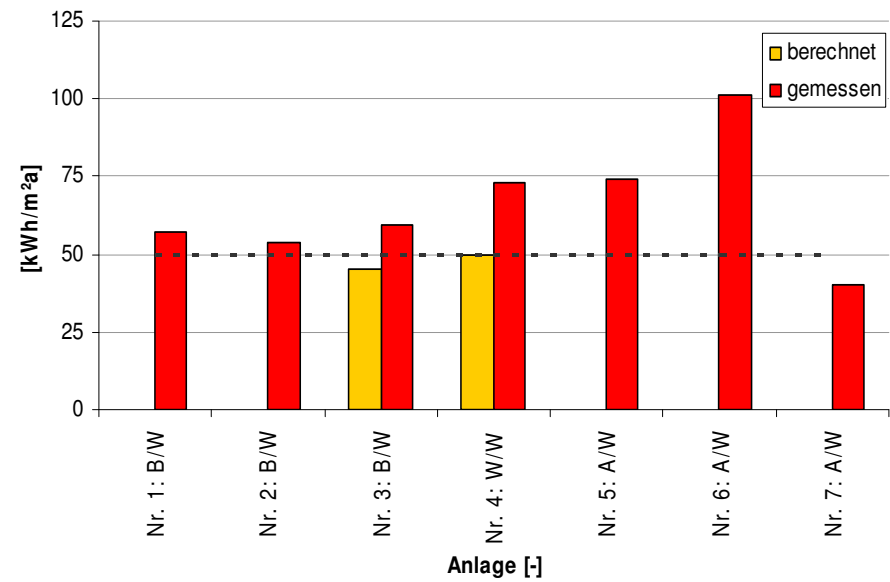
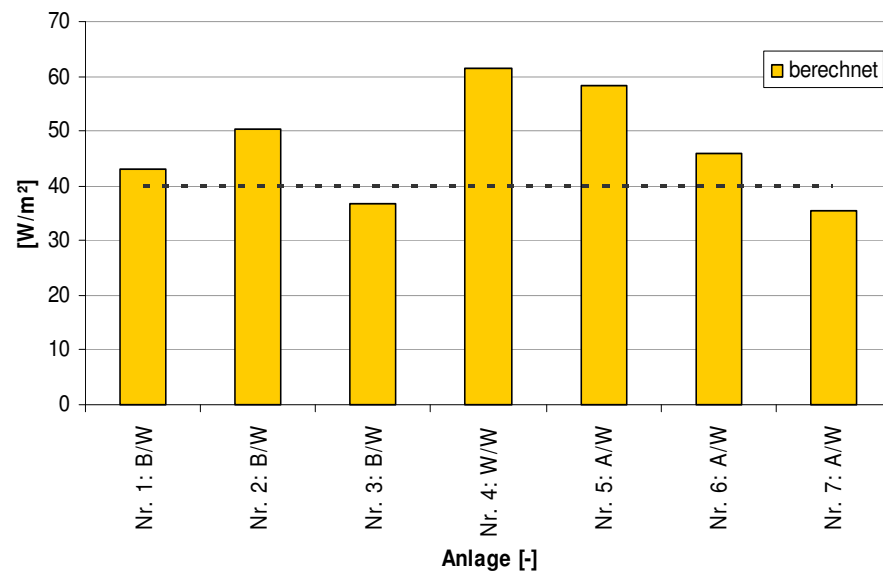
Für die Feldmessungen wurden 6 Einfamilienhäuser sowie ein Mehrfamilienhaus ausgewählt.

- 3 Luft/Wasser Wärmepumpenanlagen
- 3 Sole/Wasser Wärmepumpenanlagen
- 1 Wasser/Wasser Wärmepumpenanlage

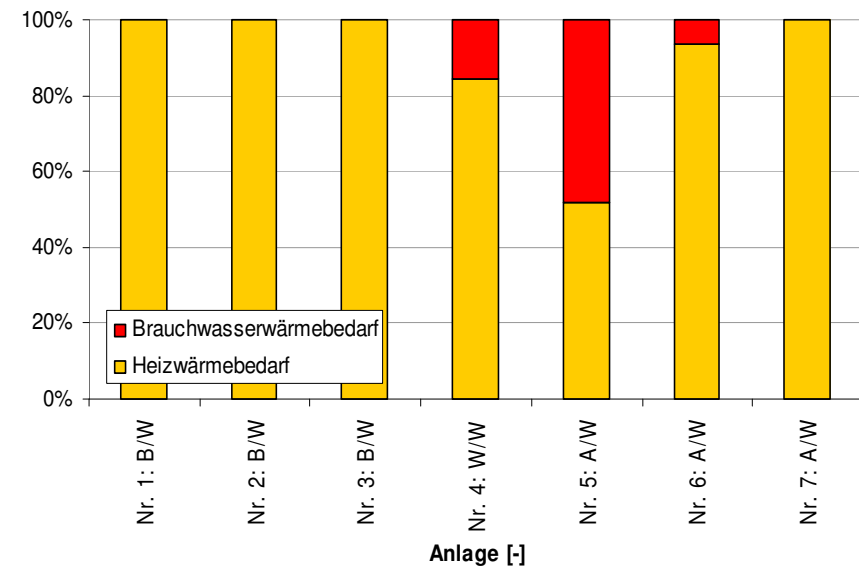
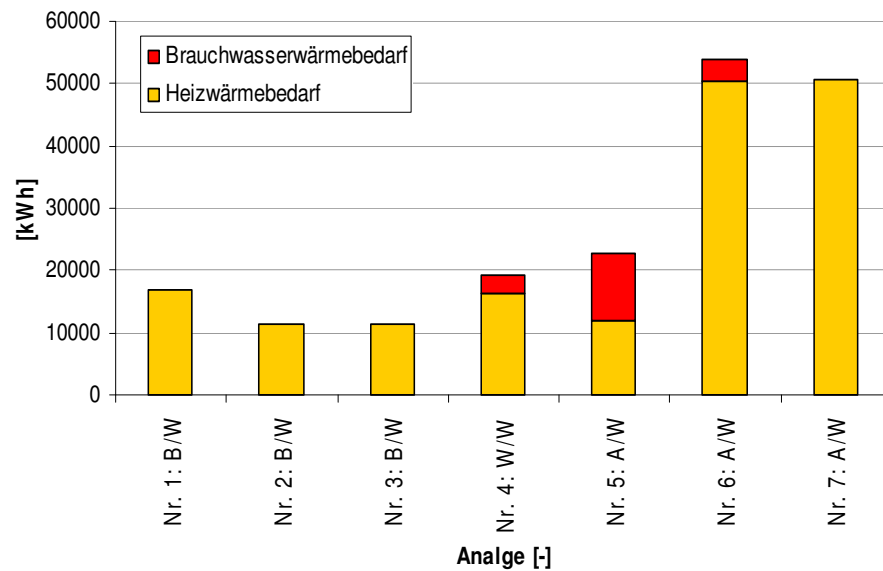
berechnete Heizlast und gewählte Wärmepumpe



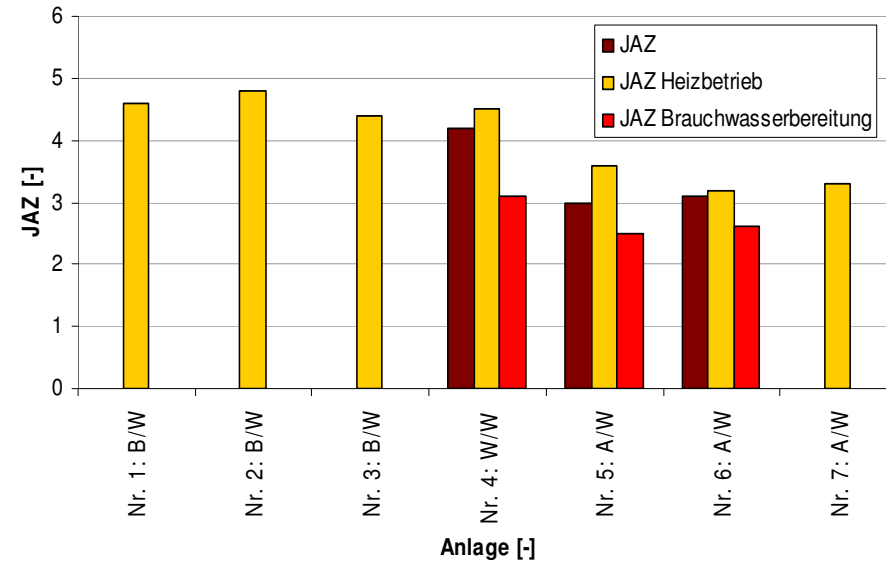
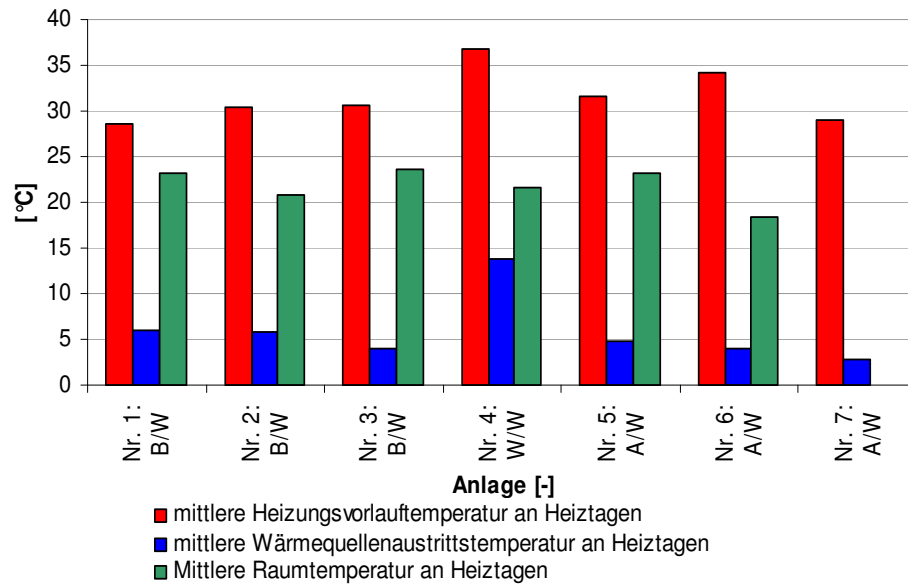
spezifische Heizlast - Energiekennzahl



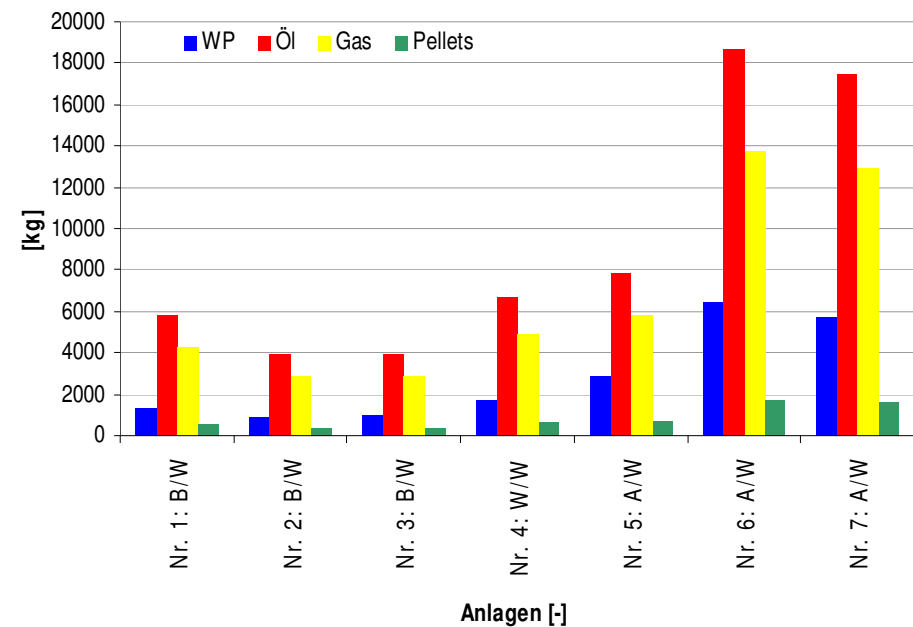
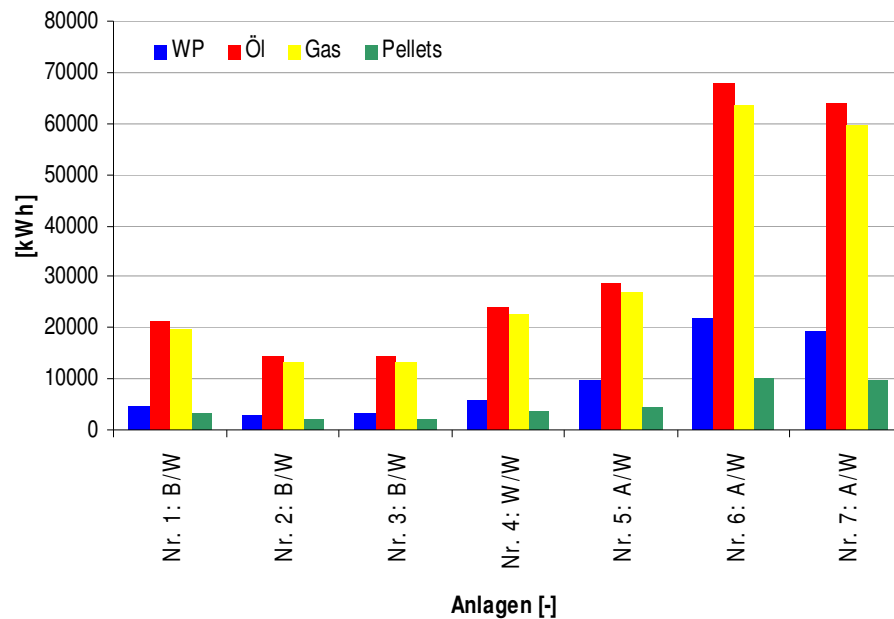
Wärmebedarf für Brauchwasserbereitung und Raumheizung



Temperaturbedingungen - Jahresarbeitszahlen

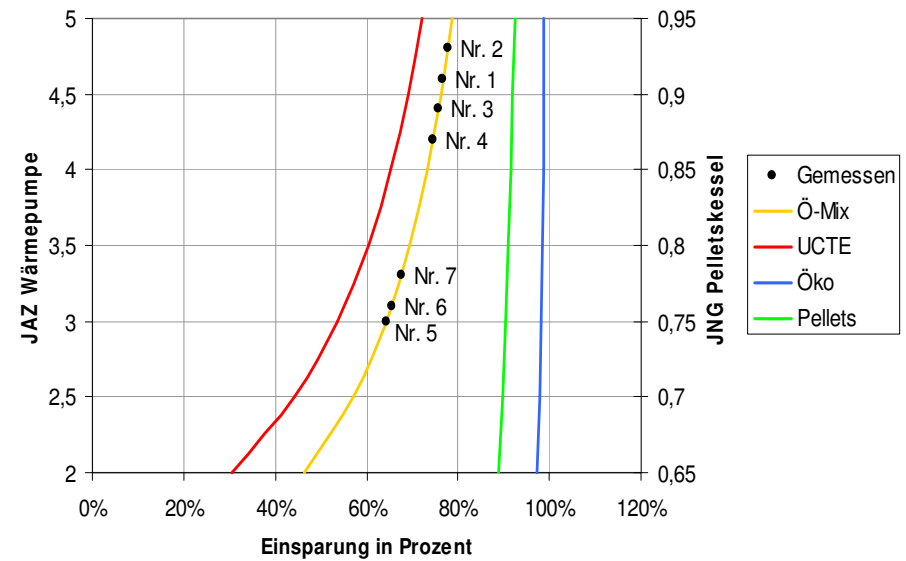
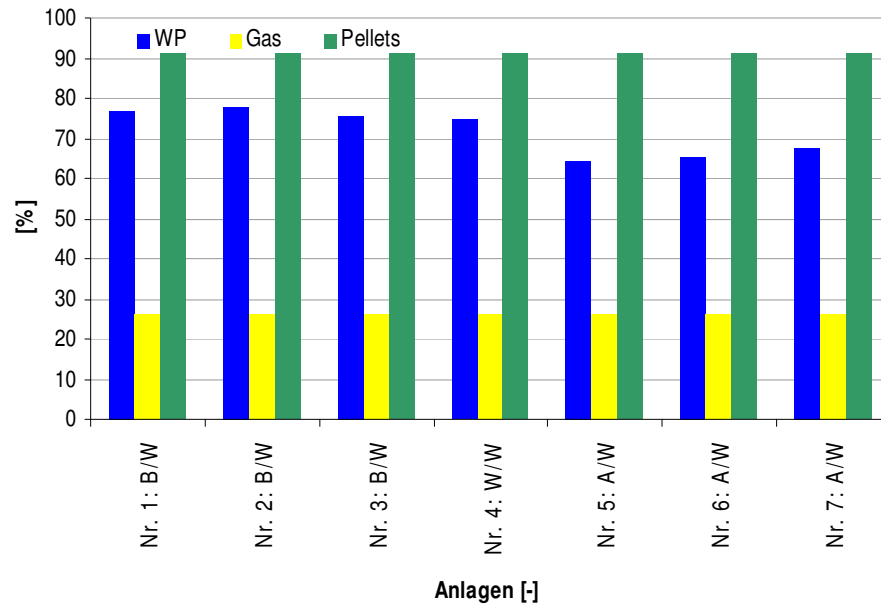


Primärenergiebedarf - CO2-Emissionen

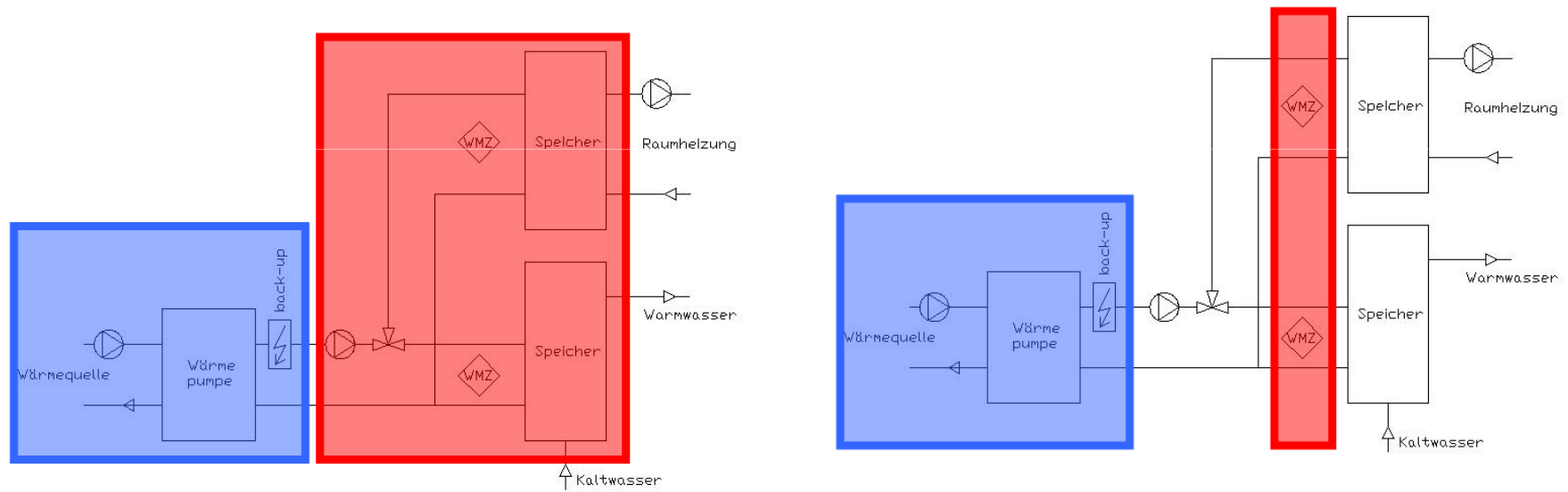


WP betrieben mit Ö-Strommix

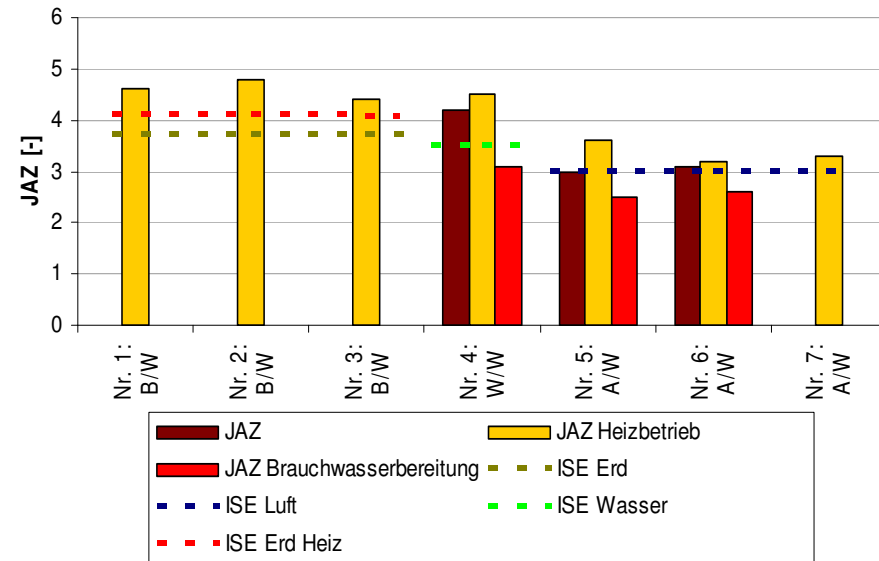
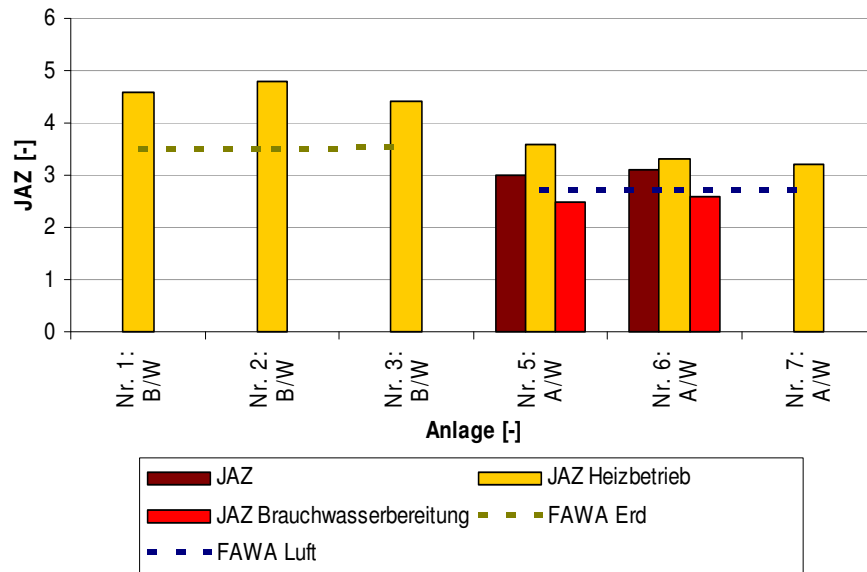
CO₂-Emissionseinsparung gegenüber Ölkessel



FAWA – ISE Feldmessungen – AIT Feldmessungen



FAWA – ISE Feldmessungen



Conclusio

- JAZ der vermessenen Wärmepumpenanlagen
 - Luft: JAZ > 3
 - Erdgekopplete: JAZ > 4

- Qualitätssicherung
 - Qualität der Wärmepumpe
 - Qualität der Anlage
 - Checklisten/Planungsempfehlungen

- Ökologische Betrachtung der Wärmepumpe
 - Durch den Einsatz von Wärmepumpen kann eine erhebliche Umweltenergiemenge nutzbar gemacht werden
 - Der Einsatz von Wärmepumpen führt zu einer erheblichen Reduktion des Primärenergiebedarfs im Bereich Raumheizung
 - Der Einsatz von Wärmepumpen führt zu einer erheblichen Reduktion der CO₂-Emissionen
 - Die Einsparpotenziale sind umso größer, je effizienter die Wärmepumpenanlage (JAZ) und je effizienter die Stromproduktion ist

Ausblick – optimierte Wärmepumpenanlagen

- Effizienzsteigerung durch optimierte Leistungsanpassung
- Reduktion der benötigten Hilfsenergie
- Wärmepumpen für den Einsatz in Passivhäusern mit Heizleistungen < 4 kW
- Optimierte Regelung für die Kombination der Wärmepumpenanlagen mit anderen Erneuerbaren Energietechnologien

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Austrian Institute of Technology

Energy Department

DI (FH) Andreas Zottl

andreas.zottl@ait.ac.at

Weitere Monitoringergebnisse finden sie unter:

www.klimaaktiv.at (Österreich)

www.sepemo.eu (Europa)