



erneuerbare  
**ENERGIE**  
Hettlingen

# Führung Heizzentrale Schule: Wärmeverbund Hettlingen

Samstag, 23. November 2024

Mitwirkende:

Richard Weber, Florian Oetterli, Urs Zoller, Dominique Wirz, Michael Schoch

# Programm

- Begrüssung
- Hintergrund & Entstehung *Richard Weber*
- Aufbau und Funktionsprinzip Holzheizzentrale *Urs Zoller*
  - Dauer ca. 20 Min.
- Führung durch Heizzentrale *Florian Oetterli*
  - Dauer ca. 25 Min.
  - Aufteilen in zwei Gruppen - max. 12 Personen pro Führung

# Vorstellung der Personen

- Richard Weber
  - Mitglied Gemeinderat Hettlingen, Tiefbauvorstand
- Urs Zoller
  - Damaliger Projektleiter bei SaveEnergy AG (zuständig für Auftragsabwicklung Rauchgasreinigung)
  - Mitglied im Verein erneuerbare Energie Hettlingen (eEH)
- Florian Oetterli
  - Leiter Technik und Infrastruktur, Schule Hettlingen
- Dominique Wirz
  - Präsident Verein eEH
- Michael Schoch
  - Mitglied im Vorstand eEH



erneuerbare  
**ENERGIE**  
Hettlingen

# Holzheizzentrale Hettlingen

Holzhackschnitzel Heizzentrale und Wärmeverbund

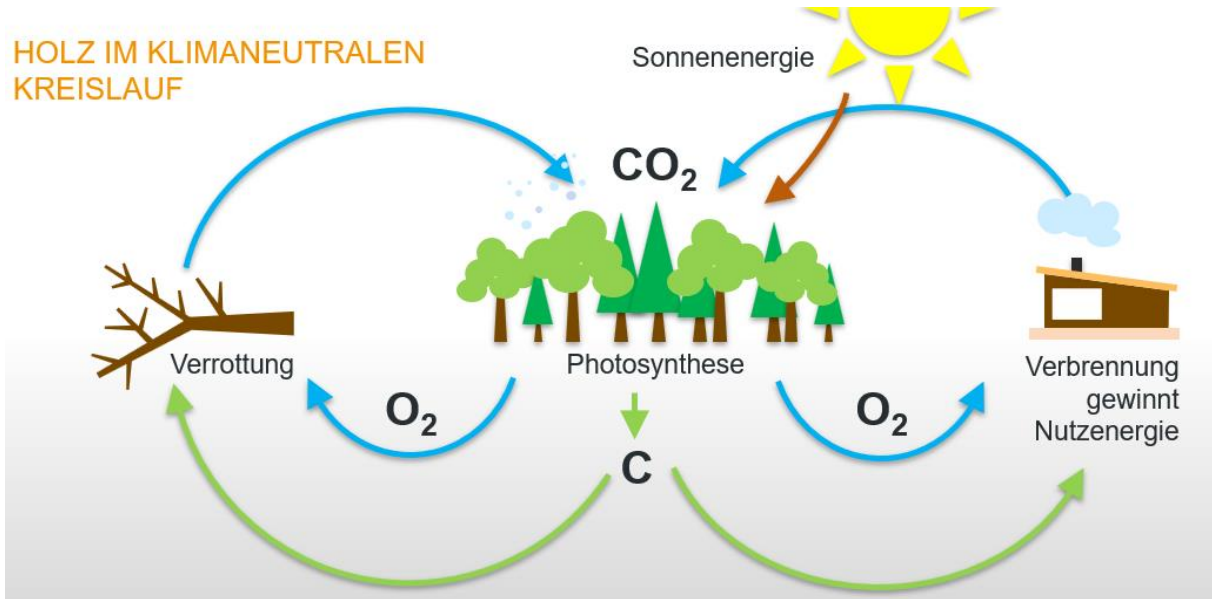
Urs Zoller

# Was interessiert Sie?

- **Wie funktioniert die Heizzentrale?**  
Was passiert da unten im Keller unter dem Kinderspielplatz?
- **Warum raucht es satt-weiss aus dem Kamin?**  
Wie schädlich ist diese Rauchgaswolke?
- **Was ist Fernwärme?**  
Wohin wird die Wärme verteilt?
- **Woher kommt das Holz?**  
Wie feucht wird das Holz verbrannt?
- **Wie schaut die Finanzierung aus?**  
Was ist der Business Case der Anlage?
- ...



# Holzenergie



CO<sub>2</sub>-NEUTRAL

UMWELTBEWUSST

NATIONALE WERTSCHÖPFUNG





REGIONAL

STABILE BRENNSTOFFPREISE

ERNEUERBAR

HEIMISCH

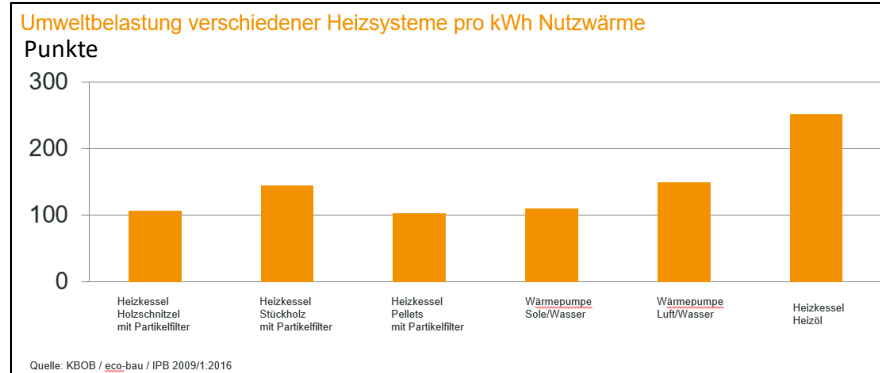
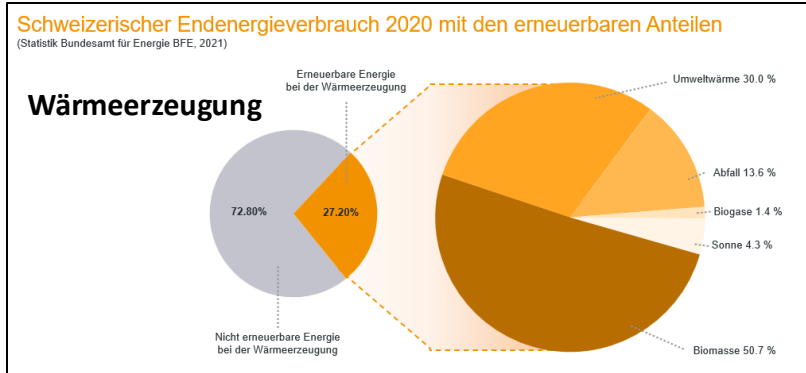
# Holzenergie im Vergleich

<p>Oel mazout olio</p>  <p>2 - 3 m<sup>3</sup> = 2 000 l</p>	<p>Stückholz büches legna in pezzi</p>  <p>12 m<sup>3</sup> = 15 Ster w = 20 % (Iutro) 1 m<sup>3</sup> = 1.333 MWh</p>	<p>Hackschnitzel plaquettes cippato</p>  <p>24 m<sup>3</sup> = 24 Sm<sup>3</sup> w = 25 % (Mischsortiment) 1 m<sup>3</sup> = 0.833 MWh</p>	<p>Pellets</p>  <p>6 m<sup>3</sup> = 4 t w = 10 % 1 m<sup>3</sup> = 3.333 MWh</p>
--	---	---	--

10 kWh Energie:  
= 1 lt Öl / Benzin  
= 1 m<sup>3</sup> Erdgas  
= 1 kg Kohle  
= 2 kg Holz

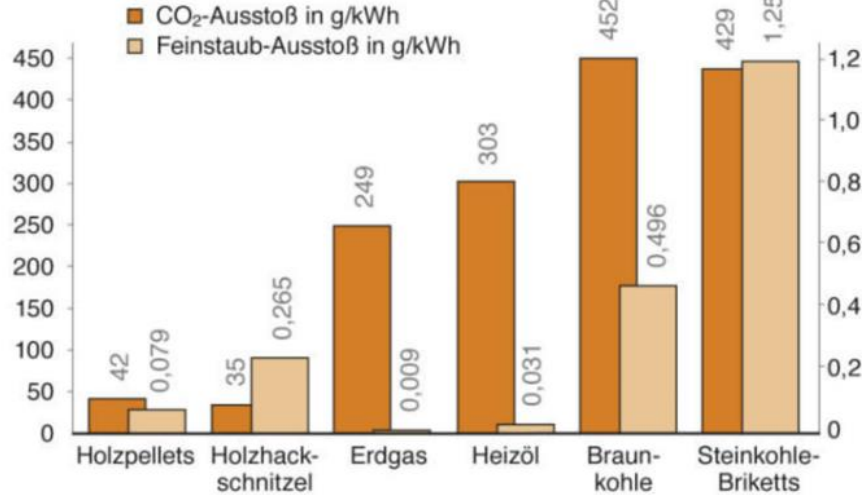
	Tiefe Investitionskosten	Tiefe Energiekosten	Geringe Unterhaltskosten	Geringer Platzbedarf	Erneuerbare Energie	Geringe Umweltbelastung	Für Modernisierung geeignet	Geringer Installationsaufwand
Heizkessel Pellets	●	●	●	●	●	●	●	●
Heizkessel Holzsnitzel	●	●	●	●	●	●	●	●
Heizkessel Stückholz	●	●	●	●	●	●	●	●
Wärmepumpe Sole/Wasser	●	●	●	●	●	●	●	●
Wärmepumpe Luft/Wasser	●	●	●	●	●	●	●	●
Ölheizung	●	●	●	●	●	●	●	●
Gasheizung	●	●	●	●	●	●	●	●

Legend: ● Vorteil, ● Nachteil, ● Neutral



# Holzenergie im Vergleich

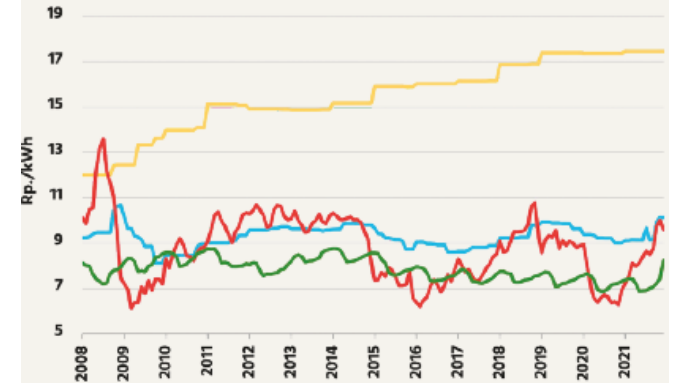
## Emissionsbilanz von Brennstoffen



© Deutsches Pelletinstitut

Quelle: Institut Wohnen und Umwelt, Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft

## Preisentwicklung Energieträger

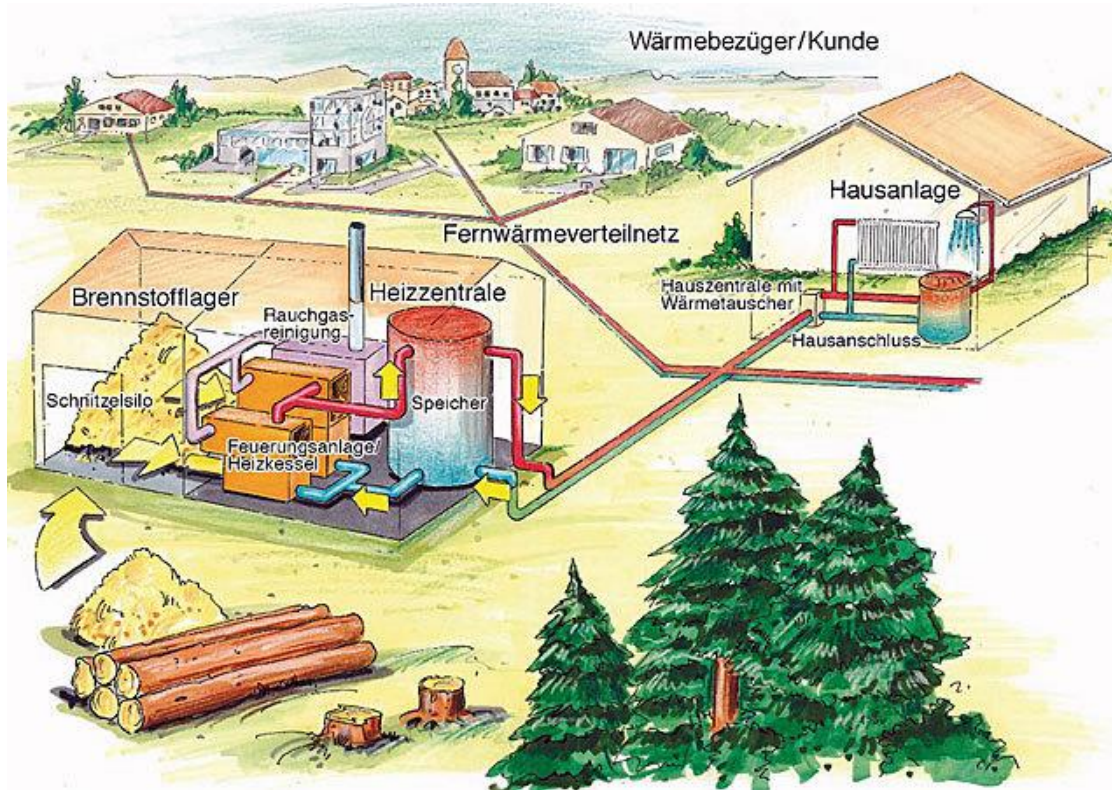


Elektrizität Erdgas Heizöl Pellets

Quelle: Bundesamt für Statistik BFS, 2022



# Wärmeverbund

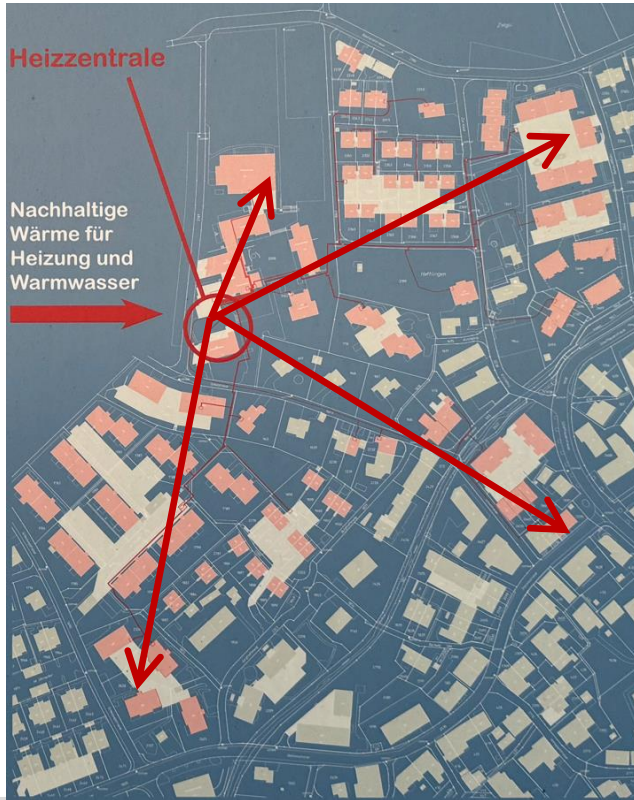


## Hauptvorteile

- Geringe Emissionen
- Geringere Betriebskosten
- Abwärmenutzung möglich
- Kundenkomfort
- Platzgewinn
- Kein Öltank im Haus
- Preisstabilität

# Wärmeverteilung Hettlingen

Fernleitung  
Schulhäuser/MZH  
Leistung: 345 kW  
Temperatur: 80/55°C  
Wassermenge: 11.90 m³/h  
Druckverlust:



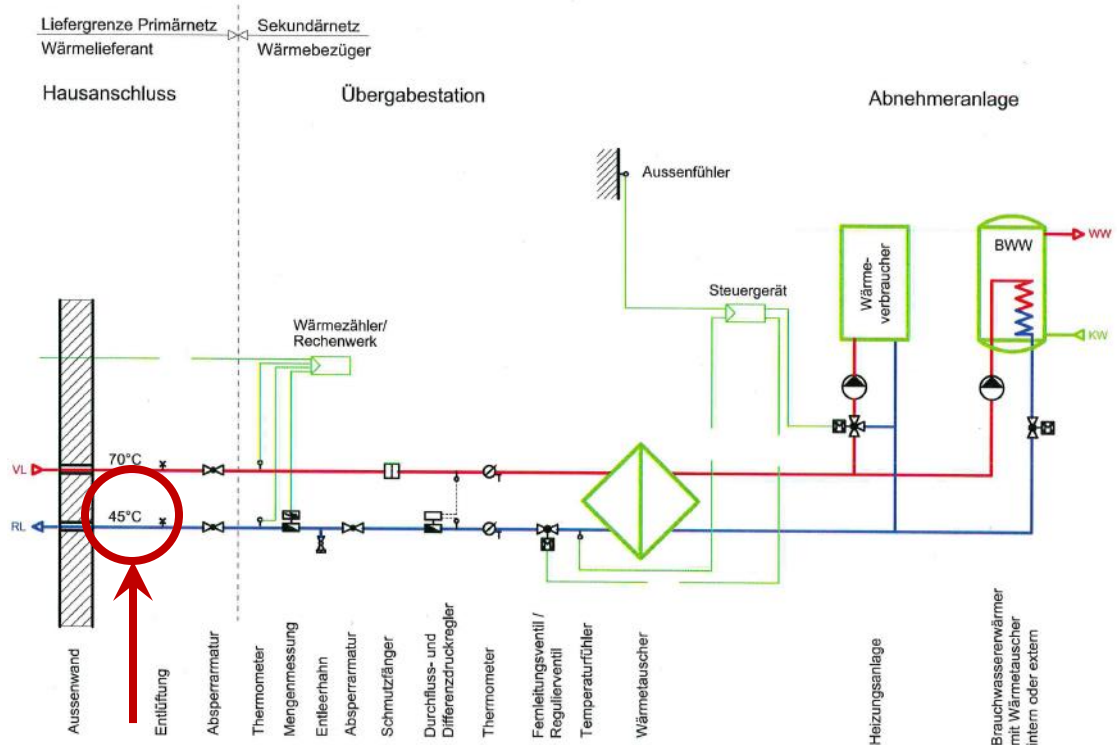
Fernleitung  
Ost  
Leistung: 420 kW  
Temperatur: 70/45°C  
Wassermenge: 14.40 m³/h  
Druckverlust:

Fernleitung  
West  
Leistung: 755 kW  
Temperatur: 70/45°C  
Wassermenge: 26.0 m³/h  
Druckverlust:

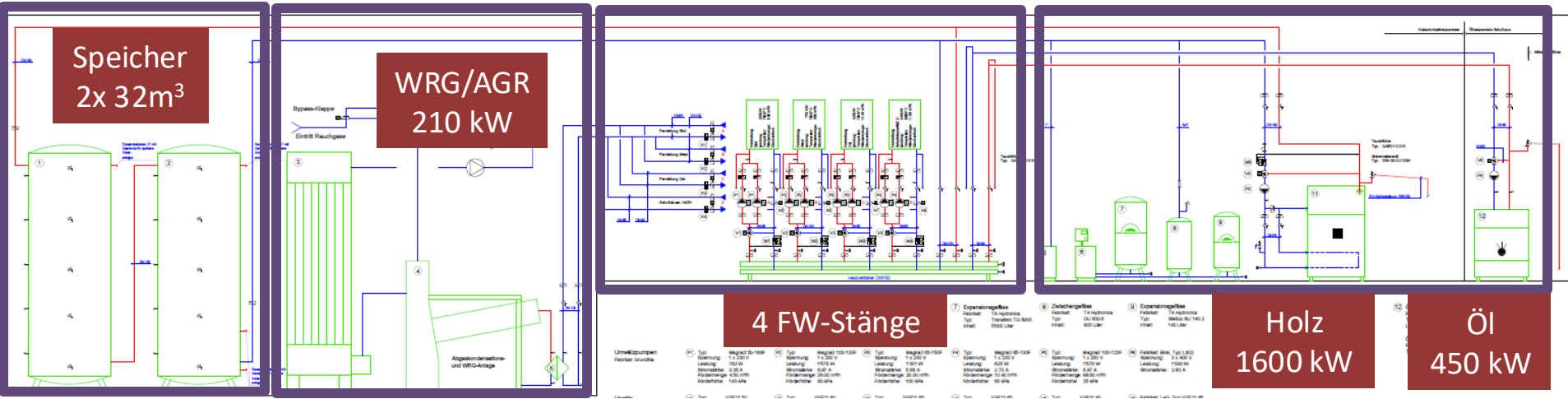
Fernleitung  
Süd  
Leistung: 250 kW  
Temperatur: 70/45°C  
Wassermenge: 8.60 m³/h  
Druckverlust:

# Fernwärmeleitung Hettlingen

## Fernwärmeübergabestation

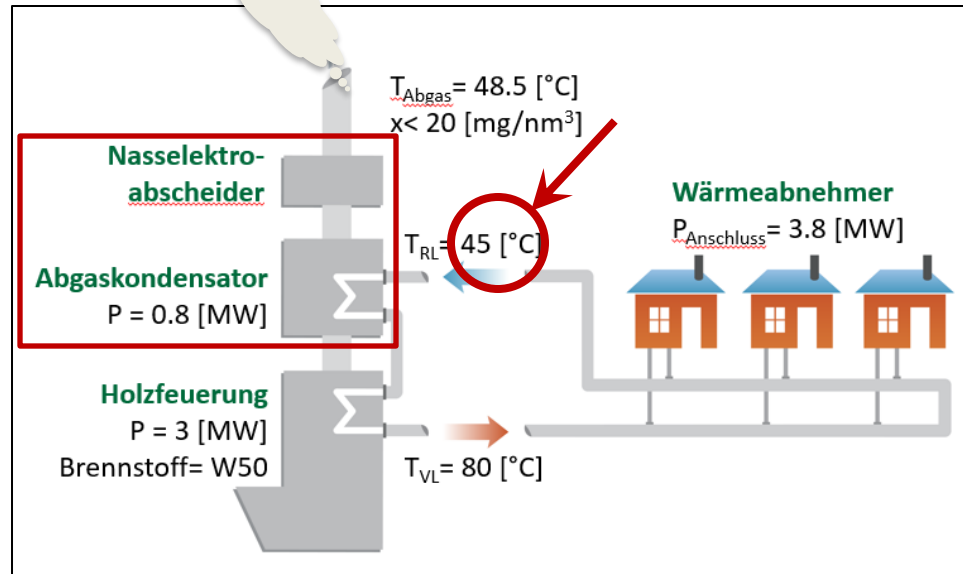
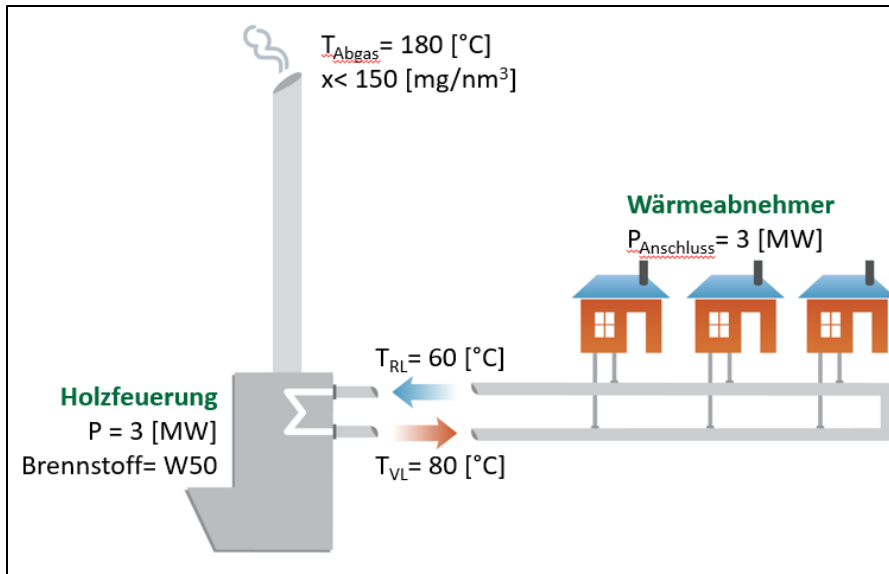


# Heizzentrale Hettlingen

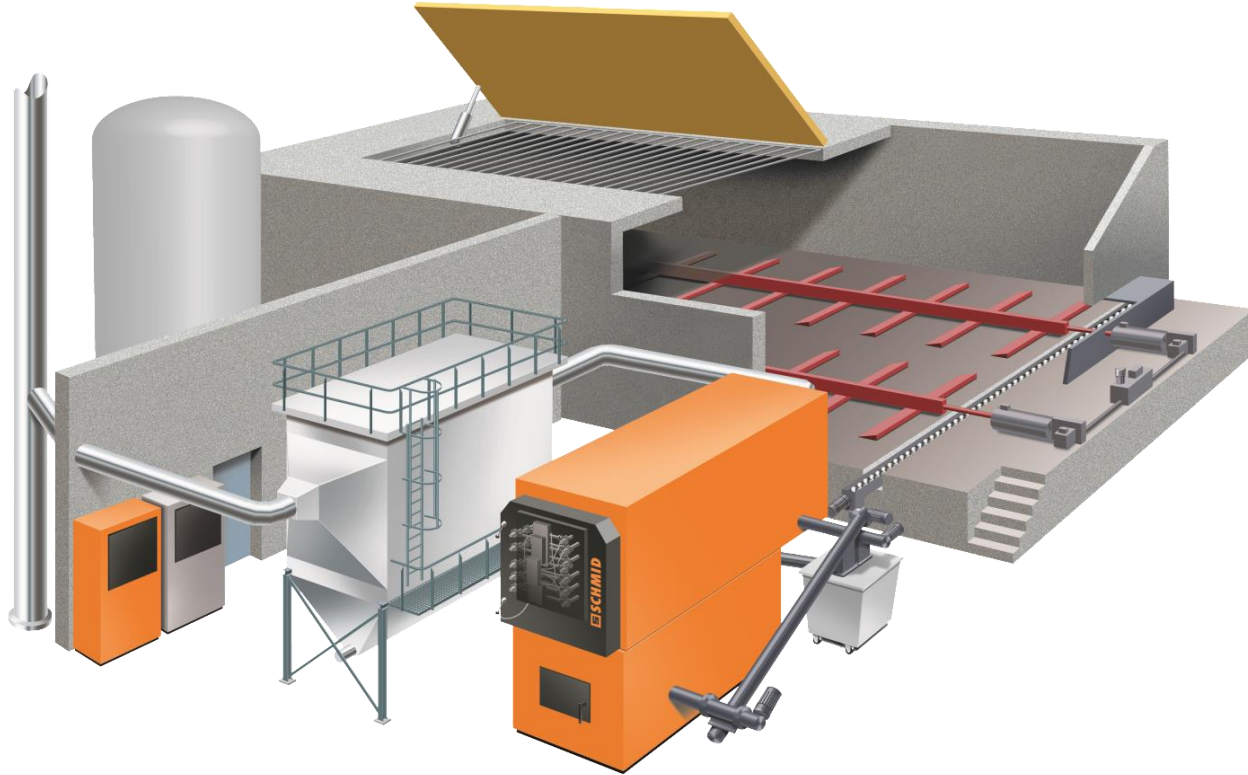


# Wärmerückgewinnung und Abgasreinigung (Beispiel)

save energy



# Anlagenkonzept Holzheizzentrale



# Heizzentrale Hettlingen



WRG/  
RG-Filter

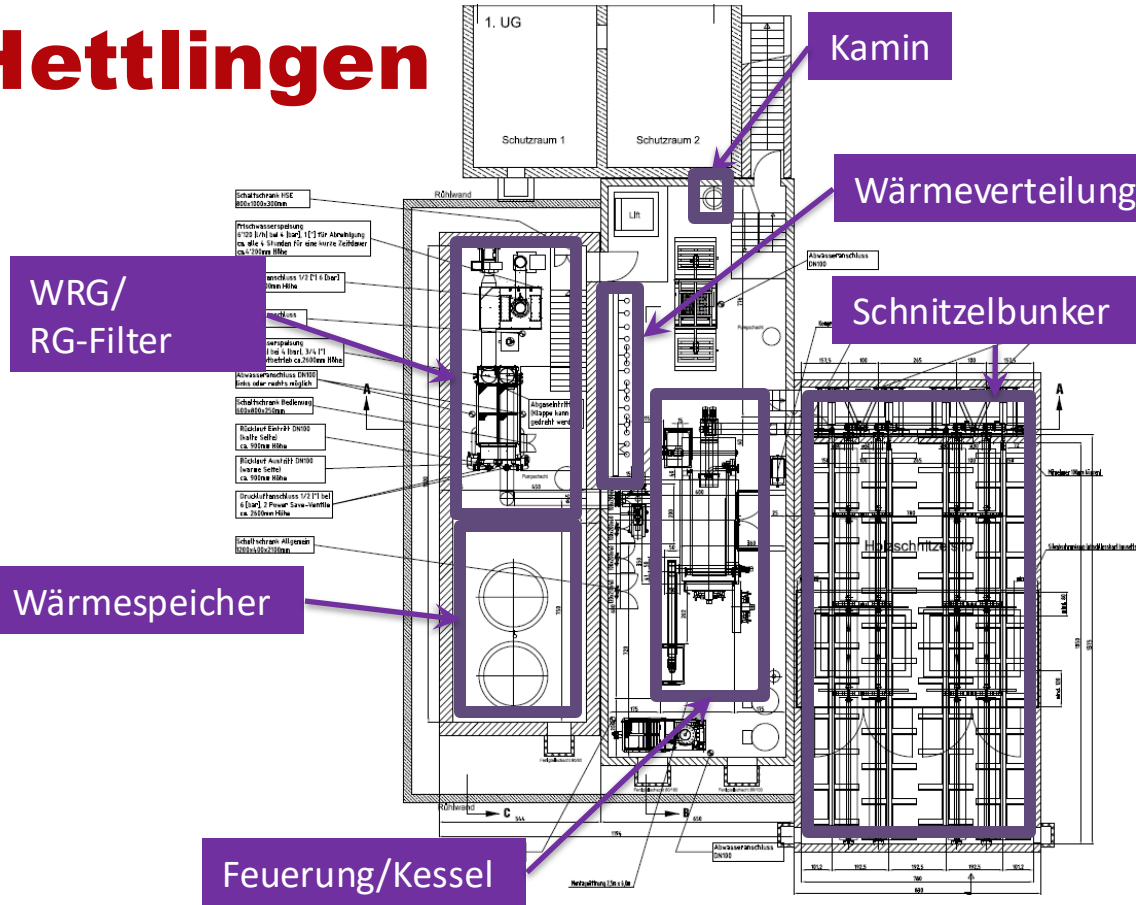
Wärmespeicher

Feuerung/Kessel

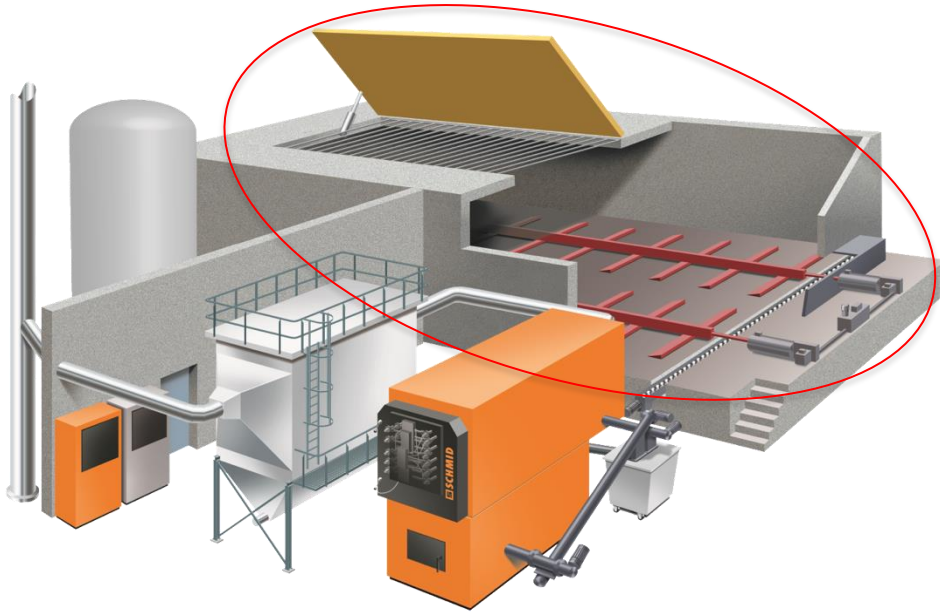
Kamin

Wärmeverteilung

Schnitzelbunker



# Hackschnitzelbunker

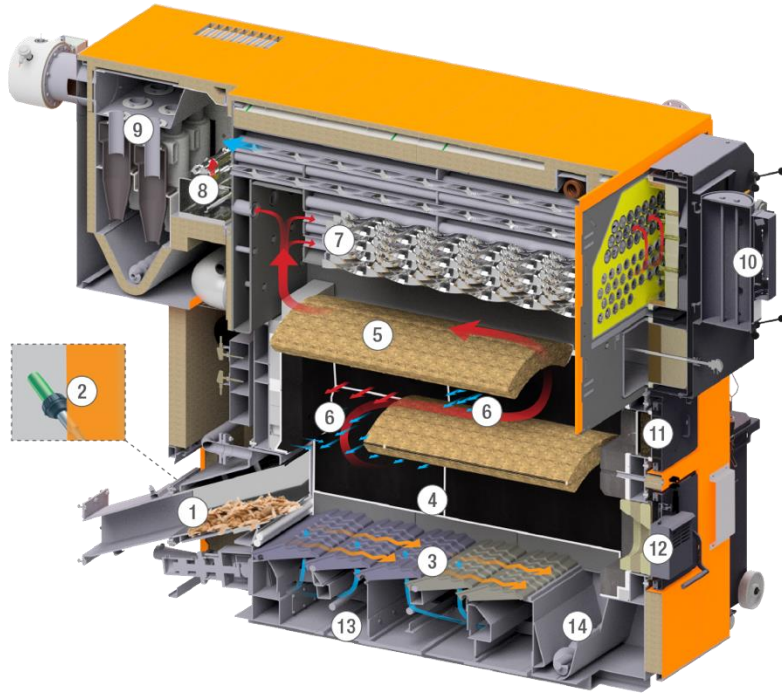


## Hackschnitzelbunker

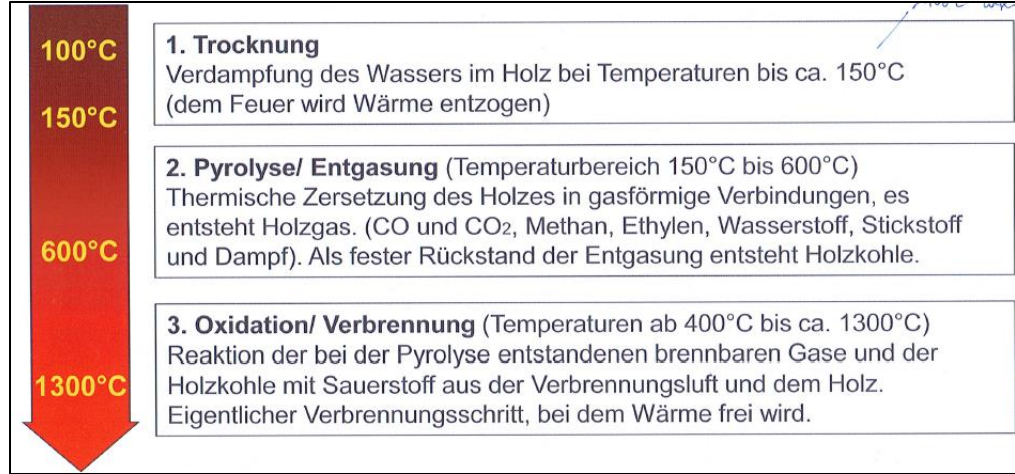
- Speichervolumen 5 – 7 Tage (QM Holz)  
Hettlingen: 250m<sup>3</sup>, reicht für 8 – 10 Tage
- Verteilschnecke für optimalen Bunkernutzungsgrad
- Silodeckel mit Fallschutzgitter (SUVA)



# Holzheizkessel



## Verbrennung in 3 Schritten:



Holzfeuchte: bis 60% Wassergehalt

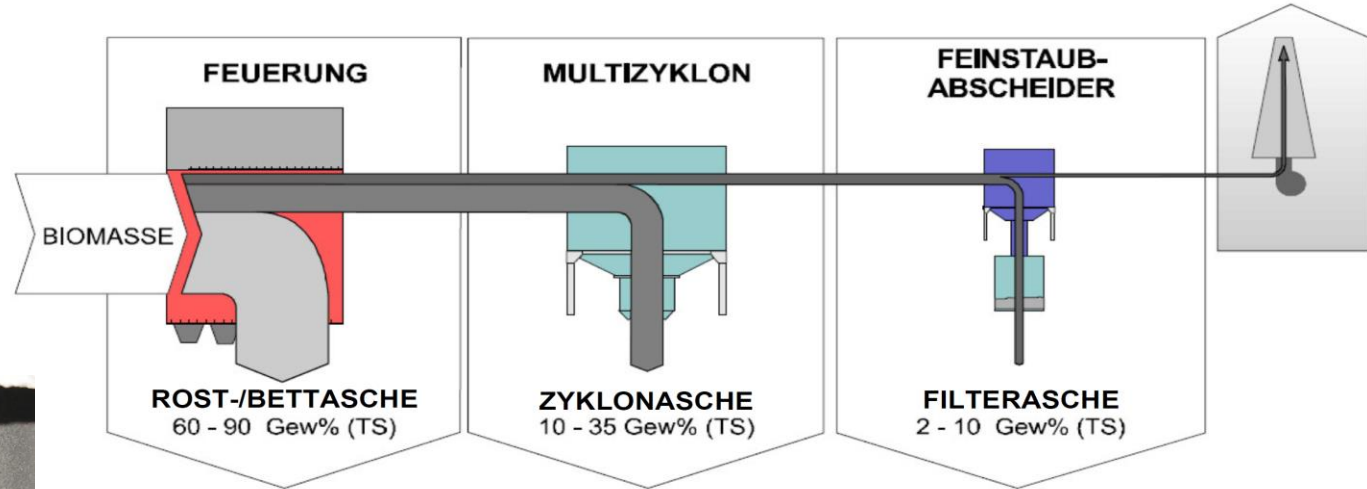
Luftüberschuss: 1.4 (Lambda-Wert)

Energie- und Masseverhältnis:

- Holzgas: 80% TS, 70% Heizwert
- Holzkohle: 20% TS, 30% Heizwert

Strenge Grenzwerte/Kontrollen für Luftschadstoffe (Staub, CO)

# Holzaschen (Abfallverordnung VVEA)

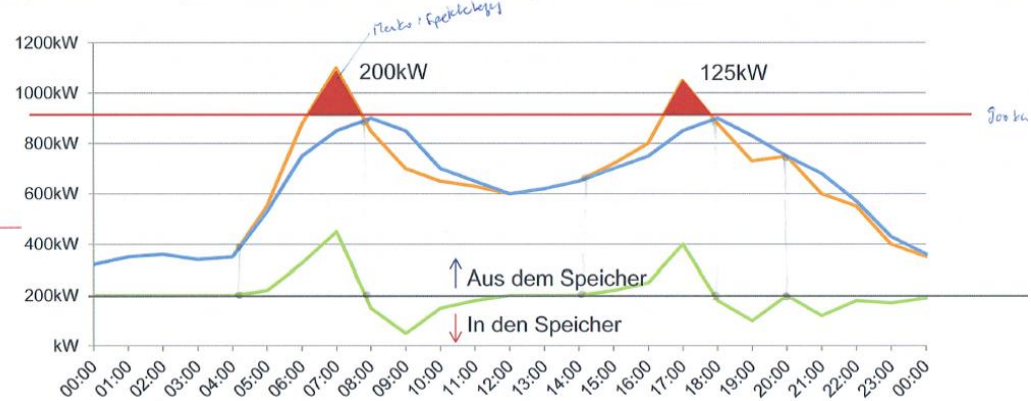


- Logbau AG in Bad Ragaz verarbeitet Holzaschen (Rostaschen aus Waldholz) zusammen mit Kiesschlamm zu einem **Erdbeton**.
- Jura-Cement-Fabriken AG in Wildegg hat gemeinsam mit der Firma Amstutz Holzenergie AG eine Aufbereitungsanlage für Holzaschen erstellt, welche eine Beimischung zum **Zement** ermöglicht.

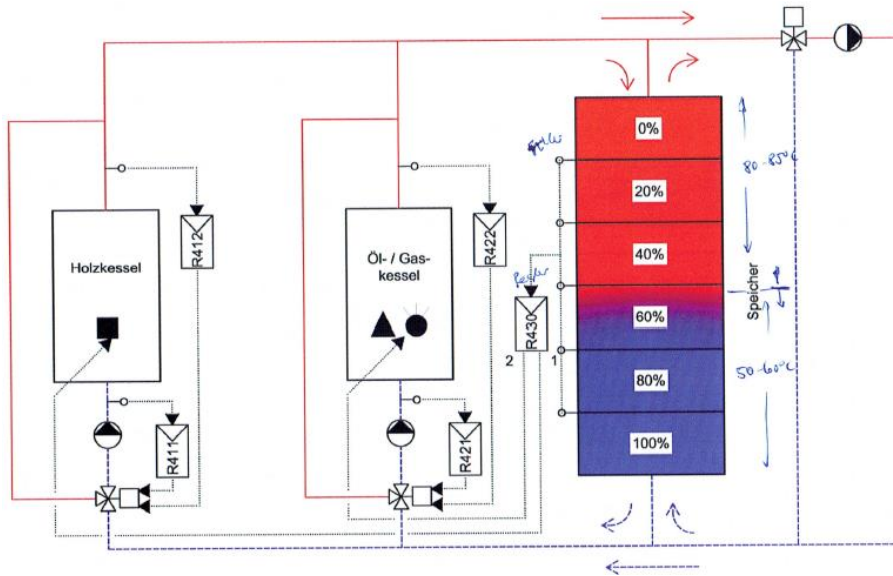
«Die Abfälle von heute sind die Rohstoffe von morgen!«

# Wärmespeicher (Beispiel)

Beispiel UTSR-900 (max. Last 900kW; min. Last 270kW) — Wärmebedarf; — Produktion; — Differenz

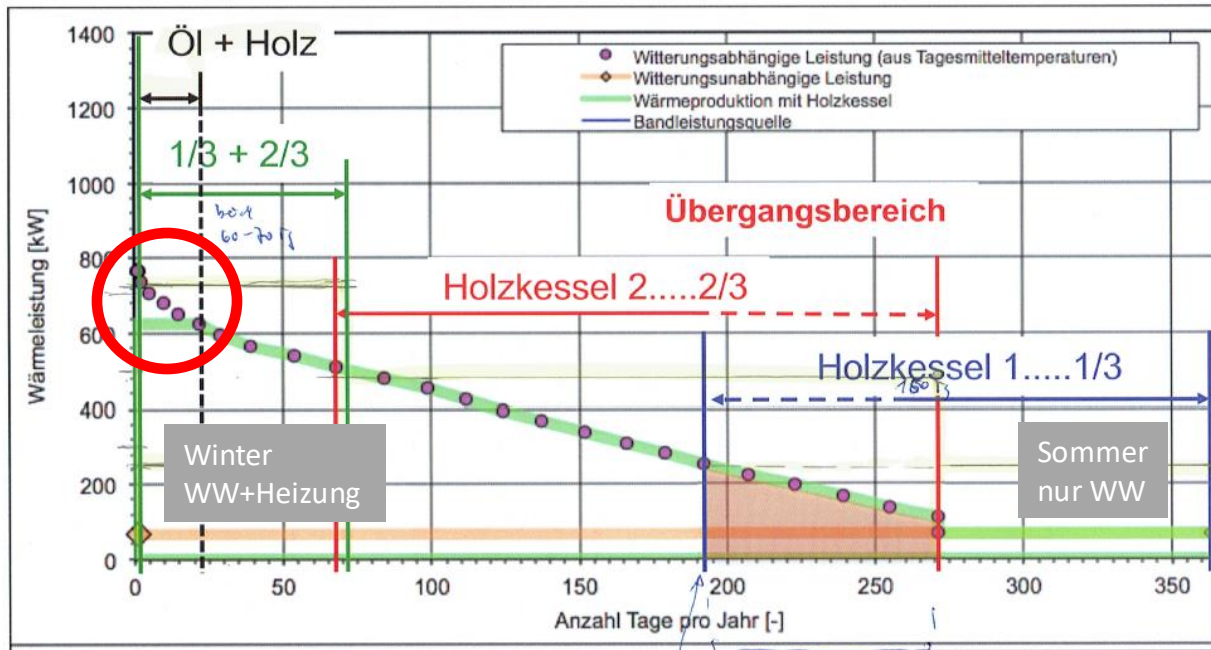


- Tagesausgleich (Buffer zw. Produktion und Verbrauch)  
Spitzenlasten abdecken  
Regelausgleich der Feuerung
- Mindestbetriebsdauer / Filterverfügbarkeit
- Speichervolumen: 2x 32'000 lt  
erforderlich 25-30lt pro kW-Heizleistung:  $30\text{l/kW} \cdot 1'600\text{kW} = 48'000\text{l}$
- Temperaturspreizung 30°C (50 – 80°C)  
 $64'000\text{kg} \cdot 4.18\text{kJ/kg K} \cdot 30\text{K} = 8\text{Mio kJ} = 2'230\text{kWh}$
- Speicherkapazität von > 1 Stunde  
 $1600\text{kW} \cdot 1\text{h} = 1'600\text{kWh}$



# Jahreslastgang (Beispiel)

An wie vielen Tagen pro Jahr wird welche Heizleistung benötigt  
(abhängig von Aussentemperatur)



Für optimierte Auslastung:

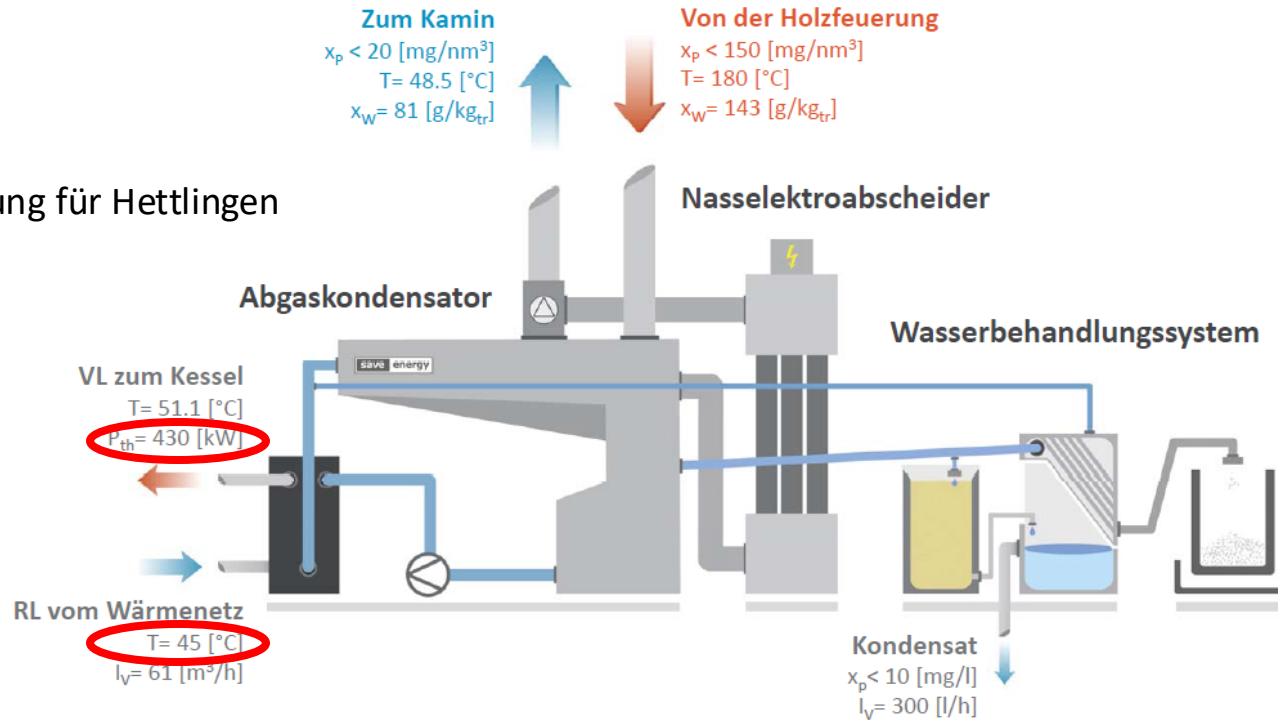
- Holzkessel auf 80% der maximalen Leistung auslegen
- Restliche 20% Spitzenlast mit Ölkessel (nur wenige Tage/Jahr) abdecken (künftig fossilfreie, synthetische Brennstoffe)

Holzkessel 1: 240kW  
Holzkessel 2: 400kW  
Ölkessel: 160kW

# Wärmerückgewinnung & Abgasreinigung

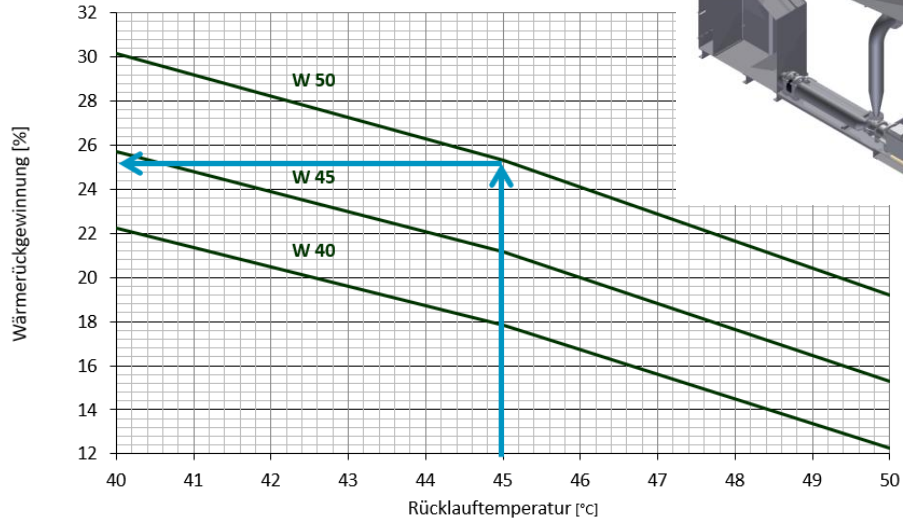
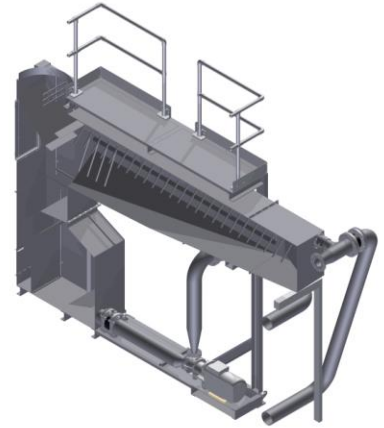
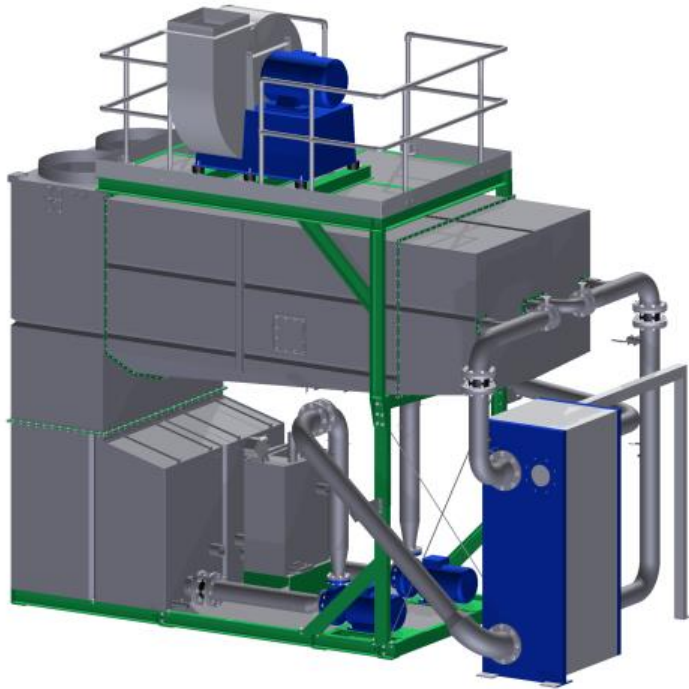
save energy

Auslegung für Hettlingen



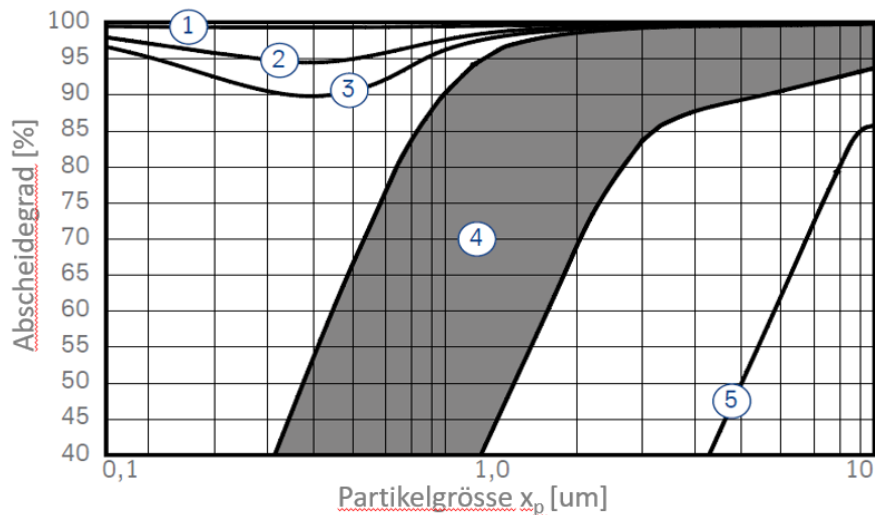
# Abgaskondensator

save energy



# Abgasfilter (Luftreinhalteverordnung LRV)

save energy



- ① Gewebefilter / ② Nasselektroabscheider /  
 ③ Trockenelektroabscheider / ④ Wäscher-Kondensator / ⑤ Zyklon

Die Einführung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) Stand 01.09.07 in der Schweiz sowie in Europa die Richtlinie 2008/50/EG vom 21.05.2008 verschärfen die Emissionsgrenzwerte für Fest- und Schadstoffe.

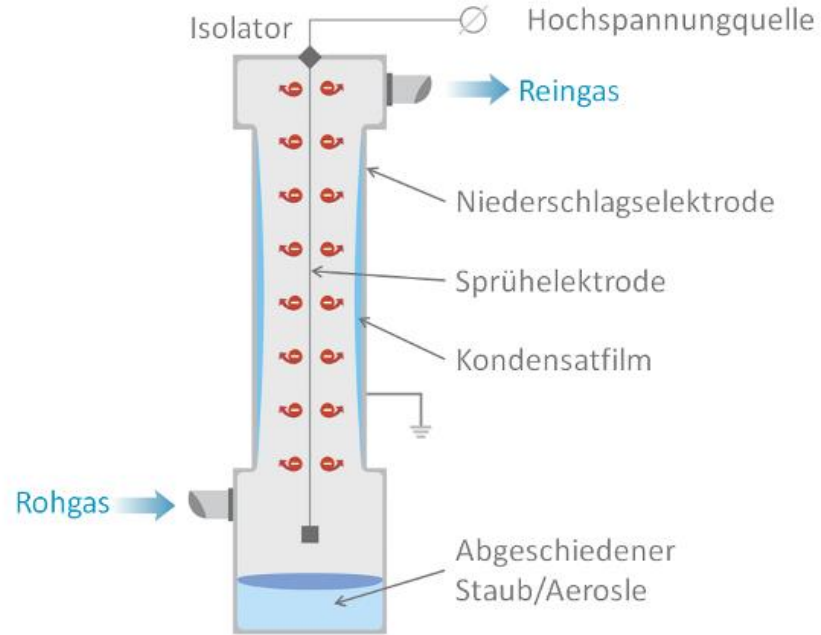
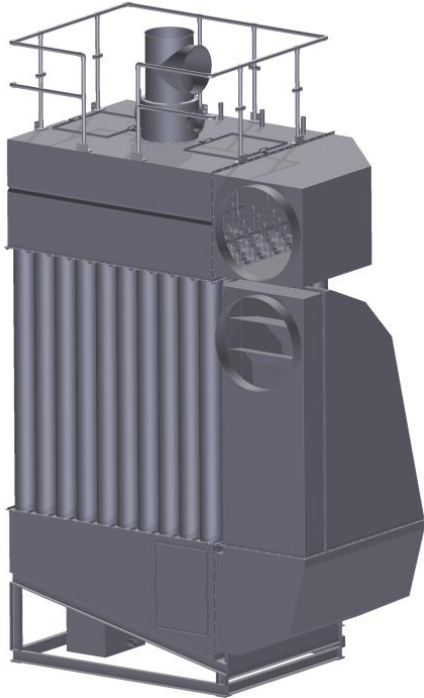
In der Schweiz werden hinter Holzfeuerungen Staubwerte wie folgt gefordert:

Feuerungswärmeleistung		Staubgrenzwert
70 – 500 kW	bis 2012	150 mg/m <sup>3</sup> bez. 13% O <sub>2</sub> (ohne Feinstaubfilter)
	ab 2012	50 mg/m <sup>3</sup> bez. 13% O <sub>2</sub> Platzreserve vorsehen!
500 – 1'000 kW		20 mg/m <sup>3</sup> bez. 13% O <sub>2</sub>
1'000 – 10'000 kW		20 mg/m <sup>3</sup> bez. 11% O <sub>2</sub>
ab 10'000 kW		10 mg/m <sup>3</sup> bez. 11% O <sub>2</sub>

97% Verfügbarkeit der Abgasreinigung

# Nasselektroabscheider

save energy





# Anlagenkennwerte HZ Hettlingen

Wärmeerzeugung:		Wärmeabgabe:	
Holzessel	1'600 kW	Angeschlossen sind	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. 300 Privathaushalte</li> <li>• Schulanlage/MZH</li> <li>• altes Gemeindehaus</li> <li>• Pfarrhaus</li> </ul>
WRG-Anlage Wärmerückgewinnung	210 kW ca. 10 – 15% vom Holzessel		
Ölheizung	450 kW	Auslastung Wärmeverbund	<ul style="list-style-type: none"> <li>• derzeit ca. 90%</li> <li>• Reserve für ca. 55 Haushalte (@ 6'364 kWh/Haushalt)</li> </ul>
<b>Total mögliche Anschlussleistung</b>	<b>2'260 kW</b>	Erzeugte Wärmeenergie bei 100% Auslastung	3'500'000 kWh/Jahr 2'187 Volllaststunden bei 1600 kW  Vergleich: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonne: 1'000 Volllaststunden</li> <li>• Wind: 2'000 Volllaststunden</li> </ul>

Quelle: Faktenblatt HHZ Hettlingen, 22.11.2024-Foe

# Anlagenkennwerte HZ Hettlingen

Verbrauch / Energie:	
Holzverbrauch / Jahr	ca. 3'500 – 4'000m <sup>3</sup> Holzschnitzel
1 Schüttraummeter Schnitzel	ca. 750 kWh / Srm <ul style="list-style-type: none"><li>• bei 60% Nadel- und 40% Laubholz</li><li>• waldfrisch mit 50% Wassergehalt (W50)</li><li>• entspricht ca. 76 l Heizöl (1 Liter Öl = ca. 10 kWh Energie)</li></ul>
CO <sub>2</sub> Einsparung pro Jahr	ca. 800 t CO <sub>2</sub> <ul style="list-style-type: none"><li>• Jährliche Wärmebedarf ca. 3'000'000 kWh</li><li>• Ersatz von Heizöl (0.266 kg CO<sub>2</sub> pro kWh Heizenergie)</li></ul>
Holz ist CO <sub>2</sub> -Neutral	<ul style="list-style-type: none"><li>• Holz aus eigenem Forstrevier mit nachhaltiger Bewirtschaftung</li><li>• Holz nimmt während Wachstum gleich viel CO<sub>2</sub> auf, wie bei der Verbrennung entsteht</li></ul>

Quelle: Faktenblatt HHZ Hettlingen, 22.11.2024-Foe

# Anlagenkennwerte HZ Hettlingen

Kosten:	Quelle: Faktenblatt HHZ Hettlingen, 22.11.2024-Foe
Finanzierung Wärmeverbund	<ul style="list-style-type: none"><li>• ist gebührenfinanziert (keine Steuergelder)</li><li>• muss kostendeckend betrieben werden</li></ul>
Kostenvoranschlag Bauprojekt	3.584 Mio Fr. (ok an Gemeindeversammlung 2012)
Energiekosten Bezüger	ca. 16 Rp/kWh <ul style="list-style-type: none"><li>• setzt sich zusammen aus einem Leistungs- &amp; Arbeitspreis</li></ul>
Zusammensetzung Kosten Bezüger	<ul style="list-style-type: none"><li>• 850 Fr./kW Anschlusskosten (einmalig)</li><li>• danach jährliche Kosten für Verbrauch (pro kWh)</li></ul>
Preis-Beispiel EFH	<ul style="list-style-type: none"><li>• minimale Anschlussleistung 10kW</li><li>• jährliche Kosten Fr. 1'500-2'000 (je nach Grösse, Wärmedämmung)</li></ul>
Preis-Beispiel Wohnung	<ul style="list-style-type: none"><li>• jährliche Kosten ca. Fr. 1'500 (Erfahrungswert MFH-Überbauung)</li></ul>

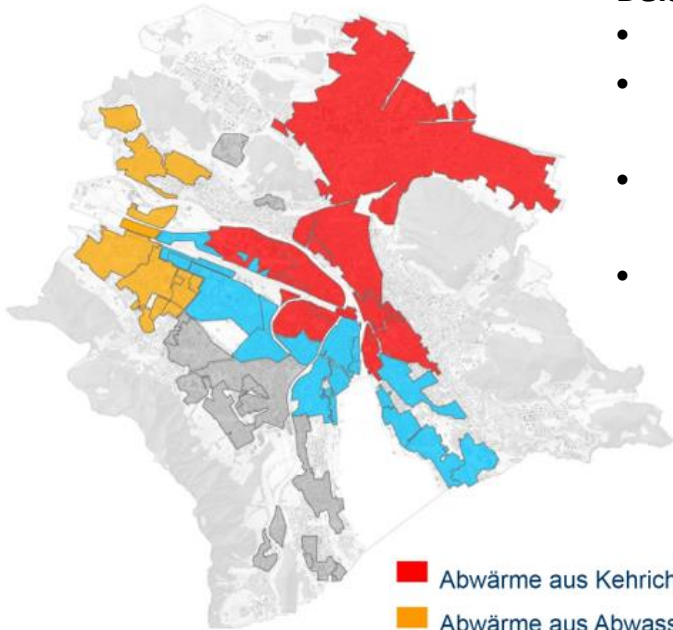
# Viel Spass bei der Führung!



Fragen jederzeit gerne ...

# Zusätzliche Infos

# Fernwärme liegt im Trend



- Abwärme aus Kehrrichtverwertung und Holz
- Abwärme aus Abwasserreinigung und Klärschlammverwertung
- Fluss- und Seewasser sowie Grundwasser

## Beispiel Stadt Zürich:

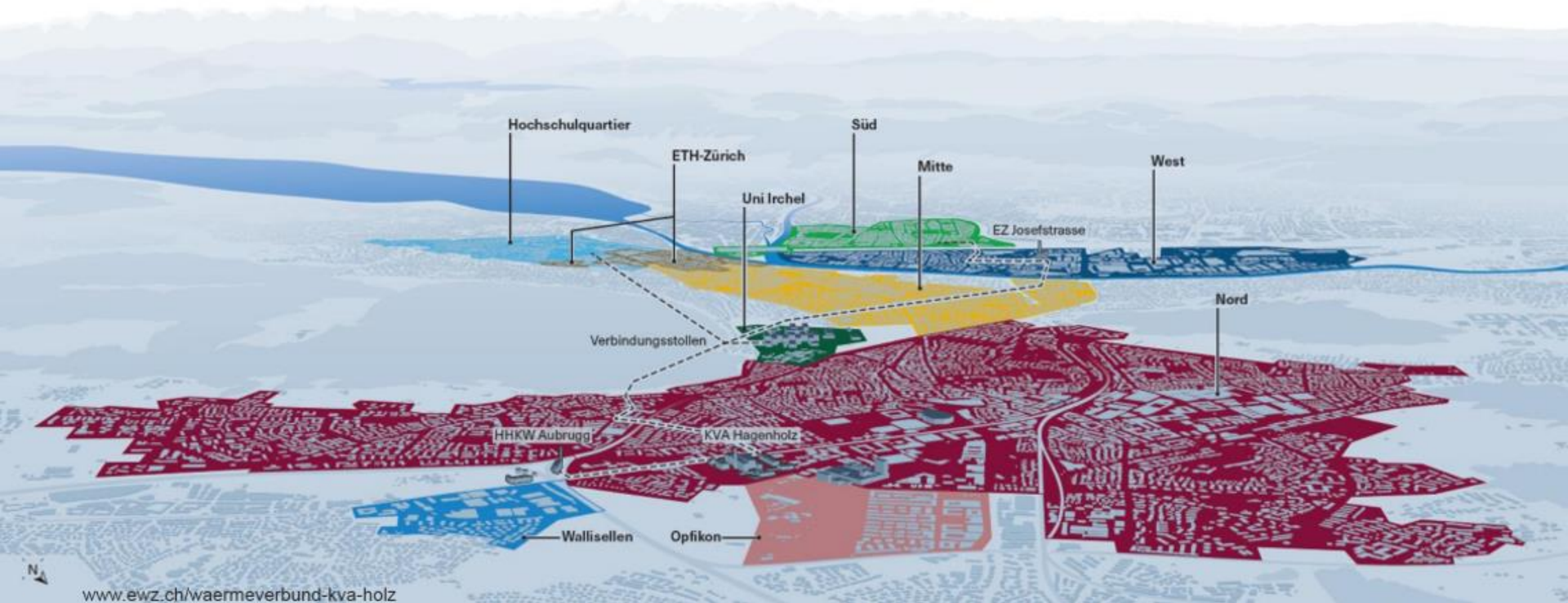
- Beschluss Netto-Null bis 2040
- Grösster Hebel: Umbau Wärmeversorgung (heute noch fast 70% fossil)
- Ziel bis 2040 Fernwärmeausbau von 30 auf 60% des Siedlungsgebietes
- Ausbau, Verdichtung und Vernetzung der Fernwärmegebiete

## Vorteile Fernwärme:

- mehr Versorgungssicherheit
- Lokale Wertschöpfung
- Komfortable, zukunftsorientierte Lösung für Eigentümerschaften
- Langlebige Infrastruktur (FW-Netz 50 – 80 Jahre)
- Ausgleich zwischen den thermischen Netzen

Quelle: ewz/Klimaplatzform 19.9.24

# Wärmeverbund KVA & Holz

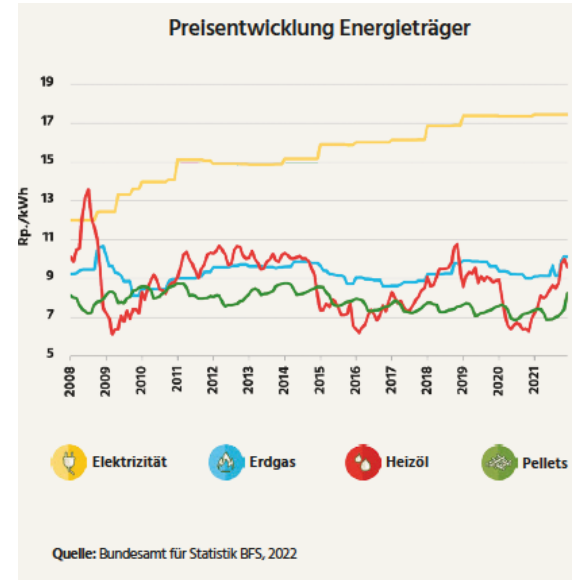
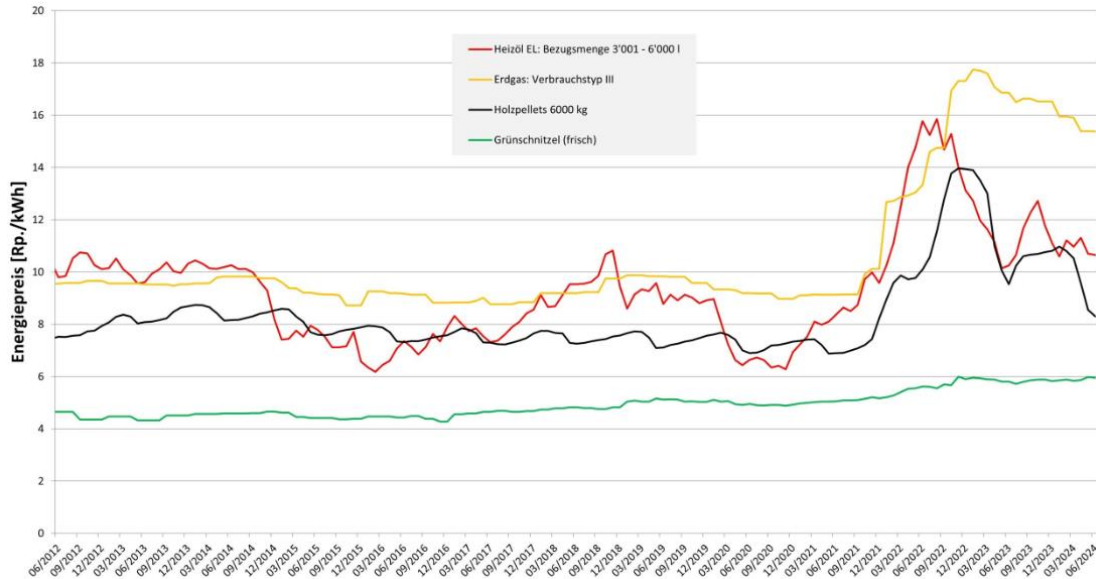


# Zürcher Seebecken





# Preisvergleich Brennstoffe



# Wärmeleistungsbedarf 1970 vs 2020

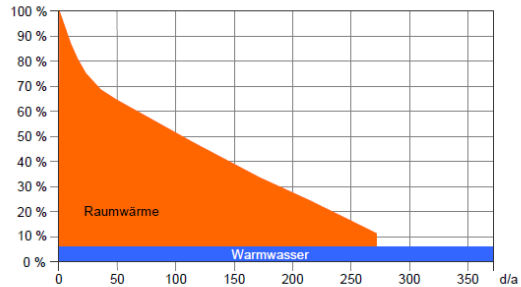
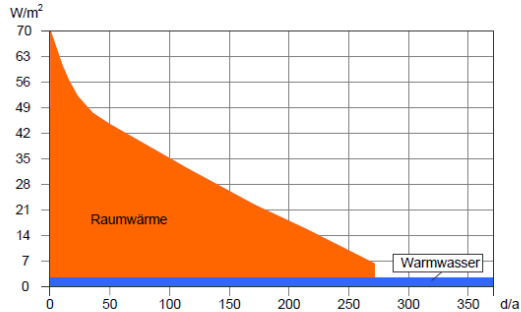


Bild 2.4 Jahresdauerlinie des Wärmeleistungsbedarfs für ein Wohngebäude von 1970 für Warmwasser und Raumwärme (Auslegung nach [21] für Zürich, Tagesmitteltemperatur  $-7^{\circ}\text{C}$ ).  
Oben Wärmeleistungsbedarf in  $[\text{W}/\text{m}^2]$ .  
Unten in Prozent mit 100 % = Maximalwert.

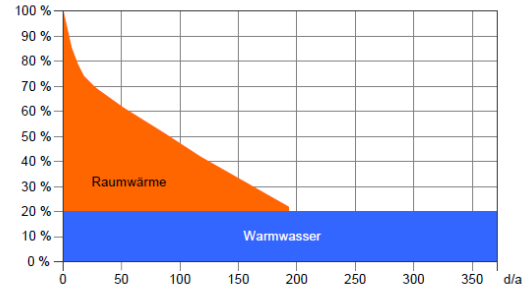
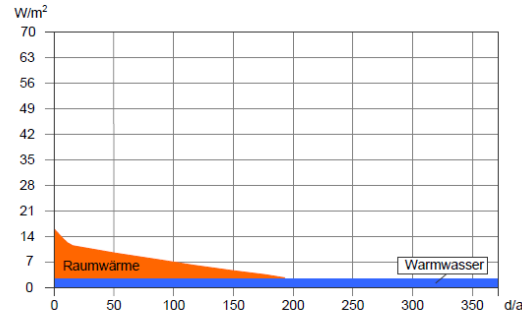


Bild 2.5 Jahresdauerlinie des Wärmeleistungsbedarfs für ein Wohngebäude von 2020 für Warmwasser und Raumwärme (Auslegung nach [21] für Zürich, Tagesmitteltemperatur  $-7^{\circ}\text{C}$ ).  
Oben Wärmeleistungsbedarf in  $[\text{W}/\text{m}^2]$ .  
Unten in Prozent mit 100 % = Maximalwert.

QM Fernwärme 2017 / energie schweiz

# Infotafel HHZ Hettlingen



# Wärmerückgewinnung

## h-x Diagramm (Mollier)

