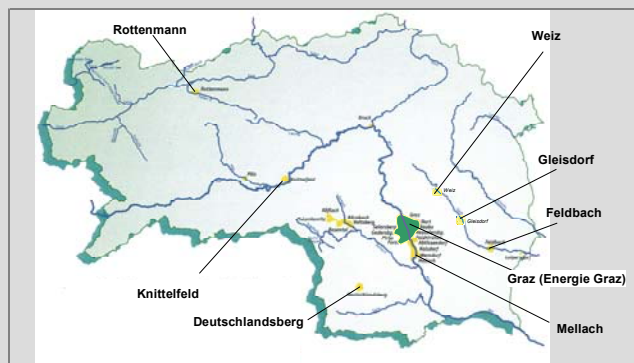
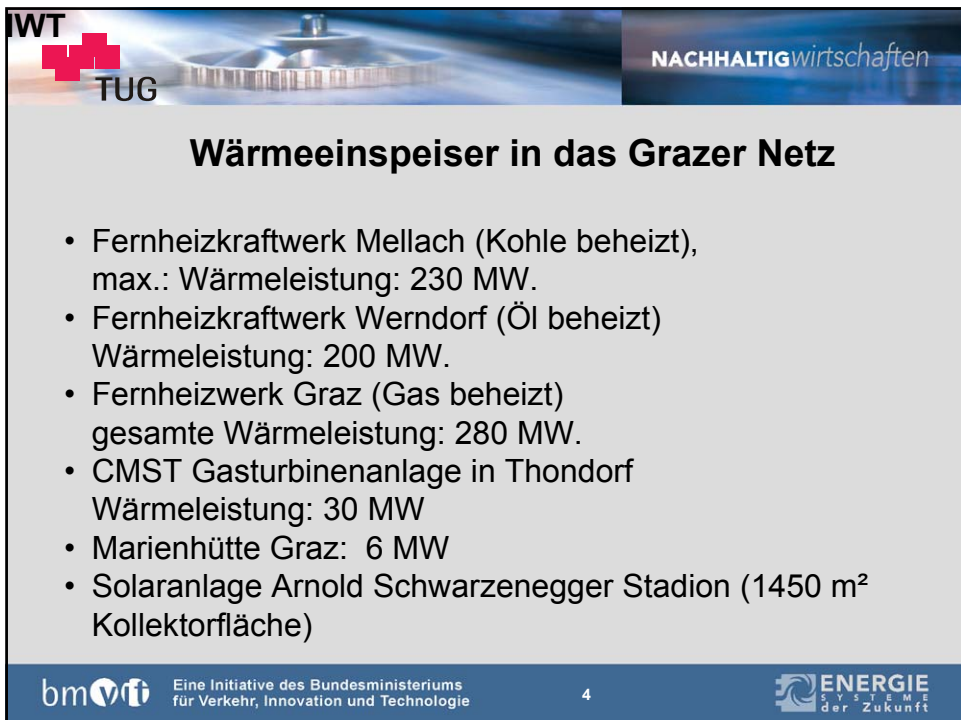
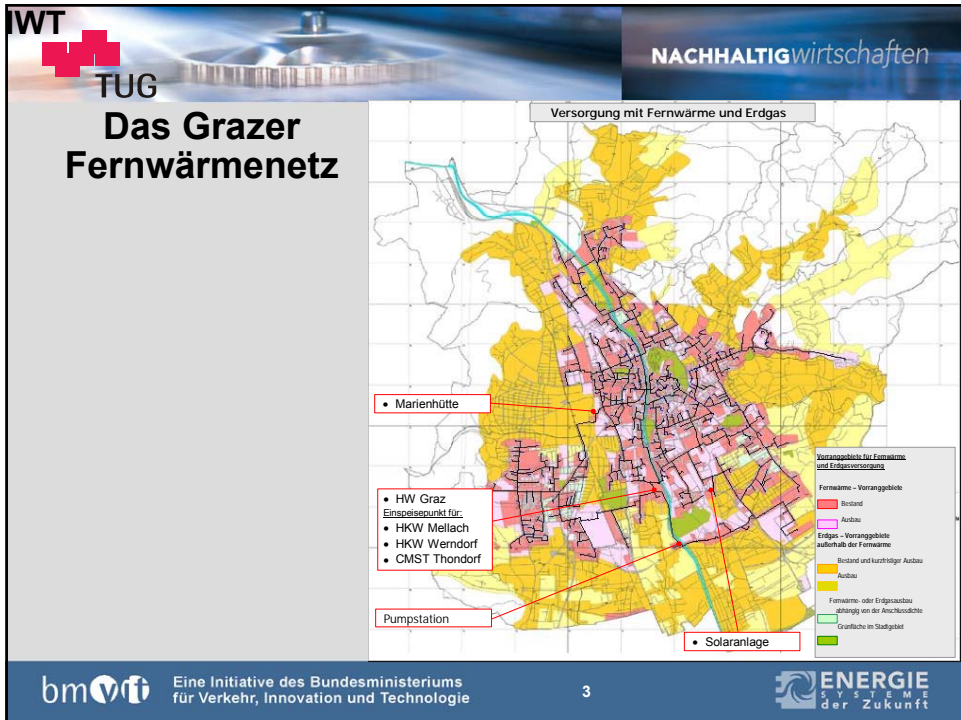


Dezentrale Einspeisung von Erneuerbaren Energieträgern in Fernwärmenetze und Möglichkeiten der Biomasse KWK

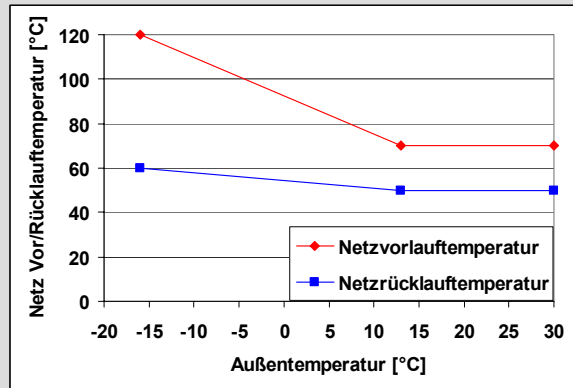
Wolfgang Streicher
Institut für Wärmetechnik, TU Graz

Fernwärmeversorgung in der Steiermark durch die Steirische Gas-Wärme GmbH (Stefe, 1998) ergänzt um die Anlagen in Gleisdorf, Weiz und Graz (Energie Graz)

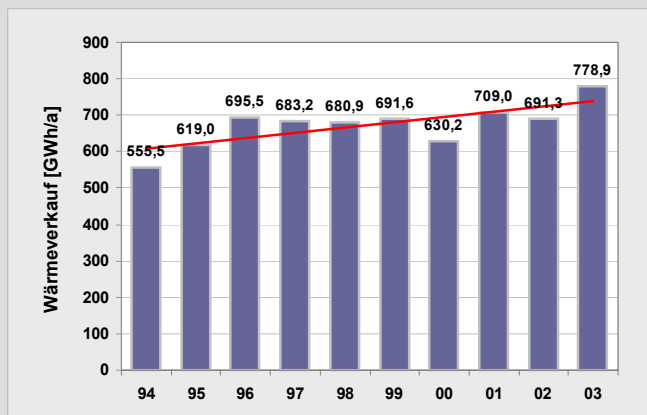




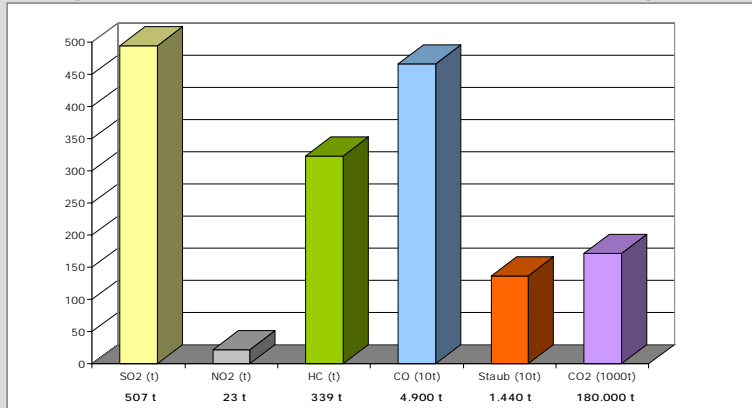
Netzvor- und -rücklauftemperatur des Grazer Fernwärmenetzes an der Übergabestation von der Steirischen Fernwärme in Abhängigkeit von der Außentemperatur (Energie Graz, 2000)



Wärmeverkauf der Energie Graz in den Jahren 1994 -2003 (Energie Graz, 2004)



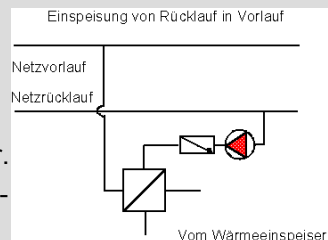
Minderung von Emissionen durch die Fernwärmeversorgung im Unternehmensbereich der Energie Graz für das Jahr 2004 (Energie Graz)



Mögliche Hydraulische Schaltungen für Wärme-Einspeiser

Entnahme im Fernwärme Rücklauf und Einspeisung in den Fernwärme Vorlauf

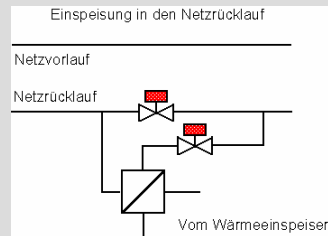
- ➔ Temperaturerhöhung im Wärmeeinspeiser in Abhängigkeit der Vor- und Rücklauftemperaturen des Fernwärmenetzes
- ➔ Wärmeeinspeiser regelt Leistung oder Volumenstrom, nach benötigten Vorlauftemperatur.
- ➔ Die Pumpenergie ist hoch, da der Druckunterschied zwischen Fernwärme-Rücklauf und Fernwärme-Vorlauf (mehrere bar) vom Wärmeeinspeiser abgedeckt werden muss.
- ➔ Diese Form der Einspeisung wird von den Fernwärmebetreibern bevorzugt, da sich seine Rücklauftemperatur nicht ändert, jedoch ein Teil der Pumpkosten vom Einspeiser getragen werden.



Mögliche Hydraulische Schaltungen für Wärme-Einspeiser

Entnahme und Einspeisung in den Fernwärme Rücklauf

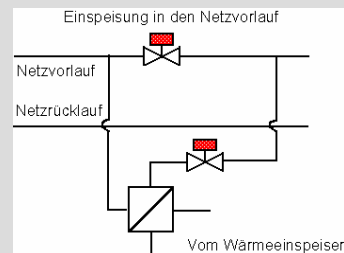
- ➔ Wärmeeinspeiser hat aufgrund der geringen Temperatur hohen Wirkungsgrad
- ➔ Pumpenergie durch Netzpumpen: Ungünstig für den Fernwärmenetzbetreiber, da Strömungswiderstand in Fernwärmeleitung um Durchfluss durch den Wärmetauscher zu regeln
- ➔ Höhere Rücklaufstemperatur erhöht Wärmeverluste des Netzes.
- ➔ verringert sich der Wirkungsgrad des primären Wärmeerzeugers durch höhere Rücklaufstemperatur leicht verringert
- ➔ Bei Netzen (wie der Grazer Fernwärme) die primär nicht selber Wärmeerzeuger sind, ist zudem manchmal die Rücklaufstemperatur zu den Wärmeerzeugern vertraglich fixiert.



Mögliche Hydraulische Schaltungen für Wärme-Einspeiser

Entnahme und Einspeisung in den Fernwärme Vorlauf

- ➔ Wärmeeinspeiser arbeitet durch hohe geforderte Temperatur mit geringerem Wirkungsgrad
- ➔ Pumpenergie wird von den Netzpumpen aufgebracht und deckt den Druckverlust des Wärmetauschers
- ➔ Günstig für den Fernwärmebetreiber sind die geringen Netzverluste bis zum Wärmeeinspeiser
- ➔ Wirkungsgrad des primären Wärmeerzeugers bleibt gleich

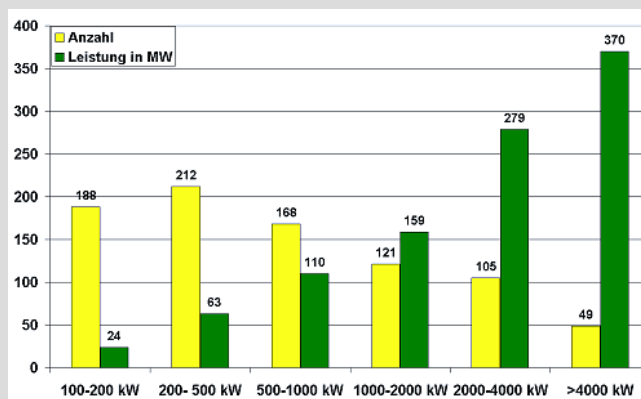


Mögliche Wärme-Einspeiser

- ➔ Biomasse Heizwerke
- ➔ Biomasse Heizkraftwerke
- ➔ Thermische Solaranlagen
- ➔ Wärmepumpen
- ➔ Erdwärme

Biomasse Heizwerke

Biomasse-Nahwärmanlagen in Österreich (2003)(ausgehend von 843
Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 1.005 MW)
Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer, 2004



Biomasse Heizwerke

- Kontinuierlicher Zuwachs
- Letzte Erhebung: 843 Anlagen (1.005 MW) per Ende 2003.
- Zusätzlich Nahwärmanlagen mit einer Leistung von weniger als 100 kW pro Einheit (Mikronetze) (> 600 Anlagen in den letzten Jahren)
- Betreiber:
 - 66 % (561 MW) örtliche bäuerliche Interessentengruppen
 - 21 % (233 MW) Gewerbebetriebe (Einzelunternehmen sowie gewerbliche Zusammenschlüsse, v.a. Holzverarbeitende Betriebe) (233 MW).
 - 3 % (157 MW) Größere Energieversorgungsunternehmen.
 - 10 % (54 MW) Gemeinden

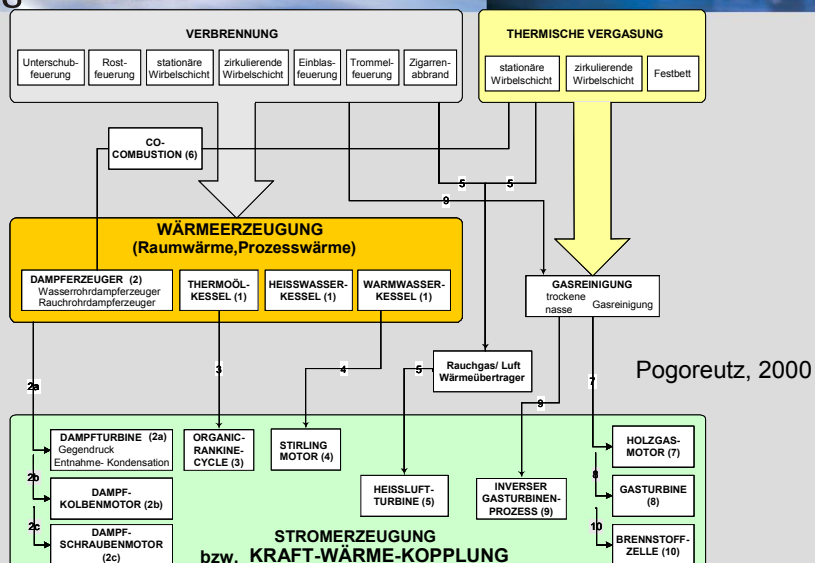
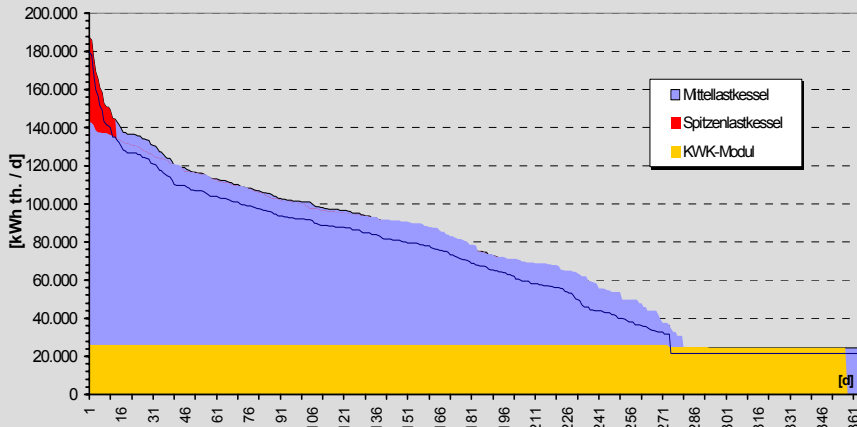
(Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer, 2004)

Kraft-Wärme-Koppelung (KWK) mit Biomasse

- Hohe Investitionskosten und geringe Betriebskosten
- Durch gute Einspeisetarife für Strom aus Biomasse:
- hohen Vollastbetriebsstunden (größer 6000 h/a)
- Hohe Stromkennzahl (Verhältnis Strom/Wärmeproduktion)
- Aus Kostengründen auch Wärmeverkauf wichtig
- Daher Auslegung auf Sommerlast oder geringfügig darüber
- Zumeist wärmegeführt betrieben
- Fernwärmenetze mit hohen Sommerlastanteilen wie z.B. ganzjährigen Prozesswärmebedarf durch Industrie- oder Gewerbebetriebe prädestiniert
- (Beispiel Güssing mit hoher Sommerwärmelast für die Holz Trocknung oder die Papier- und Zellstoffherzeugung mit kontinuierlicher ganzjähriger Wärmelast).

Kraft-Wärme-Koppelung (KWK) mit Biomasse

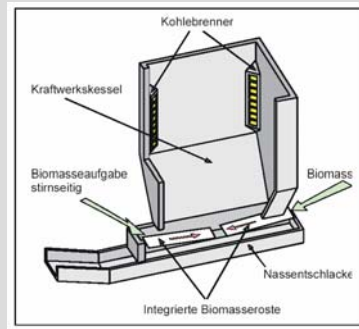
Jahres - Dauerlinie



Pogoreutz, 2000

Zuführung in konventionellen Kraftwerken mit Dampfturbine

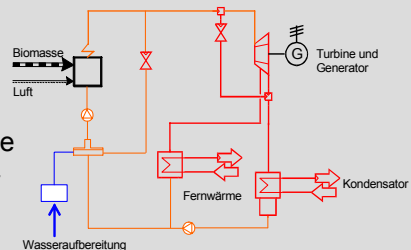
- St. Andrä: 1994 interne Verbrennung mit eigenen 10 MWth Rost nachgerüstet (Probleme durch beschränktem Platzangebot unterhalb des Kessels für Zusatzrost und Biomassezuführung)
- Zeltweg 1997: Vergasung mit zirkulierender Wirbelschicht (Rinde, Hackgut, Altholz, Bahnschwellen, Kunststoffe und Klärschlamm). Thermische Leistung 4 - 18 MWth
- Alle aufgrund nicht weiter gegebener Einspeisevergütung wieder eingestellt.



Mory, Tauschitz, 1999

Konventioneller Wasserdampfprozess mit Dampfturbine (2a)

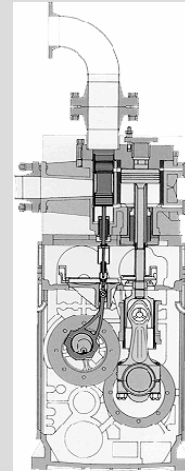
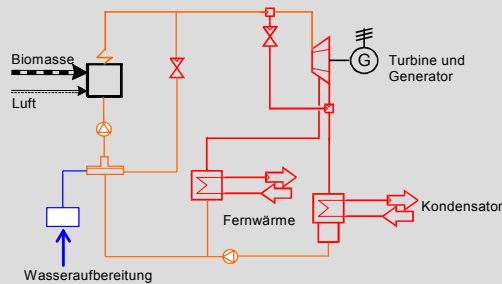
- ausgereifte Technologie für Großanlagen ($> 500 \text{ kW}_{el}$)
- je höher der Dampfdruck und je niedriger der Kondensationsdruck, desto höher ist der Wirkungsgrad der Maschine
- Durch Fernwärmeauskoppelung geringere Leistung der Turbine aber Erhöhung des Gesamtwirkungsgrads für Strom und Wärme
- Entnahme Kondensations-Turbine: Wärme- und Stromauskoppelung variierbar
- Gegendruckturbinen: fixe Stromkennzahl
- Entnahme-Kondensationsturbinen sind allerdings 2,5 – 3 mal so teuer wie Gegendruckturbinen



Pogoreutz 2000

Dampfkolbenmotor (2b)

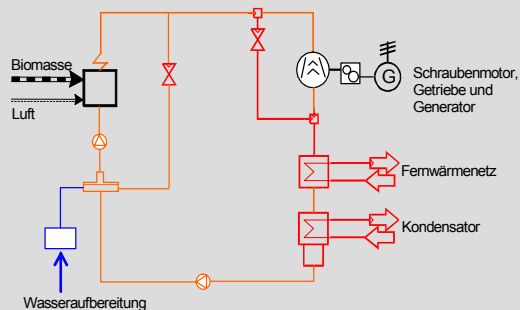
Pogoreutz 2000



- Leistungsbereiche von 40 - 200 kW_{el} pro Zylindereinheit
- Ähnliches Prinzip aber geringerer Wirkungsgrad als die Dampfturbine
- Geringerer Wirkungsgrad
- Gutes Teillastverhalten

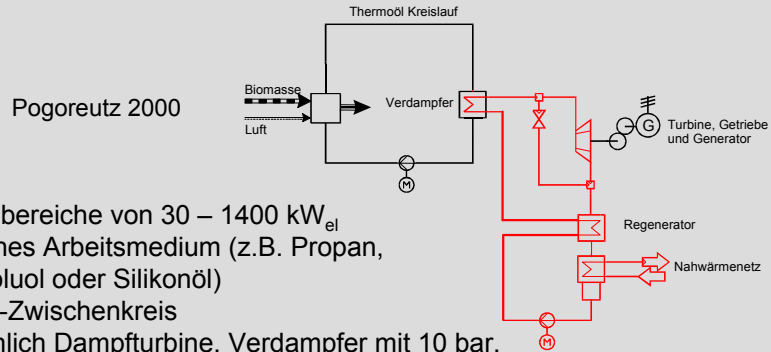
Dampfschraubenmotor (2c)

Pogoreutz 2000



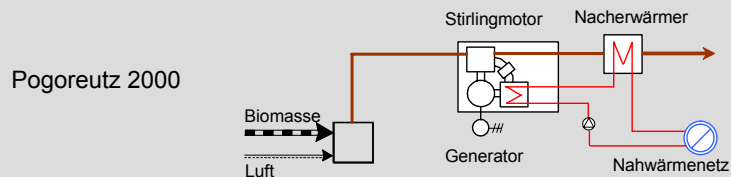
- Leistungsbereiche von 100 – 2000 kW_{el}
- entspannenden Dampf treibt Schraubenexpander an
- Wirkungsgrad ähnlich Dampfkolbenmotor
- Gutes Teillastverhalten

ORC (Organic Rankine Cycle) (3)



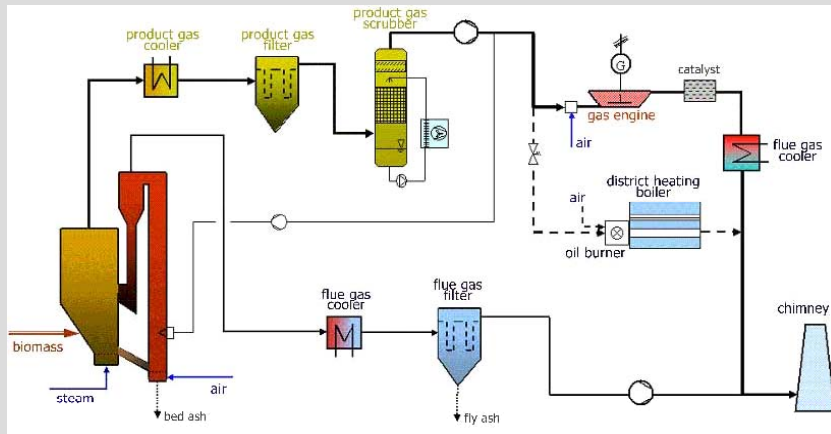
- Leistungsbereiche von 30 – 1400 kW_{el}
- Organisches Arbeitsmedium (z.B. Propan, Oktan, Toluol oder Silikonöl)
- Thermoöl-Zwischenkreis
- Sonst ähnlich Dampfturbine, Verdampfer mit 10 bar.
- Wirkungsgrad ähnlich Dampfkolbenmotor
- Anlagen mit ORC-Prozess sind z.B. in den Biomasse-Nahwärmenetzen von Admont und Lienz in Betrieb

Stirlingmotor (4)



- Leistungsbereiche von 10 – 40 kW_{el}
- Wärmekraftmaschine mit Verdrängerkolben mit äußerer Verbrennung
- Arbeitsgas: Helium, Stickstoff oder Luft
- Bei Abhitzenutzung elektrischer Wirkungsgrad bei 4 – 8 %
- Vorwärmung der Zuluft Wirkungsgrad bis zu 28 %
- Am Markt (z.B. Fa. Solo, Beteiligung E-Werk Götting und andere)

Vergasung (Wirbelschicht) (7), Projekt Güssing (Renet Austria 2004)



Vergasung (Wirbelschicht) (7)

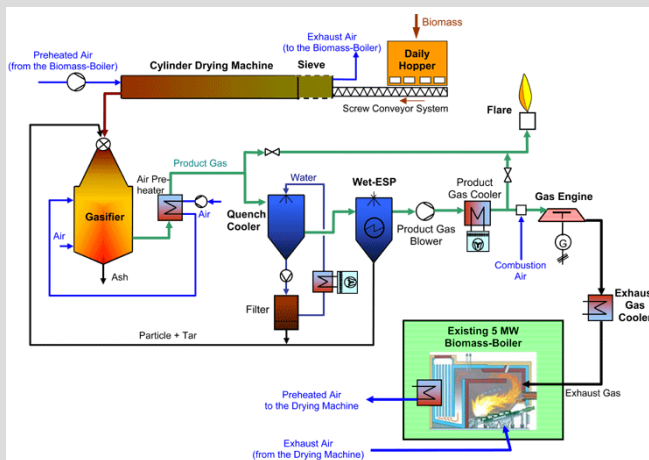
- Leistungsbereich ab 10 MW_{thermisch}
- Vergasung hat generell höheren elektrischen Wirkungsgrad als die meisten Dampf- oder Heißluftprozesse
- Grundlegendes Problem: Produktgasreinigung
- Biomasse möglichst vollständig in CO, CO₂, CH₄, H₂ und H₂O (gasförmig) umgewandelt
- Projekt Güssing: 8 MW Brennstoffleistung, 2 MW elektrische Leistung und Gasmotor
- Trennung von Vergasung und Verbrennung von unvergastem Anteil
- Vergasung mit Dampf, Wärme aus Verbrennung von unvergastem Anteil
- Annähernd stickstofffreies Gas, Heizwert über 12000 kJ/Nm³



Vergasung (Festbett) (7)

- Leistungsbereich ab 15 – 2000 kW_{elektrisch}
- Vergasung hat generell höheren elektrischen Wirkungsgrad als die meisten Dampf- oder Heißluftprozesse
- Grundlegendes Problem: Produktgasreinigung
- Biomasse möglichst vollständig in CO, CO₂, CH₄, H₂ und H₂O (gasförmig) umgewandelt
- Schlechtere Gasqualität als Wirbelschicht (durch schlechtere Vermischung)
- Höherer Aufwand für Gasreinigung
- Erste Versuchsanlagen: Institut für Wärmetechnik (50 kW_{el}, RENET Austria, Wiener Neustadt)

Vergasung (Wirbelschicht) (7)



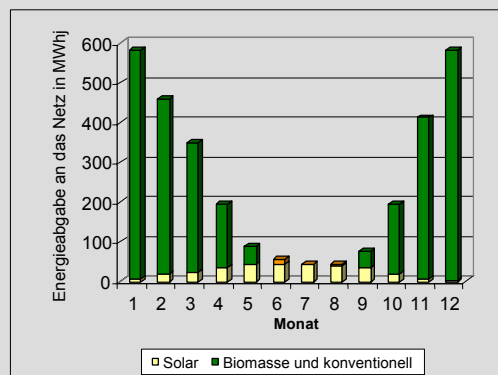
Zusammenfassung Biomasse KWK

(Gaderer, 2003 Pogoreutz, 2000, Kleinberger, 2001, Obernberger, Hammerschmidt, 1999)

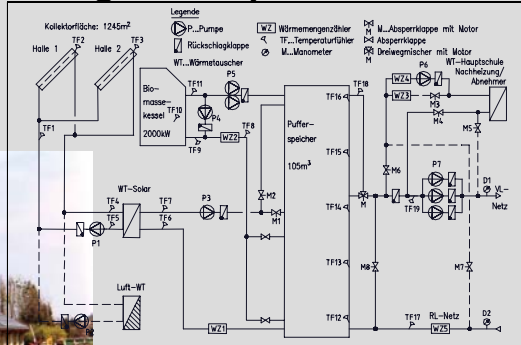
	Derz. Entwicklungsstand	Derz. Leistungsbereich	Volllaststunden von ausgef. Anlagen	Wirkungsgrad		Spez. Investitionskosten	Stromerzeugungskosten (4000 el. Volllastbetriebsstunden, 30 % Investförd., Brennstoffpr. 0,011 €/kWh)
				Wärme	Strom		
		[MW _{el}]	[h/a]			[k€/kW _{el}]	[€/kWh]
Zufeuerung in konventionellen Kraftwerken	Demo	2,3 – 600	4000	0,43 – 0,51	0,34 – 0,41	0,36 – 1,6	
Dampfturbine kleiner Leistung	Markreife	0,5 – 5	2900 - 6100	0,42 – 0,71	0,12 – 0,20	2,6 – 8,7	0,061
Dampfturbine großer Leistung	Markreife	4 – 44	3300 - 8000	0,25 – 0,67	0,18 – 0,30	1,0 – 4,7	
Dampfkolben	Markreife	0,1 - 1,6	4500 - 6350	0,63 – 0,79	0,08 – 0,20	0,4 – 4,8	0,071
Dampfschraube	Demo	0,1 – 2		0,73 – 0,77	0,09 – 0,17	1,4 – 6,9	0,063
ORC	Markreife	0,03 – 1,4	6550	0,75 – 0,78	0,06 – 0,17	1,6 – 4,8	0,079
Stirlingmotor	Demo	0,01 – 0,2		0,49 – 0,70	0,07 – 0,28	1,7 – 4,0	0,115
Vergasung Festbett	Demo	0,1 – 2,0	3800 - 5400	0,40 – 0,62	0,18 – 0,28	2,4 – 4,9	0,105
Vergasung Wirbelschicht	Demo	2 - 6		0,31 – 0,50	0,25 – 0,33	1,4 – 3,5	0,110

Thermische Solaranlagen

- Auslegung maximal auf Sommerlast, Vermeidung von Stillstand
- Damit ca. 7 – 15 % solare Deckung
- spezifische Kollektorsertrag bei ca. 350 – 400 kWh/a
- Im Sommer Konkurrenz zu KWK



Thermische Solaranlagen Beispiel Eibiswald



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit