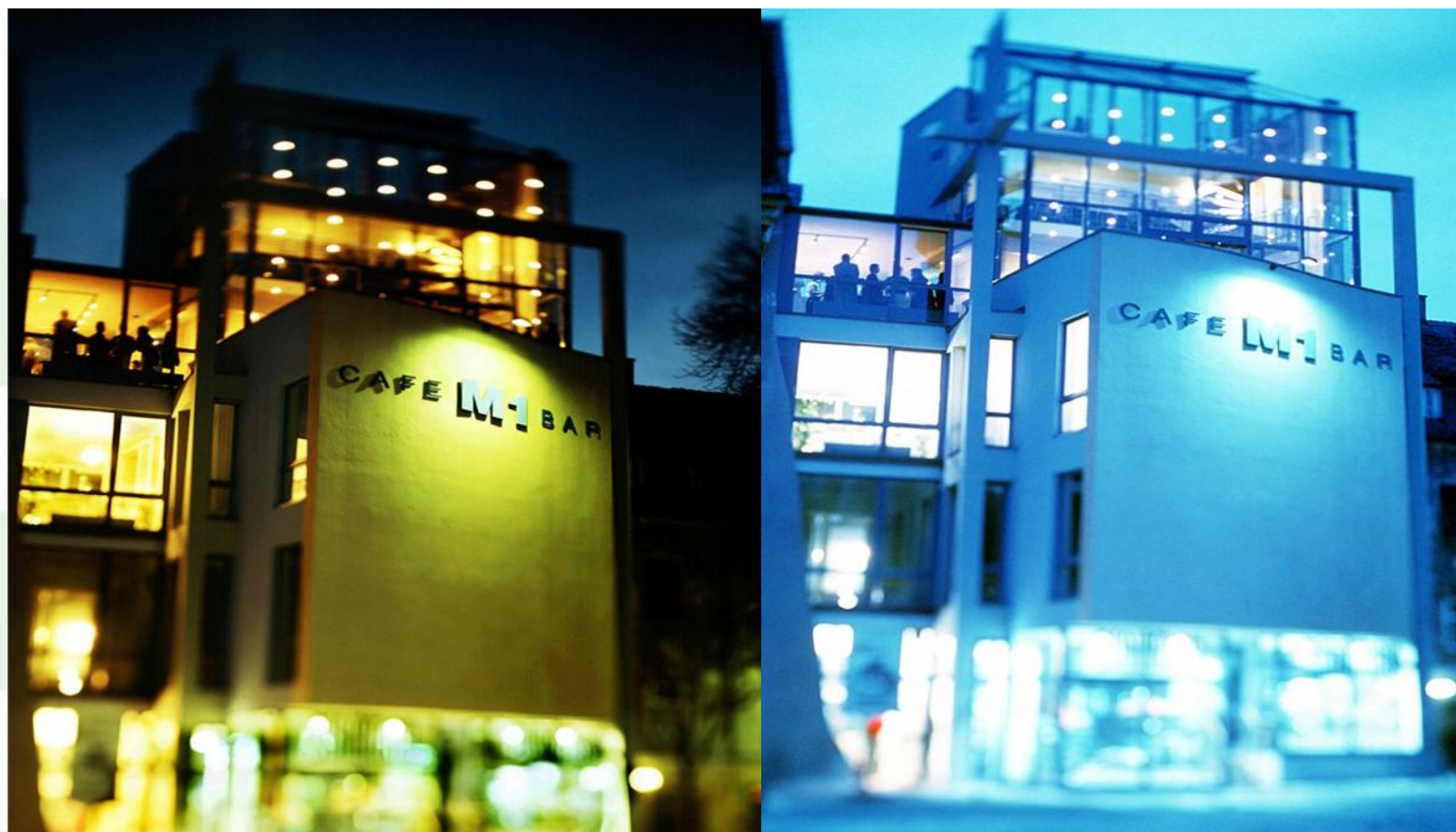


# ■ Der Mensch braucht Sicherheit und Energie ...



- **365 Tage im Jahr,  
24 Stunden am Tag**





- **Wir sind das Unternehmen,  
das dafür sorgt**



# 11. Symposium Energieinnovation 10-12. Feber 2010



ENERGIE STEIERMARK

## „Entwicklung von hocheffizienten Biomasse KWK Anlagen“

Egon Dorner



ENERGIE STEIERMARK

**Vorstellung des Unternehmens**

**Ansatz: Effizienzverbesserung**

**Erhöhung der Flächeneffizienz und  
Generierung zusätzlicher Primärenergieträger**

**Erhöhung Effizienz des Umwandlungsprozesses**



## ■ Vorstellung Energie Steiermark

- **Viertgrößtes Energieunternehmen Österreichs**
- **Strom, Erdgas, Fernwärme, Reststoffverwertung**
- **~1.800 Mitarbeiter**
- **~600.000 Kunden**
- **~1.300 Mio. Euro Umsatz**
- **Eigenkapitalquote von 58 %**



ENERGIE STEIERMARK

Vorstellung des Unternehmens

Ansatz: Effizienzverbesserung

Erhöhung der Flächeneffizienz und  
Generierung zusätzlicher Primärenergieträger

Erhöhung Effizienz des Umwandlungsprozesses

## ■ **Unser Ansatz:**

### ■ **Effizienzverbesserungen als Erfolgsfaktor**

**Erhöhung der  
Flächeneffizienz und  
Generierung  
zusätzlicher  
Primärenergieträger**

**Erhöhung der  
Effizienz  
des  
Umwandlungsprozesses**





ENERGIE STEIERMARK

Vorstellung des Unternehmens

Ansatz: Effizienzverbesserung

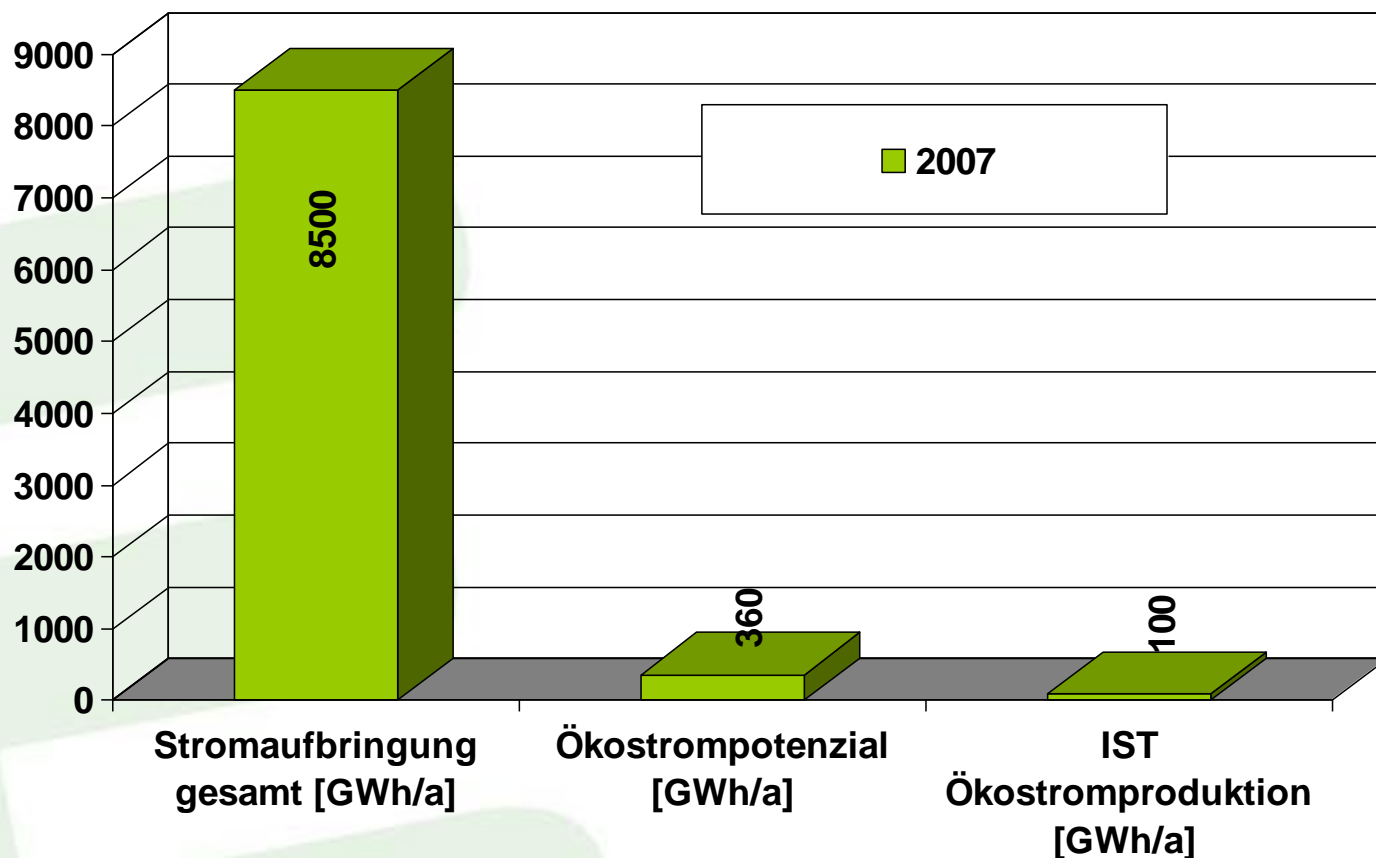
Erhöhung der Flächeneffizienz und  
Generierung zusätzlicher Primärenergieträger

Erhöhung Effizienz des Umwandlungsprozesses

## ■ Grobanalyse Situation „konventioneller“ Biomasse in der Steiermark

- Holzeinschlag im Schnitt ca. 5 Mio. Festmeter/a
  - Entspricht ca. 10.000 GWh/a Primärenergieinhalt
- Daraus ableitbare „konventionelle“ Energieholzfraktionen
  - Rinde, Sägenebenprodukte, Waldhackgut ca. 1.300 GWh/a (Primärenergie)
- Ökostromproduktionspotenzial
  - ca. 360 GWh/a wenn oben genannte Fraktionen effizient umgesetzt werden. (KWK)
- Tatsächliche Ökostromproduktion aus fester Biomasse 2007
  - ca. 100 GWh/a
- Schlussfolgerung:
  - Zusätzliche Biomassefraktionen sind zugänglich zu machen
  - Ausschöpfung der Potenziale ist zu erhöhen

## ■ Stromerzeugung aus Biomasse in Bezug auf Gesamtstromproduktion in der Steiermark



# ■ Generierung zusätzlicher Primärenergieträger am Beispiel Kurzumtrieb

## ■ Kurzumtrieb in der Steiermark

Kooperationsprojekt mit der Kammer für Land- und Forstwirtschaft in der Steiermark; Laufzeit von 2007 bis 2016

## ■ Zielsetzung

- Entwicklung der Technologien für Anbau und Ernte
- Entwicklung des Marktes

Gemeinsam zur Stärkung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger in der Steiermark

**lk**  
landwirtschaftskammer  
steiermark



ENERGIE STEIERMARK



**Vorstellung des Unternehmens**

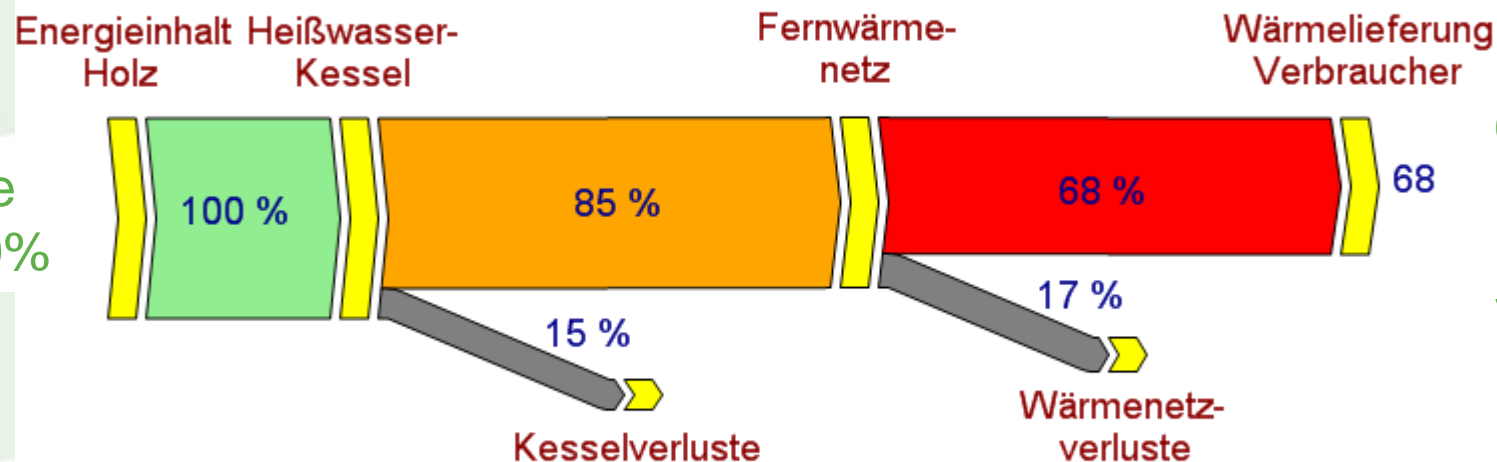
**Ansatz: Effizienzverbesserung**

**Erhöhung der Flächeneffizienz und  
Generierung zusätzlicher Primärenergieträger**

**Erhöhung Effizienz des Umwandlungsprozesses**

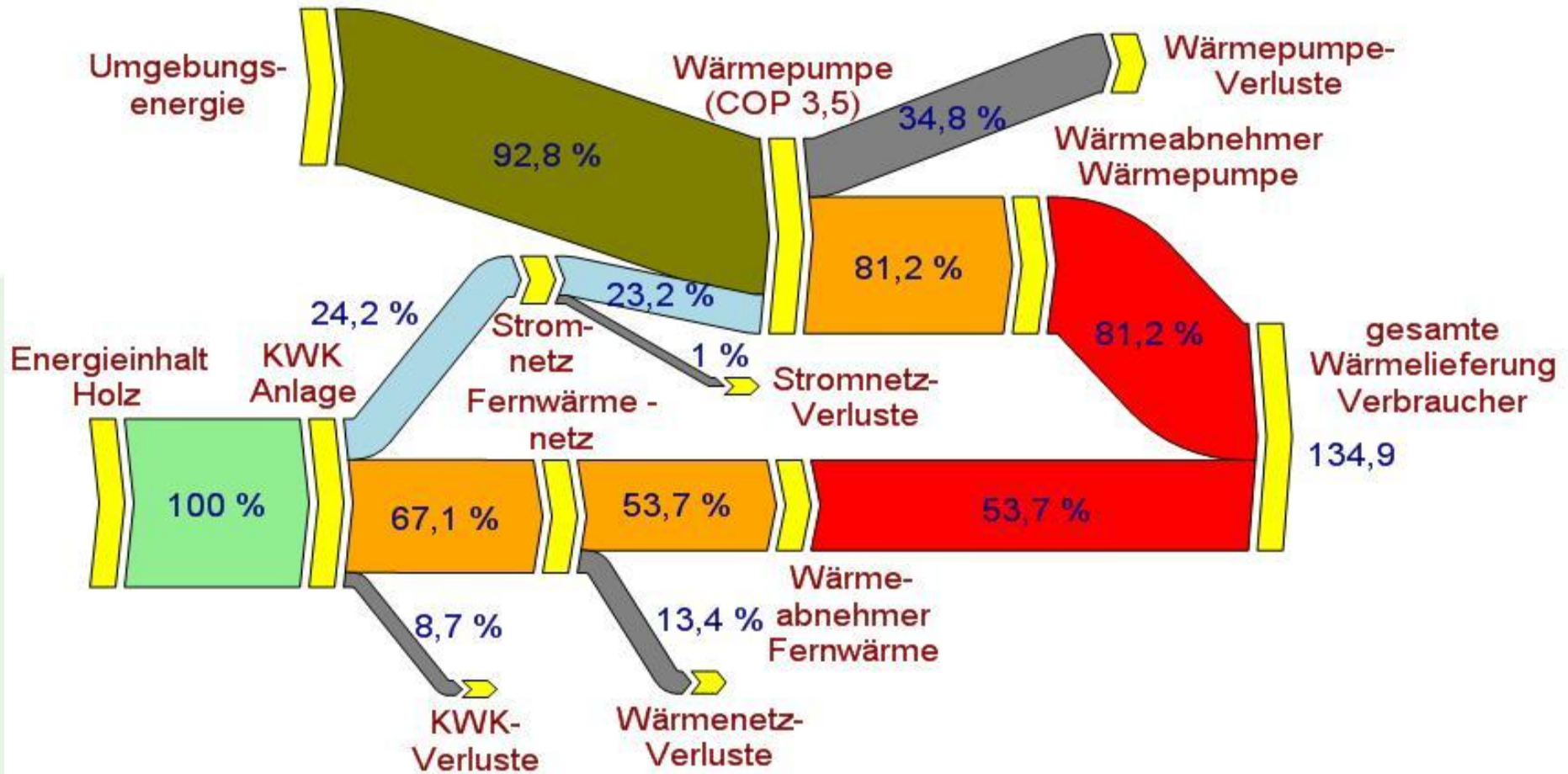
## ■ Warum Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)?

- Biomasse ist ein Energieträger mit beschränkter Verfügbarkeit
- Umsetzung sollte so effizient wie möglich erfolgen

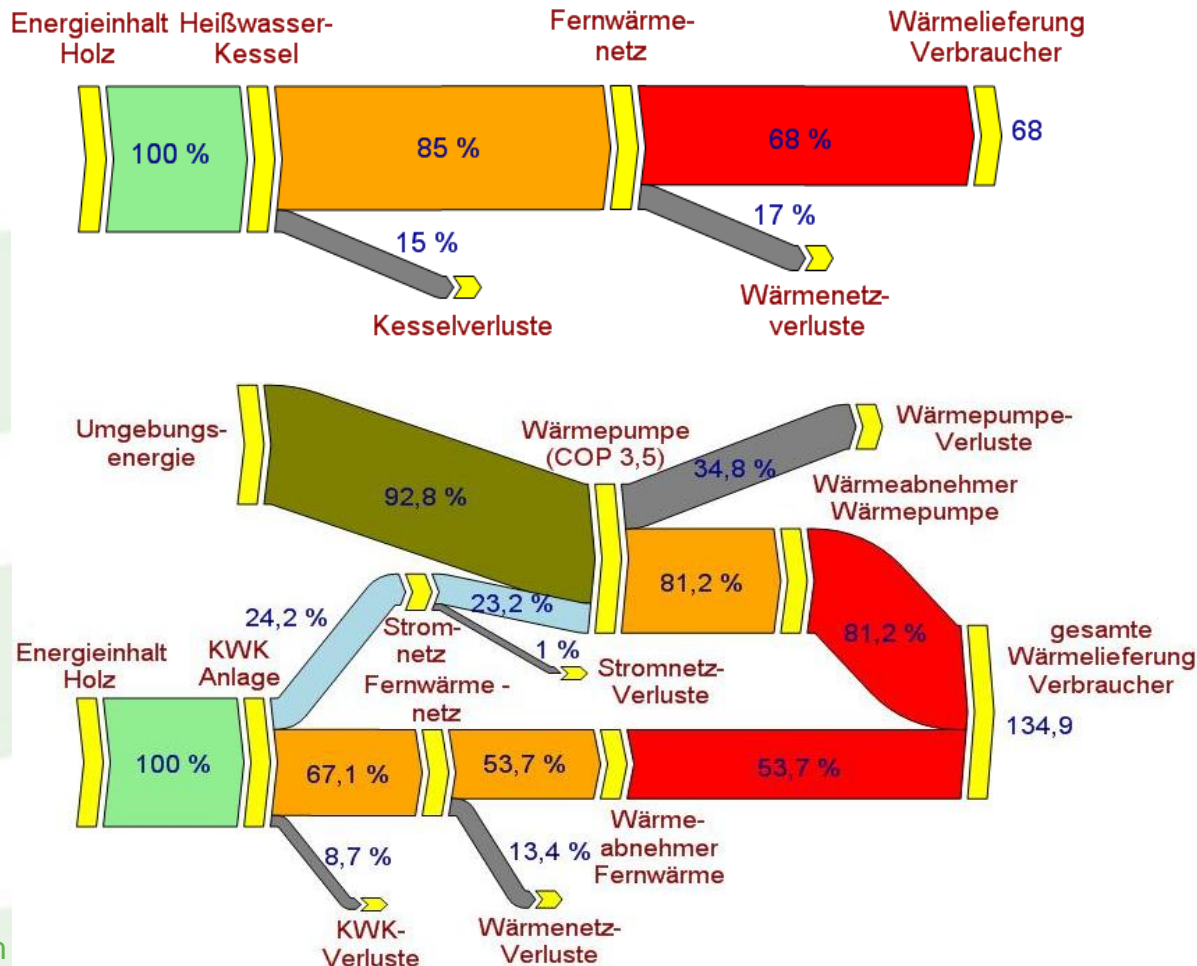


68% der Energie landen beim Verbraucher

# KWK mit Dampfprozess, Nah/Fernwärmenetz und Wärmepumpe



# ■ Gegenüberstellung Wärmeproduktion vs. KWK Technologie





## ■ Innovationsansätze zur Erhöhung der Effizienz des Umwandlungsprozesses

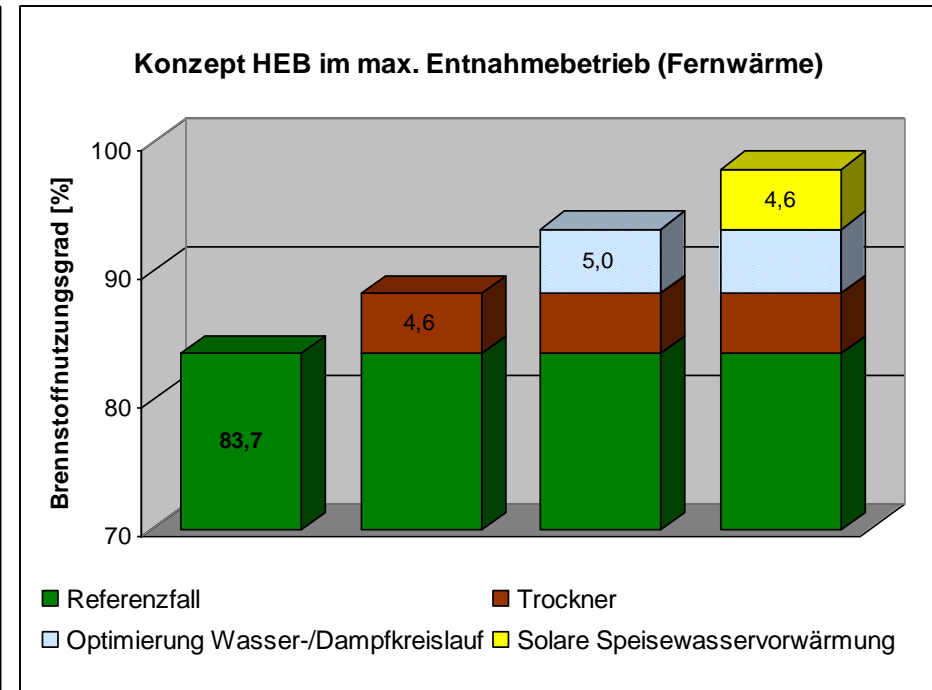
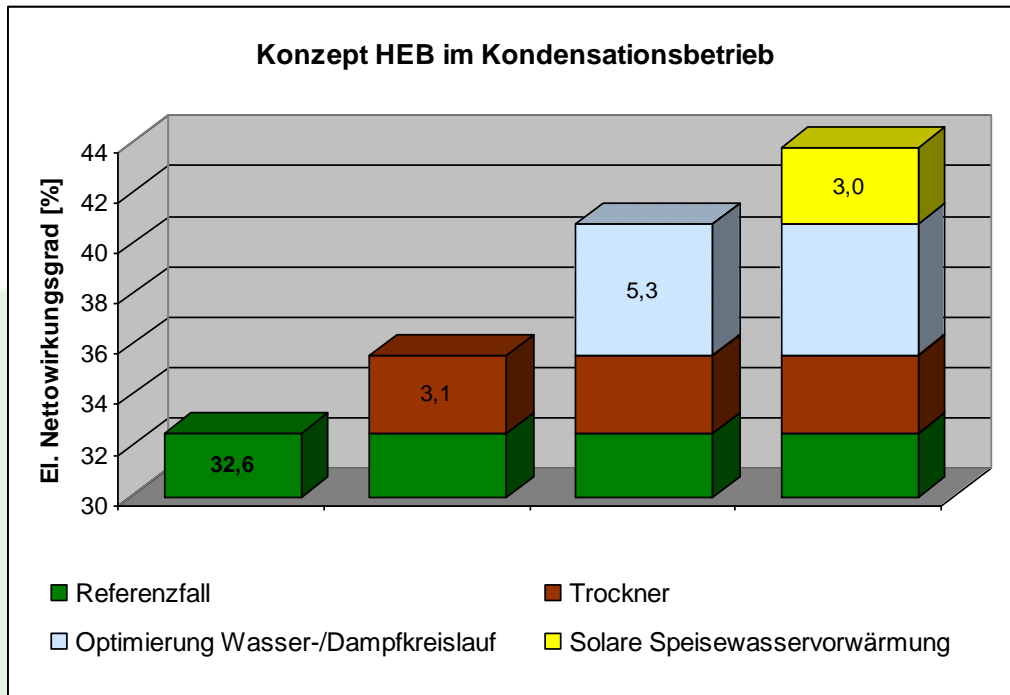
### ■ Innovationsansätze für Wasserdampf Prozess

- Biomassevortrocknung
- Optimierung Wasser- / Dampfkreislauf: Zwischenüberhitzung, Anhebung Dampfparameter, Reduktion Kondensationsdruck, regenerative Speisewasservorwärmung
- Rauchgas-Kondensation
- Solare Speisewasservorwärmung

### ■ Umsetzung einer Demonstrationsanlage in Arbeit

- 7. EU Rahmenprogramm
- Leistungsdaten: 10 MW<sub>el</sub>; 25 MW<sub>th</sub>

# ■ Innovationsansätze: Kumulative Wirkungsgradsteigerung



## ■ Zusammenfassung

- Biomasse ist ein wertvoller, beschränkt verfügbarer Rohstoff
  - Erhöhung der Flächeneffizienz > Output MWh/ha
  - Nutzung derzeit nicht verwerteter Fraktionen
- Umsetzung der Biomasse mit höchstmöglicher Effizienz
  - KWK Technologie vorrangig zu reiner Wärmeproduktion
  - Entwicklung effizienter Systeme ist voranzutreiben und zu fördern
- Konzepte und Projekte sind entwickelt
  - E-Steiermark ist bereit Projekte für „Green Energy“ zu realisieren

Kontakdaten:  
**Egon Dorner**  
**Projektleiter HEB**

Energie Steiermark AG  
A - 8010 Graz, Leonhardstraße 59  
Tel.: +43 (316) 9000 50884  
Fax: +43 (316) 9000 20869  
Mobil: +43 (664) 61 60884  
E-Mail: [egon.dorner@e-steiermark.com](mailto:egon.dorner@e-steiermark.com)



ENERGIE STEIERMARK

**Vielen Dank und viel (grüne) Energie!**



# ■ Eine energetische Betrachtung der Steiermark

|  |   |                   |
|--|---|-------------------|
| Energetischer Endverbrauch Steiermark 2008<br>[Statistik Austria]                | Flächenverteilung Steiermark 2009<br>[Landesstatistik Steiermark] |                   |
|  | Landw. Nutzung  | 392.949 ha        |
|  | Gärten und Weingärten   | 41.311 ha         |
|  | Almen   | 107.000 ha        |
|  | Sonstige  | 135.737 ha        |
|  | Wald  | <b>938.012 ha</b> |
| 162.867 TJ / 45.277 GWh <sup>*)</sup>  | 1.615.009 ha  |                   |
| <b>28,04 MWh/ha</b><br>entspricht ~6 atro t Holz / ~14 fm Holz / ~35 Srm Hackgut |   |                   |
| Derzeitige Waldbewirtschaftung: ~10MWh/ha (ev. 10 MWh/ha Potential)              |   |                   |

<sup>\*)</sup> Bei dieser Kennzahl ist noch keine Umwandlungseffizienz berücksichtigt!



ENERGIE STEIERMARK



© Landesstatistik Steiermark

# ■ Die Steiermark: Flächenverteilung



## Bodenfläche nach Nutzung und Funktion in ha - absolut 2009

| Bezirk            | Fläche<br>in ha     | Baufläche        | Landw.<br>Nutzung | Gärten           | Wein-<br>gärten | Alpen<br>(Almen)  | Wald              | Gewässer         | sonst.<br>Flächen | Dauersied-<br>lungsraum |
|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------------|
| Graz-Stadt        | 12.748,16           | 1.177,15         | 2.238,74          | 3.828,25         | 5,84            | 0,00              | 3.171,08          | 162,70           | 2.164,40          | 10.495,00               |
| Bruck a.d. Mur    | 130.633,02          | 454,96           | 12.469,84         | 1.555,24         | 0,00            | 5.145,66          | 99.424,21         | 923,85           | 10.659,25         | 17.051,00               |
| Deutschlandsberg  | 86.401,78           | 745,70           | 26.521,87         | 2.234,46         | 482,73          | 1.575,56          | 50.859,44         | 920,09           | 3.061,95          | 35.208,00               |
| Feldbach          | 73.049,32           | 808,90           | 39.177,91         | 3.125,78         | 638,87          | 0,00              | 25.494,85         | 639,94           | 3.163,07          | 49.974,00               |
| Fürstenfeld       | 26.420,71           | 278,93           | 13.189,24         | 843,27           | 163,70          | 0,00              | 10.063,56         | 481,18           | 1.400,82          | 16.604,00               |
| Graz-Umgebung     | 110.292,57          | 1.162,36         | 35.333,32         | 5.130,05         | 51,82           | 581,24            | 62.077,66         | 1.026,67         | 4.929,48          | 51.552,00               |
| Hartberg          | 95.881,57           | 716,51           | 42.677,84         | 2.065,07         | 155,40          | 588,86            | 44.739,83         | 768,47           | 4.169,55          | 52.960,00               |
| Judenburg         | 109.766,95          | 390,55           | 19.643,18         | 1.047,03         | 0,00            | 13.181,29         | 68.700,59         | 740,33           | 6.063,96          | 23.553,00               |
| Knittelfeld       | 57.811,30           | 238,95           | 11.417,78         | 701,71           | 0,00            | 4.053,48          | 35.154,06         | 420,49           | 5.824,84          | 14.060,00               |
| Leibnitz          | 68.269,14           | 824,29           | 32.194,61         | 2.538,65         | 2.377,58        | 0,00              | 25.582,28         | 1.257,21         | 3.494,52          | 44.403,00               |
| Leoben            | 109.915,77          | 460,25           | 11.721,34         | 1.485,25         | 0,00            | 7.129,17          | 78.899,04         | 778,86           | 9.441,86          | 18.160,00               |
| Liezen            | 326.826,05          | 708,65           | 35.428,41         | 2.093,16         | 0,00            | 45.175,68         | 177.315,29        | 3.493,57         | 62.611,30         | 42.758,00               |
| Mürzzuschlag      | 84.847,36           | 346,90           | 11.033,38         | 1.185,27         | 0,00            | 3.175,54          | 65.034,22         | 461,32           | 3.610,73          | 14.745,00               |
| Murau             | 138.411,50          | 301,85           | 25.087,11         | 743,66           | 0,00            | 22.348,21         | 82.418,91         | 903,67           | 6.608,06          | 28.364,00               |
| Radkersburg       | 33.837,06           | 358,46           | 19.110,74         | 745,77           | 477,64          | 0,00              | 10.990,65         | 712,61           | 1.441,22          | 23.410,00               |
| Voitsberg         | 67.921,91           | 483,86           | 18.183,60         | 1.663,44         | 40,51           | 1.643,41          | 42.961,89         | 493,19           | 2.452,03          | 24.013,00               |
| Weiz              | 107.069,80          | 787,97           | 37.520,66         | 5.764,69         | 166,98          | 2.402,20          | 55.125,28         | 661,89           | 4.640,17          | 51.925,00               |
| <b>Steiermark</b> | <b>1.640.103,97</b> | <b>10.246,24</b> | <b>392.949,57</b> | <b>36.750,75</b> | <b>4.561,07</b> | <b>107.000,30</b> | <b>938.012,84</b> | <b>14.846,04</b> | <b>135.737,21</b> | <b>519.235,00</b>       |

Quelle: Statistik Austria

# ■ Die Steiermark: Energieverbrauch

## Gesamtenergiebilanz

| in Terajoule (10 <sup>12</sup> Joule)  | 1970           | 1980           | 1990             | 1995             | 1996             | 1997             | 1998             | 1999             | 2000             | 2001             | 2002             | 2003             | 2004             | 2005             | 2006             | 2007             | 2008             |
|--|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Inländ. Erzeugung v. Rohenergie        | 366.230        | 333.443        | 341.097          | 368.155          | 363.935          | 369.607          | 374.234          | 409.421          | 411.885          | 412.678          | 414.873          | 415.352          | 422.452          | 425.045          | 429.115          | 461.441          | 470.360          |
| Importe aus dem Ausland                | 485.154        | 735.861        | 775.749          | 835.883          | 929.084          | 911.901          | 974.107          | 925.678          | 925.661          | 982.125          | 1.030.181        | 1.127.016        | 1.171.681        | 1.238.423        | 1.285.238        | 1.246.508        | 1.243.459        |
| Lager                                  | -23.970        | -45.165        | -13.478          | 12.084           | 2.266            | 26.027           | -8.785           | 15.548           | 8.995            | 42.181           | 239              | -11.831          | -6.611           | -2.925           | -33.896          | -12.442          | -33.665          |
| Exporte ans Ausland                    | 30.568         | 33.492         | 51.169           | 76.341           | 83.933           | 96.888           | 110.684          | 124.849          | 125.265          | 145.134          | 142.647          | 158.791          | 189.587          | 202.920          | 235.400          | 271.260          | 251.394          |
| <b>Bruttoinlandsverbrauch</b>          | <b>796.846</b> | <b>990.647</b> | <b>1.052.198</b> | <b>1.139.780</b> | <b>1.211.352</b> | <b>1.210.648</b> | <b>1.228.873</b> | <b>1.225.798</b> | <b>1.221.277</b> | <b>1.291.850</b> | <b>1.302.646</b> | <b>1.371.747</b> | <b>1.397.935</b> | <b>1.457.622</b> | <b>1.424.247</b> | <b>1.428.761</b> |                  |
| Umwandlungseinsatz                     | 567.436        | 772.203        | 772.460          | 811.508          | 842.390          | 874.923          | 859.428          | 853.126          | 802.237          | 841.245          | 841.187          | 830.615          | 852.663          | 886.185          | 871.427          | 872.580          | 896.972          |
| Umwandlungsausstoß                     | 487.226        | 675.904        | 665.830          | 697.555          | 725.940          | 755.738          | 746.255          | 743.595          | 713.827          | 738.081          | 745.428          | 725.354          | 736.242          | 763.952          | 750.833          | 760.186          | 780.975          |
| Verbrauch des Sektors Energie          | 63.909         | 99.324         | 86.682           | 90.874           | 82.604           | 85.073           | 87.701           | 76.582           | 80.959           | 77.093           | 91.306           | 92.717           | 99.521           | 100.322          | 106.606          | 110.608          | 109.870          |
| Nichtenergetischer Verbrauch           | 85.494         | 93.592         | 92.372           | 90.120           | 93.377           | 107.688          | 101.531          | 104.854          | 108.257          | 112.715          | 110.081          | 110.401          | 112.621          | 116.729          | 127.333          | 121.762          | 114.356          |
| <b>Energetischer Endverbrauch (EE)</b> | <b>567.233</b> | <b>701.433</b> | <b>766.514</b>   | <b>844.834</b>   | <b>918.920</b>   | <b>898.702</b>   | <b>926.468</b>   | <b>934.832</b>   | <b>943.651</b>   | <b>998.878</b>   | <b>1.005.500</b> | <b>1.063.368</b> | <b>1.069.372</b> | <b>1.118.337</b> | <b>1.090.524</b> | <b>1.079.484</b> | <b>1.088.538</b> |
| <b>davon im :</b>                      |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Burgenland                             | .              | .              | 21.690           | 25.005           | 27.416           | 27.170           | 27.470           | 27.482           | 27.121           | 29.633           | 30.248           | 31.746           | 31.624           | 33.656           | 32.857           | 33.209           | 33.414           |
| Kärnten                                | .              | .              | 58.064           | 63.362           | 65.485           | 64.723           | 69.563           | 69.397           | 68.003           | 73.852           | 74.936           | 80.899           | 80.163           | 82.661           | 83.933           | 82.161           | 84.697           |
| Niederösterreich                       | .              | .              | 155.825          | 177.893          | 196.233          | 189.664          | 194.883          | 204.909          | 211.572          | 222.164          | 222.485          | 227.393          | 232.646          | 244.784          | 235.998          | 237.941          | 241.221          |
| Oberösterreich                         | .              | .              | 159.155          | 170.131          | 188.807          | 181.924          | 187.601          | 192.952          | 195.857          | 211.132          | 211.357          | 231.383          | 226.445          | 233.503          | 231.445          | 229.166          | 232.808          |
| Salzburg                               | .              | .              | 49.830           | 55.822           | 60.093           | 58.524           | 61.046           | 61.106           | 59.245           | 63.657           | 65.607           | 69.535           | 70.745           | 74.750           | 73.844           | 72.511           | 72.604           |
| Steiermark                             | .              | .              | 132.386          | 136.476          | 145.667          | 146.688          | 147.482          | 148.147          | 153.145          | 153.410          | 152.147          | 156.263          | 159.155          | 171.560          | 165.493          | 163.519          | 162.867          |
| Tirol                                  | .              | .              | 62.481           | 70.972           | 76.225           | 75.325           | 79.479           | 77.468           | 79.432           | 83.636           | 86.842           | 93.392           | 94.947           | 99.747           | 96.042           | 94.825           | 94.326           |
| Vorarlberg                             | .              | .              | 29.343           | 31.033           | 33.598           | 31.865           | 32.964           | 33.306           | 32.373           | 33.762           | 34.103           | 33.345           | 33.882           | 35.498           | 34.181           | 33.809           | 34.464           |
| Wien                                   | .              | .              | 97.741           | 114.140          | 125.396          | 122.819          | 125.979          | 120.074          | 116.904          | 127.631          | 127.776          | 139.423          | 139.764          | 142.177          | 136.731          | 132.225          | 131.943          |
| <b>davon im Sektor:</b>                |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Landwirtschaft                         | 31.474         | 30.070         | 24.497           | 22.499           | 23.514           | 23.532           | 23.574           | 24.496           | 23.895           | 24.748           | 24.075           | 25.010           | 25.109           | 25.204           | 24.407           | 24.718           | 25.059           |
| Sachgüterproduktion                    | 198.508        | 224.378        | 216.571          | 218.416          | 224.566          | 242.768          | 237.072          | 235.669          | 253.656          | 252.573          | 253.204          | 259.169          | 261.932          | 290.960          | 304.025          | 311.334          | 311.835          |
| Transport                              | 111.961        | 165.616        | 208.838          | 244.689          | 268.494          | 256.820          | 286.980          | 280.562          | 296.183          | 312.106          | 335.467          | 359.060          | 370.334          | 381.747          | 372.831          | 379.749          | 366.544          |
| Dienstleistungsbereich                 | 52.453         | 73.271         | 74.127           | 96.369           | 115.857          | 113.689          | 111.940          | 119.336          | 101.335          | 129.672          | 119.738          | 137.707          | 137.821          | 123.495          | 108.393          | 98.568           | 113.156          |
| Private Haushalte                      | 172.836        | 208.099        | 242.482          | 262.860          | 286.489          | 261.893          | 266.902          | 274.768          | 268.582          | 279.778          | 273.015          | 282.421          | 274.175          | 296.931          | 280.868          | 265.116          | 271.944          |
| <b>davon für<sup>1)</sup></b>          |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Verkehr <sup>2)</sup>                  | .              | .              | .                | 255.110          | 278.907          | 267.226          | 297.376          | 296.520          | 313.202          | 328.785          | 351.947          | 370.418          | 381.663          | 392.080          | 382.766          | 404.255          | 392.316          |
| Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser   | .              | .              | .                | 286.467          | 322.234          | 298.772          | 298.135          | 314.868          | 295.236          | 329.274          | 313.026          | 334.626          | 328.673          | 339.354          | 318.757          | 296.931          | 315.046          |
| Beleuchtung & EDV                      | .              | .              | .                | 25.158           | 27.086           | 28.164           | 28.792           | 26.534           | 26.144           | 27.021           | 26.680           | 27.551           | 27.553           | 28.223           | 27.596           | 28.110           | 28.327           |
| Dampferzeugung                         | .              | .              | .                | 66.047           | 65.158           | 73.542           | 68.726           | 74.543           | 80.159           | 82.552           | 81.000           | 85.197           | 80.404           | 91.650           | 87.917           | 85.880           | 85.486           |
| Industrieöfen                          | .              | .              | .                | 125.625          | 136.605          | 143.053          | 142.643          | 139.617          | 141.669          | 140.660          | 141.112          | 145.881          | 146.342          | 154.013          | 153.478          | 155.600          | 159.988          |
| Standmotoren                           | .              | .              | .                | 85.347           | 87.695           | 86.578           | 89.397           | 82.565           | 87.033           | 90.352           | 91.525           | 99.483           | 104.495          | 112.754          | 119.729          | 108.405          | 107.056          |
| Elektrochemische Zwecke                | .              | .              | .                | 1.090            | 1.235            | 1.367            | 1.399            | 184              | 207              | 213              | 209              | 212              | 242              | 263              | 282              | 305              | 320              |

Q: STATISTIK AUSTRIA, Energiestatistik: Energiebilanzen Österreich 1970 bis 2008. Erstellt am: 25.11.2009. - Rundungsdifferenzen rechnerisch bedingt. - 1) Aufgliederung nach der Struktur der Nutzenergieanalyse (NEA) 2005. - 2) Verkehr ist die Summe aus Transport und landwirtschaftlicher "Off-Road" Traktion.

## ■ Technische Innovationsansätze für Wasserdampf Prozess

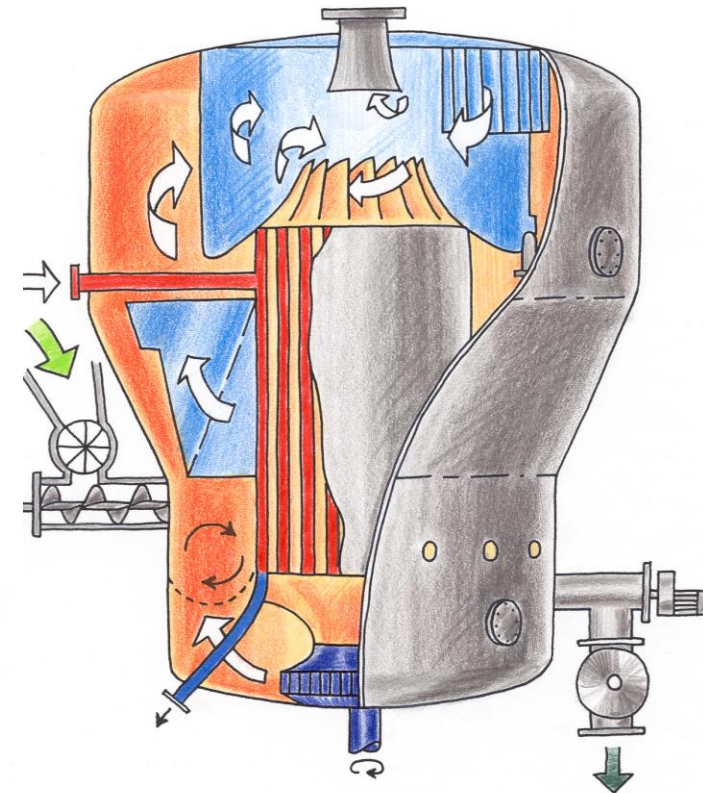
- Biomassevortrocknung
- Optimierung Wasser- / Dampfkreislauf:  
Zwischenüberhitzung, Anhebung Dampfparameter,  
Reduktion Kondensationsdruck, regenerative  
Speisewasservorwärmung
- Rauchgas-Kondensation
- Solare Speisewasservorwärmung



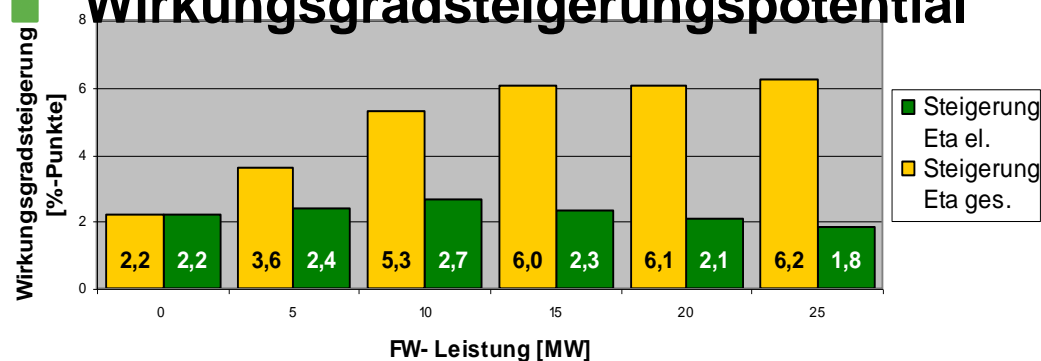
# ■ HEB – Innovationsansatz Biomassevortrocknung

## ■ Systembeschreibung

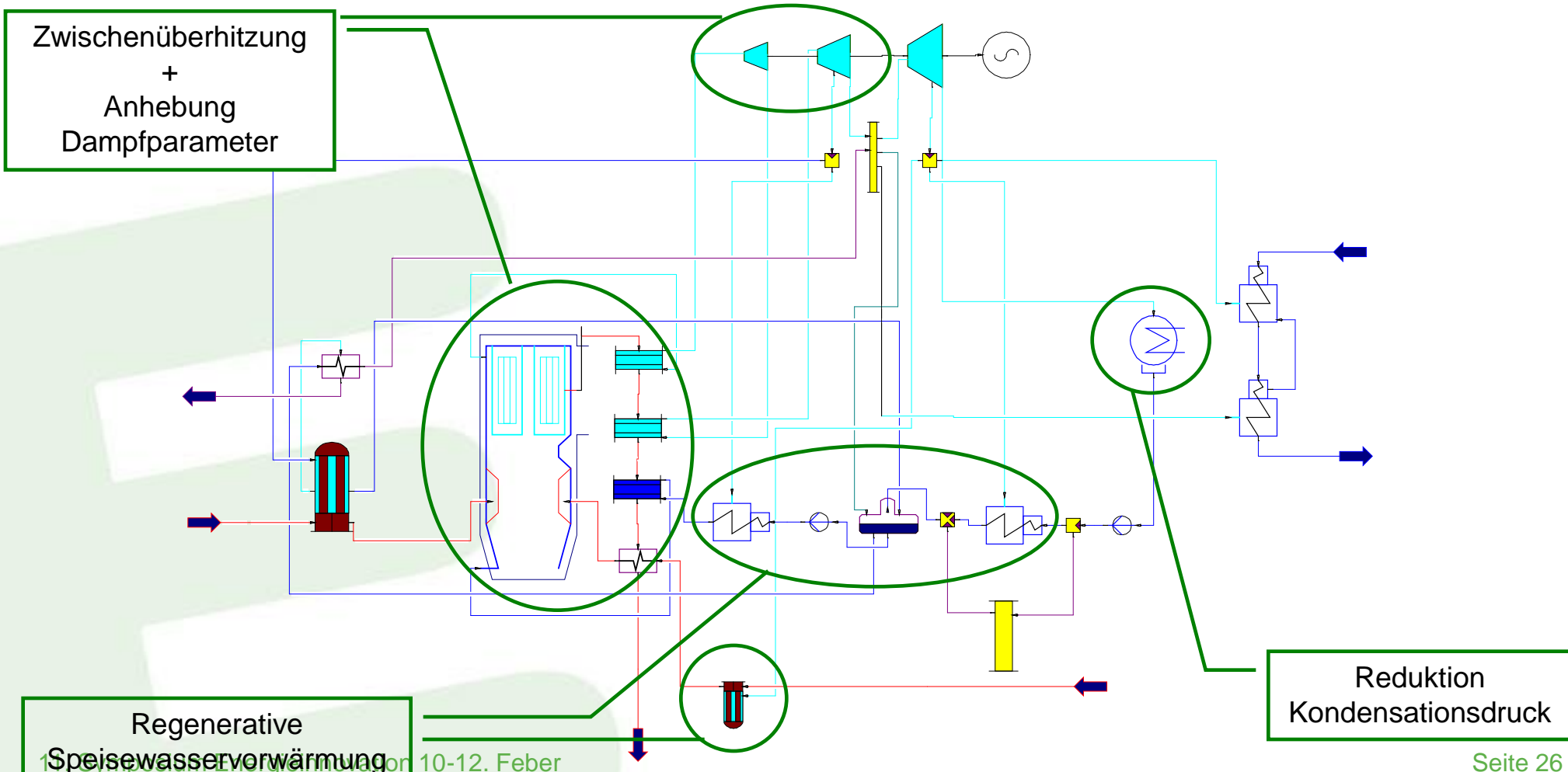
- Druck- Wirbelschichttrockner (5 bar)
- Heizmedium: überhitzter 10-bar Anzapfdampf
- Auskopplung der Nutzwärme durch Kondensation des Trocknerbrüden bei 5 bar (~ 150°C) im Reboiler – Wassergehalt der Biomasse verlässt den Prozess im flüssigem Aggregatzustand



## ■ Wirkungsgradsteigerungspotential



# HEB – Innovationsansatz Optimierung Wasser- / Dampfkreislauf



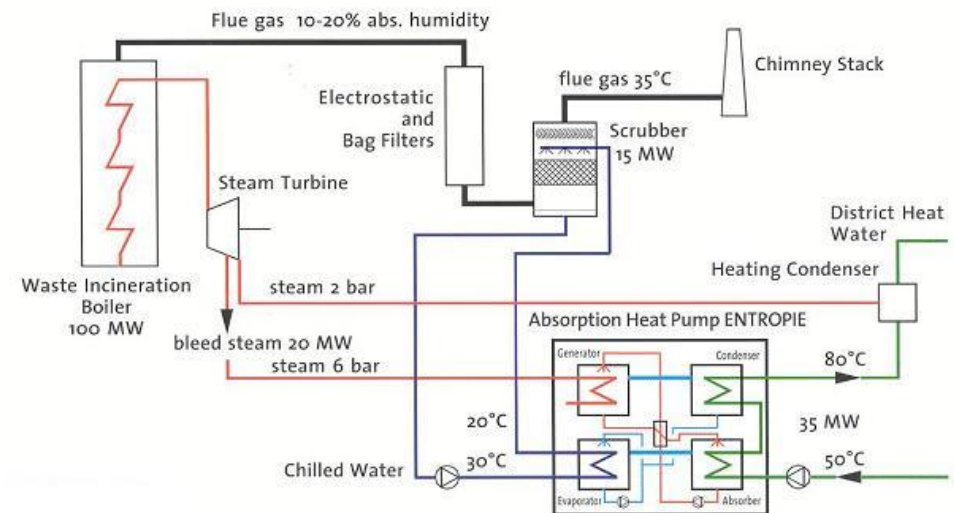
# ■ HEB – Innovationsansatz Rauchgas-Kondensation

## ■ Systembeschreibung

- Konventionelle RG- Kondensationsanlagen: Latentwärmenutzung durch Abkühlung der Rauchgase unterhalb des Taupunktes (bei Biomasse je nach Wassergehalt zwischen 50 und 70 [°C]) -> Nutzung der Latentwärme zur FW-Erzeugung (Rücklauftemperatur ~60 [°C]) nur sehr eingeschränkt möglich

## ■ In Kombination mit einer Absorptionswärmepumpe

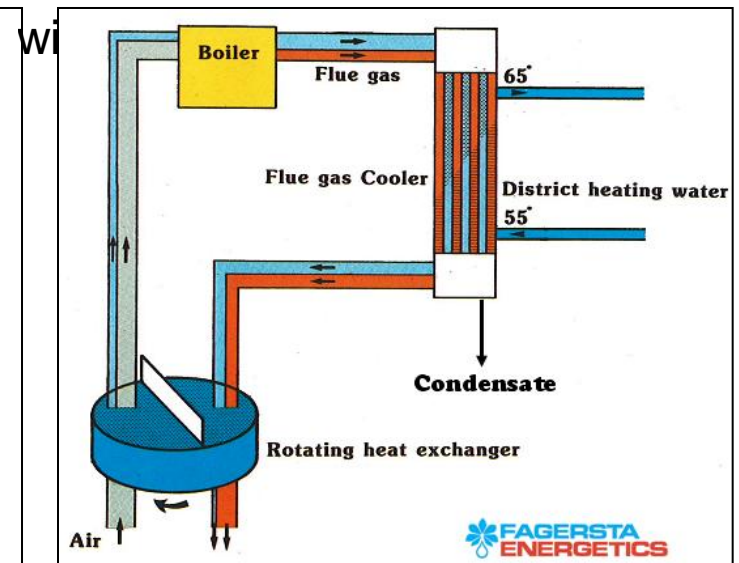
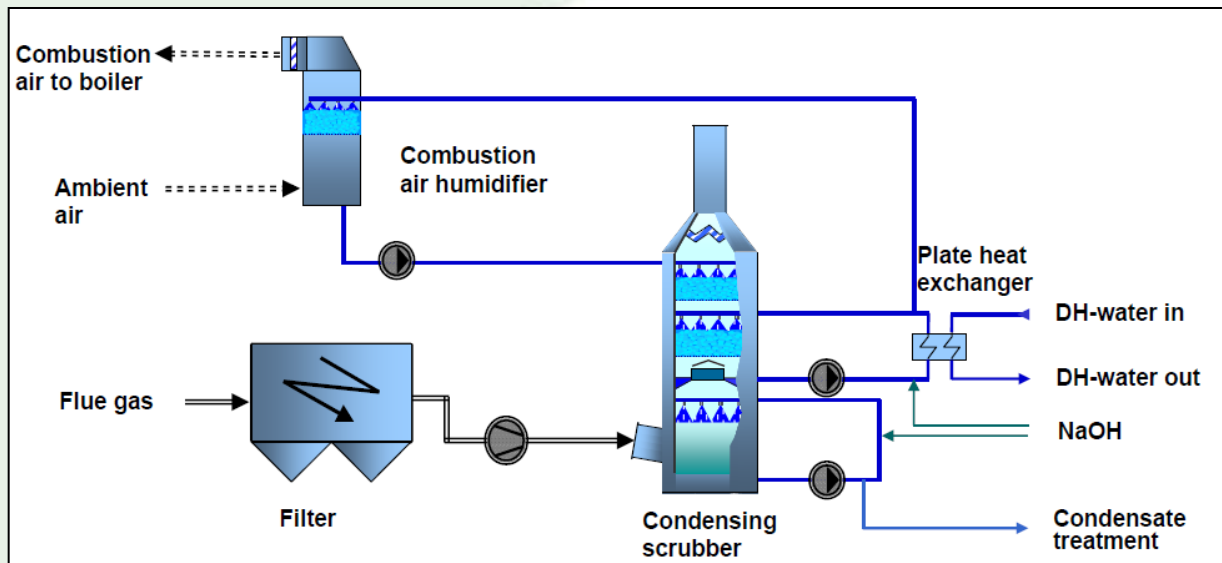
- Anhebung der Nutztemperatur der latenten Rauchgaswärme auf bis zu 100 [°C]
- Einsatz auch in Ferwärmenetzen mit hohen Rücklauftemperaturen möglich
- Geschlossener oder offener Absorptionsprozess möglich



## ■ HEB – Innovationsansatz Rauchgas-Kondensation

### ■ In Kombination mit Verbrennungsluftbefeuchtung zur Taupunkterhöhung

- Höhere Kondensatorleistung durch höheren Taupunkt
- Wärmerückgewinnung durch Wasservorwärmung mit kondensierendem Rauchgas
- Reduzierung der Rauchgasrezirkulationsrate



# ■ HEB – Innovationsansatz Solare Speisewasservorwärmung

## ■ Technologie

- Ein solarthermisches Add-On ist ein Kollektorfeld, welches heißes Wasser oder Dampf produziert und diesen in den Wasser/Dampf-Kreislauf der (existierenden) Biomasse KWK- Anlage einspeist.
- Flachkollektoren für niedrige Temperaturen (bis ca. 120 °C)
- Fresnel Kollektoren für niedrige und mittlere Temperaturen (bis ca. 300 °C)
- Parabolrinnen für mittlere Temperaturen (330 °C bis ca. 400 °C)
- Stark konzentrierende Systeme (Dish, Solarturmkonzepte) für hohe Temp. (> 600 °C)

## ■ Vorteile

- Reduktion der spezifischen Emissionen pro kWh erzeugten Stroms durch Brennstoffsubstitution
- Anhebung der Spitzenlastfähigkeit -> Korrelation zwischen Lastanfall und verfügbarer Energie  
z.B. Strombedarf f. Klimatisierung

