



GlobalMalt

Braugerstenseminar

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei durch den integrierten Einsatz von Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk

Dr. Dietrich Mönch
Dipl.-Ing. Michael Müller

Gliederung

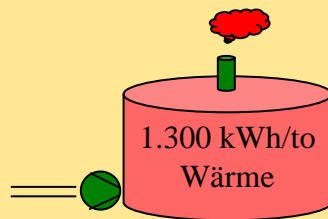
- Entwicklung des Energieverbrauches beim Darren
- Konzeptioneller Ansatz
- Randbedingungen BHKW in Deutschland
- Theoretische Grundlagen zur Thermodynamik und Kältetechnik
- Kältemittelproblematik
- Auslegung der Anlagen
- Umsetzung
- -Ergebnisse

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Entwicklung des Energieverbrauches beim Darren

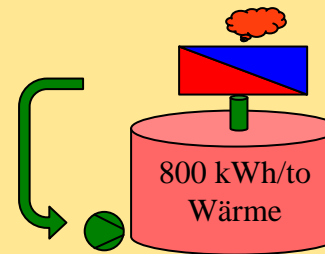


GlobalMalt

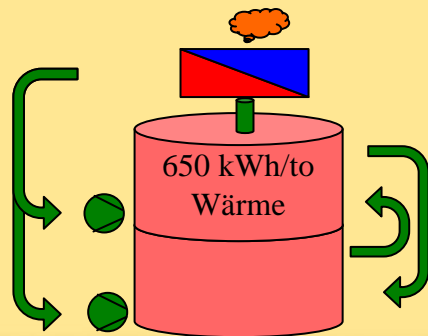
Einhordendarre, Keine
Wärmerückgewinnung



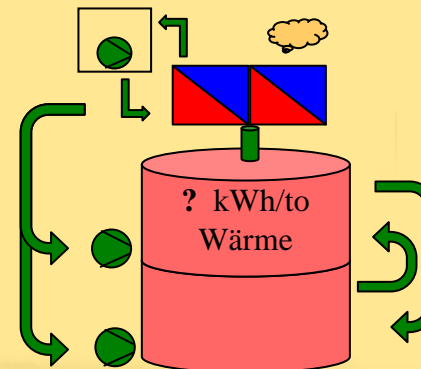
Einhordendarre mit
Wärmerückgewinnung



Zweihordendarre mit
Wärmerückgewinnung



Zweihordendarre mit Wärmepumpe und
Wärmerückgewinnung



Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei : Konzeptioneller Ansatz



GlobalMalt



+



- Wärmepumpe entzieht der Abluft Energie und gibt sie an die Ansaugluft ab
- Blockheizkraftwerk stellt Strom her und Abwärme für das Heizsystem zur Verfügung

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Randbedingungen BHKW in Deutschland



GlobalMalt

Zusammensetzung von Stromkosten:

5,0 Cent/kWh Energie (ca.)

2,047 Cent/kWh EEG (Tendenz steigend)

1,2 Cent/kWh Netznutzung

Einspeisevergütung BHKW:

2,1 Cent/kWh (limitierte Dauer)

Summe aus:

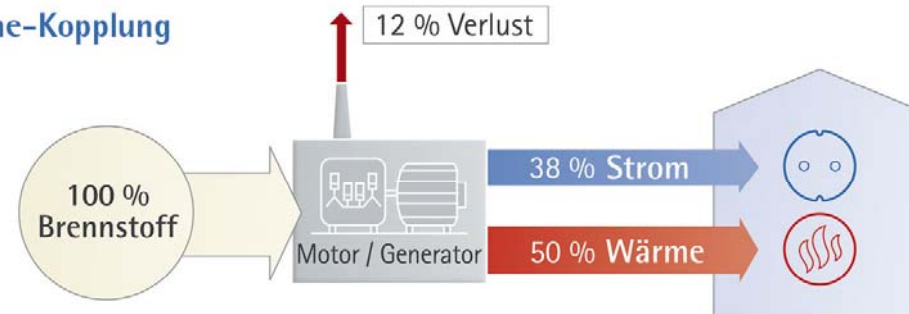
- eingesparter EEG-Abgabe
- vermiedener Netznutzung
- Einspeisevergütung
- vermiedener Mineralölsteuer

>5,0 Cent/kWh

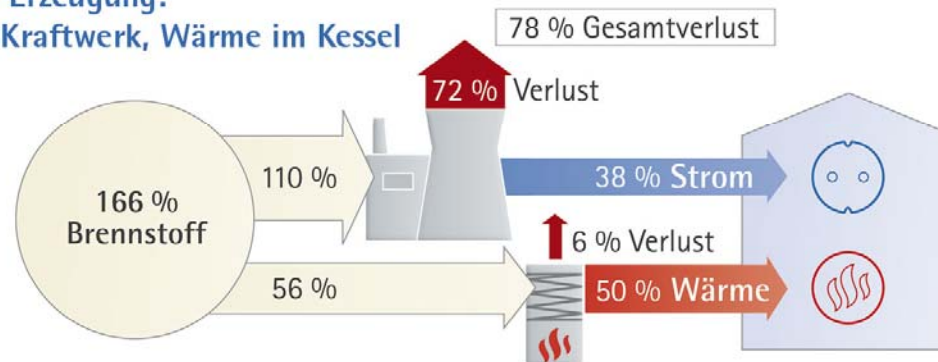
Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei :

Energieeinsparung durch Kraft-Wärme-Kopplung im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Wärme

Kraft-Wärme-Kopplung



getrennte Erzeugung: Strom im Kraftwerk, Wärme im Kessel



Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V.

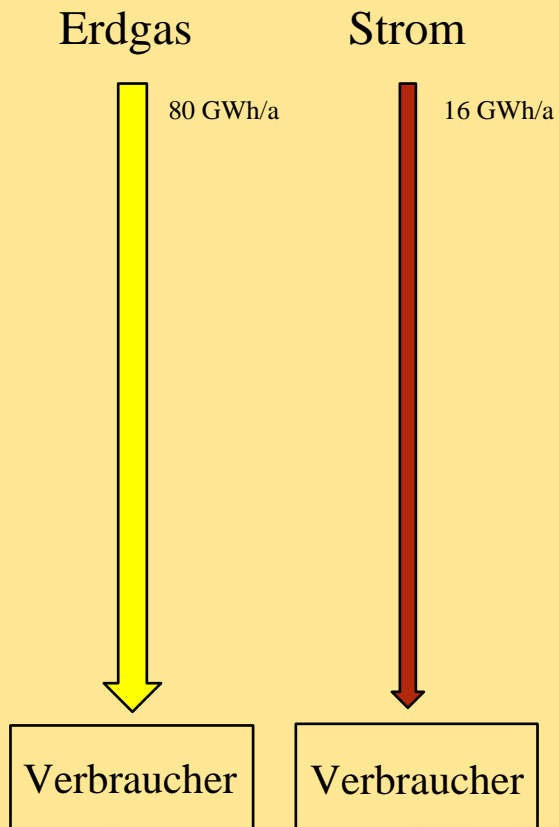
Um die gleiche Menge Strom und Wärme zu erzeugen, ist bei getrennter Erzeugung 66 % mehr Energie erforderlich.

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Energieflußbild vorher-nachher

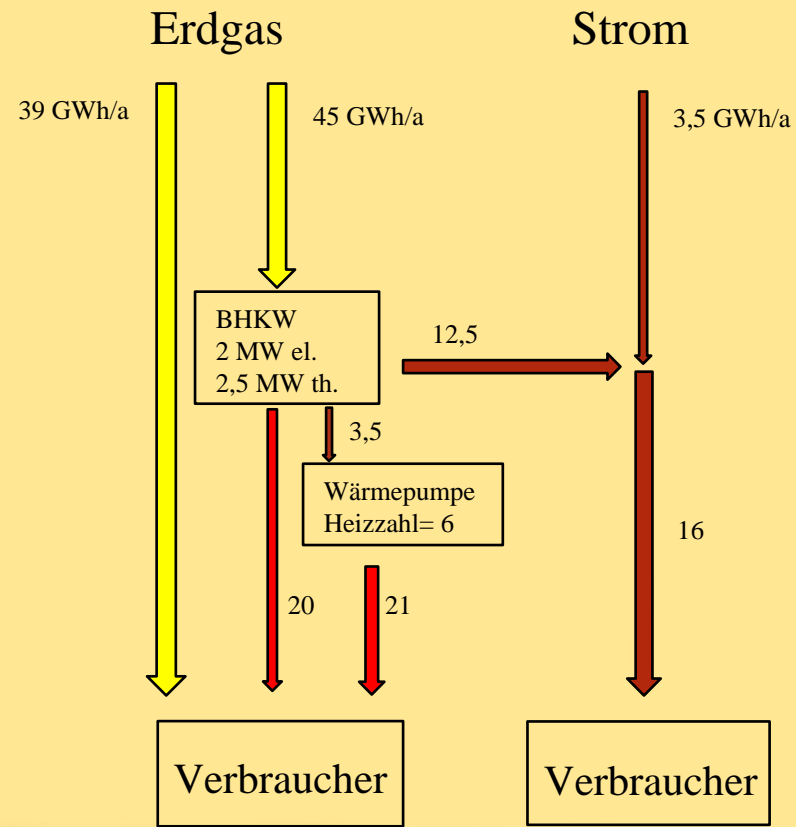


GlobalMalt

Vorher



Nachher



Mehraufwand: 4 GWh/a Gasbezug
Reduzierung: 12,5 GWh/a Strombezug

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Konzept



GlobalMalt

Was ist neu an dem Konzept:

NH₃-Wärmepumpe mit hohem COP (6-7), besonderes Sicherheitskonzept
(Gebrauchsmuster geschützt)

Speziell angefertigte Bauteile für den Einsatzzweck in der Mälzerei

BHKW substituiert Stromeinkauf bei Gasverbrauch,
Wärmepumpe substituiert Gaseinkauf bei Stromverbrauch:

Bei stark differierenden Energiepreisen (Gas-Strom) sichert eine Anlage die andere
Ertragsmäßig ab

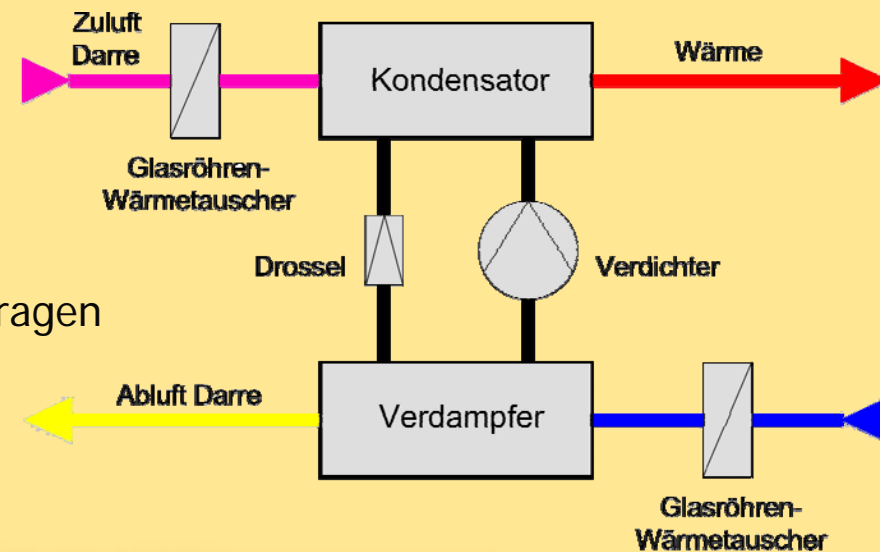
Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Theoretische Grundlagen zur Thermodynamik und Kältetechnik



GlobalMalt

Wärmepumpe:

- Die Verdampfer des Wärmepumpenkreisprozesses sind in der Darrabluft angeordnet
- Die Verflüssiger sind in der Frischluftansaugung hinter den Glasröhren-Wärmetauscher installiert
- durch die Verdampfung im Kreisprozess wird Wärme aufgenommen
- Über die Kondensatoren wird die Wärme auf die Zuluft der Darre übertragen

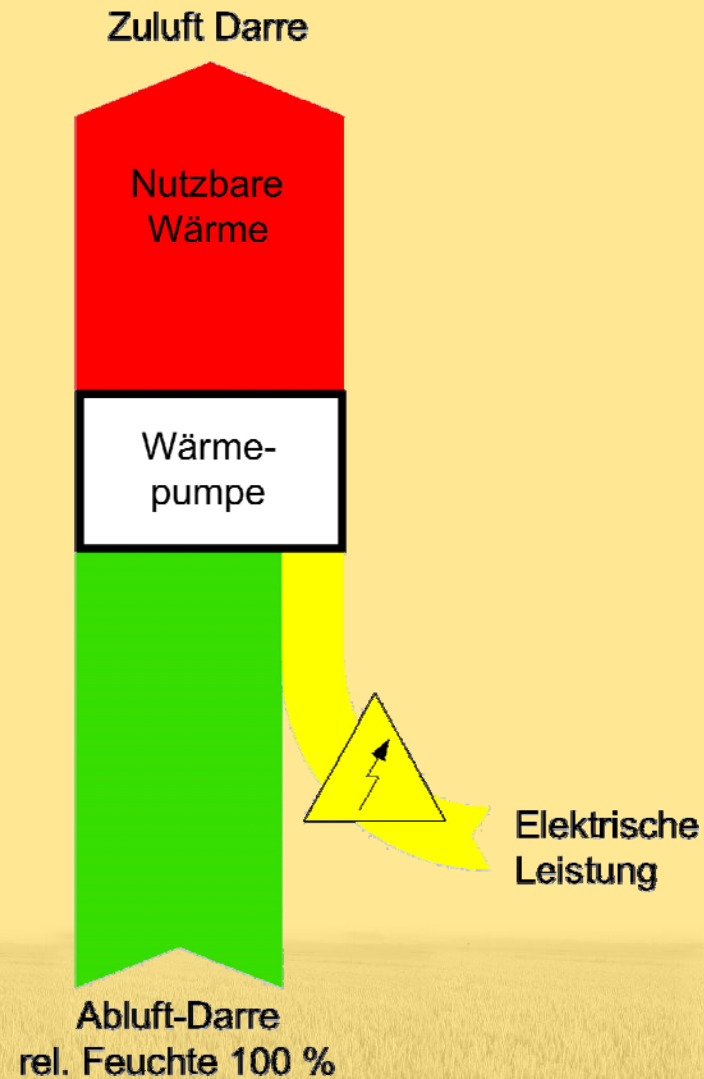


Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Theoretische Grundlagen zur Thermodynamik und Kältetechnik



GlobalMalt

Leistungsbilanz:



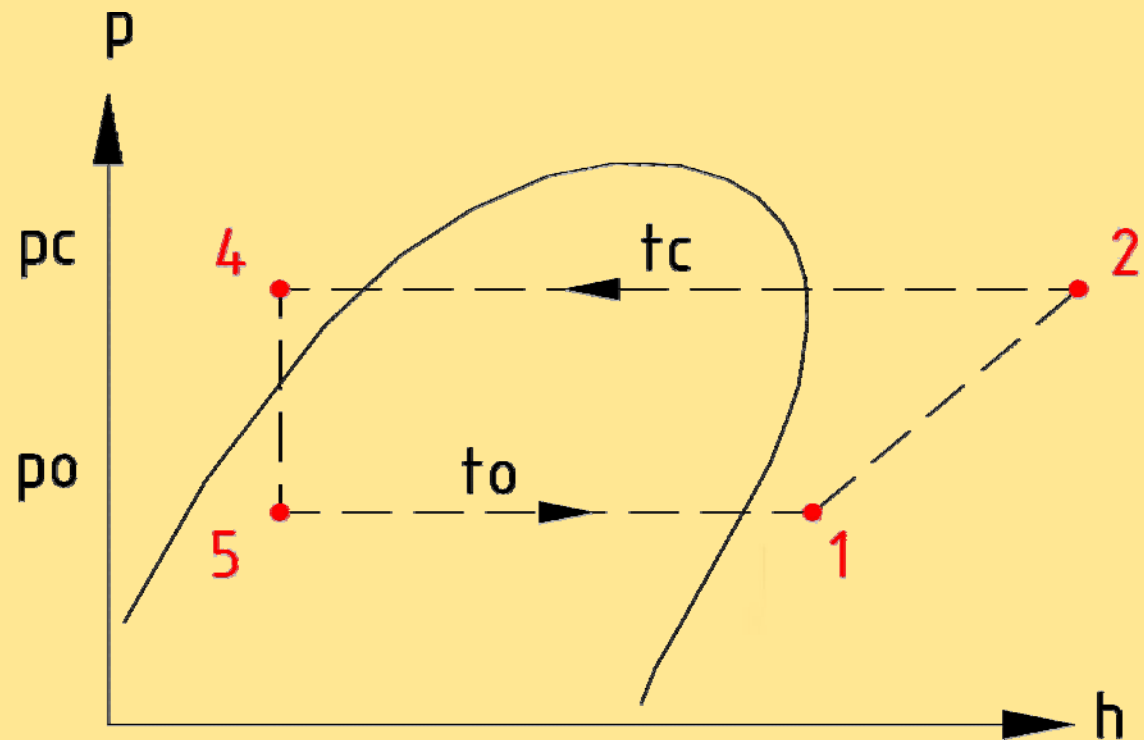
Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Theoretische Grundlagen zur Thermodynamik und Kältetechnik



GlobalMalt

Funktion einer WP/ Ig. p-h Diagramm:

- 1 – 2 Verdichtung
- 2 – 4 Verflüssigung
- 4 – 5 Entspannung
- 5 – 1 Verdampfung

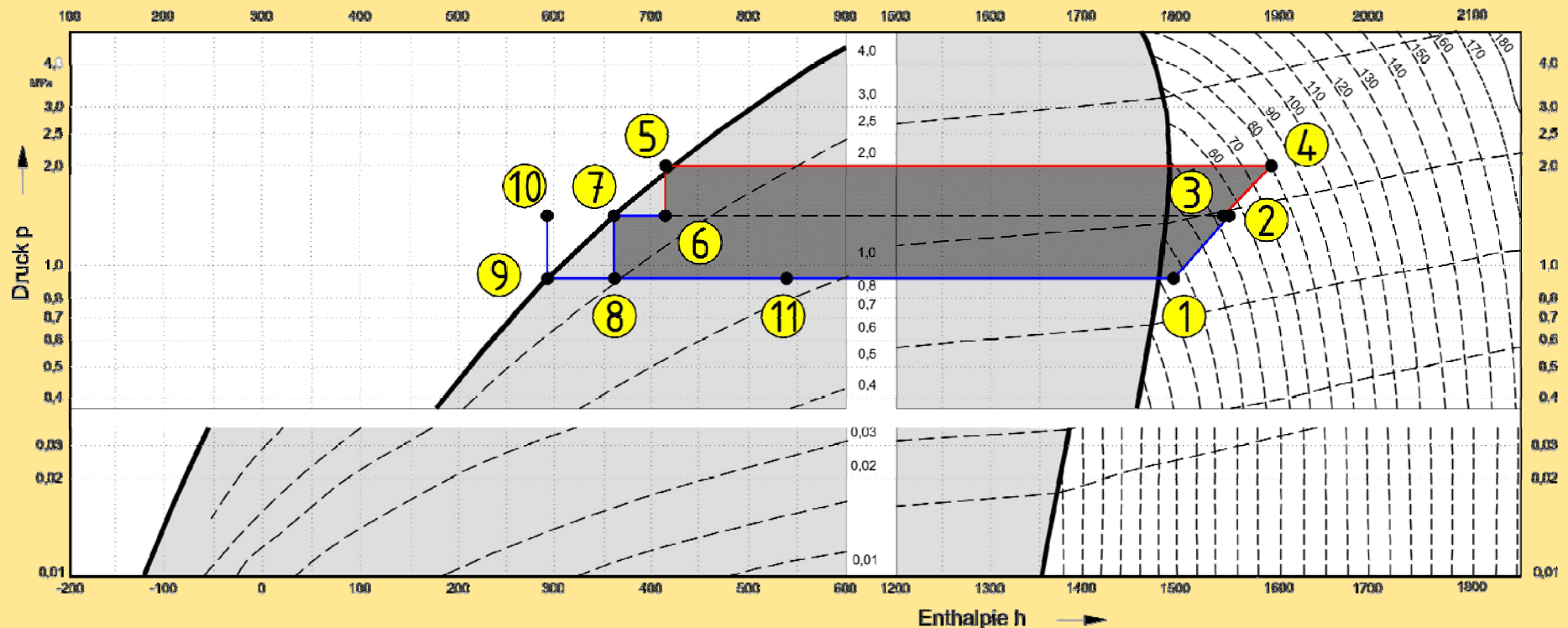


Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Theoretische Grundlagen zur Thermodynamik und Kältetechnik



GlobalMalt

Ig. p-h Diagramm:



- | | |
|--|--|
| ① - ④ Verdichtung | ⑧ - ① Drosselgas zum Kompressor |
| ② - ③ Eco-Drosselgas, Beimischung | ⑨ - ⑩ Kältemittelpumpe |
| ④ - ⑤ Kondensation | ⑩ - ⑨ Ventile an den Kühlern |
| ⑤ - ⑥ Entspannung 1. Stufe | ⑨ - ① Verdampfung in den Kühlern |
| ⑥ - ③ Drosselgas Eco | ⑪ (Variabel) Kältemittel von den Kühlern u. Abscheider |
| ⑥ - ⑦ Flüssigkeitstrennung im Eco-Abscheider | ⑪ - ⑨ Flüssigkeitsabscheidung im Abscheider |
| ⑦ - ⑧ Entspannung 2. Stufe | ⑪ - ① Gas zum Kompressor |
| ⑧ - ⑨ Flüssigkeitstrennung im Abscheider | |

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Kältemittelproblematik



GlobalMalt

Kältemittel NH₃:

- natürliches Kältemittel
- ODP = 0 -> (Ozon Depletion Potential) kein Ozonzerstörungspotential
- GWP-Wert = 0 -> (Global Warming Potential) relatives Treibhauspotential
- volumetrische Kälteleistung sehr hoch (geringe Füllmenge)
- starker Geruch bei Leckagen (Panikgefühl)
- aufwendige/ größere Konstruktionen
- wird teilweise gefördert (**BAFA**)
- ab 3.000kg Füllgewicht ist ein Antrag nach dem Bundes-
Immissionsschutzgesetz (**BImSchG**) erforderlich
 - * Beurteilung einer Ammoniakfreisetzung
 - * Technische Regeln für Anlagensicherheit (**TRAS 110**)

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Auslegung der Wärmepumpe



GlobalMalt

Technische Daten Wärmepumpe:

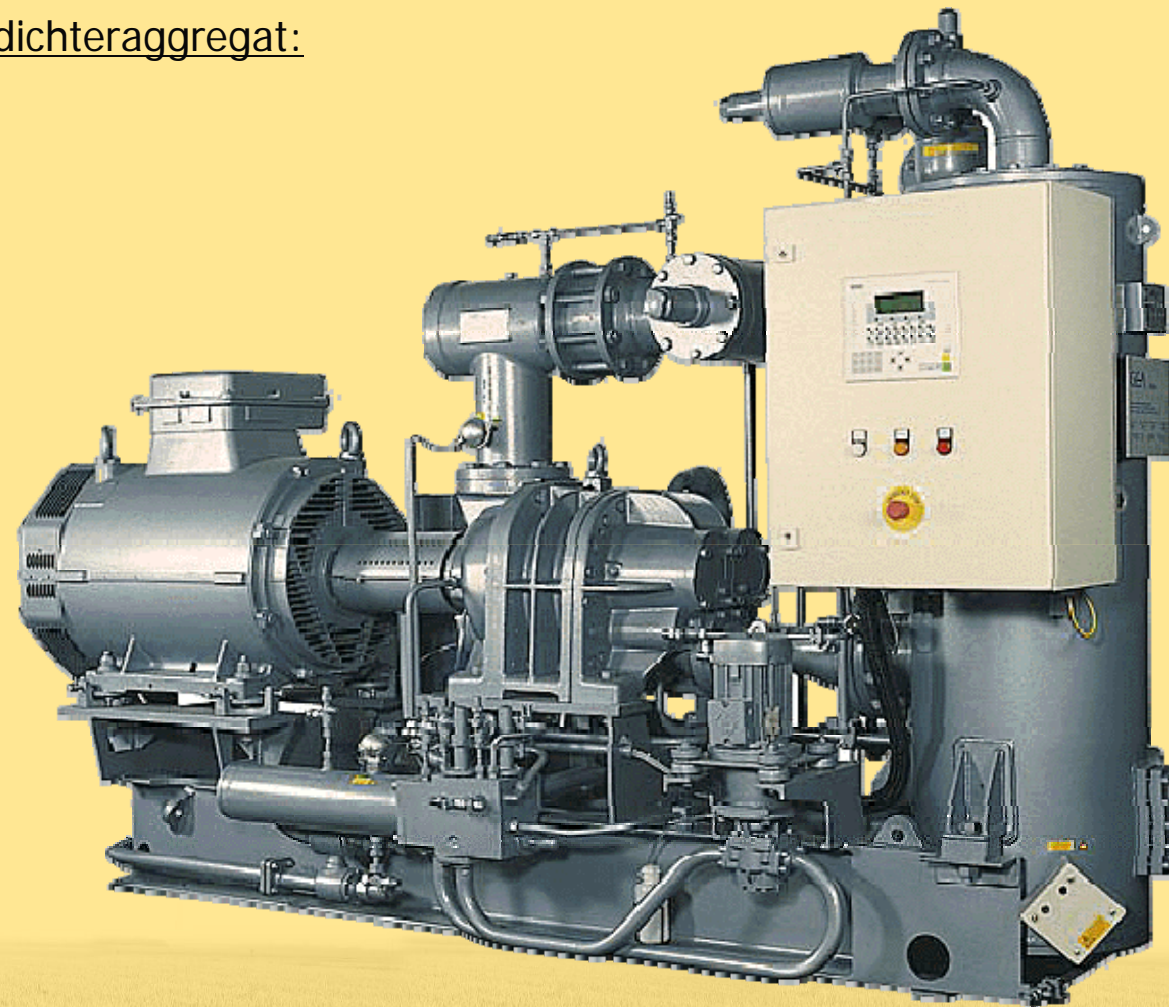
- Heizleistung WP (to 16°C/ tc 41°C)	3.250 kW
- Antriebsleistung	450 kW
- Heizzahl (<i>rechnerisch</i>)	7,2
- Gesamte Anlagenheizzahl (im Jahresmittel)	6,0
- Kältemittel Ammoniak	
- spez. Anlagenpreis (<i>netto</i>)	400 bis 500 €/ kW (<i>Heizleistung</i>)

**Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei:
Auslegung der Wärmepumpe**



GlobalMalt

Schraubenverdichteraggregat:



Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Umsetzung



GlobalMalt



WP im Maschinenraum



Verflüssiger



Verdampfer

Fotos Tivoli Malz GmbH

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Umsetzung



GlobalMalt



Einbau der Register



Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit von Energiepreisen



GlobalMalt

Energiepreisänderung	Gaspreis	Strompreis		Ersparnis BHKW*		Ersparnis WP**		Summe
aktuell	25	50		100		100		200
plus 20%	30	60		125		150		275
minus 20%	21	42		80		60		140
Strom+20%, Gas-20%	21	60		190		25		215
Strom+40%, Gas -40%	15	70		290		-75		290
Strom-20%, Gas +20%	30	42		10		190		200
Strom -40%, Gas +40%	35	30		-95		275		275

Relative Zahlen

*erstes Jahr, ohne Subvention

**erstes Jahr, ohne Zuschuss

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei durch den integrierten Einsatz von Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk



GlobalMalt

Ergebnisse:

Deutliche Senkung des Gasverbrauches für die Darre

Zusätzliche Senkung des Primärenergieverbrauches durch Eigenstromerzeugung und Wärmeverbund

Verbesserung des Carbon Footprint der Mälzerei

Sicherheit gegen Wegfall von Steuerermäßigungen und rapidem Anstieg von Umweltabgaben (EEG)

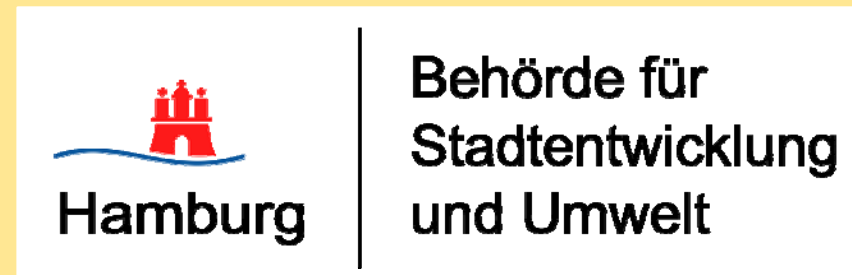
Anlagenkonzept sichert gegen wechselseitig steigende Preise verschiedener Energieformen ab.

Verbesserung der Energieeffizienz in der Mälzerei: Förderung



GlobalMalt

Förderung durch die „Deutsche Bundesstiftung Umwelt“ (DBU) und die „Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg“ (BSU) in Form eines Zuschusses.



GlobalMalt



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !