



# ENERGIEBIOMASSE

## von nassem Moor-Grünland zur thermischen Verwertung

Monika Hohlbein  
Fokusgruppe II, 05.03.2020



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**FONA**  
Ressource Land

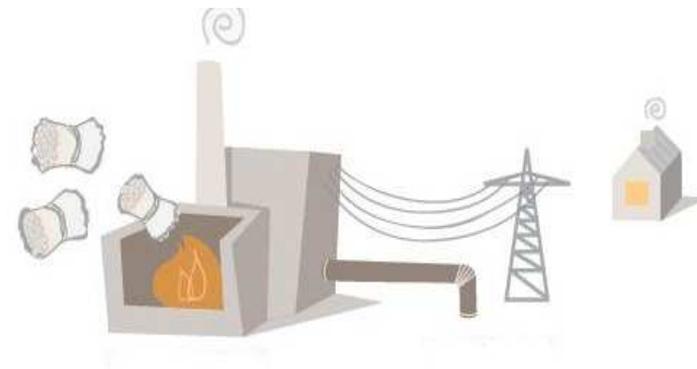
BMBF

Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus

Welche Zahlen haben wir?

Wie könnten Lücken gefüllt werden?

**LÜCKEN?**





## Warum Energiebiomasse aus nassen Mooren?

- Vorpommern hat besondere Verantwortung für Moore
  - da 10 % Vorpommerns landwirtschaftlich genutztes Moor ist
  - Vernässung notwendig zum Klimaschutz → Landnutzungswandel
  - aber nicht jede Biomasse (derzeit) für stoffliche Verwertung oder Bioraffinerie geeignet
- Vorteile der Brennstoffnutzung sind
  - Bedarf und Markt für Wärme vorhanden
  - der Heizwert der Biomasse
  - die Einsetzbarkeit von Biomasse in Zeiten ohne Sonne und Wind
  - Klimaschutz durch Nutzung einjähriger Biomasse
    - auf Grund kurzen Umtriebszeiten keine Kohlenstoffschuld

## Verbrennungseigenschaften halmgutartiger Biomasse

Heizwert biogener Festbrennstoffe unterscheidet sich kaum:  
 4,6 – 5,3 kWh/kg TM

- Aber Heizwert sinkt mit steigendem Wassergehalt
  - Lagerfähige Heuballen:  $w < 15 \%$

|              | Heizwert in kWh/kg |        |       |
|--------------|--------------------|--------|-------|
| Wassergehalt | Rohrglanzgras      | Seggen | Stroh |
| w=0          | 5,1                | 5,0    |       |
| w=15         | 4,2                | 4,1    | 4,0   |
| w=30         | 3,4                | 3,3    |       |

- Verbrennungskritische Inhaltsstoffe relevant
  - sinken mit später Ernte bzw. längeren Verweilzeiten

## Wieviel Fläche brauchen wir?

| <b>Jahreswärme-<br/>bereitstellung</b> | <b>Rohstoffbedarf</b> | <b>Ballen</b> | <b>Flächenbedarf</b> |
|--|-----------------------|---------------|----------------------|
| 1500 MWh                               | 375 t                 | 1.725         | 80 ha                |
| 2500 MWh                               | 625 t                 | 2.875         | 130 ha               |
| 3500 MWh                               | 875 t                 | 4.025         | 185 ha               |

Seggenbiomasse:  
Ernte: 4,1 t TM/ha\*a,  
Ballen: 185 kg TM  
w=15,  
Hu = 4,1 MWh/t

Erntetechnik: Nasse Standorte erfordern Reduktion des Bodendrucks → leichte Technik bzw. vergrößerte Aufstandfläche



Angepasste konventionelle Technik



Kleintechnik



Ballonreifentechnik



Raupentechnik

## Produktion Energiebiomasse

### Biomassekosten für

1. Ernte
  2. Transport
  3. Lagerung
- Nach Dahms et al. 2017



## Sommerernte von Heurundballen mit angepasster Grünlandtechnik

- Verfahrensschritte: Mähen, Wenden, Schwaden, Pressen, Bergen
- Ernte: 4,1 t TM/ha





## Erntekosten

|                          | <b>€/t TM</b> |
|--------------------------|---------------|
| Variable Maschinenkosten | 28            |
| Lohnkosten               | 11            |
| Fixe Maschinenkosten     | 12            |
| <b>Summe</b>             | <b>51</b>     |

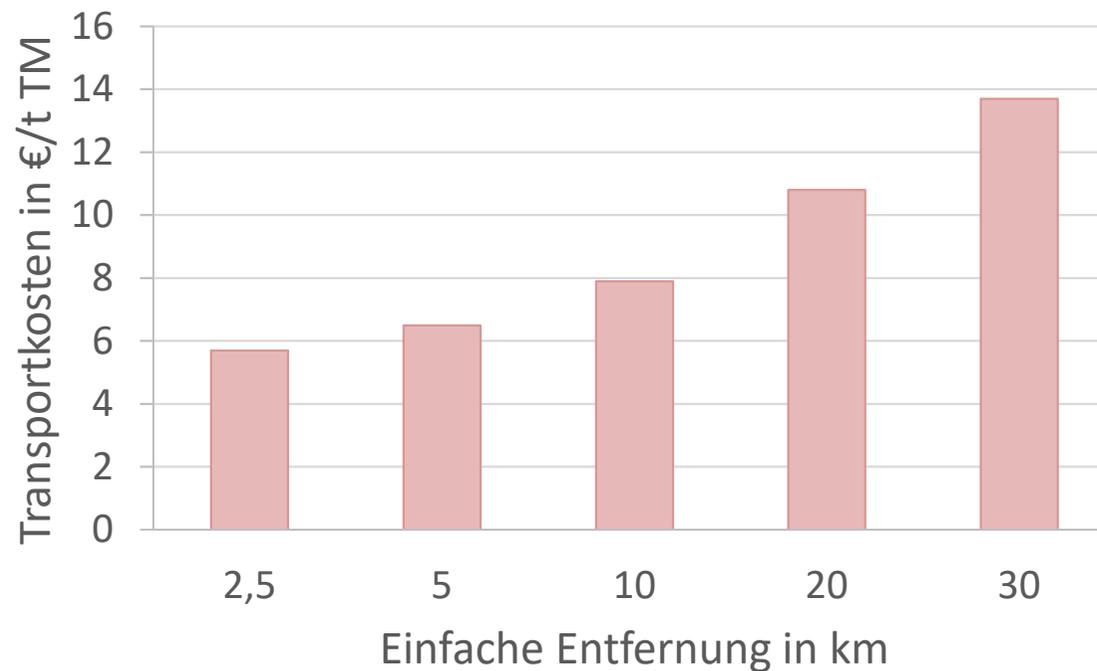
1 t TM ~ 5 Rundballen

Rundballen (d 1,25 m) = 185 kg TM (175 – 195 kg TM)  
= 213 kg FM (201 – 224 kg FM)



## Transportkosten

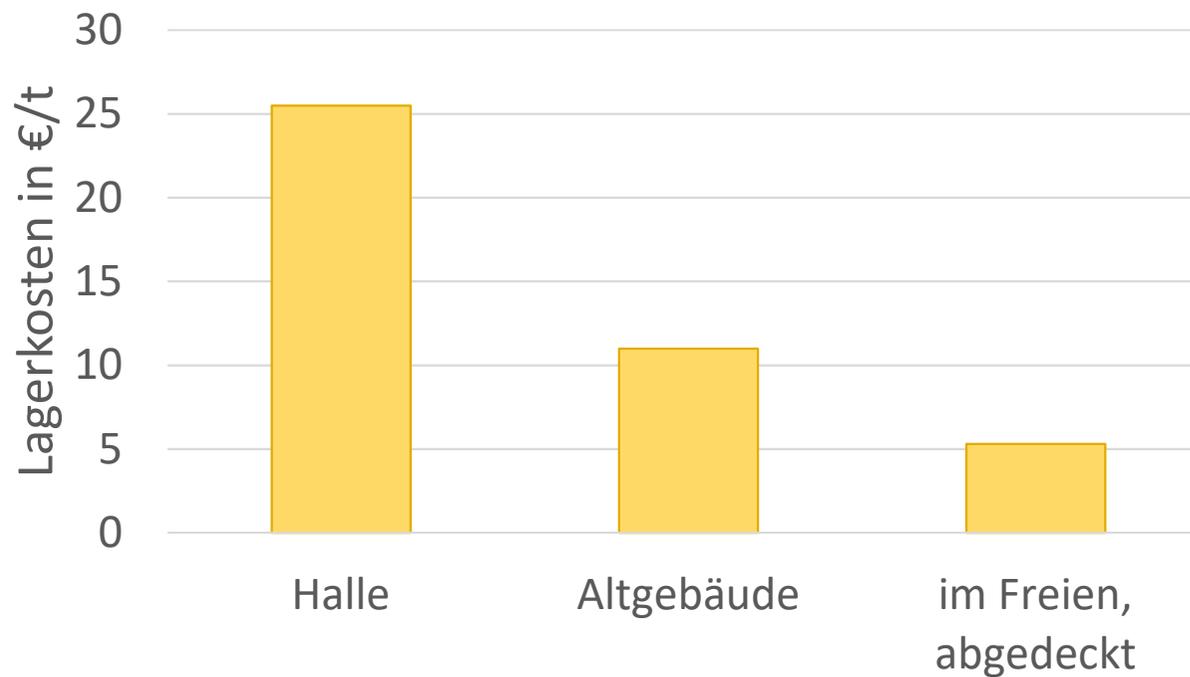
- Ballentransportwagen 10 t (45 Ballen)
- Transportkosten 2X
  - Feld zum Lager
  - Lager zum Heizwerk





## Lagerkosten

Überdachung sichert Qualitätserhalt der Biomasse





## Biomassebereitstellungskosten bei Paludikultur

| <b>Kostenrechnung</b> | <b>€/t TM</b> |                    |
|-----------------------|---------------|--------------------|
| Erntekosten           | 51            |                    |
| Transport (5km+10km)  | 14            |                    |
| Lagerung (Altgebäude) | 11            |                    |
| <b>Summe</b>          | <b>77</b>     | <b>→ 16 €/MWh</b>  |
|                       |               | <b>12 €/Ballen</b> |



## Biomassebereitstellungskosten

Zudem kommen:

- Anteilige Gemeinkosten des Betriebes
- Flächengebundene Kosten (Pacht, WBV-Beiträge, ...)  
→ betriebsspezifische Vollkostenrechnung
  
- Agrarförderung
- Kosten für Anheben der Wasserstände

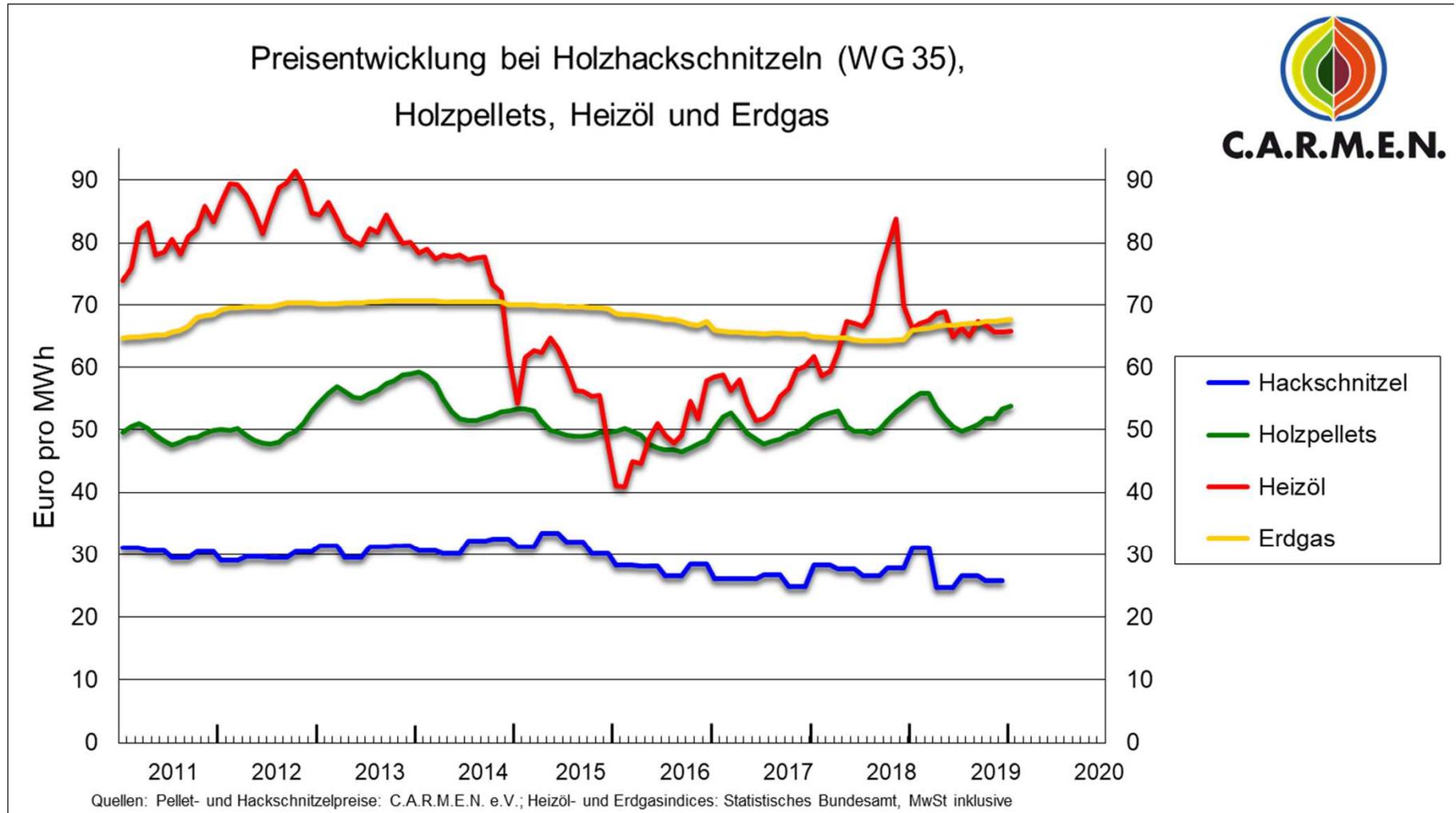
## Biomassebereitstellungskosten bei Paludikultur

| <b>Kostenrechnung</b>                                      | <b>€/t TM</b> | <b>€/MWh</b> | <b>€/Ballen</b> |
|--|---------------|--------------|-----------------|
| <b>Vorgestellte Variante</b><br>(T: 5+10km, L: Altgebäude) | <b>77</b>     | <b>16</b>    | <b>12</b>       |
| Minimalvariante<br>(T: 2,5 + 2,5km, L: im Freien)          | 68            | 14           | 11              |
| Maximalvariante:<br>(T: 20 + 10 km, L: Halle)              | 95            | 20           | 15              |
| Strohpreis (80 €/t)  |               | 20           | 16              |

## Mobile Pelletierung

- Brennstoff homogener
- Transportkosten mehr als halbiert
- Verfahrenskosten mobiler Pelletierung > 100 €/t, zzgl. Gemeinkosten und Gewinnaufschlag für Dienstleister  
→ Brennstoffkosten wesentlich höher





- Herkömmliche Brennstoffe Marktpreise > 16 €/MWh (Kosten)
- Vergleich nur über Wärmegestehungskosten möglich



Gibt es Fragen?

## Wärmegestehungskosten

| <b>Investitionskosten Heizwerk</b>    | <b>€</b>       |
|---------------------------------------|----------------|
| Verbrennungstechnik, inkl. Anlagenbau | 390.500        |
| Rauchgaszug                           | 16.250         |
| Technik Pufferspeicher                | 38.600         |
| Technik Wärmeübergabestation          | 50.000         |
| Trinkwasseranschluss                  | 3.000          |
| Elektroanschluss                      | 3.000          |
| Gebäude                               | 90.000         |
| Planung / Genehmigung (5%)            | 29.568         |
| Unvorhergesehenes (5%)                | 29.568         |
| <b>Summe Investition</b>              | <b>650.485</b> |

- Zahlen aus Gutachten Bork 2019
- Rechenbeispiel Stadtwerke, 1000 kW Anlage



## Wärmegestehungskosten

- Bork 2019: Förderung 56 % der Investitionskosten

### Förderung Investitionskosten

|  |                       | €       |
|--|-----------------------|---------|
|  | Mehrinvestition       | 620.000 |
| KlimaschutzFöRL MV für<br>Unternehmen (Kommunen) | 40 % der Mehrkosten   | 248.000 |
| Bundesförderung Erneuerbare<br>Energien Premium  | 9,7 % der Mehrkosten  | 60.000  |
| Summe  | 49,7 % der Mehrkosten | 308.000 |



## Wärmegestehungskosten

### **Kosten Heizwerk,**

### **Nennleistung 1000 kW, Wärmebedarf 1500 MWh**

**€**

---

|   |                |
|---|----------------|
| Variable Kosten (u.a. Betriebsmittel, Strom)              | 17.600         |
| zzgl. Kosten Biomasse 15 €/Ballen                         | 33.800         |
| Fixe Kosten (u.a. Abschreibung, Zinsen, Lohn Mitarbeiter) | 59.400         |
| Kalkulatorischer Gewinn                                   | 1.700          |
| <b>Summe</b>  | <b>108.000</b> |

### **Wärmegestehungskosten ab Heizwerk**

**75 €/MWh**

## Wärmegestehungskosten

### **Kosten Heizwerk, Nennleistung 1000 kW, Wärmebedarf 1500 MWh** **€**

---

|   |                |
|---|----------------|
| Variable Kosten (u.a. Betriebsmittel, Strom)              | 17.600         |
| zzgl. Kosten Biomasse 15 €/Ballen                         | 33.800         |
| Fixe Kosten (u.a. Abschreibung, Zinsen, Lohn Mitarbeiter) | 59.400         |
| Kalkulatorischer Gewinn                                   | 1.700          |
| <b>Summe</b>  | <b>108.000</b> |

**Wärmegestehungskosten ab Heizwerk** **75 €/MWh**

**Wärmegestehungskosten ab Heizwerk bei 20 €/Ballen** **83 €/MWh**

**Aktueller Netto-Arbeitspreis (Fernwärmekunden),** I 2020 34 €/MWh  
**exkl. Energiesteuerumlage** II 2019 53 €/MWh



## Kann die Lücke gefüllt werden?

### 1. Geringere Rohstoffpreise?

| <b>Variable<br/>Ballenpreis</b> | <b>Wärmegestehungs-<br/>kosten ab Heizwerk</b> | <b>Differenz zu Wärmepreis<br/>34 €/MWh</b> |
|---------------------------------|--|---|
| 15 €/Ballen                     | 75 €/MWh                                       | 41  |
| 0 €/Ballen                      | 52 €/MWh                                       | 18  |

### 2. CO<sub>2</sub>-Bepreisung?

| <b>CO<sub>2</sub>-Preis (€/t CO<sub>2</sub>)</b> | <b>Teuerung Gas* (€/MWh)</b> |
|--|------------------------------|
| 25   | 6                            |
| 55   | 13                           |
| 169  | 41                           |

\*Emissionsfaktor: 0,243 t CO<sub>2</sub>-Äq./MWh



## Kann die Lücke gefüllt werden?

### 3. Umlegung der Kosten?

Annahme:

- Stadtteil bedarf ~ 1 % des Wärmebedarfs der Stadt
- Würde Kostensteigerung auf ganze Stadt umgelegt, betrüge Preisanstieg 0,42 €/MWh
  - $((33,52 * 99) + (75,00 * 1)) / 100 = 33,94$

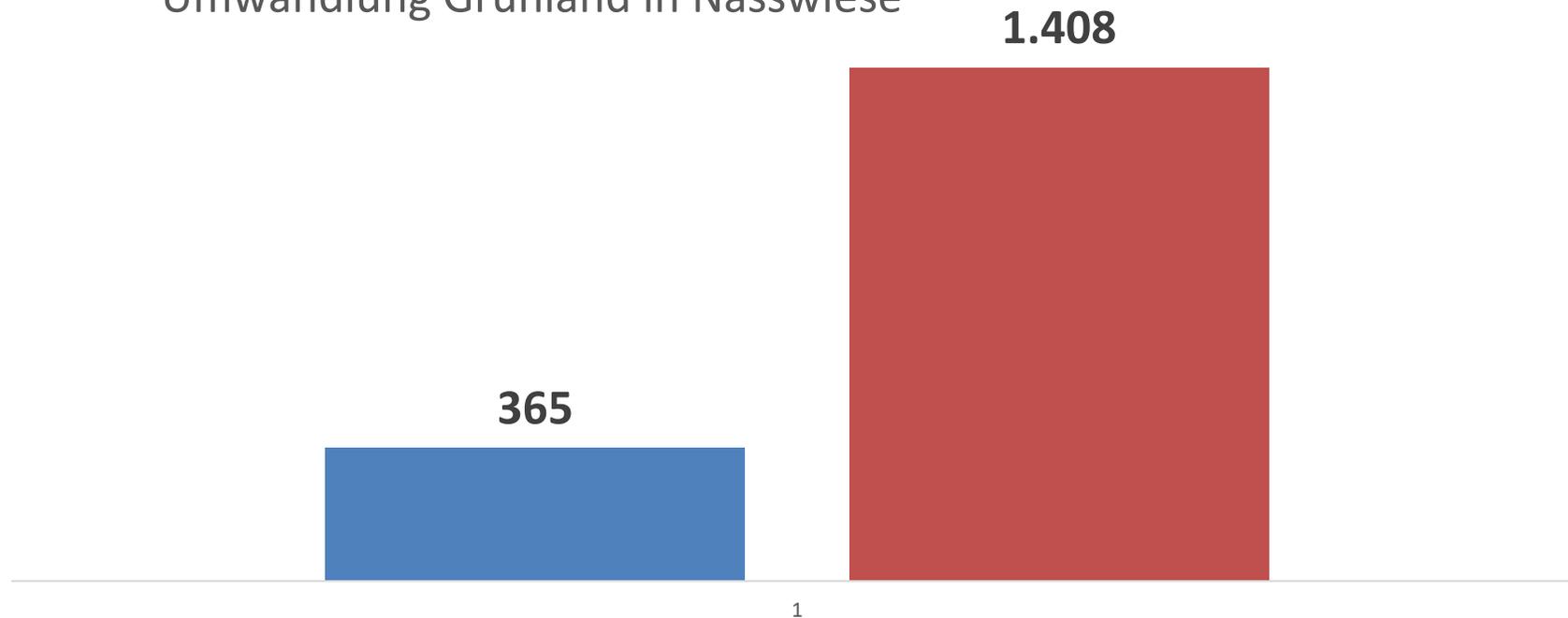
### 4. Mischpreislösungen

- Arbeitspreis verbrauchsabhängig
- Integration der Investitionskosten in den Grundpreis?
  - II 2019 – I 2020: Mischpreis ab Station 97 - 73 €/MWh



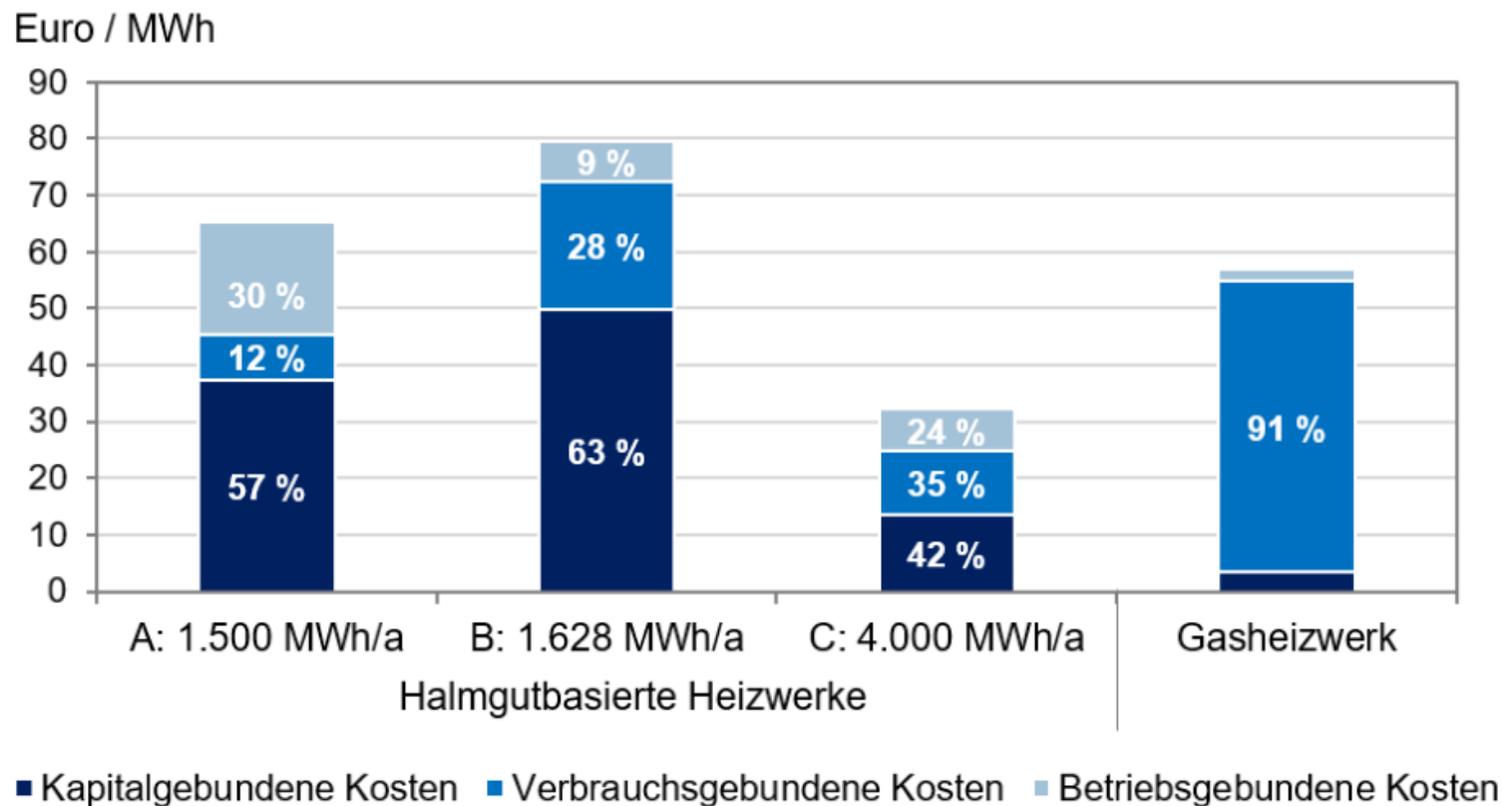
## Emissionseinsparung in t CO<sub>2</sub>-Äq./a

- Änderung Energieträger: Gas zu Paludikultur-Biomasse
- Änderung Wasserstand in der landwirtschaftlich genutzten Fläche  
Umwandlung Grünland in Nasswiese



## Halmgüter haben

- vergleichsweise niedrige Brennstoffpreise
  - jedoch höhere Investitions- und Betriebskosten
- hohe Zahl an Volllaststunden (3.500 h/a) günstiger!





Vielen Dank!