

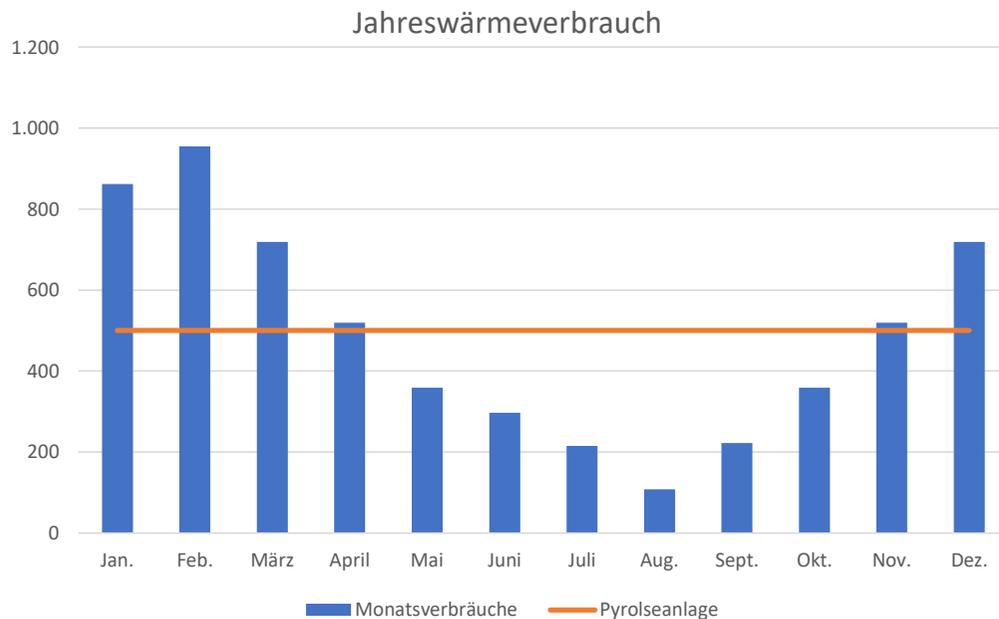


**green innovations**

The background of the lower half of the slide is a dense, low-angle photograph of green leaves and branches, looking up towards the sky. The leaves are various shades of green, and the branches are thin and dark.

**Neue Möglichkeiten  
der Pyrolyse**

# Kombinationsverfahren



## Wärmebedarf im Wärmenetz:

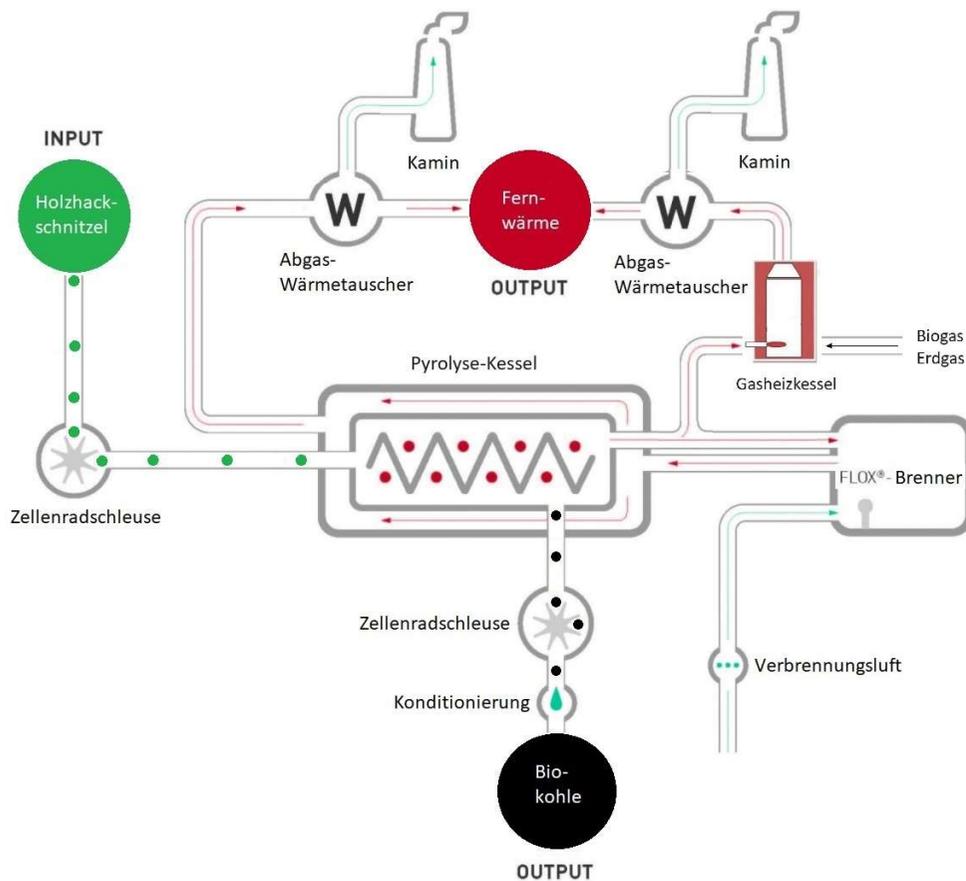
Der Wärmebedarf ist in den Wintermonaten deutlich höher als in den Sommermonaten.

Eine Pyrolyseanlage sollte aber ganzjährig mit möglichst konstanter Leistung betrieben werden, um wirtschaftlich zu sein.

Die Spitzenverbräuche im Tages- und Wochenverlauf können durch den Einsatz möglichst großer zentraler und dezentraler Wärmespeicher ausgeglichen werden.

Für die Sommermonate muss ein ökologischer und wirtschaftlich sinnvoller Verbraucher gefunden werden.

# Kombinationsverfahren



## Kombination mit Gaskessel für Wärme:

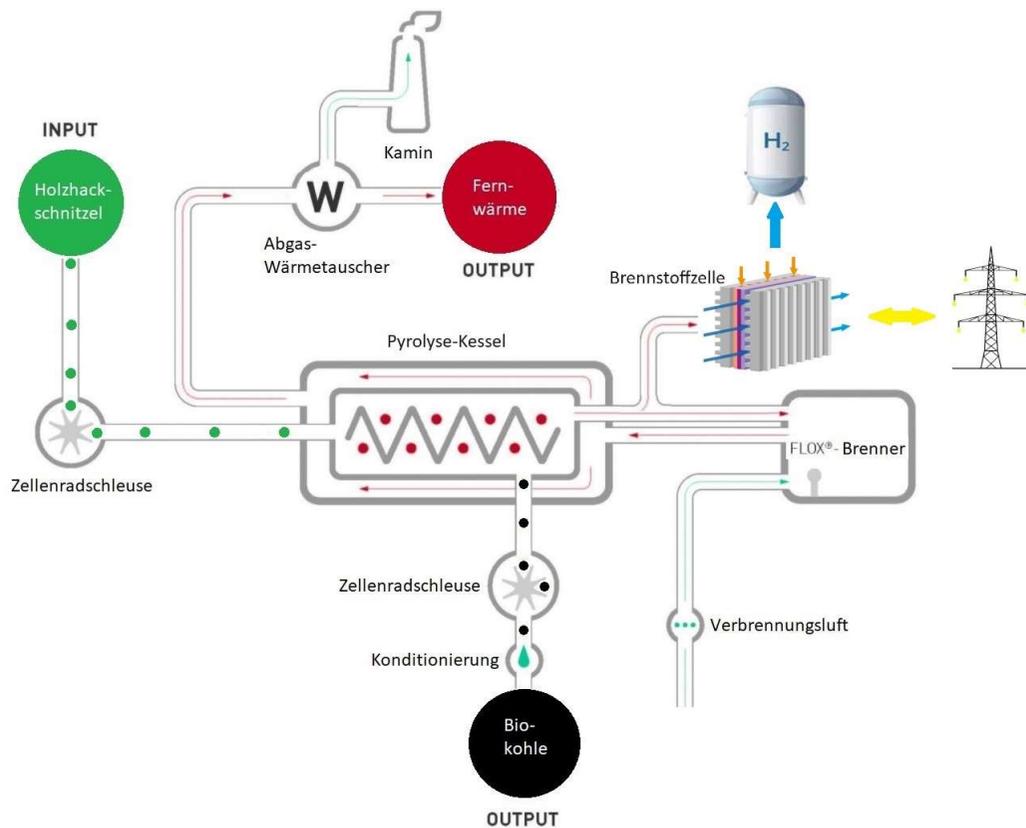
Das Pyrolysegas wird nur teilweise im Kreisprozess genutzt. Der Hauptanteil des Pyrolysegases wird in einem getrennten Gasheizkessel thermisch genutzt.

## Vorteile:

- Spitzenwerte im Wärmeverbrauch können durch Zusatzfeuerung von Biogas oder Erdgas im gleichen Heizkessel abgedeckt werden.
- Der Gasheizkessel kann im Fall der Wartung oder Reparatur der Pyrolyseanlage die gesamte Wärme liefern. Eine zusätzliche Backup-Lösung ist somit nicht notwendig.



# Kombinationsverfahren



## Kombination mit Brennstoffzelle für Strom:

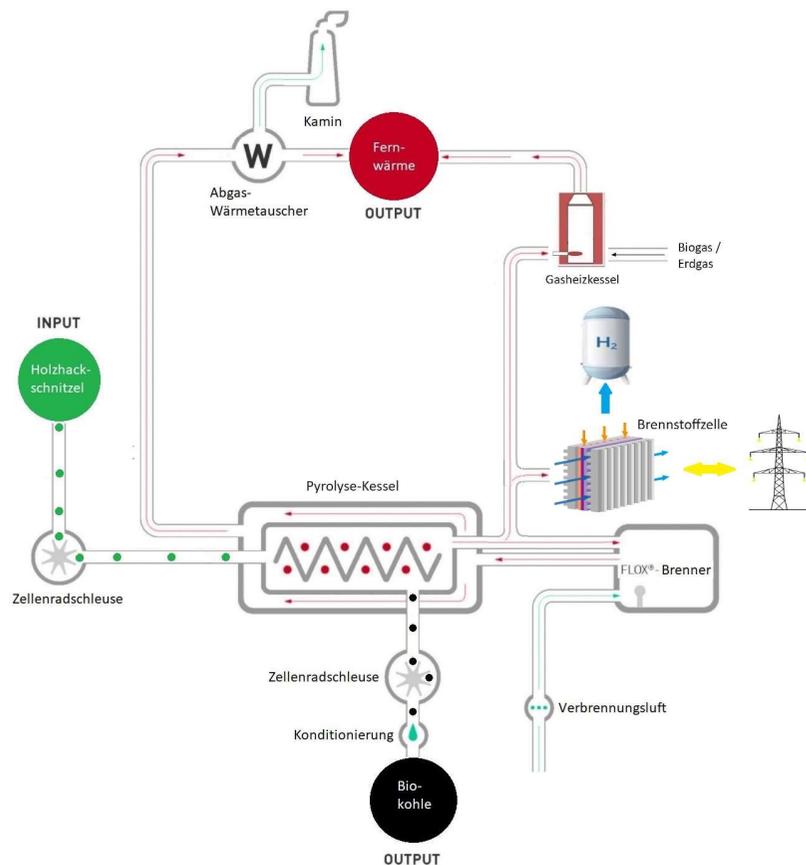
Das Pyrolysegas wird in einer Brennstoffzelle zur Stromproduktion genutzt.

### Vorteile:

- Sehr hoher Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung.
- In Zeiten geringer Strompreise (Überschussstrom aus PV oder Wind) kann im Reversierbetrieb der Brennstoffzelle Wasserstoff produziert werden.

Verfügbar ab 2025/26

# Kombinationsverfahren



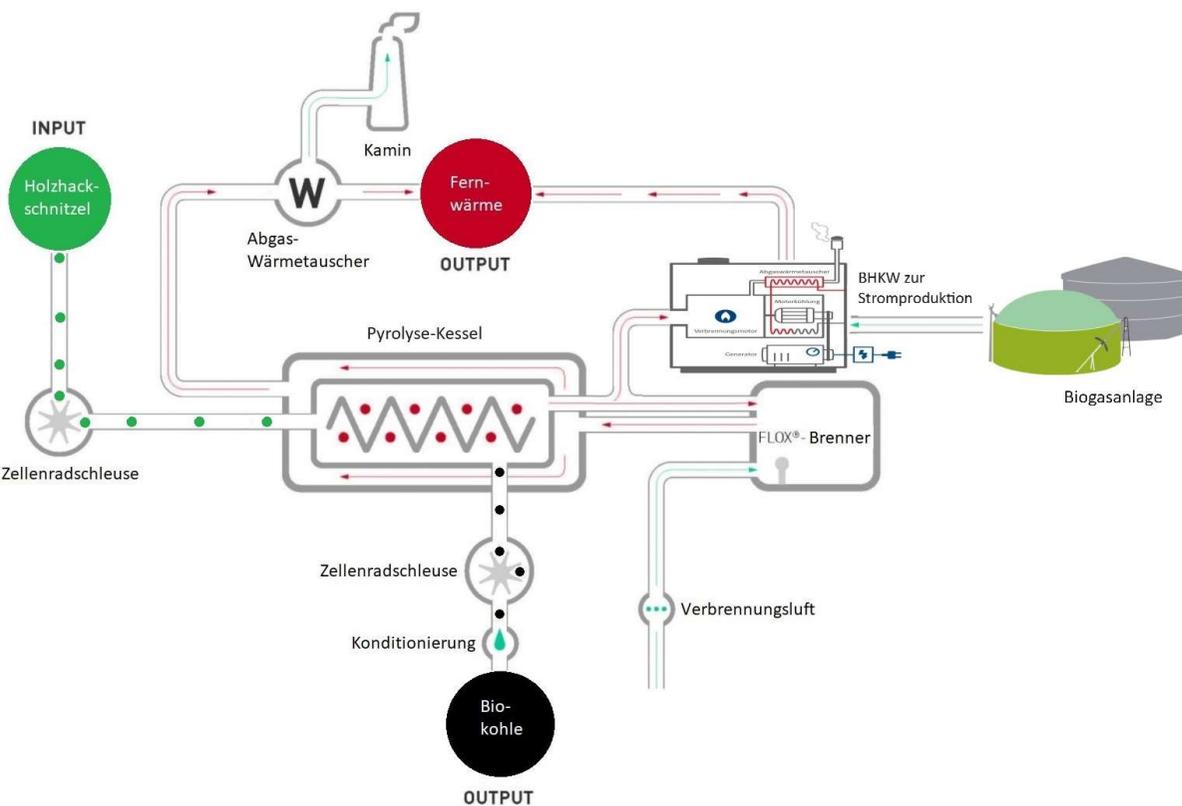
**Kombination mit Brennstoffzelle für Strom + Wärme:**  
Das Pyrolysegas wird aufgeteilt und thermisch in einem Gasheizkessel genutzt sowie auch in einer Brennstoffzelle zur Stromproduktion.

Vorteile:

- Flexible Aufteilung zwischen Strom und Wärme
- Bei geringem Wärmebedarf kann über die Brennstoffzelle Strom mit einem hohen Wirkungsgrad erzeugt werden.
- In Zeiten geringer Strompreise (Überschussstrom aus PV oder Wind) kann im Reversierbetrieb der Brennstoffzelle Wasserstoff produziert werden.

Verfügbar ab 2025/26

# Kombinationsverfahren

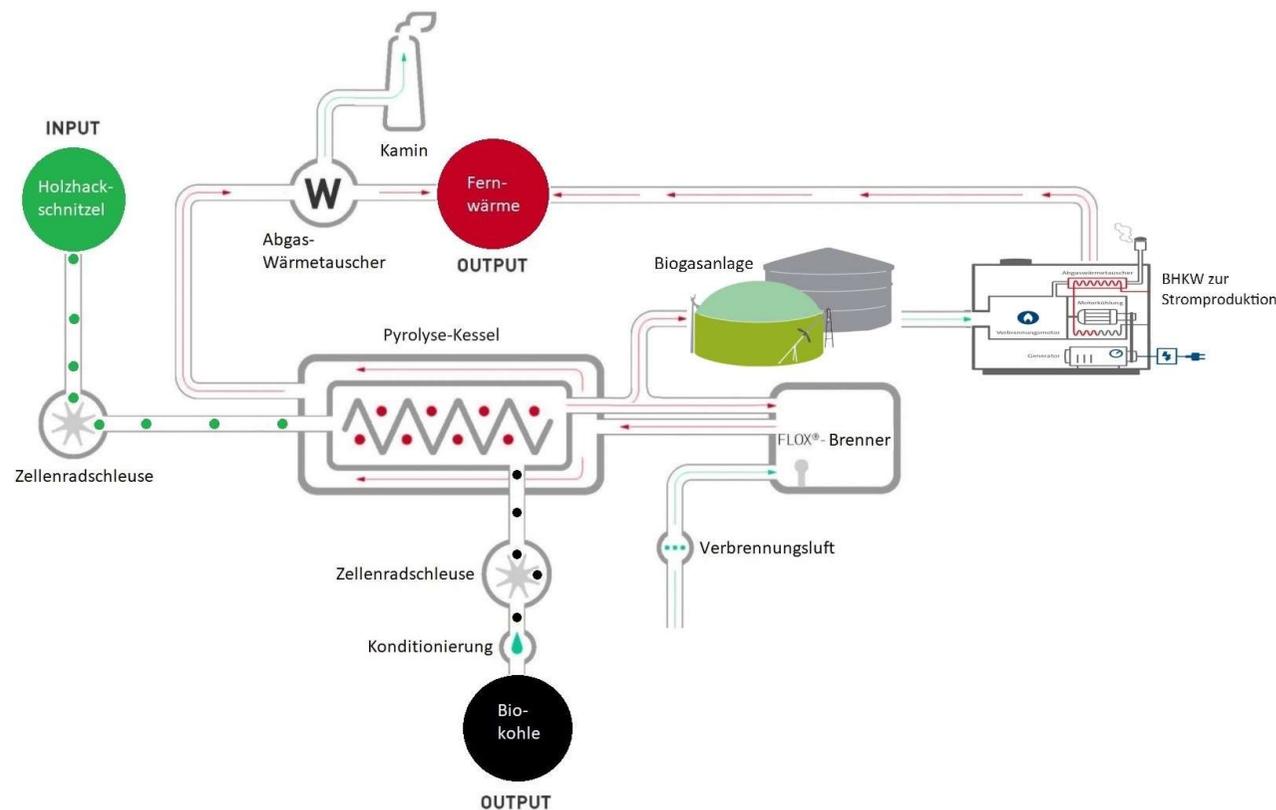


**Kombination mit BHKW einer Biogasanlage:**  
Das Pyrolysegas wird im BHKW einer bestehenden Biogasanlage zur Stromproduktion genutzt.

**Vorteile:**

- Vorhandene Anlagentechnik (Gasspeicher, BHKW) einer Biogasanlage kann genutzt und effektiver betrieben werden.
- Strompreisgesteuerte Stromproduktion möglich.

# Kombinationsverfahren



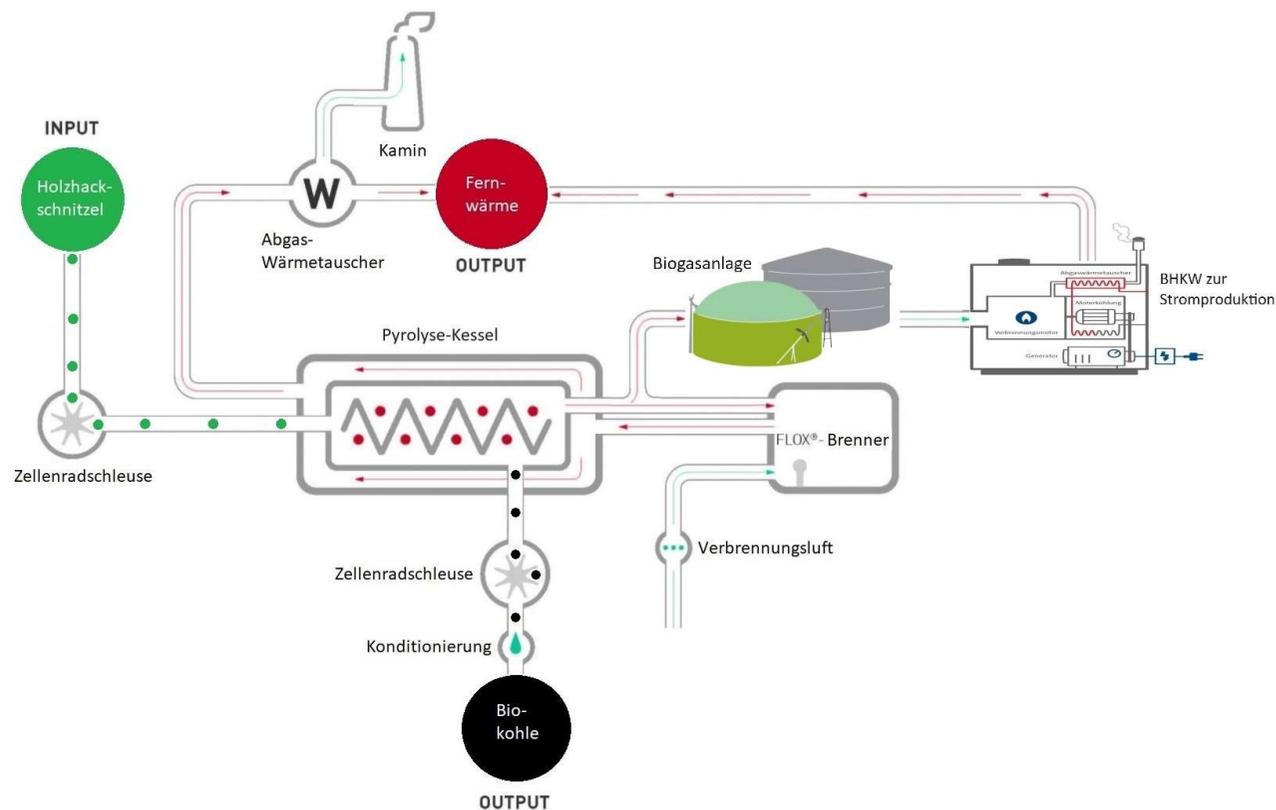
## Einspeisung in Fermenter einer Biogasanlage:

Das Pyrolysegas wird in den Fermenter einer bestehenden Biogasanlage eingeleitet.

### Vorteile:

- Pyrolysegas löst sich in der Flüssigphase. CO im Pyrolysegas sorgt für eine zusätzliche Kohlenstoffzufuhr => Input in Biogasanlage (Mais) kann reduziert werden.
- C/N-Verhältnis im Fermenter wird verbessert => Stickstoffhemmung wird vermieden

# Kombinationsverfahren



## Weitere Vorteile:

- Methanbildende Microorganismen im Fermenter werden und somit Methanproduktion gesteigert.
- Der Wasserstoff im Pyrolysegas steigert die Methanisierung auf über 90% (normal 60%) => man erhält einspeisungsfähiges Biogas ohne eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Abscheidung

