

ingenieure • nordhackstedter straÙe 22 - 24980 schafflund

Zoologischer Garten Schwerin gGmbH

Waldschulweg 1

19061 Schwerin



hmp • ingenieure
partnerschaftsgesellschaft mbh
meyland • tedt • petersen
beratende ingenieure
für bauwesen

nordhackstedter straÙe 22
24980 schafflund

tel. 04639-95 15 15
fax 04639-95 15 25
info@hmp-ing.de

www.hmp-ing.de

Mein Zeichen **25-416** Ihr Zeichen
Daniel Harder

Schafflund, den 29.04.2026

Zum Bauvorhaben:

Neubau Zoocampus , Waldschulweg 1, 19061 Schwerin

Betreff: Konzept Energieversorgung Zoo Schwerin

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei erhalten Sie den Entwurf des Energiekonzeptes zur Versorgung des Zoocampus und des Bestandszoos.

Mit freundlichen GrüÙen

Daniel Harder

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Annahmen	3
2.1 Heizwärmebedarf	3
2.2 Warmwasserbedarf	3
2.3 Strombedarf	4
2.4 Minimaler und maximaler Wärmebedarf	4
3. Varianten der Wärmeversorgung	4
3.1 Variante 1: Holzvergasungsanlage + Wärmepumpen	5
3.2 Variante 2: Holzvergasungsanlage	6
3.3 Variante 3: Dezentrale Wärmepumpen (Erdsonden)	8
4. Stromversorgung	9
4.1 Photovoltaikanlagen	9
4.2 Kleinwindkraftanlagen	10
4.3 Stromerzeugung durch Holzvergasung (BHKW)	11
4.4 Berücksichtigung des Bestandsverbrauchs	11
4.5 Jahresbilanz der Varianten	11
4.6 Vergleich der Jahreswerte	13
5. Kostenvergleich	13
5.1 Investitionskosten	13
5.2 Jährliche Kosten	15
6. Biogasanlage	16
6.1 Wahl des Verfahrens: Feststoffvergärung	16
6.2 Substratmengen und Energiepotenzial	17
6.3 Einbindung in die Erdgasinfrastruktur	17
6.4 Investitionskosten	18
7. CO₂-Einsparung durch Eigenproduktion	19
8. Fazit	19
8.1 Bewertung der Varianten	20
8.2 Gesamtfazit	21
9. Bauphysik	22
9.1 Dämmstoff Reet	23
9.2 Dämmstoff Holzfaserplatte und Reet	24
9.3 Dämmstoff Seegrass und Reet	25

Konzept Energieversorgung und Bau- physik

Zoo Schwerin

1. Einleitung

Der geplante Zoocampus des Zoo Schwerin soll ein zukunftsfähiges, nachhaltiges und wirtschaftlich tragfähiges Energie- und Ressourcenversorgungskonzept erhalten. Ziel dieses Dokuments ist es, auf Grundlage normgerechter Berechnungen, realer Verbrauchsdaten und technisch bewährter Systeme verschiedene Varianten der Wärme- und Stromversorgung sowie ergänzende Anlagen der Kreislaufwirtschaft zu analysieren und vergleichbar darzustellen.

Die Untersuchung berücksichtigt sowohl den Neubau des Zoocampus als auch den bestehenden Zoo und umfasst Berechnungen zu Wärme-, Warmwasser- und Strombedarf, zur Eigenenergieproduktion sowie zur Wirtschaftlichkeit der einzelnen Systeme. Die Varianten werden hinsichtlich Investition, Betrieb, technischer Umsetzbarkeit, ökologischer Wirkung und Zukunftssicherheit bewertet.

Durch die Analyse der Systeme – Holzvergasung, Wärmepumpentechnik und deren Kombination – sowie die ergänzende Betrachtung einer Biogasanlage entsteht ein ganzheitliches Energieversorgungskonzept, das die langfristigen Ziele des Zoos Schwerin in den Bereichen Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Kreislaufwirtschaft unterstützt und eine solide Entscheidungsgrundlage für die weitere Planung bietet.

2. Annahmen

2.1 Heizwärmebedarf

Für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs wurde ein Endenergiebedarf auf Basis des **KfW-40-Standards** angesetzt.

- Richtwert Verwaltungsgebäude: **25 kWh/m²a**
- Für andere Gebäude wurde dieser Wert nutzungsspezifisch nach oben oder unten angepasst.
- Der Heizwärmebedarf des Tapir-Stalls basiert auf den bisherigen Verbrauchsdaten des Bestandsgebäudes, berücksichtigt aber einen verbesserten baulichen Standard.

2.2 Warmwasserbedarf

Der Warmwasserbedarf wurde nach **DIN 18599** berechnet.

Dabei wurden folgende Grundlagen genutzt:

- Standardisierte Nutzungsvarianten gemäß DIN (abhängig von Personenanzahl, Raumgröße, Nutzungstagen)
- Für nicht standardisierte Räume wurden in Abstimmung mit dem Zoo geeignete Annahmen festgelegt

2.3 Strombedarf

Der Strombedarf gliedert sich grundsätzlich in zwei Kategorien:

a) Strombedarf für Gebäudetechnik

- Wärmepumpen
- Kompressionskältemaschine
- Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen

b) Nutzungsbedingter Strombedarf

- Allgemeine Verbraucher (Beleuchtung, Grundlasten)
- Spezifische Verbraucher (z. B. Büro-IT, Werkstattmaschinen)

Die Verbrauchswerte wurden auf Basis von Studien und Erfahrungswerten für die jeweiligen Gebäudetypen festgelegt.

2.4 Minimaler und maximaler Wärmebedarf

Zur Darstellung verschiedener Lastszenarien wurde der ermittelte Wärmebedarf wie folgt variiert:

- **Minimalwert:** Grundwert -10 %
- **Maximalwert:** Grundwert +10 %

Für die Auslegung der Wärmeversorgungssysteme wurde jeweils der **maximale Wärmebedarf** zugrunde gelegt.

3. Varianten der Wärmeversorgung

Es werden drei technisch unterschiedliche Versorgungslösungen untersucht:

1. **Holzvergasungsanlage + Wärmepumpen (Kombination)**
2. **Holzvergasungsanlage**
3. **Dezentrale Wärmepumpen mit Erdsonden**

3.1 Variante 1: Holzvergasungsanlage + Wärmepumpen

Funktionsprinzip

- In der **kalten Jahreszeit** deckt die Holzvergasungsanlage den hohen Grundlastbedarf.



Abbildung 1: Holzvergasungsanlage Spanner RE² HKA 35

- In der **Übergangs- und Sommerzeit** übernehmen Wärmepumpen die Versorgung im Teillastbetrieb.
- Wärmepumpen ermöglichen eine **passive Kühlung** (Fußbodenheizung / Kühldecken).
- Die entzogene Wärme wird über Erdsonden ins Erdreich zurückgeführt.

Biomassebedarf und Kreislaufwirtschaft

- Benötigte Trockenmasse pro Jahr: **ca. 103 t**
- Eigener Grünschnitt gemäß Konzept: **30–83 t/a**
- Zusätzliche Lagerfläche für Hacken und Trocknen erforderlich
→ Hoher Anteil Eigenressourcen, gute Kreislaufwirtschaft

Energieerzeugung und Redundanz

- Strombedarf der Wärmepumpen wird überwiegend durch Wind- und PV-Eigenstrom gedeckt.
- Futtermittelkühlung erfolgt über eine **Kompressionskälteanlage**.
- Kombination von zwei Systemen schafft **Redundanz**:
→ Ausfallrisiko der Wärmeversorgung ist sehr gering.

Auslegung und Wärmenetz

- Im Winter entsteht Wärmeüberschuss (Oktober–März), nutzbar für die Hackschnitzeltrocknung.
- Holzvergasungsanlage (z. B. Spanner Re² HKA 35) erreicht eine Winterauslastung von ca. **88 %** über die Wintermonate.
- Bei späteren Erweiterungen (z. B. Tropenhaus) kann die Restwärme geringer ausfallen, aber durch längere Laufzeiten ausgeglichen werden.
- Notwendig: **Wärmenetz** + ausreichende **Wärmespeicher**
 - Holzvergasung: **≥ 55 l/kW** (BlmSchV)
 - Wärmepumpen: **30 – 40 l/kW**

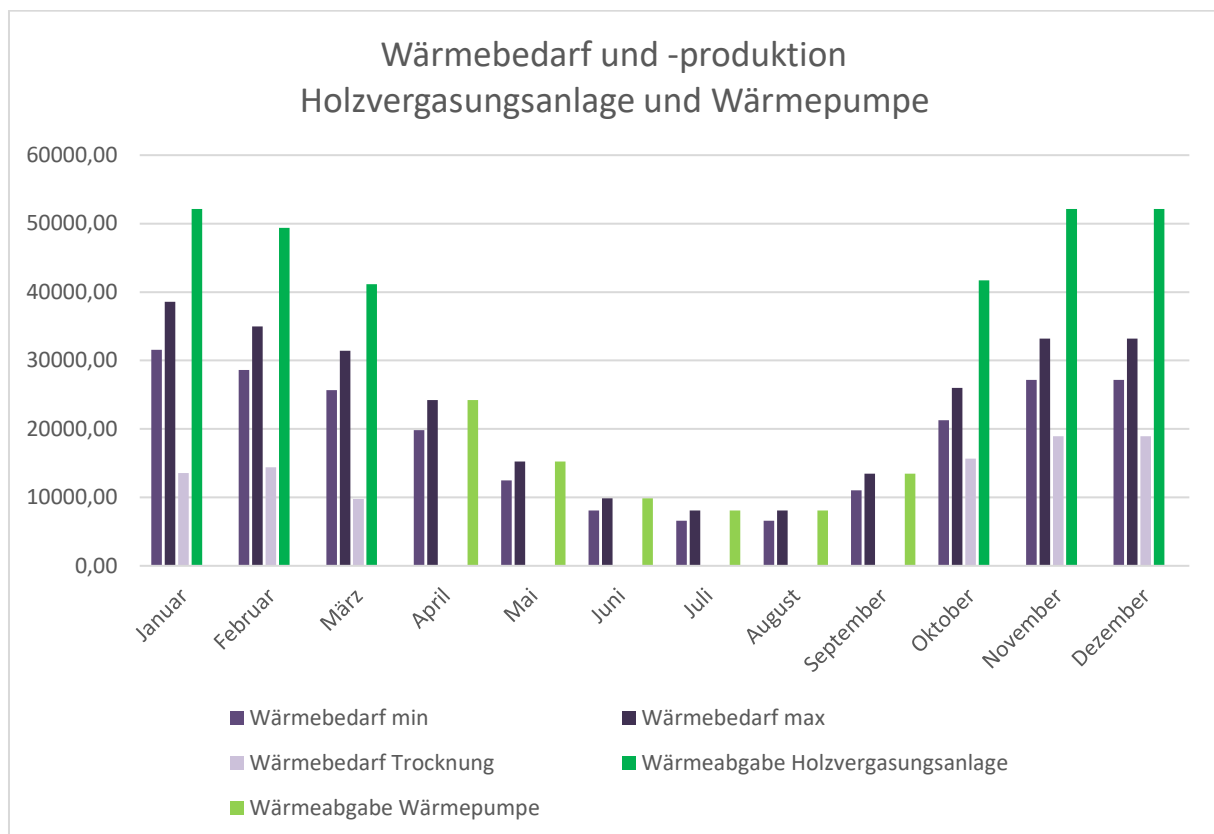


Abbildung 2: Wärmebedarf und -produktion Variante 1

3.2 Variante 2: Holzvergasungsanlage

Funktionsprinzip

- Die Holzvergasungsanlage deckt den gesamten Wärmebedarf.
- Da Biomasseanlagen nicht flexibel takten können, entsteht im Sommer **deutlicher Wärmeüberschuss**.
- Dieser wird durch eine **Absorptionskältemaschine** genutzt, die über das ganze Jahr ein großer Wärmeabnehmer ist.

Auslastung und Verbrauch

- Prognostizierte Auslastung: **~92 %**
- Jährlicher Trockenmassebedarf: **ca. 215 t**

Kapazitätsgrenzen

- Zusätzliche Wärmeabnehmer (z. B. Tropenhalle) sind nur begrenzt möglich.
- Option: Überdimensionierung der Anlage zur Sicherstellung zukünftiger Wärmebedarfe.

Infrastruktur und Risiken

- Notwendig:
 - **Wärmenetz**
 - **Große Wärmespeicher** wie in Variante 1
- **Kritisch:**
 - Bei einem Ausfall der Holzvergasungsanlage gibt es **keine alternative Wärmequelle** → Totalverlust der Versorgung.

Sommerbetrieb

- Großteil der Sommerwärme wird zur Trocknung der Hackschnitzel genutzt.
- Sicherstellung ausreichender Hackgutmenge für den Winter.

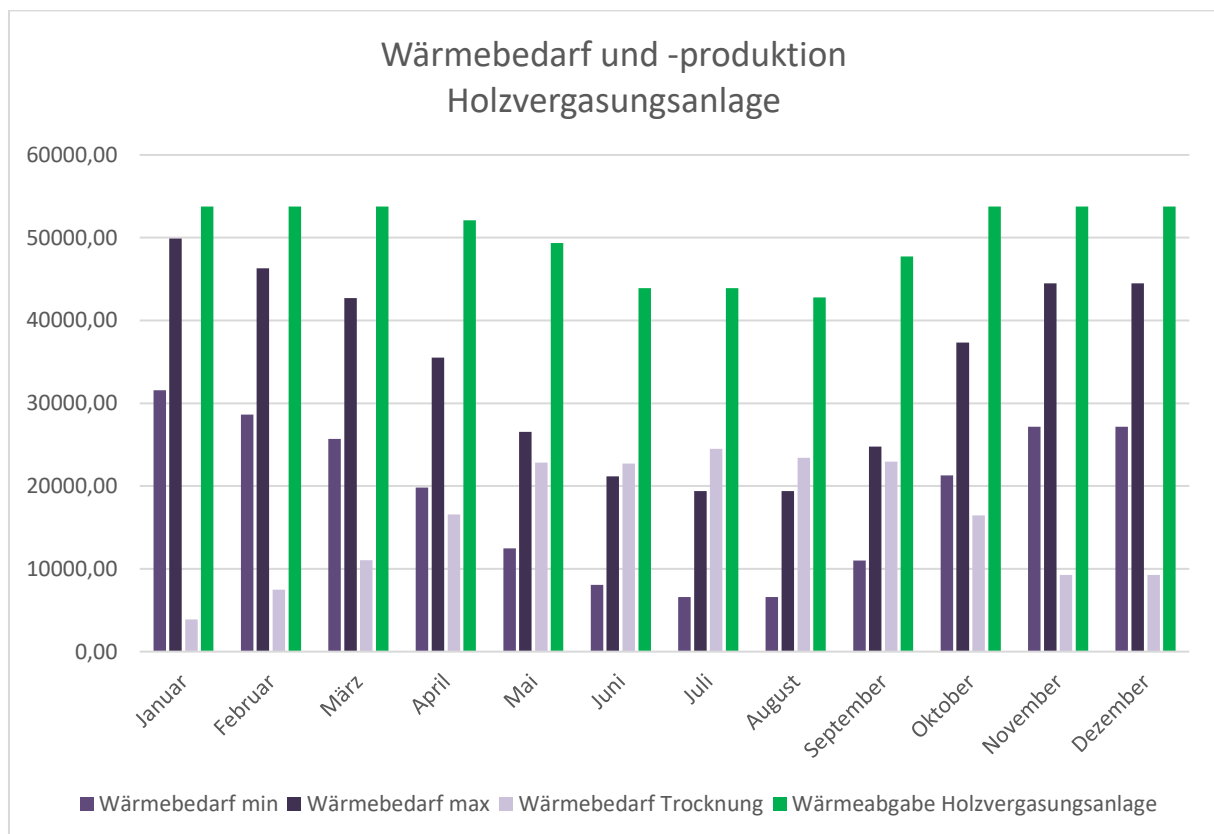


Abbildung 3: Wärmebedarf und -produktion Variante 2

3.3 Variante 3: Dezentrale Wärmepumpen (Erdsonden)

Funktionsprinzip

- Jede Gebäudeeinheit erhält eine eigene Wärmepumpe mit Erdsonden.
- Wärmepumpen erreichen Jahresarbeitszahlen (**JAZ**) zwischen **3,5–5,0**.
- Für die Berechnungen wurde konservativ **JAZ = 3,5** angesetzt.

Kühlung und Strombedarf

- Passive Kühlung wie in Variante 1 möglich.
- Futtermittelkühlung über Kompressionskälte.
- Alle Systeme benötigen **elektrischen Strom** → kein Wärmenetz notwendig.

Infrastruktur und Betrieb

- Geringer Platzbedarf, da kleine Wärmespeicher ausreichend.
- Hohe Versorgungssicherheit:
→ Fällt eine Anlage aus, ist nur **ein Gebäude** betroffen.
- Stromausfälle können durch PV, Wind und Batteriespeicher abgedeckt werden.

Wärmebereitstellung

- Wärmeerzeugung erfolgt **bedarfsgerecht**.
- Jahresverlauf von Bedarf und Erzeugung ist nahezu deckungsgleich.
- Kurzfristige Bedarfsspitzen werden durch Pufferspeicher ausgeglichen.

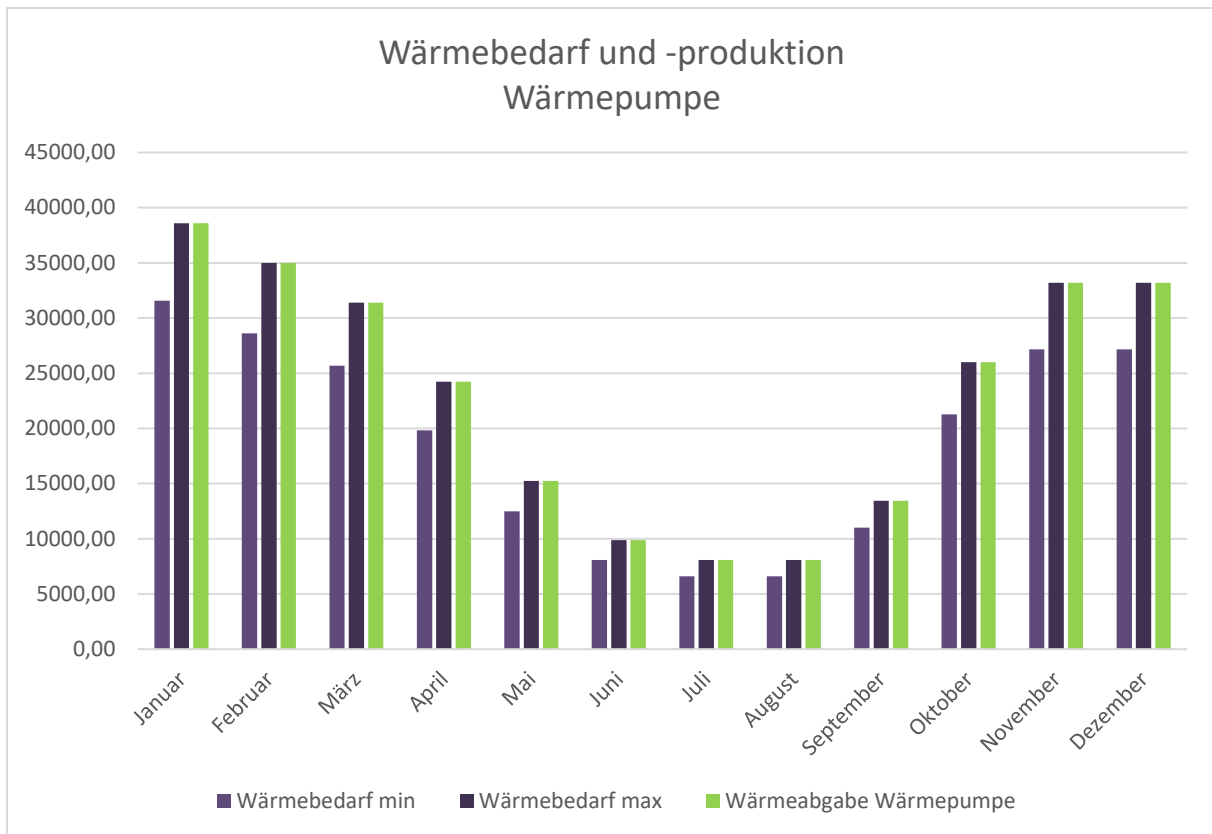


Abbildung 4: Wärmebedarf und -produktion Variante 3

4. Stromversorgung

Die Stromversorgung des zukünftigen Zoocampus sowie der Bestandsanlagen soll in allen Varianten teilweise durch **eigene erneuerbare Energieerzeugung** abgedeckt werden. Dabei wird bewusst **nicht** auf eine einzelne Technologie gesetzt, sondern auf einen **Mix aus Photovoltaik, Kleinwindkraft und – in zwei Varianten – dem BHKW der Holzvergasungsanlage**.

4.1 Photovoltaikanlagen

In allen drei Varianten ist eine umfangreiche Nutzung der neu entstehenden Dachflächen vorgesehen.

Auslegung nach DIN 18599

- Belegung von **50 % der verfügbaren Dachgrundfläche**
- **Ausrichtung:** Ost–West
- **Dachneigung:** 30°

Diese Parameter wurden entsprechend der Norm **DIN 18599** zur Ertragsberechnung angesetzt.

Zielsetzung

- Maximierung des Eigenverbrauchs
- Ausnutzung der tageszeitlichen Erzeugungsverteilung (Ost-West)
→ gleichmäßigere Stromproduktion am Vormittag und Nachmittag



Abbildung 5: Flachdach mit PV-Aufständerung und Dachbegrünung

4.2 Kleinwindkraftanlagen

Zur Ergänzung der PV-Erzeugung wird die Installation von **Kleinwindkraftanlagen** vorgesehen.

Annahmen

- Gesamtleistung: **40 kW**
- Nutzung des typischerweise höheren Windaufkommens im Winter

Damit wird das winterliche Solarstromdefizit teilweise ausgeglichen und die Versorgungssicherheit erhöht.

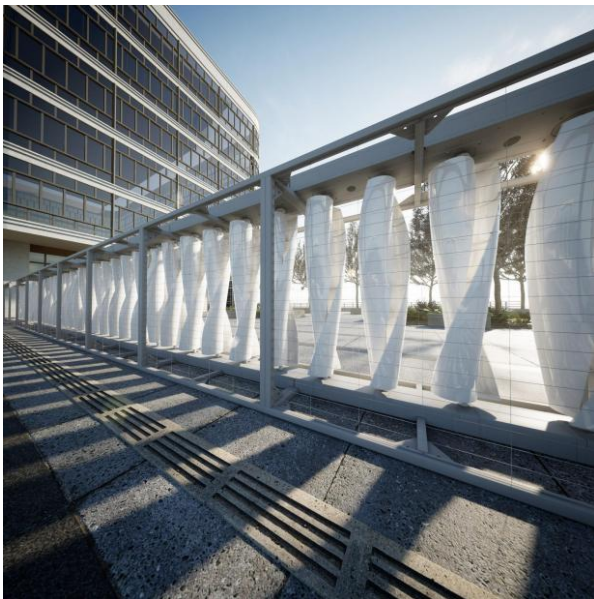


Abbildung 6: Vertikales Windrad Airiva 2.0



Abbildung 7: Vertikales Windrad O-Wind

4.3 Stromerzeugung durch Holzvergasung (BHKW)

(nur in Variante 1 und 2)

Die Holzvergasungsanlage speist über ein Blockheizkraftwerk zusätzliche elektrische Energie ein.

Leistungsdaten

- Elektrische Leistung BHKW: **35 kWel**

Betriebsweise

- Der Zoo kann Laufzeiten eigenständig steuern
- Dadurch ist eine gezielte Deckung eigener Spitzenlasten möglich
- Wärme-Kopplung muss berücksichtigt werden (Wärmenutzung ist erforderlich)

Durch die dauerhaft hohe elektrische Leistung kann die Holzvergasungsanlage einen bedeutenden Teil des Strombedarfs decken.

4.4 Berücksichtigung des Bestandsverbrauchs

Der bestehende Zoo hat einen dokumentierten Jahresstromverbrauch von:

- **560.000 kWh/a**

Die monatliche Verteilung wurde anhand des **Lastgangs aus dem Jahr 2025** übernommen und in allen Varianten berücksichtigt.

4.5 Jahresbilanz der Varianten

Variante 1 – Holzvergasungsanlage + Wärmepumpe

- Kombination aus PV, Windkraft und BHKW
- Hohe Eigenproduktion, jedoch auch hoher Stromverbrauch durch Wärmepumpen und Kälteanlagen
→ verbleibender Zukaufbedarf: **ca. 490.000 kWh/a**

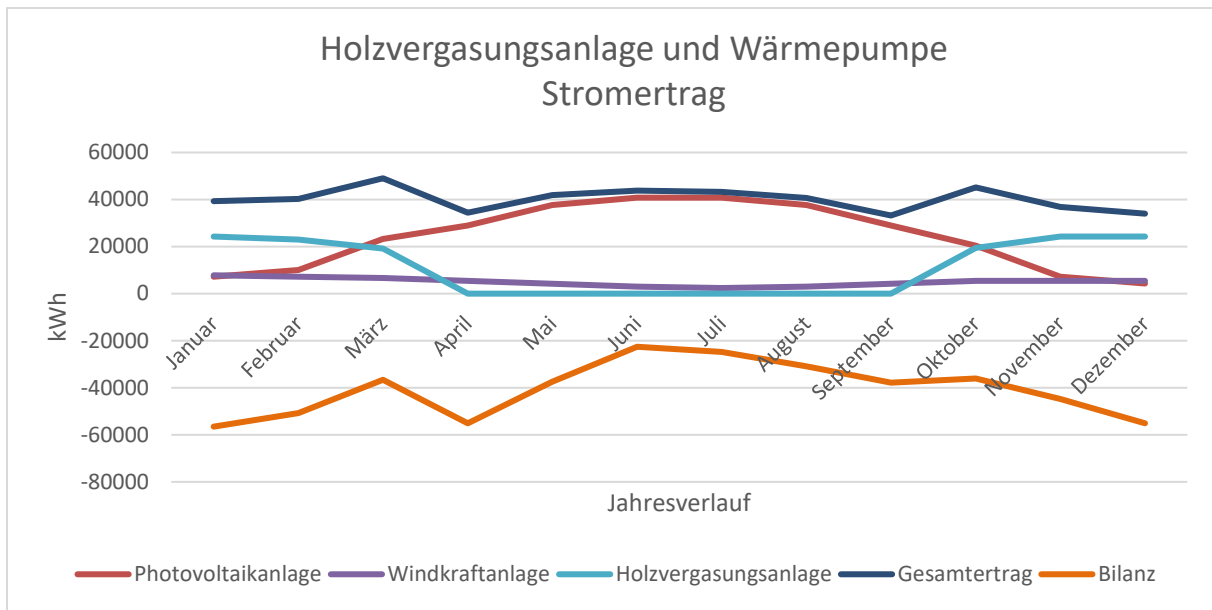


Abbildung 8: Stromertrag Variante 1

Variante 2 – Holzvergassungsanlage

- Größter Stromertrag aufgrund des durchgehenden Betriebs der Holzvergasung
- In den Sommermonaten (Juni/Juli) entsteht teils **Stromüberschuss**
→ deutlich geringerer Bedarf an zugekauftem Strom als Variante 1 & 3

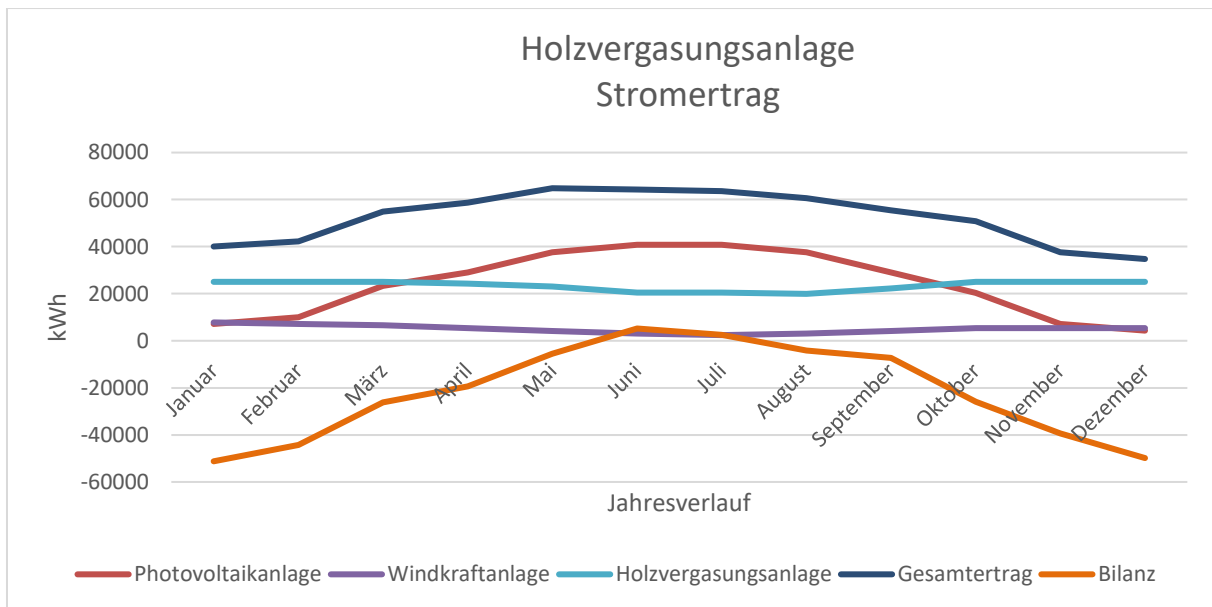


Abbildung 9: Stromertrag Variante 2

Variante 3 – Wärmepumpen

- Geringer Ertrag, da kein BHKW vorhanden
- Hoher Strombedarf durch Wärmepumpen und Kältemaschine
→ über das Jahr hinweg größter Zukaufbedarf

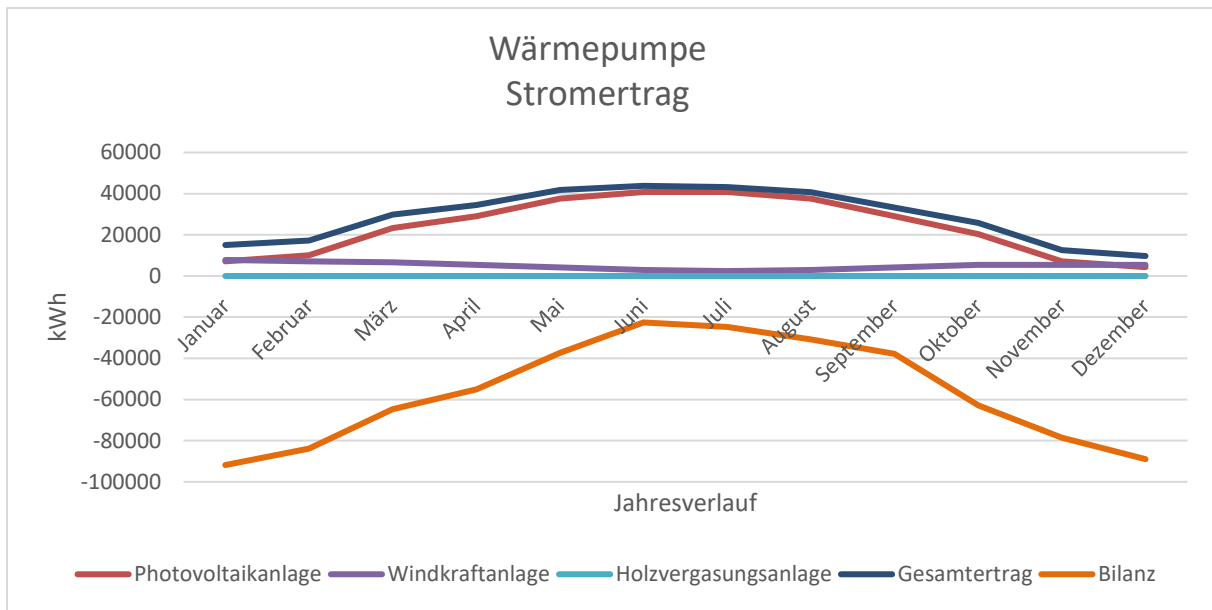


Abbildung 10: Stromertrag Variante 3

4.6 Vergleich der Jahreswerte

Variante	Ertrag (kWh)	Verbrauch (kWh)	Differenz (kWh)
Holzvergasung + Wärmepumpe	481.770	970.031	-488.261
Holzvergasung	627.916	893.200	-265.284
Wärmepumpe	347.377	1.026.419	-679.042

Tabelle 1: Jahreswerte Stromertrag und -verbrauch

Interpretation

- **Variante 2** erzielt den höchsten Stromertrag → geringster Fremdbezug
- **Variante 1** kombiniert gute Erträge mit hoher Versorgungssicherheit
- **Variante 3** hat den höchsten Gesamtverbrauch und den geringsten Eigenstromanteil

5. Kostenvergleich

5.1 Investitionskosten

Für den Vergleich der Investitionskosten wurden die folgenden Kostenkomponenten berücksichtigt:

a) Holzvergasungsanlage

- Anschaffungskosten: **450.000 €** (Mittelwert aus Konzept Kreislaufwirtschaft)

b) Einhausung Holzvergasungsanlage, BHKW und Lagerfläche für Hackschnitzel

- Kosten Einhausung: **1.500 €/m²**
- Schütthöhe Hackschnitzel: **3 m**
- Schüttdichte: **220 kg/m³ Trockenmasse**
→ Grundlage zur Dimensionierung benötigter Lagerflächen

c) Kälteerzeugung

- **Absorptionskältemaschine:** 75.000 € (30 kW)
- **Kompressionskältemaschine:** 18.000 € (12 kW)
- **Differenz der Kosten und Leistungen der beiden Kältemaschinen**
→ Leistungszahlen:
 - Absorptionskälte: **0,6**
 - Kompressionskälte: **1,5**

d) Wärmespeicher & Wärmenetz

Wärmespeicher:

- Variante 1 & 2 (Biomasse): **280 €/kW**
- Variante 3 (Wärmepumpe): **220 €/kW**
→ Biomasseanlagen benötigen größere Pufferspeicher (25–30 % größer)

Wärmenetz:

- **500 €/m**

e) Wärmepumpen

- Anschaffungskosten: **4.500 €/kW**

f) Gebäudekühlung

- Variante 1 & 3: **68.500 €** (Kühldecken + passive Kälte)
- Variante 2: **211.500 €** (zusätzliche aktive Kühlgeräte)

g) Photovoltaikanlage

- Kosten: **1.800 €/kWp**

h) Windkraftanlage

- Kosten: **5.000 €/kW**

Hinweise zur Auslegung

- In Variante 1 & 3 erfolgt die Gebäudekühlung weitgehend passiv über die Wärmepumpen.
- In Variante 2 müssen zusätzliche aktive Kühlgeräte installiert werden.
- Die Einhausung der Hackschnitzellagerfläche ist in der geplanten Scheune vorgesehen und für den Jahresbedarf an getrockneten Hackschnitzeln ausgelegt.

Investitionskosten der Varianten

Variante	Investitionskosten
Holzvergasungsanlage + Wärmepumpe	2.141.670,25 €
Holzvergasungsanlage	2.259.550,46 €
Wärmepumpe	1.322.217,79 €

Tabelle 2: Investitionskosten

→ **Variante 3 (Wärmepumpen) ist die kostengünstigste Investitionslösung.**

5.2 Jährliche Kosten

Für die Berechnung der jährlichen Betriebskosten wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

a) Brennstoffkosten

- Hackschnitzelbezug: **220 €/t**
- Eigenanteil Trockenmasse: **56,5 t/a**

b) Stromvergütung und -kosten

- Einspeisevergütung: **0,05 €/kWh**
- Strombezugskosten: **0,20 €/kWh**

c) Wartungskosten

- Holzvergasung: **0,03 €/kWhel**
- Wärmepumpen: **500 €/a pro Anlage**
- Photovoltaik: **2 %** der Anlagenkosten pro Jahr
- Windkraftanlagen: **3 %** der Anlagenkosten pro Jahr
- Absorptionskältemaschine: **5 %** der Anlagenkosten pro Jahr
- Kompressionskältemaschine: **5 %** der Anlagenkosten pro Jahr

d) Betriebskosten Gebäudekühlung

- Variante 1 & 3: **10.500 €**
- Variante 2: **16.500 €**

Nicht berücksichtigt

- Instandhaltungskosten
- Lebensdauer der Systeme
(Werte schwanken stark; sehr systemabhängig)

Jährliche Kosten der Varianten

Variante	Jährliche Kosten
Holzvergasanlage + Wärmepumpe	142.270,39 €
Holzvergasanlage	132.532,16 €
Wärmepumpe	166.186,49 €

Table 3: Betriebskosten

6. Biogasanlage

Die Biogasanlage stellt – entsprechend dem Konzept der Kreislaufwirtschaft des Zoos – eine sinnvolle Ergänzung zur Energie- und Ressourcenstrategie des Zoocampus dar. Ihr Zweck ist zweifach:

1. **Reduktion der Entsorgungskosten** für Mist, Grünschnitt und organische Reststoffe
2. **Erzeugung von nutzbarem Biomethan**, das in die vorhandene Erdgasinfrastruktur eingespeist werden kann

Da die Biogasanlage **unabhängig vom gewählten Heizsystem** des Zoocampus ist, wird sie gesondert betrachtet.

6.1 Wahl des Verfahrens: Feststoffvergärung

Abweichend vom ursprünglichen Kreislaufwirtschaftskonzept wird in dieser Betrachtung **keine Nassvergärung**, sondern eine **Feststoffvergärung** vorgesehen.

Vorteile der Feststoffvergärung

- **Besser geeignet** für die im Zoo anfallenden Substrate (Mist, Grünschnitt, Abfälle)
- Substrate können **ohne Aufbereitung** per Radlader in die Vergärungsboxen eingebracht werden
- Anpassung der Substratmengen ist **flexibel und schnell** möglich
- **30–40 % geringerer Platzbedarf** gegenüber klassischen Nassvergärungsanlagen
- Anlage ist **modular erweiterbar** (zusätzliche Boxen können nachgerüstet werden)



Abbildung 11: Nassvergärungsanlage Renergon RSD-S

6.2 Substratmengen und Energiepotenzial

Für die jährliche Substratmenge wird ein Bereich von **400–500 t/a** angesetzt:

- **350 t** Mist
- **20 t** Speisereste
- **30–130 t** Grünschnitt

Auf Basis dieser Inputmengen ergibt sich ein erwartetes Energiepotenzial von:

400.000 – 550.000 kWhHi pro Jahr

(nutzbares Biomethan)

6.3 Einbindung in die Erdgasinfrastruktur

Die erzeugte Biomethanmenge soll in die **bestehende Erdgasringleitung** des Zoos eingespeist werden.

Effekt auf den Erdgasbezug

- Aktueller Erdgasbezug: **570.000 kWhHi/a**
- Nach Einspeisung von Biomethan:
→ Reduktion auf **20.000 – 170.000 kWhHi/a**

Damit kann der Fremdbezug an Erdgas **um bis zu 95 %** gesenkt werden.

Eine potenzielle Überschusseinspeisung ins öffentliche Gasnetz ist technisch möglich; hierzu ist eine Abstimmung mit dem Netzbetreiber erforderlich, um die einzuhaltenden Regularien zu ermitteln.

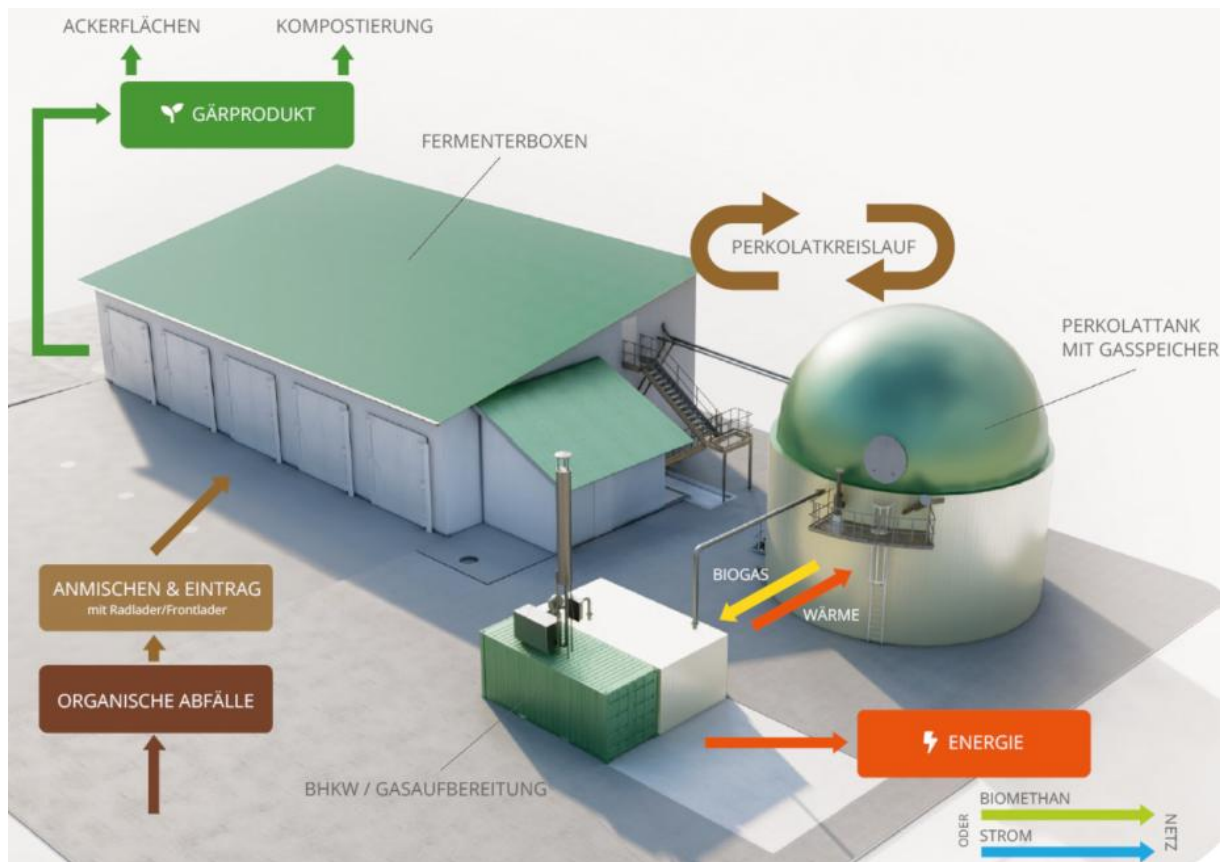


Abbildung 12: Prozess in einer Nassvergärungsanlage

6.4 Investitionskosten

Die Investitionskosten der geplanten Biogasanlage können aufgrund der vergleichsweise geringen Substratmengen nur näherungsweise abgeschätzt werden. Marktübliche Feststoffvergärungsanlagen sind in der Regel für deutlich höhere Durchsätze ausgelegt, wodurch eine direkte Skalierung kleiner Anlagen wirtschaftlich nicht sinnvoll ist.

Als Referenz dient das kleinste verfügbare Anlagenkonzept eines Herstellers (Renergon RSDXS), welches jedoch mit einer Auslegung von 2.800–3.500 t/a die Anforderungen des Zoos deutlich übersteigt. Vor diesem Hintergrund wurden die Investitionskosten der Biogasanlage in Anlehnung an das bestehende Kreislaufwirtschaftskonzept und vergleichbare Flüssigvergärungsanlagen abgeschätzt.

Für die weitere Planung wird von einem Investitionsvolumen von **ca. 1,1 Mio. €** ausgegangen. Die Biogasanlage ist dabei **modular erweiterbar**, wodurch eine spätere Anpassung an steigende Substratmengen oder zusätzliche Stoffströme möglich ist. Die Investition ist unabhängig vom gewählten Heizsystem des Zoocampus zu betrachten und stellt eine eigenständige Ergänzung zur Energie- und Ressourcenstrategie dar.

7. CO₂-Einsparung durch Eigenproduktion

Ermittelt wurde in diesem Absatz die CO₂-Einsparung durch die Eigenproduktion von Strom und Biogas im Vergleich zu einem Zoo inklusive des Zoocampus ohne Eigenproduktion. Für den Zoocampus wurde für den Vergleich die Wärmeversorgung durch Wärmepumpen angesetzt, da dies dem aktuellen Stand der Technik darstellt. Die folgende Tabelle stellt die Annahmen der gewählten CO₂-Emissionsfaktoren je Energievariante dar. Für die Eigenproduktion wurde der Mittelwert anhand der prozentuell erwarteten Erträge am Gesamtertrag der einzelnen Anlagen am Beispiel der ersten Variante des Konzeptes ermittelt.

Photovoltaik	20 – 50 g/kWh
Windkraft	7 - 12 g/kWh
Holzvergasungsanlage	20 - 40 g/kWh
Mittelwert Eigenproduktion	31 g/kWh
Strommix Deutschland 2025	344 g/kWh
Erdgas	200 – 250 g/kWh
Biomethan	10 – 50 g/kWh

Tabelle 4: CO₂-Emissionsfaktoren je Energievariante

Als maßgebender Verbrauch des Zoos wurde die dritte Variante unter Berücksichtigung der Bestandsverbräuche angenommen. Der zu erwartende CO₂-Ausstoß dieser Variante ohne den Einbezug von Eigenproduktion wurde in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

	Strom [kWh]	Ausstoß CO ₂ [t]	Erdgas [kWh]	Aus- stoß CO ₂ [t]	Gesamtaus- stoß CO ₂ [t]
Wärmepumpe	1026419	353,1	570000	128,25	481,3

Tabelle 5: CO₂-Bilanz Vergleichsvariante 3 ohne Eigenproduktion

Dem gegenübergestellt wurden die Erträge der drei Varianten aus Strom- und Biogasproduktion. Bei der Vorzugsvariante der Kombination aus Holzvergasungsanlage und Wärmepumpen kann somit eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes in etwa 50 % erwartet werden.

	Ertrag Strom [kWh]	Einspa- rung CO ₂ Strom [t]	Ertrag Biogas [kWh]		Einsparung CO ₂ Erdgas [t]		Gesamtein- sparung CO ₂ [t]		Einsparung im Vergleich	
			min	max	min	max	min	max	min	max
Holzvergasung und Wärme- pumpe	481770	151,0	400000	550000	76	104,5	227,0	255,5	47,2%	53,1%
Holzvergasung	627916	196,8	400000	550000	76	104,5	272,8	301,3	56,7%	62,6%
Wärmepumpe	347377	108,9	400000	550000	76	104,5	184,9	213,4	38,4%	44,3%

Tabelle 6: CO₂ Einsparung der Varianten im Vergleich

8. Fazit

Die drei untersuchten Varianten der Wärmeversorgung – **Holzvergasung mit Wärmepumpe**, **Holzvergasung** sowie **dezentrale Wärmepumpen** – unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich

Technologie, Kosten und Betrieb, sondern auch deutlich in ihrem **CO₂-Minderungspotenzial**. Die folgende Bewertung fasst alle Kriterien zusammen und zeigt, welche Lösung für den Zoocampus die beste Gesamtperspektive bietet.

Die Einbindung einer Biogasanlage wirkt systemübergreifend positiv:

- sie reduziert den fossilen Erdgasbezug erheblich
- steigert die Gesamt-CO₂-Einsparung aller Varianten
- stärkt die Kreislaufwirtschaft unabhängig vom Heizkonzept

8.1 Bewertung der Varianten

Die zusammengefassten Bewertungskriterien ergeben folgendes Bild:

Kriterium	Holzvergasung + Wärmepumpe	Holzvergasung	Wärmepumpe
Anschaffungskosten	○	–	++
Betriebskosten	○	+	–
Betriebsaufwand	–	—	++
Platzbedarf	–	—	++
Kreislaufwirtschaft	++	+	–
Ausfallsicherheit	++	—	○
Innovation	+	++	○
Vorbildfunktion	++	++	○
CO ₂ -Einsparung	+	++	○
Ergebnis	1	3	2

Table 7: Bewertung der Varianten

Variante 1 – Holzvergasung + Wärmepumpen (Platz 1)

Diese Variante stellt die **ausgewogenste Gesamtlösung** dar.

Sie kombiniert:

- hohe ökologische Effizienz
- starke Einbindung eigener Stoffströme (Holz, Grünschnitt, organische Reststoffe)
- hohe CO₂-Reduktion von rund **50 %**
- Redundanz und hohe Ausfallsicherheit
- gute Erweiterungsfähigkeit
- modernste Technik (Wärmepumpen + Holzvergasung)

Durch die Möglichkeit, sowohl Strom als auch Biomethan eigenständig zu erzeugen, erreicht diese Variante eine besonders hohe **Energieautarkie** und Versorgungssicherheit. Trotz höherer Anfangsinvestitionen überzeugt sie durch ihre langfristige Wirtschaftlichkeit und ihre ausgeprägte Vorbildfunktion.

Variante 3 – Wärmepumpen (Platz 2)

Die rein elektrische Wärmepumpenlösung bietet:

- die geringsten Investitionskosten
- der CO₂-Minderungseffekt deutlich geringer
- den niedrigsten technischen Aufwand
- den geringsten Platzbedarf

Allerdings führt der hohe Stromverbrauch zu deutlich höheren Betriebskosten und der geringste Beitrag zur Kreislaufwirtschaft spricht gegen diese Variante. Sie ist technisch zuverlässig, aber **ökologisch und wirtschaftlich weniger nachhaltig** als Variante 1.

Variante 2 – Holzvergasung (Platz 3)

Diese Variante erzielt zwar:

- die höchste Eigenstromproduktion
- eine starke Kreislaufwirtschaft
- die größten absoluten CO₂-Einsparungen
- eine hohe Innovationswirkung

Jedoch sind die größten Nachteile:

- hoher Platzbedarf
- hoher Betriebsaufwand
- starke Abhängigkeit von einer einzigen Anlage
→ **Ausfall = vollständiger Wärmeverlust**

Daher ist diese Variante aus Versorgungssicht am wenigsten empfehlenswert.

8.2 Gesamtfazit

Die Kombination aus Holzvergasungsanlage und Wärmepumpen (Variante 1) und eine ergänzende Biogasanlage stellt die beste Lösung für den Zoocampus Schwerin.

Sie bietet:

- höchste Versorgungssicherheit
- eine CO₂-Reduktion von bis zu **50 %**,
- eine drastische Verringerung fossiler Energiebezüge
- starke Einbindung bestehender Stoffströme (Grünschnitt, Reststoffe)
- sehr gute ökologische und pädagogische Vorbildfunktion
- effiziente Kopplung aus Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung
- Flexibilität für zukünftige Erweiterungen (z. B. Tropenhaus, weitere Gebäude)

Damit stellt Variante 1 ein **robustes, nachhaltiges und langfristig wirtschaftliches Energieversorgungskonzept** dar, das optimal zu den Zielen des Zoos im Bereich Umweltbildung, Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft passt.

9. Bauphysik

Für den Zoo steht ein möglichst nachhaltiger Aufbau der Konstruktion im Vordergrund. Hierzu wurde seitens der Planer eine Fassade aus Reet mit einer massiven Brettschichtholz- oder Stahlbetonwand als Tragkonstruktion angedacht. Reet kann, ebenso wie die Brettschichtholz- oder Stahlbetonwand, regional bezogen werden. Grundsätzlich wäre eine Eigenproduktion durch Paludikulturen möglich. Dies würde aufgrund der Dauer der Etablierung der Pflanzen von 3-5 Jahren eine Verzögerung im geplanten Bauzeitraum bedeuten.



Abbildung 13: Beispiel einer Reetfassade

Geplant ist bei dem Wandaufbau die untypische Konstruktion ohne eine Hinterlüftung des Reetaufbaus. Dieses bietet den Vorteil, dass das Reet nicht nur als Fassade, sondern auch als Wärmedämmung fungiert.

Weiterhin besteht durch den Verzicht der Hinterlüftungsebene ein besserer Brandschutz. Bei der traditionellen Bauweise würde im Brandfall in der Hinterlüftung ein Kamineffekt entstehen. Dieses würde zu einer schnelleren Ausbreitung und einer Erschwernis bei der Brandbekämpfung bedeuten.

Da der Aufbau der Fassade mit Reet eine Abweichung in der Gebäudeklasse 3 darstellt ist ggf. eine Sprinkleranlage unterhalb der Deckenvorsprünge vorzusehen.

Im Folgenden werden drei unterschiedliche Dämmvarianten dargestellt. Wobei die Varianten jeweils mit Stahlbeton und Brettschichtholz als tragende Konstruktion aufgezeigt sind.

9.1 Dämmstoff Reet

Wärmeschutz

$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2023/24 Neubau*: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



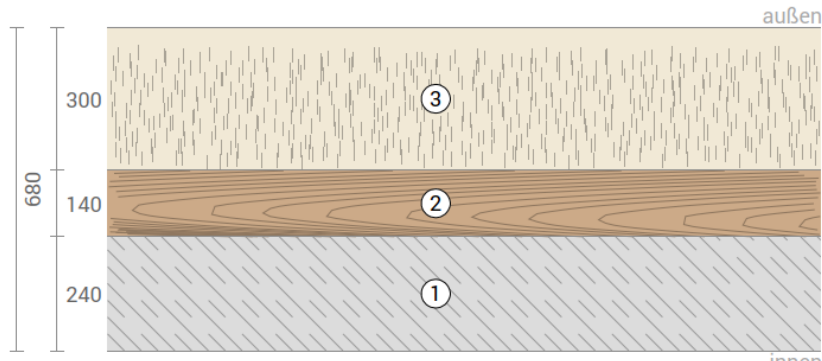
Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 512 g/m²a
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 583 kJ/m²K



- ① Beton armiert (240 mm)
- ② best wood BSH-Decke Brettschichtholz (140 mm)
- ③ Reeteindeckung (300 mm)

Abbildung 14: Stahlbeton mit Reet

Maximale wäre eine Reetstärke von 30 cm zu verbauen, da ansonsten An- und Abschlüsse an der oberen Kante nur schwer herzustellen sind. Von diesen 30cm sind 15cm für den Wärmeschutz an-rechenbar, da der äußere Teil luftdurchspült wird. Aufgrund der eingeschränkten Dämmstärke und der Befestigung der Reetlage wurde bei der Stahlbetonkonstruktion noch eine Brettschichtholzlage eingefügt. Diese Aufbauten erreichen den Effizienzhaus 55 Standard.

Wärmeschutz

$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



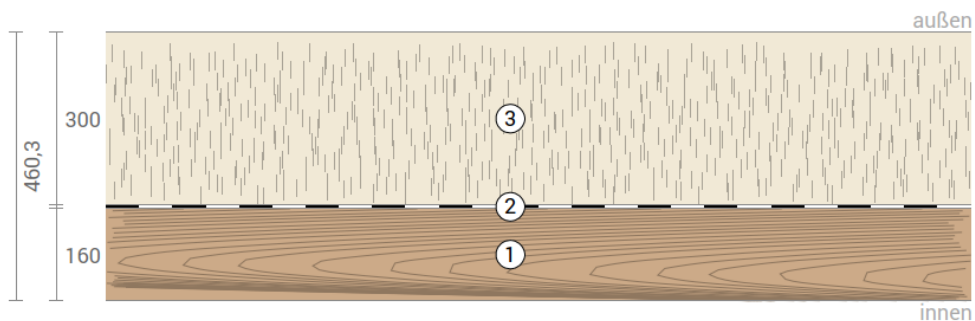
Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 1225 g/m²a
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 118 kJ/m²K



- ① best wood BSH-Decke Brettschichtholz (160 mm)
- ② DELTA®-FASSADE S PLUS
- ③ Reeteindeckung (300 mm)

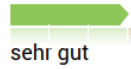
Abbildung 15: Brettschichtholz mit Reet

9.2 Dämmstoff Holzfaserplatte und Reet

Wärmeschutz

$$U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

BEG Effizienzhaus 40*: $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Feuchteschutz

Trocknungsreserve: $632 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: > 100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: $544 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

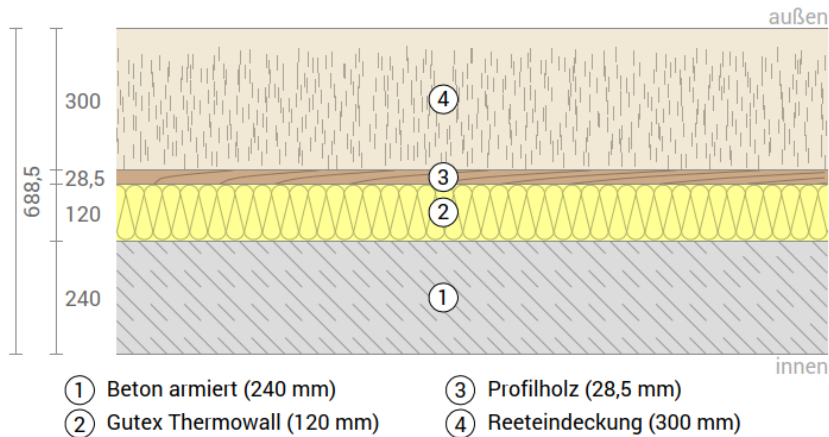


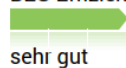
Abbildung 16: Stahlbeton mit Holzfaserplatte und Reet

Zusätzlich zu der Dämmlage aus Reet wird in den beiden Darstellung eine Holzfaserplatte eingebaut. Da Holzfaserplatten im Brandfall schwelen und dies sich in Kombination mit Reet ungünstig darstellt, wurde eine Schalung als Trennschicht eingeplant. Diese ermöglicht weiterhin die bessere Montage der Reetlage. Die Erhöhung des Wärmeschutzes hat zu Folge das diese Aufbauten dem Effizienzhaus 40 Standard entsprechen.

Wärmeschutz

$$U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

BEG Effizienzhaus 40*: $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Feuchteschutz

Trocknungsreserve: $772 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: > 100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: $147 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

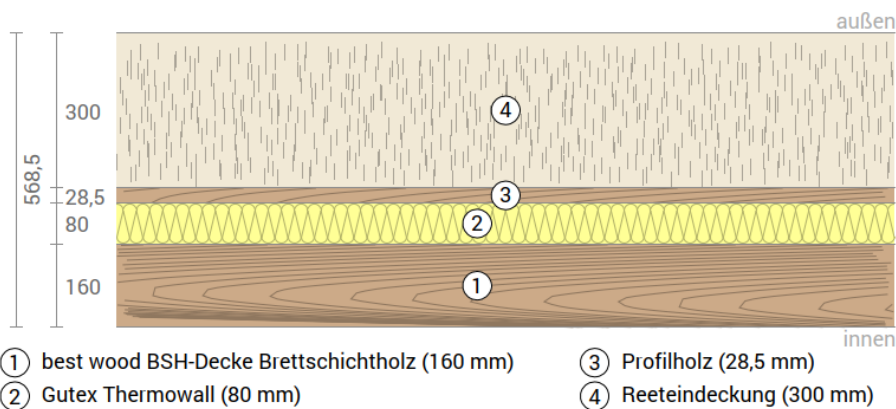


Abbildung 17: Brettchichtholz mit Holzfaserplatte und Reet

9.3 Dämmstoff Seegras und Reet

Wärmeschutz

$$U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

BEG Effizienzhaus 40*: $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



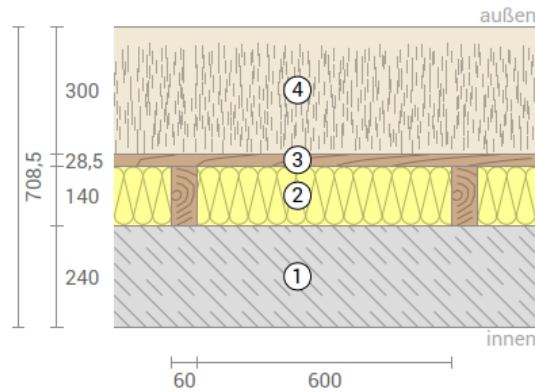
Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 619 g/m²a
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 538 kJ/m²K



- ① Beton armiert (240 mm)
- ② NeptuTherm (140 mm)
- ③ Profilholz (28,5 mm)
- ④ Reeteindeckung (300 mm)

Abbildung 18: Stahlbeton mit Seegras und Reet

Als Alternative zum Holzfaserdämmplatte wird in der dritten Variante eine Seegrasdämmung geplant. Diese kann wie das Reet regional bezogen werden und bietet von Natur aus einen besseren Brandschutz als Holzfaserdämmung. Ebenso wie die Variante mit der Holzfaserdämmung würde mit dem Aufbau der Effizienzhaus 40 Standard erreicht, allerdings ist hierfür eine geringfügig stärkerer Wandaufbau nötig.

Wärmeschutz

$$U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

BEG Effizienzhaus 40*: $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



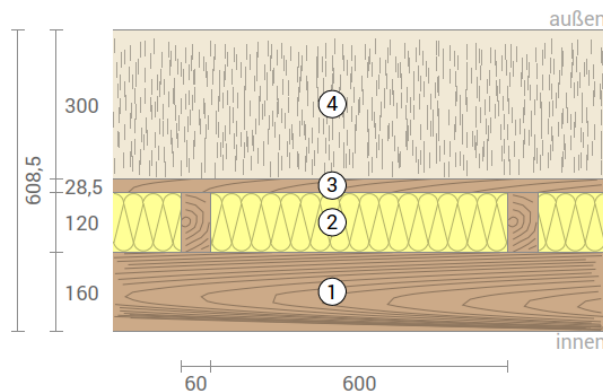
Feuchteschutz

Trocknungsreserve: 704 g/m²a
Kein Tauwasser



Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100
Phasenverschiebung: nicht relevant
Wärmekapazität innen: 147 kJ/m²K

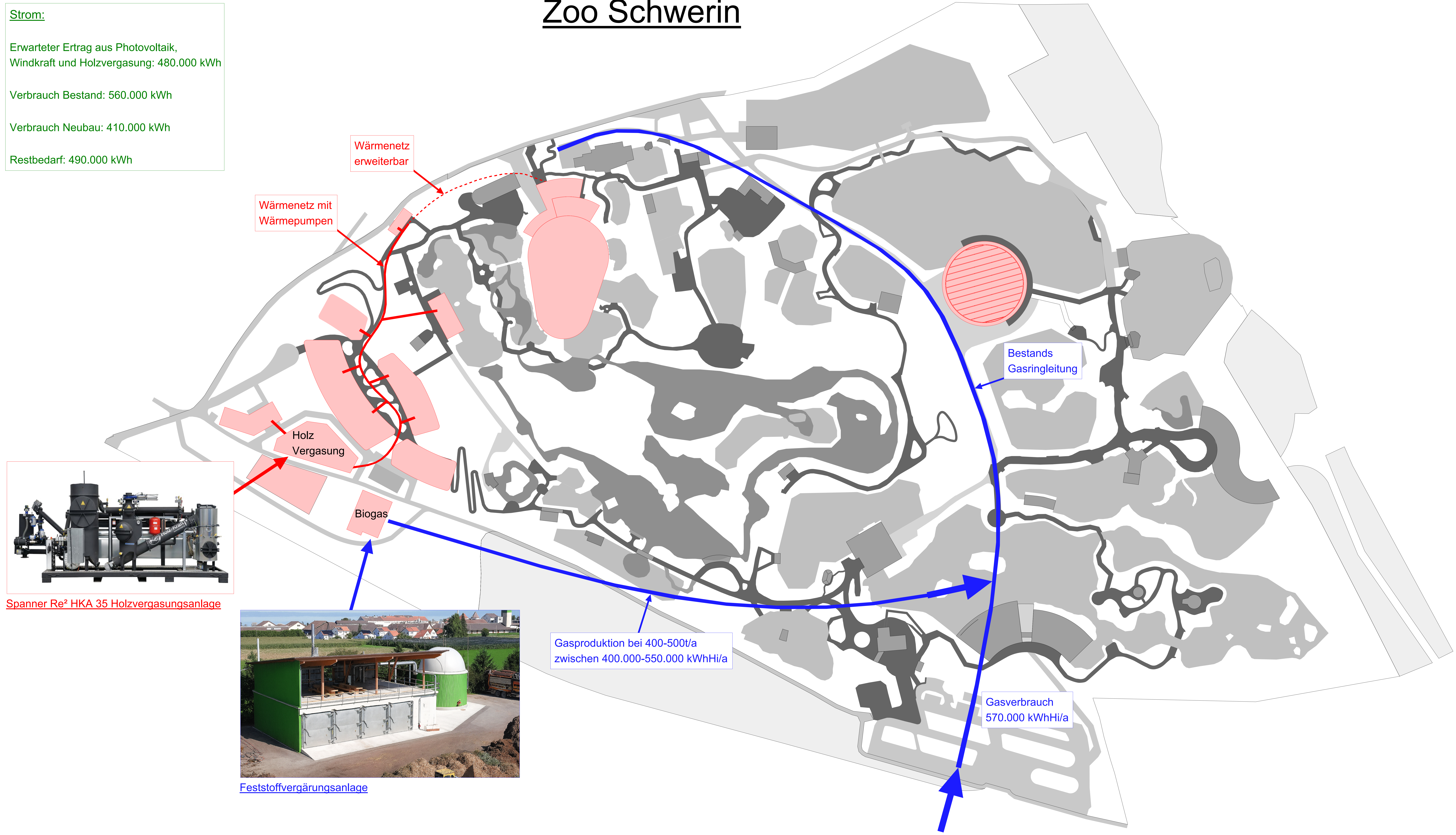


- ① best wood BSH-Decke Brettschichtholz (160 mm)
- ② NeptuTherm (120 mm)
- ③ Profilholz (28,5 mm)
- ④ Reeteindeckung (300 mm)

Abbildung 19: Brettschichtholz mit Seegras und Reet

Konzept Energieversorgung Zoo Schwerin

Strom:
Erwarteter Ertrag aus Photovoltaik,
Windkraft und Holzvergasung: 480.000 kWh
Verbrauch Bestand: 560.000 kWh
Verbrauch Neubau: 410.000 kWh
Restbedarf: 490.000 kWh



Wärmenetz erweiterbar

Wärmenetz mit Wärmepumpen

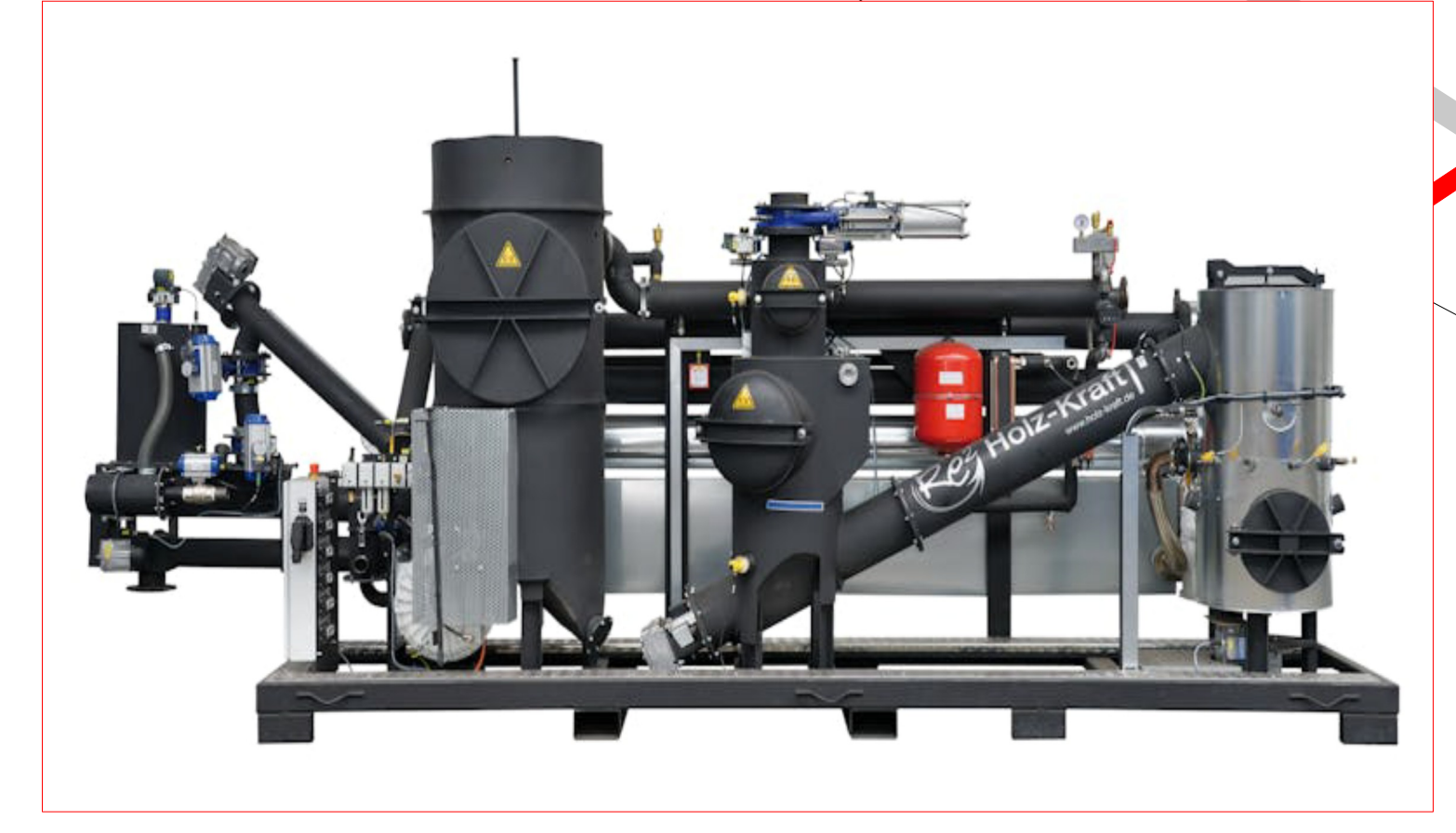
Holz Vergasung

Biogas

Bestands Gasringleitung

Gasproduktion bei 400-500t/a
zwischen 400.000-550.000 kWhHi/a

Gasverbrauch
570.000 kWhHi/a



Spanner Re² HKA 35 Holzvergasungsanlage



Feststoffvergärungsanlage



renergon
waste to value

RENERGON RSD®

Verwertung von organischen Abfällen & Festmist



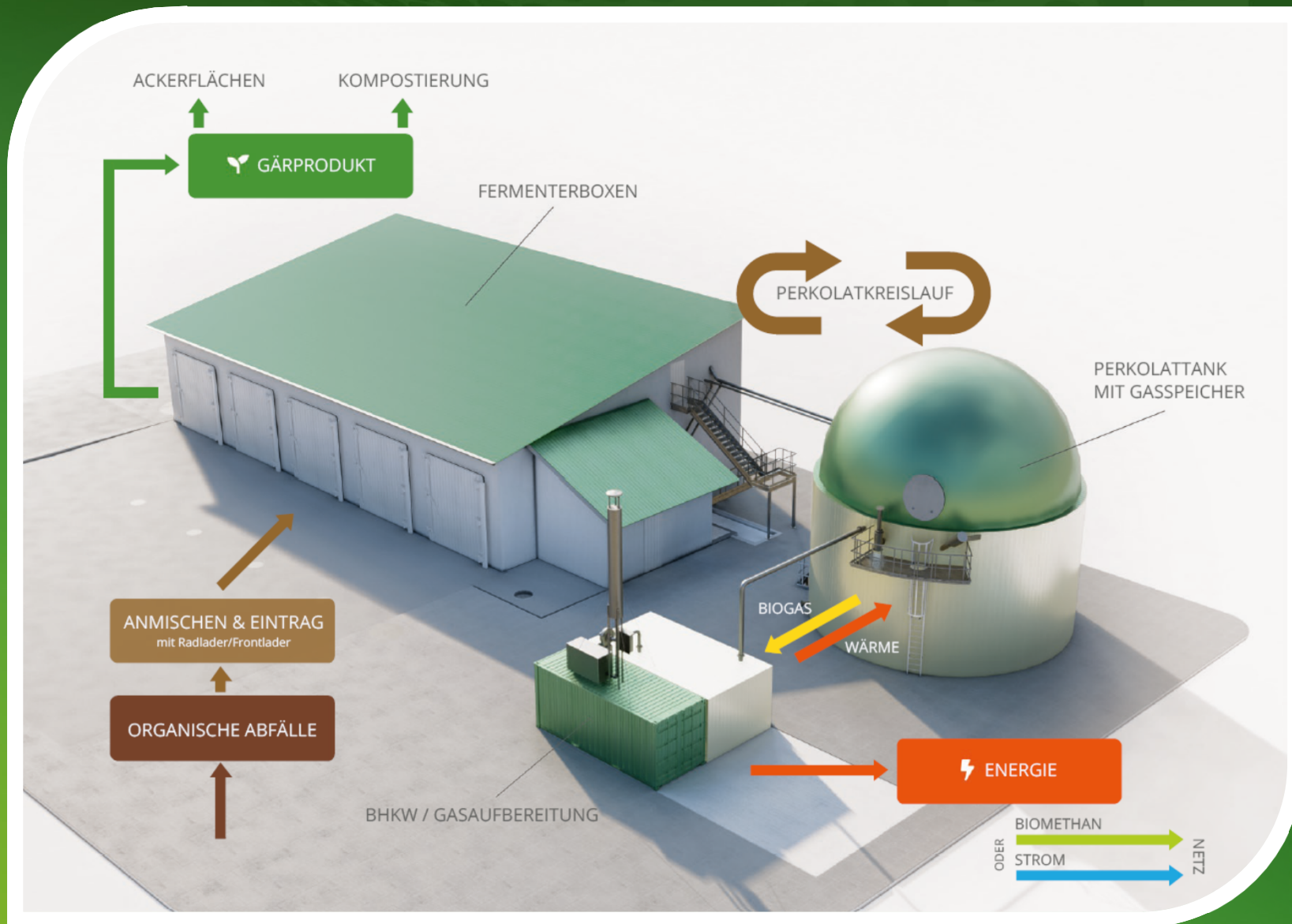
Rund um Biogas. Weltweit.

RENERGON ist ein dynamischer, innovativer und global agierender Greentech-Champion mit Sitz in der Schweiz und Deutschland. Unser weltweites Netzwerk von Partnern garantiert den Erfolg unserer patentierten RSD-Technologie zur Trockenvergärung – sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht.

Unsere Mission

Unsere Mission ist es, durch die Entwicklung nachhaltiger Verfahren für erneuerbare Energien und geschlossene Stoffkreisläufe einen Beitrag zur Lösung des globalen Problems der sauberen Energieversorgung zu leisten. Wir stehen für Nachhaltigkeit, lokale Wertschöpfung sowie geschlossene Stoffkreisläufe und fokussieren uns auf eine saubere und lebenswerte Umwelt.





i Erläuterung: Von der Annahme über die Vergärung bis zur Energiegewinnung und Gärproduktverwertung.

Technologie & Expertise

Innovative RSD® Technologie zur Feststoffvergärung

RENERGON nutzt die patentierte RSD®-Technologie, die speziell zur Feststoffvergärung entwickelt wurde. Diese Technologie ermöglicht die Vergärung trockener und faseriger Substrate, die in herkömmlichen Biogasanlagen oft zu Problemen führen. Unser Batch-Verfahren liefert eine kontinuierliche Biogasausbeute bei geringem manuellem Aufwand und niedriger Störanfälligkeit.



Prozess & Verfahren

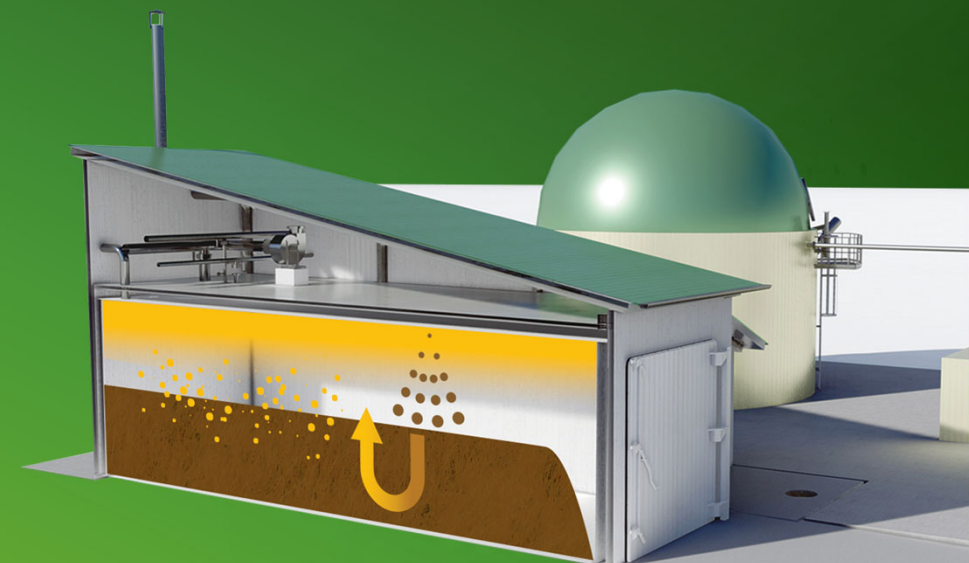
Die Feststoffvergärungsanlage besteht aus mehreren befahrbaren, gasdichten und säurebeständigen Beton-Fermenterboxen, sowie einem Perkolattank für die Prozessflüssigkeit.

Die Fermenterboxen werden mit einem zeitlichen Abstand von wenigen Tagen mit den verfügbaren organischen Feststoffen befüllt. Zum Starten und Aufrechterhalten des thermophilen Biogasprozesses wird die Biomasse mit erwärmter Prozessflüssigkeit (Perkolat) besprüht, welche durch die Biomasse sickert und anschliessend wieder dem Tank zugeführt wird. Durch diesen geschlossenen Kreislauf werden die im Perkolat enthaltenen Mikroorganismen, essenziellen Nährstoffe, Feuchtigkeit und Wärme gleichmäßig in der Biomasse verteilt.



Die Biomasse wird während der gesamten Verweilzeit nicht bewegt, weshalb die Feststoffvergärung ohne aufwändige und anfällige Pump-, Rühr- und Heiztechnik auskommt. Das Resultat ist eine wartungsfreundliche Anlage mit hoher Verfügbarkeit und Lebensdauer, sowie mit geringem Wärme- und Eigenenergiebedarf.

Während des anaeroben Abbauprozesses entsteht Biogas, das zu Biomethan aufbereitet direkt ins Gasnetz eingespeist werden kann. Oder alternativ in einem BHKW oder einer Brennstoffzelle zu Strom und Wärme gewandelt wird. Durch die zeitversetzte Befüllung der Boxen entsteht, über alle Fermenterboxen kumuliert, ein kontinuierlicher Gasertrag. Das Gärprodukt, welches eine Massenreduktion gegenüber der eingesetzten Biomasse erfährt, kann direkt als hochwertiger Dünger und zum Humusaufbau auf Felder ausgebracht oder zu Kompost aufbereitet und vermarktet werden. Störstoffe in der Biomasse haben weder auf die robuste Anlagentechnik noch auf den stabilen biologischen Abbauprozess Einfluss.



Vergärungstechnologien

Trockensubstanzgehalt Biomasse x Gas Potenzial



ⓘ DIE INFOGRAFIK ZEIGT AUSGEWÄHLTE BIOMASSE FÜR DIE NUTZUNG IN EINER DER DREI FERMENTATIONSTECHNOLOGIEN. DIE BIOMASSE IST MIT EINEM DURCHSCHNITTLICHEN RELATIVEN GASPOTENZIAL DARGESTELLT. GRUNDSÄTZLICH KÖNNEN ALLE SUBSTRATE BIS ZU EINEM GEWISSEN GRAD IN ALLEN VERFAHREN EINGESETZT WERDEN, WOBEI TROCKENE UND FASERREICHE BIOMASSE FÜR DIE FLÜSSIG- UND PFROPFENSTROMVERGÄRUNG MEIST EINE AUFWÄNDIGE VORBEHANDLUNG ERFORBERT.

i Erläuterung: Gaspotenzial und Trockensubstanzgehalt der Biomasse bestimmen die optimale Verwertungstechnologie.

Vorteile der Feststoffvergärung

Durch die innovative Feststoffvergärungstechnologie können verschiedene Arten von Biomasse optimal genutzt werden, was sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bietet. Im Folgenden werden die Hauptvorteile und der Vergleich zwischen Fest- und Flüssig-Vergärung dargestellt.

- ✓ **Hohe Substratflexibilität:** Verwertung faserreicher und trockener Inputstoffe (TS >20-55%).
- ✓ **Geringe Betriebskosten:** Niedriger Eigenenergieverbrauch.
- ✓ **Wertvolles Gärprodukt:** Organischer Mehrnährstoff- und Humusdünger zur Bodenverbesserung.
- ✓ **Kontinuierlicher Gasertrag:** Durch zeitversetzten Betrieb der Fermenterboxen.



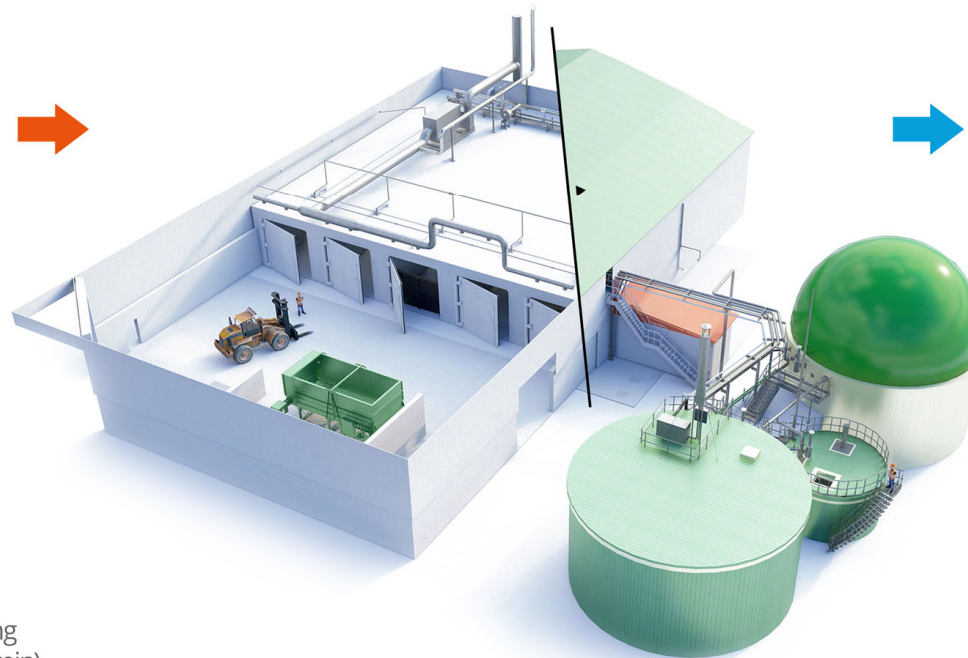
Fest- vs. Flüssigvergärung



- ✓ **Statische Biomasse:**
Biomasse ruht statisch im Fermenter, nur das Perkolat wird im Kreislauf geführt.
- ✓ **Geringer Verschleiss:**
Wenige mechanische Komponenten reduzieren Belastung und Verschleiss.
- ✓ **Geringe Servicezeiten:**
Höhere Anlagenverfügbarkeit und geringe Wartungskosten.
- ✓ **Stabiler Abbauprozess:**
Keine Prozesshemmungen, besserer Abbauprozess und geringeres Restgaspotential im Endlager.

INPUT
SUBSTRATE

-  Bioabfall aus Haushalten
-  Industrielle organische Abfälle
-  Landwirtschaftliche organische Abfälle
-  Festmist aus der Tierhaltung (Geflügel, Pferd, Rind, Schwein)
-  Grünabfälle aus der Landschaftspflege



OUTPUT
PRODUKTE

- Strom Netzeinspeisung 
- Bio-Erdgas Netzeinspeisung 
- CNG Biokraftstoff Mobilität & Transport 
- Wärme/Kälte Erzeugung 
- Organischer Dünger Kompost 

i Erläuterung: Verwertung organischer Abfälle zu Biogas, Energie und Dünger – effizient im geschlossenen Stoffkreislauf.

Aus der Praxis

Im niedersächsischen Lehrte verwerten die beiden Landwirte Bartels und Boedecker Pferdemist aus der Region in einer Renergon 75 kW Kompaktanlage. Wie wirtschaftlich erfolgreich und ökologisch nachhaltig diese Verwertung ablaufen kann, zeigt dort das Landwirte-Team.

Pferdemist, der hauptsächlich aus Stroh besteht, stellt ein Entsorgungs-Problem für Reitställe dar. Dafür haben die zwei Landwirte nun eine Lösung gefunden. Sie haben sich für eine Renergon Biogasanlage zur Feststoffvergärung entschieden die mit Pferdemist betrieben wird.

Das Besondere an dieser Anlage ist, dass sich anders als bei herkömmlichen Biogasanlagen im Vergärer keine Flüssigkeit, sondern nur fester Mist befindet. Das entstehende Gas wird in einem Blockheizkraftwerk zu Wärme und Strom gewandelt. **„Das scheint auf den ersten Blick etwas teurer, aber es lohnt sich, da man dadurch keine eigene Mistplatte bauen muss, die Wärme nutzen und den Strom zu langfristig festem Preis einspeisen kann“**, sagt Bartels, der die Anlage zusammen mit Boedecker betreibt. Aufgrund der geringen Geruchsbelastung ist auch der Abstand seines Wohnhauses in direkter Nachbarschaft kein Problem, das zudem mit der entstehenden Abwärme versorgt wird.

Der Pferdemist kommt aus der Region. In dieser vorbildlichen Kreislaufwirtschaft wird Mist zu einem Gärprodukt, das als Dünger und Bodenverbesserer auf den eigenen Getreidefeldern ausgebracht wird. Nach der Ernte wird das Getreidestroh wieder als Einstreu für die Pferde verwendet. Zwei bis dreimal im Jahr wird das Gärprodukt auf die Felder verteilt. Besonders gut reagiert das Bodenleben im Frühjahr auf die Ausbringung des Gärprodukts, das aufgrund des niedrigen Stickstoffgehaltes (im Vergleich zu flüssiger Gülle) oben auf dem Boden liegen darf. **„Das konnte man dieses Jahr schon auf den Meter genau am Bestand sehen, wo das Gärprodukt gestreut wurde und wo nicht“**, freut sich Bartels. Im Februar schützt die Schicht zudem gegen Frost. **„Wenn wir früh im Jahr streuen, ist Ostern alles von der Oberfläche verschwunden und steht den Pflanzen als Dünger zur Verfügung“**, sagt Bartels. Er stellt fest, dass das Bodenleben durch den festen Dünger vitaler geworden ist. **„Ich habe schon zwei Jahre lang keine Insektizide mehr im Raps und Getreide verwendet“**, sagt der Landwirt. Pilze und Unkrautsamen, die zuvor mit dem Mist über die ganze Fläche verteilt worden sind, werden nun durch die Bakterien und die Wärme in der Biogasanlage abgetötet. In 18 bis 21 Tagen verwandeln die Landwirte den Mist in den Fermenterboxen zu wertvollem organischem Dünger. **„Wir sind froh, dass wir das Vorhaben gewagt haben“**, sagt Boedecker abschliessend.



top
agrar

Die Landwirte Jens Boedecker und Adrian Bartels.
Quelle: TOP AGRAR, 06.08.2020



Referenzen

Schweiz - Steinach

Substrat:	Festmist, Grüngut
Durchsatz:	4'000 t/a
CO2 Einsparung:	1'000 t CO2-eq/a



Nahe St. Gallen ging 2023 eine RSD-S Kompakt-Biogasanlage in Betrieb. Sie verarbeitet jährlich 4'000 Tonnen Grünabfall und Ernterückstände und erzeugt dabei 345'000 Nm³ Biogas. Die durchschnittliche Leistung beträgt 64 kW_{el} und 95 kW_{th}. Dank der Integration in eine bestehende Kompostierung werden Stoffkreisläufe geschlossen und regionale Ressourcen effizient genutzt.



Deutschland - Lehrte

Substrat:	Pferdemist, Rindermist
Durchsatz:	4'100 t/a
CO2 Einsparung:	452 t CO2-eq/a



In Lehrte betreiben Adrian Bartels und Jens Boedecker eine Biogasanlage, die jährlich bis zu 4'100 Tonnen Pferde- und Rindermist verarbeitet. Dabei entstehen 300'000 Nm³ Biogas sowie 75 kW_{el} elektrische Leistung – genug Strom für rund 230 Haushalte. Seit Inbetriebnahme zeigt die Anlage, wie Feststoffvergärung Mist effizient in Energie und hochwertigen Dünger verwandelt, der direkt wieder in die Landwirtschaft zurückfließt.



Deutschland - Sundern

Substrat:	Biotonne, Grünschnitt
Durchsatz:	22'000 t/a
CO2 Einsparung:	3'280 t CO2-eq/a



Die Anlage auf der Hellefelder Höhe in Sundern verarbeitet jährlich 22'000 Tonnen Bioabfall und Grünschnitt. Dabei erzeugt sie 2,2 Millionen Nm³ Biogas, das zur Stromversorgung von rund 1'250 Haushalten beiträgt. Die durchschnittliche elektrische Leistung liegt bei 580 kWel. Anschliessend wird das Gärgut kompostiert, wodurch hochwertiger Kompost für Privathaushalte, Gärtnereien und die Landwirtschaft entsteht. Die Anlage ist seit 2019 in Betrieb.



Schweiz - Küsnacht

Substrat:	Grünschnitt
Durchsatz:	8'000 t/a
CO2 Einsparung:	1'280 t CO2-eq/a



In Küsnacht bei Zürich verwertet die Biogasanlage des Maschinenrings seit 2021 jährlich 8'000 Tonnen Grünschnitt. Mit einem Biogasertrag von 800'000 Nm³ und einer Leistung von 202 kWel versorgt sie rund 400 Haushalte mit Strom. Einwohner können ihren Gartenschnitt abgeben und erhalten dafür hochwertigen Kompost zurück.



Schweiz - Murimoos

Substrat:	Grüngut, Festmist
Durchsatz:	4'300 t/a
CO2 Einsparung:	650 t CO2-eq/a



Auf dem Gelände von Murimoos werken und wohnen wird seit über 30 Jahren Grüngut aus der Region zu hochwertigem Kompost verarbeitet. Seit 2018 wird die Biomasse zuvor energetisch genutzt: Die Biogasanlage erzeugt jährlich 380'000 Nm³ Biogas und liefert mit einer Leistung von 97 kWel Strom für rund 300 Haushalte. In der Kreislaufwirtschaft entsteht so nicht nur erneuerbare Energie, sondern auch wertvoller Kompost aus Gartenabfällen, Küchenresten und Tiermist.

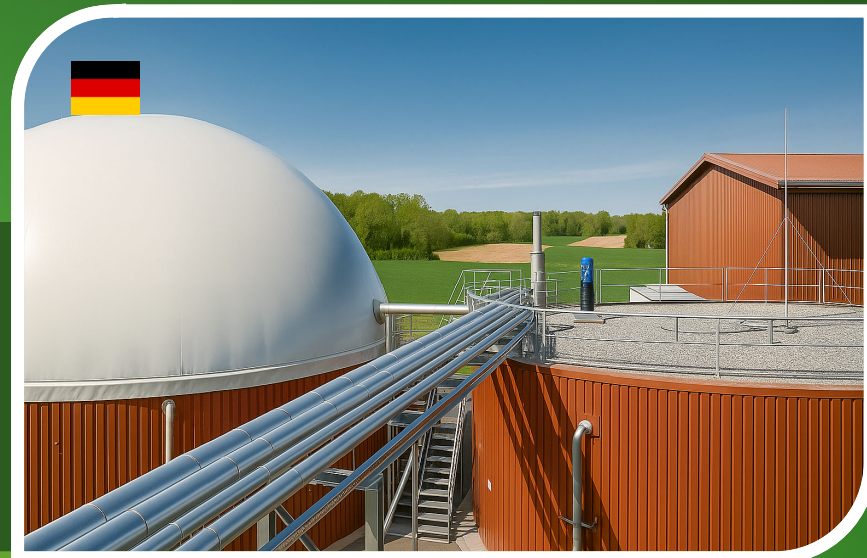


Deutschland - Biberach

Substrat:	Grüngut, Festmist
Durchsatz:	17'500 t/a
CO2 Einsparung:	2'980 t CO2-eq/a



Feststoffvergärung von Garten- und Parkabfällen sowie Pferdemist. Die Anlage versorgt rund 1'000 Haushalte mit Strom und speist Wärme ins Nahwärmenetz ein. Zwei BHKW ermöglichen eine flexible Stromproduktion nach Bedarf. Dank eingehauster Bauweise mit Abluftreinigung werden Geruchsemissionen minimiert. Der hochwertige Gütekompost wird in Landwirtschaft und Gartenbau genutzt.



China - Chongming

Substrat: Weizenstroh / Schweinegülle
 Durchsatz: 19'000 / 46'000 t/a
 CO2 Einsparung: 15'900 t CO2-eq/a



Auf der Insel Chongming in China setzt eine Biogasanlage neue Massstäbe in der Verwertung organischer Materialien. Mit der jährlichen Verarbeitung von 65'000 Tonnen Biomasse, darunter 19'000 Tonnen Weizenstroh und 46'000 Tonnen flüssiger Schweinegülle, demonstriert die Anlage, wie Abfallprodukte aus der Landwirtschaft effizient genutzt werden können.



Türkei - Gaziantep

Substrat: Haushaltsabfall
 Durchsatz: 22'000 t/a
 CO2 Einsparung: 5'150 t CO2-eq/a



Das Projekt zählt zu den grössten Umsetzungen des United Nations Development Programme (UNDP). Als umfassende Abfallbehandlungsanlage konzipiert, soll diese die lokale Wirtschaft und das städtische Budget unterstützen und gleichzeitig umweltfreundliche Lösungen für das wachsende Abfallproblem bieten.



RENERGON RSD®

Feststoffvergärung

Unsere Anlagen zur Feststoffvergärung zeichnen sich durch Effizienz und Wirtschaftlichkeit aus. Sie stehen für dezentrale energetische und stoffliche Verwertung eines breiten Spektrums an stapelbaren organischen Substraten, zum Beispiel Festmist, Grünschnitt, Bioabfall, Erntereste oder Stroh.

- ⊕ **Erprobte Feststoffvergärungs-Technologie**
- ⊕ **Höchste Substratflexibilität**
- ⊕ **Keine aufwändige Pump-, Rühr- und Heiztechnik**
- ⊕ **Wirtschaftlich in Anschaffung und Betrieb**
- ⊕ **Effiziente dezentrale Energieproduktion**
- ⊕ **Kontinuierliche Gasproduktion durch zeitversetzten Fermenterbetrieb**



Renergon GmbH
Otto-Lilienthal-Str. 5
88677 Markdorf
Deutschland
www.renergon.com

nur zum internen Gebrauch





nur zum internen Gebrauch

nur zum internen Gebrauch



nur zum internen Gebrauch



nur zum internen Gebrauch

