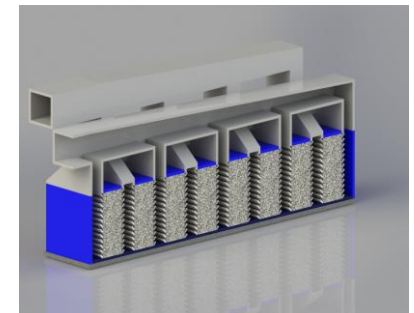
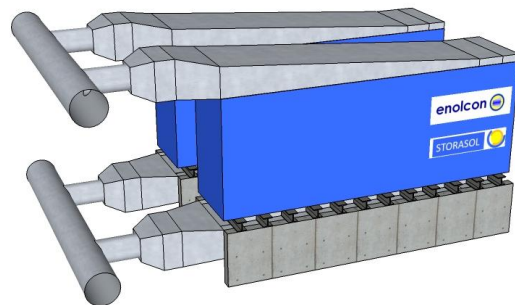


STORASOL – HTTES

Ziegelwerk < *Name* >

Energiespeicher-Konzept
Kosten und Wirtschaftlichkeit

„Technology for the future and today“





AGENDA

1. HTTES-Ziegelwerk – Grundlagen
2. HTTES Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept
3. Betriebsweisen
4. Kosten und Wirtschaftlichkeit
5. Finanzierung



AGENDA

1. HTTES-Ziegelwerk – Grundlagen

2. HTTES Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept

3. Betriebsweisen

4. Kosten und Wirtschaftlichkeit

5. Finanzierung



Zur Erhöhung der **Energieeffizienz** des Ziegelwerks <Name> in <Stadtname> ist vorgesehen die Hochtemperatur-Abwärmeströme vor dem Kamin zu nutzen.

Da der Wärmebedarf im Trockner zeitlich versetzt zu den anfallenden Wärmeströmen am Kamin liegt, ist vorgesehen diese Wärmemengen mit Temperaturen von ca. 350 °C **einzuspeichern** und bei Bedarf wieder aus zu speichern und zum Trockner zu leiten.

Die Firmen enolcon gmbh und STORASOL GmbH mit Sitz in Bietigheim-Bissingen haben eine Hochtemperatur-Energiespeichertechnologie entwickelt, die für entsprechende Anwendungen geeignet ist. Diese wird im folgenden als HTTES bezeichnet (**H**igh **T**emperature **T**hermal **E**nergy **S**torage).

STORASOL hat auf Grundlage nachfolgender Informationen und in Abstimmung mit Ziegelwerk <Name> ein Energiespeicher-Konzept entwickelt.

Auf Basis dieses Konzepts wurden nun die **Kosten** als Grundlage für eine **Wirtschaftlichkeits-Betrachtung** ermittelt.



Temperaturen:

Der HTTES soll die Temperaturspanne von 350 °C → 200 °C nutzen. Die Endtemperatur beim Entladen zum Trockner muss nicht bei über 300 °C bleiben, diese darf absinken, es wird dann mit den Brennern „entgegengesteuert“.

Belade- und Entladezeiten:

Beladezeit mit 350 °C beträgt ca. eine Stunde, die Entladezeit beträgt ebenfalls ca. eine Stunde.

Rauchgasvolumenstrom: 8.000 - 10.000 NM³/h

Temperaturgrenzwerte:

Die Temperatur vor dem Kamin sollte wie bisher auch ca. 200 °C sein. Es darf für eine überschaubare Zeitspanne auch weniger sein, jedoch nie unter 100 °C um Taupunktunterschreitungen im Kamin zu vermeiden.

Wärmeträgermedien:

Das Beladen erfolgt direkt mit Rauchgas, das Entladen soll mit Umgebungsluft erfolgen. Das Konzept sollte das gleichzeitige Beladen und Entladen ermöglichen.



Schallschutz:

Schallschutz ist ein wichtiges Thema, d. h. die Gebläse müssen gut gekapselt werden.

Rauchgas-/Luftleitungen: Aus Schallschutzgründen sollte die Strömungsgeschwindigkeit in den Kanälen nur in der Größenordnung von ca. 10 – 15 m/s liegen (Standardgröße). Dies ergibt für die Rauchgasleitungen einen Durchmesser von ca. 800 - 1000 mm (Beladen) und für die Luftleitungen (Entladen) einen Durchmesser von ca. 600 - 800 mm.

Fläche für Aufstellung:

Als Fläche wurde eine Fläche direkt vor dem Gebäude vorgeschlagen.

Schnittstellen:

Ziegelwerk <Name> macht die Anschlüsse an das bestehende Rauchgaskanalsystem und führt die Rauchgaskanalanschlüsse nach außen vor das Gebäude. Dort schließt dann STORASOL an.

Automatisierung:

Da das Ziegelwerk durchgehend in Betrieb ist und durchgehend automatisiert ist, muss auch der HTTES ebenfalls vollautomatisiert sein.



AGENDA

1. HTTES-Ziegelwerk – Grundlagen

2. HTTES Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept

3. Betriebsweisen

4. Kosten und Wirtschaftlichkeit

5. Finanzierung



Modulkonzept:

STORASOL hat auf Grundlage der vorhandenen Erfahrungen und Kenntnisse und auf Basis der Besprechung am <Datum> sowie der telefonischen Abstimmungen ein Konzept mit einem kombinierten Wärmetauscher erarbeitet.

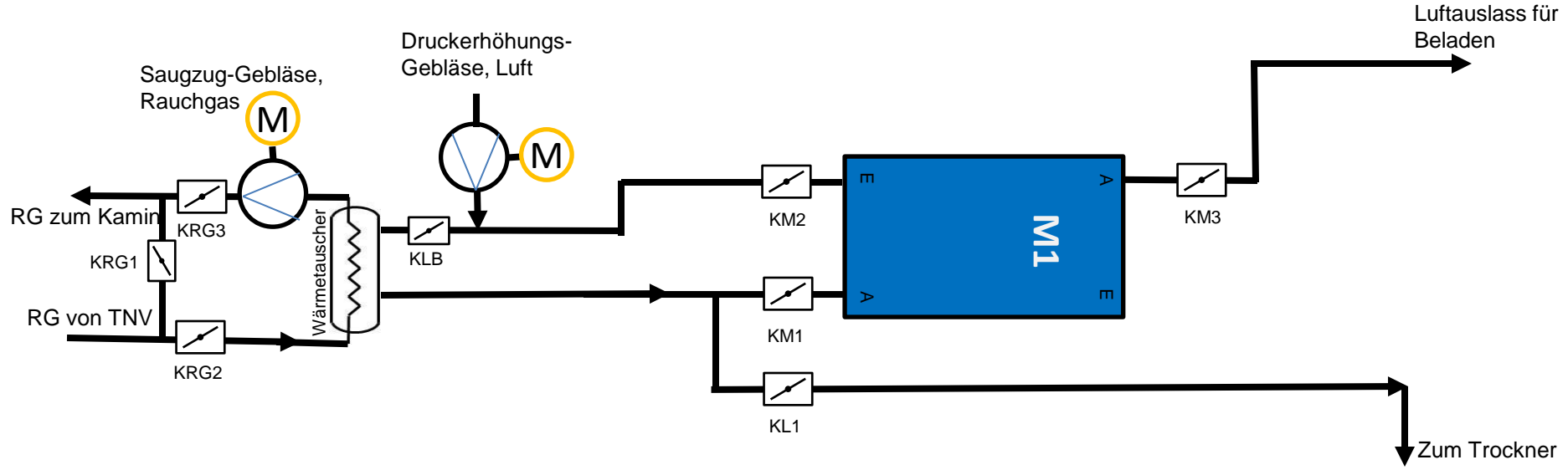
In den nachfolgenden Folien werden das gewählte Konzept sowie die verschiedenen Betriebsweisen vorgestellt.

Weiterhin hat STORASOL die zugehörigen Kosten ermittelt.

2. HTTES-Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept

KONZEPT mit einem Energiespeicher-Modul und einem Wärmetauscher:

Durch den Einsatz eines Wärmetauschers kann das Energiespeichersystem entkoppelt werden vom Rauchgassystem. Der Wärmetauscher erweitert die Betriebsmöglichkeiten bei Betriebsweisen in denen „Zeitgleichheit“ bzgl. Wärmeanfall am Kamin und benötigte Wärme im Prozess herrscht. Es ist über den Wärmetauscher sogar möglich das Modul zu beladen und gleichzeitig Wärme zum Trockner zu senden.



Klappennummern	KLB	KL1	KM1	KM2	KM3
Klappenzustand	Zu	Zu	Zu	Zu	Zu

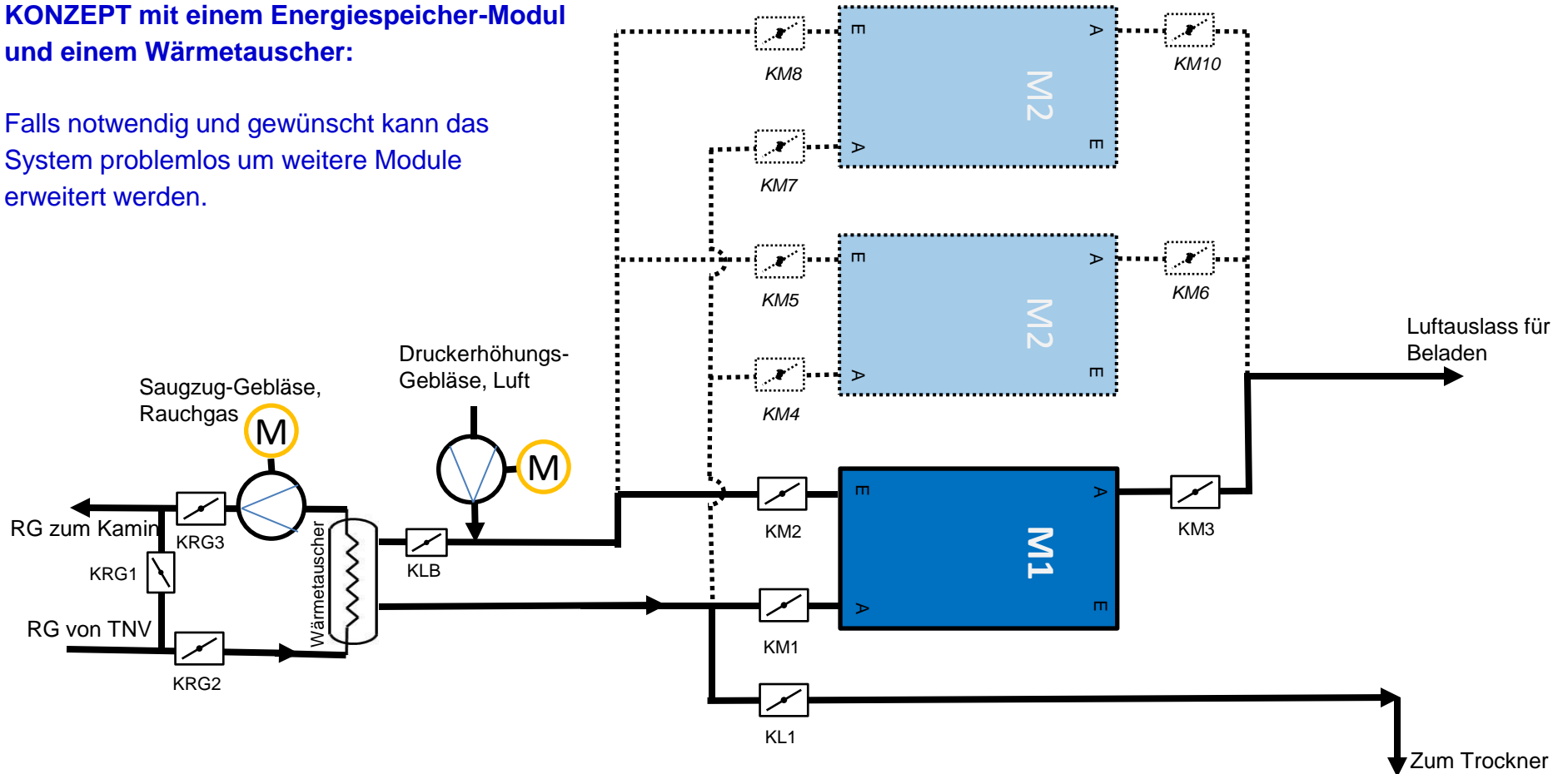
Klappennummern Rauchgas	KRG1	KRG2	KRG3
Klappenzustand	Zu	Zu	Zu



2. HTTES-Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept

KONZEPT mit einem Energiespeicher-Modul und einem Wärmetauscher:

Falls notwendig und gewünscht kann das System problemlos um weitere Module erweitert werden.



Klappennummern	KLB	KL1	KM1	KM2	KM3
Klappenzustand	Zu	Zu	Zu	Zu	Zu

Klappennummern Rauchgas	KRG1	KRG2	KRG3
Klappenzustand	Zu	Zu	Zu



AGENDA

1. HTTES-Ziegelwerk – Grundlagen

2. HTTES Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept

3. Betriebsweisen

4. Kosten und Wirtschaftlichkeit

5. Finanzierung

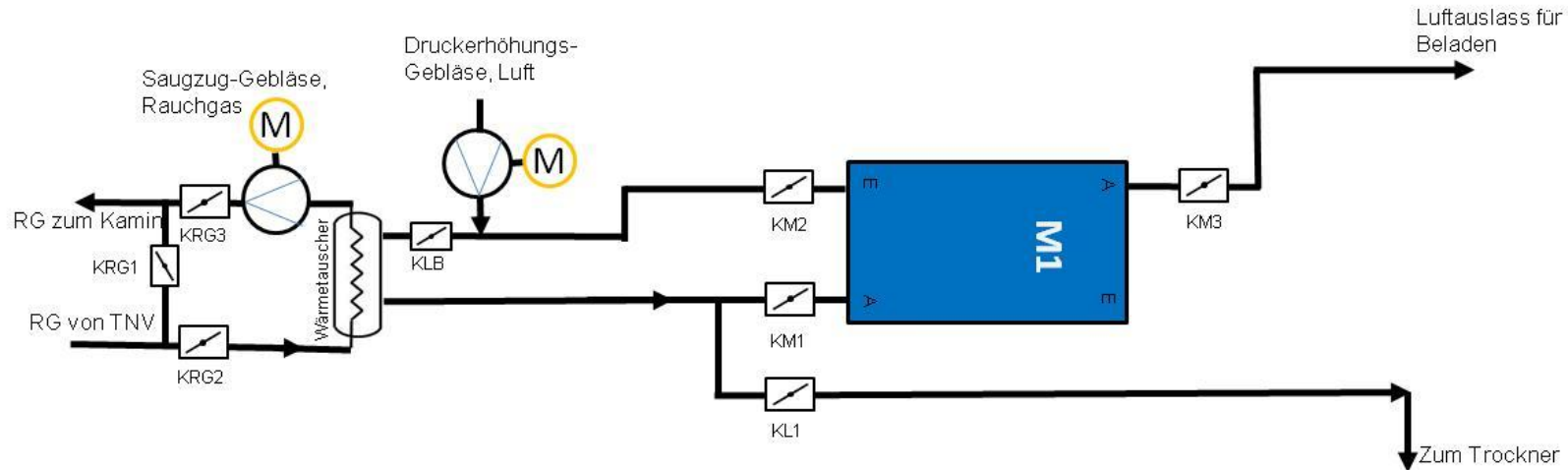


In den folgenden Folien sind die möglichen Betriebsweisen und die dazugehörige Klappenstellungen des gewählten Konzepts dargestellt.

Grundsätzlich besteht bei diesem Konzept keine Einschränkung die vor dem Kamin anfallende Überschusswärme zu nutzen:

Entweder wird diese direkt im Prozess benötigt und kann dann über den Wärmetauscher direkt zum Trockner geleitet werden oder die Wärme wird in dem Modul eingespeichert.

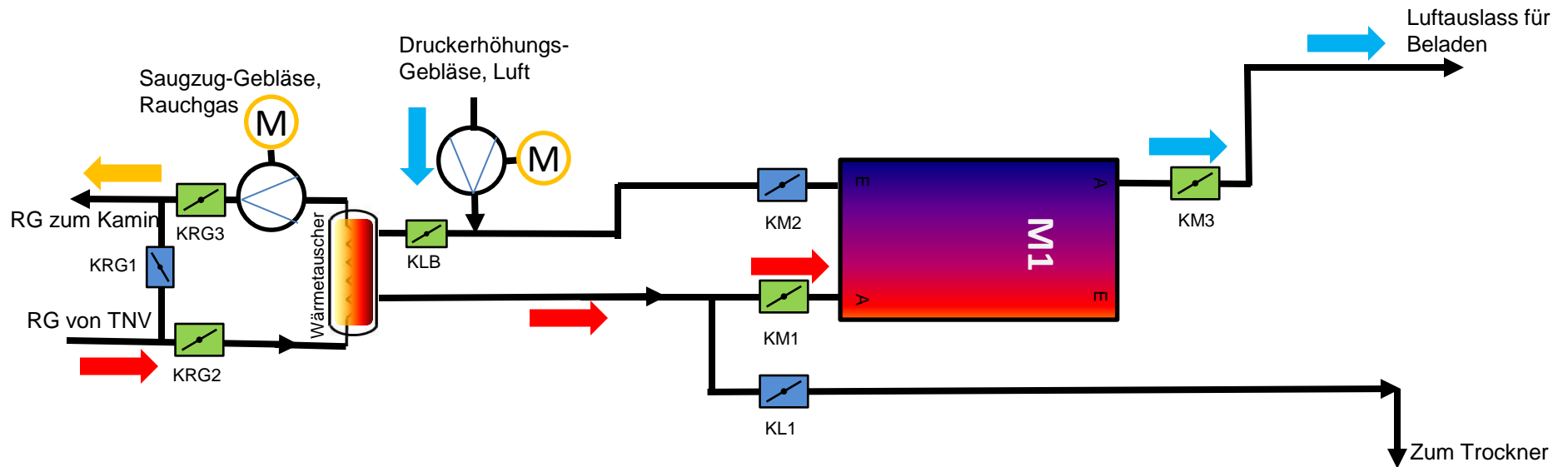
Es ist sogar eine Aufteilung des Wärmestroms möglich, d.h. ein Teil wird eingespeichert und ein anderer Teil geht in Richtung Trockner.





3. Betriebsweisen

In diesem dargestellten Betrieb wird nur M1 beladen.



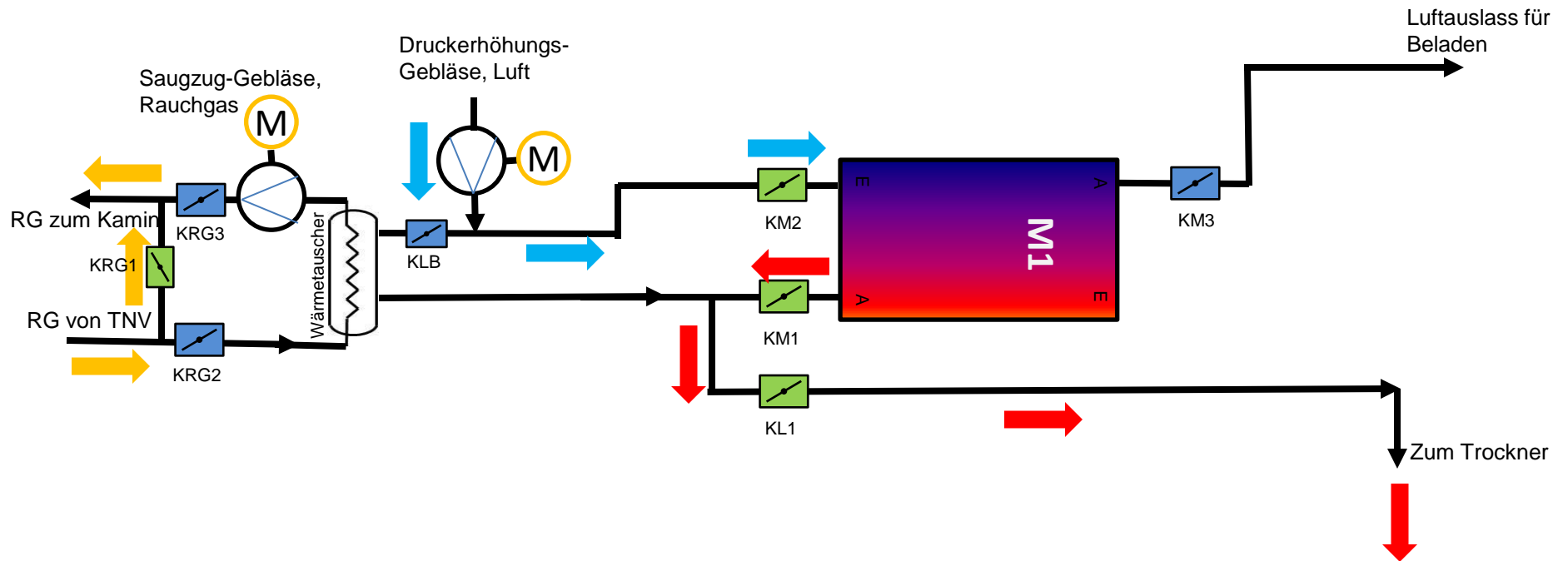
Klappennummern	KLB	KL1	KM1	KM2	KM3
Klappenzustand	Auf	Zu	Auf	Zu	Auf

Klappennummern Rauchgas	KRG1	KRG2	KRG3
Klappenzustand	Zu	Auf	Auf



3. Betriebsweisen

In diesem dargestellten Betrieb wird nur M1 entladen.
Der Wärmetauscher wird nicht genutzt.



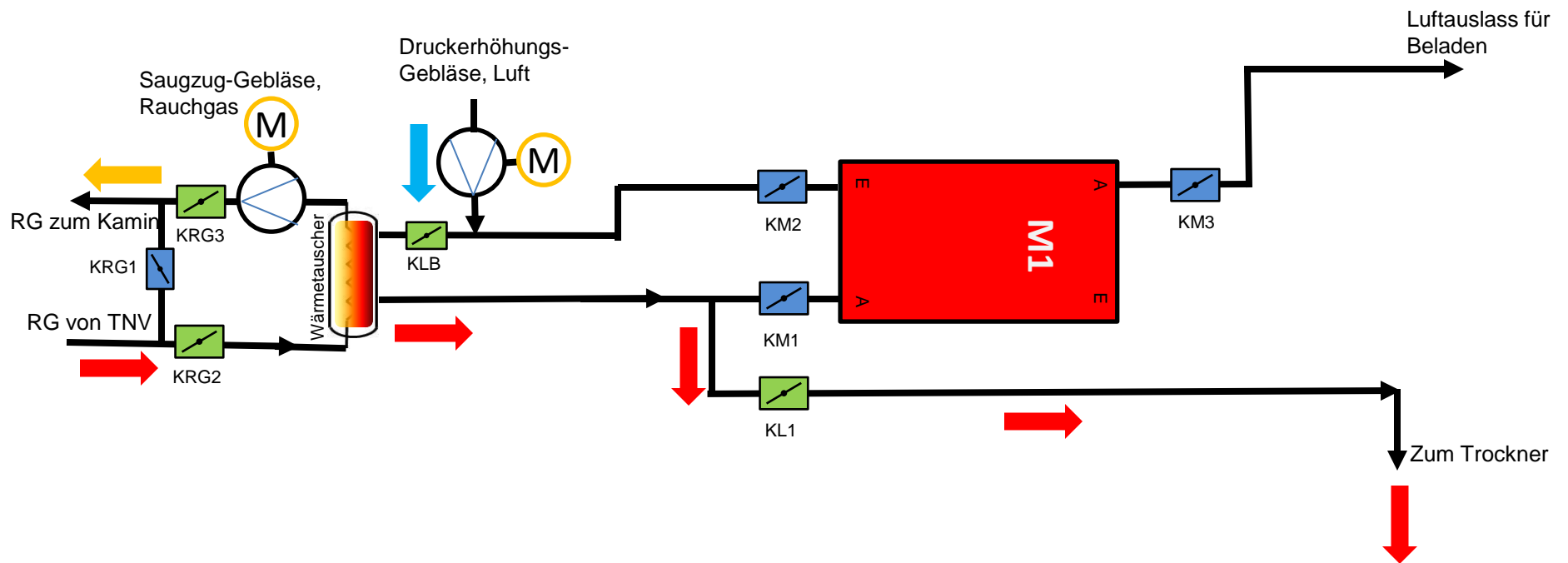
Klappennummern	KLB	KL1	KM1	KM2	KM3
Klappenzustand	Zu	Auf	Auf	Auf	Zu

Klappennummern Rauchgas	KRG1	KRG2	KRG3
Klappenzustand	Auf	Zu	Zu



3. Betriebsweisen

In diesem dargestellten Betrieb ist M1 beladen und nur der Wärmetauscher liefert Wärme an den Trockner.



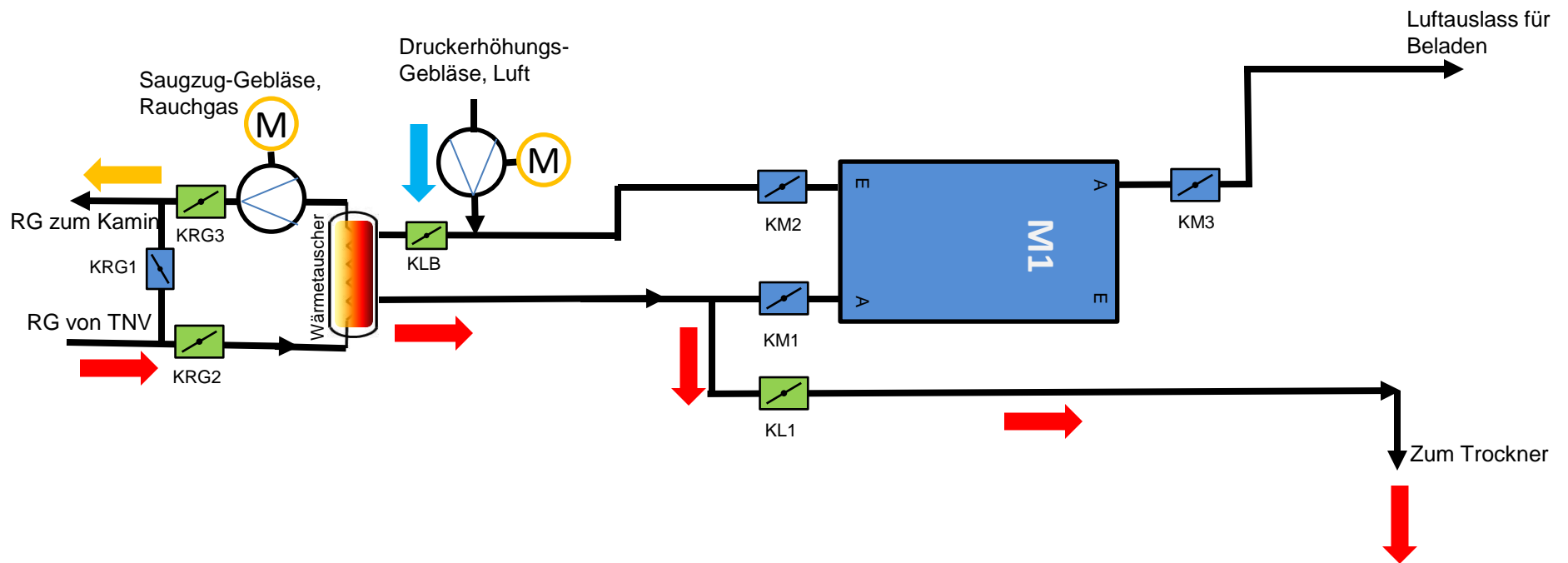
Klappennummern	KLB	KL1	KM1	KM2	KM3
Klappenzustand	Auf	Auf	Zu	Zu	Zu

Klappennummern Rauchgas	KRG1	KRG2	KRG3
Klappenzustand	Zu	Auf	Auf



3. Betriebsweisen

In diesem dargestellten Betrieb ist M1 entladen und nur der Wärmetauscher liefert Wärme an den Trockner.



Klappennummern	KLB	KL1	KM1	KM2	KM3
Klappenzustand	Auf	Auf	Zu	Zu	Zu

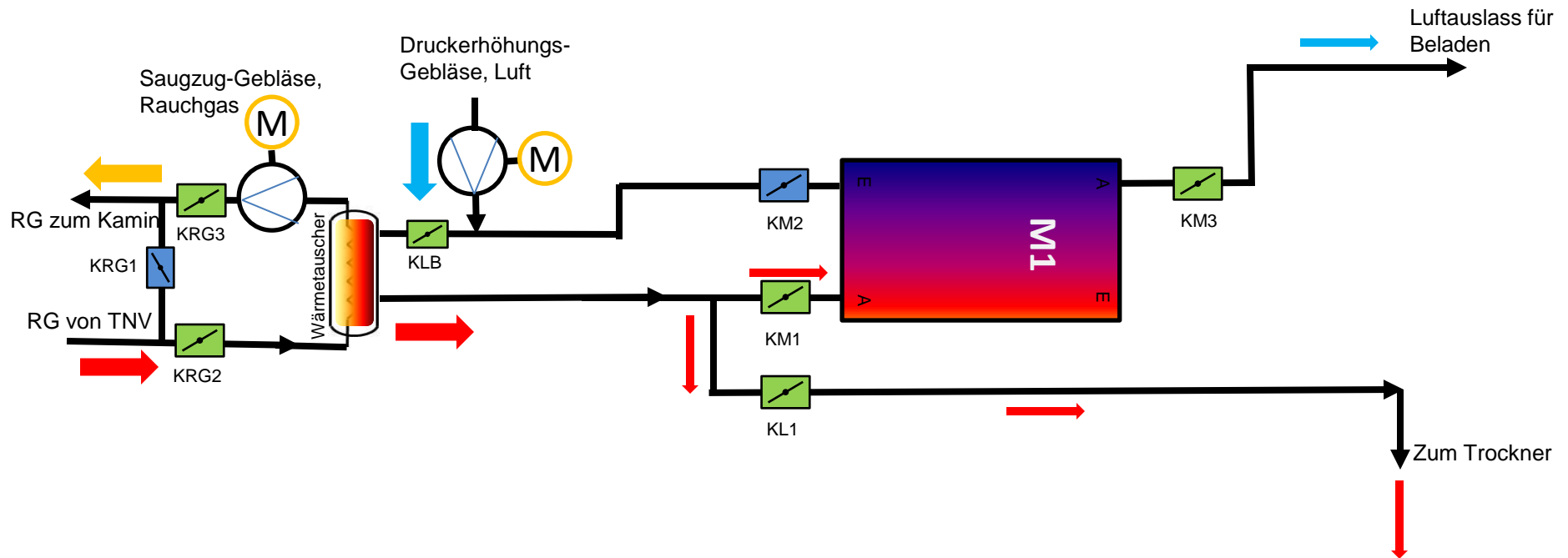
Klappennummern Rauchgas	KRG1	KRG2	KRG3
Klappenzustand	Zu	Auf	Auf



3. Betriebsweisen

In diesem dargestellten Betrieb wird M1 beladen mit einem **Teilstrom** und der Wärmetauscher liefert einen weiteren **Teilstrom** an den Trockner.

ACHTUNG: Falls dieser Betrieb möglich sein soll, müssen die Klappen KM1 und KL1 regelbar sein. Dies ist aktuell so vorgesehen.



Klappennummern	KLB	KL1	KM1	KM2	KM3
Klappenzustand	Auf	Auf	Zu	Zu	Zu

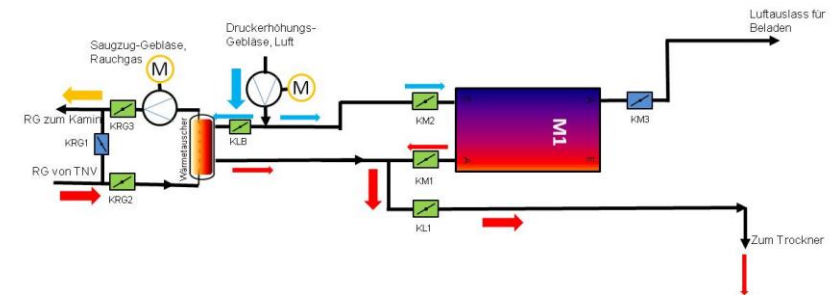
Klappennummern Rauchgas	KRG1	KRG2	KRG3
Klappenzustand	Zu	Auf	Auf



Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die anfallende Überschusswärme am Kamin mit dem gewählten Konzept immer genutzt werden kann, mit der einzigen Einschränkung: Das Speichermodul ist bereits beladen und es wird aktuell keine Wärme im Trockner benötigt.

Sollten sich in der Zukunft häufige Betriebsweisen ergeben bei denen die Speicherkapazität des Moduls zu klein ist, dann kann ein weiteres Modul einfach nachgerüstet werden.

Die Betriebsweise bei der der Luftstrom aufgeteilt wird, erfordert entsprechend geregelte Klappen KM1 und KL1. Da sich mit dem Belade- bzw. Entladezustand des Moduls der Druckverlust über das Modul verändert, muss die Regelung imstande sein dieses dynamische Verhalten zu einem akzeptablen Grad zu berücksichtigen.





AGENDA

1. HTTES-Ziegelwerk – Grundlagen

2. HTTES Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept

3. Betriebsweisen

4. Kosten und Wirtschaftlichkeit

5. Finanzierung



Investitionskosten (1):

Für das vorgestellte Konzept (siehe Kapitel 2) wurden die Kosten und ein Preis ermittelt zu dem STORASOL die gesamte Anlage schlüsselfertig anbieten kann.

Von Seiten des Ziegelwerks <Name> sind folgende Leistungen zu erbringen:

- (1) Vorbereiten Fläche (z. B. sauber machen und einebnen)
- (2) Betonplatten/Fundamente für den Wärmetauscher, das Modul und die Gebläse sowie die Luft- und Rauchgaskanalunterstützungen
- (3) Anschluss an den Luftkanal zum Trockner und die ersten Meter bis zum Anschlusspunkt vor das Gebäude
- (4) Anschlüsse an den Rauchgaskanal vor dem Kamin sowie die ersten Meter des Rauchgaskanals bis vor das Gebäude
- (5) 400 V-Drehstromanschluss für eine maximale elektrische Leistung von ca. 20 kWel.
- (6) 220 V-Wechselstromanschluss für eine maximale elektrische Leistung von ca. 3 kWel in der Nähe des Rauchgaskanalanschlusspunktes
- (7) SPS-Signalübergabe bzw. Austausch direkt an der SPS für das Energiespeichersystem
- (8) Eventuell Bau einer ergänzenden kleinen Schallschutz-Ziegelwand um die Gebläse.

Die Kosten für diese Arbeiten auf Seiten von Ziegelwerk <Name> liegen bei **ca. 15 – 22 T€**.



Investitionskosten (2):

In dem Anlagenpreis sind alle erforderlichen Komponenten enthalten, auch das Engineering, Projektmanagement, Montage, Inbetriebnahme, Dokumentation.

- 1 Hochtemperatur-Wärmespeichermodul
- 1 Rohrbündelwärmetauscher (Glattrohre)
- 5 Luftkanalklappen (davon 2 regelbar) inkl. Antriebe und Endlagenschalter
- 3 Rauchgaskanalklappen inkl. Antriebe und Endlagenschalter
- Rauchgaskanäle und Luftkanäle mit Durchmesser 800 mm und 600 mm zu den Schnittstellen
- Isolierung aller Komponenten und Rohrleitungen
- 1 Druckerhöhungsgebläse
- 1 SPS zur Ansteuerung der Antriebe und Verarbeitung der Messdaten
- Elektrotechnik/elektrische Anbindung des Systems
- Montage aller Komponenten
- Inbetriebnahme
- Dokumentation
- Projektmanagement und Engineering

Der ermittelte Anlagenpreis liegt bei **270.000,- € netto** .



Betriebs- und Instandhaltungskosten:

Die Instandhaltungskosten werden auf einen durchschnittlichen Wert von ca. 1% der Investitionskosten pro Jahr geschätzt.

Da die gesamte Anlage vollautomatisch läuft sind als Betriebskosten die Stromkosten für die Gebläse und die Klappenantriebe anzusetzen. Die erwartete **durchschnittliche elektrische Leistung** die das System benötigt liegt bei **ca. 5 - 7 kWel**. Selbstverständlich hängt der elektrische Eigenbedarf stark von dem gefahrenen Betrieb ab (z. B. benötigt das System mehr elektrische Leistung wenn die Module beladen/heiß sind). Oder es wird deutlich weniger Strom benötigt in Zeiten wenn nur der Wärmetauscher genutzt wird.



Wirtschaftlichkeit:

Bei einem zyklischen Betrieb von 1 Stunde beladen und 1 Stunde entladen ergibt sich folgende Erdgas-Mengensparnis:

Durchschnittlich 11 Stunden am Tag werden ca. 550 kWh wieder in den Trockner gesteckt und ersetzen die gleiche Menge Erdgas. Dabei wurde unterstellt, dass 2 Stunden am Tag die Anlage nicht genutzt wird wegen Umschaltzeiten und anderer möglicher Beeinträchtigungen. Angesetzter Brennerwirkungsgrad: 100%. Als **Jahresbetriebsdauer** wurden 315 Tage angesetzt (ca. 10,5 Monate).

Damit ergibt sich eine **eingesparte Erdgasmenge** von ca.: **1.905 MWh**

Bei einem stabil bleibenden Erdgaspreis von 48 €/MWh, Hu (entspricht ca. 43 €/MWh, Ho) ergibt sich eine **Ersparnis** von **91.440 €**.

Dem stehen **Betriebskosten** für Strom von ca. $5 - 7 \text{ kWh} \cdot 160 \text{ €/MWh} = 7.762,- \text{ €/a}$ gegenüber.

Bei durchschnittlichen **Instandhaltungskosten** von ca. **3.200,- €** pro Jahr ergibt sich eine Ersparnis von **ca.**

80.478 € pro Jahr



5. Kosten und Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit:

Gesamtprojektkosten (270 T€ + 22 T€): **292.000,- €**

Jahresersparnis bei angesetzter Betriebsweise: **80.478 €**

Payback-Periode ca.: **3,6 Jahre**

Zuschuss bei nachgewiesener Endenergieeinsparung von **mehr als 35 %** beträgt **30%**.

Zuschusshöhe liegt dann bei : 87.600,- €

Payback-Periode mit max. Zuschuss (30%): **2,5 Jahre**

Zuschuss bei nachgewiesener Endenergieeinsparung von 25 % - 35 % beträgt 20%.

Zuschusshöhe liegt dann bei : 58.400,- €

Payback-Periode mit Zuschuss (20%): **2,9 Jahre**



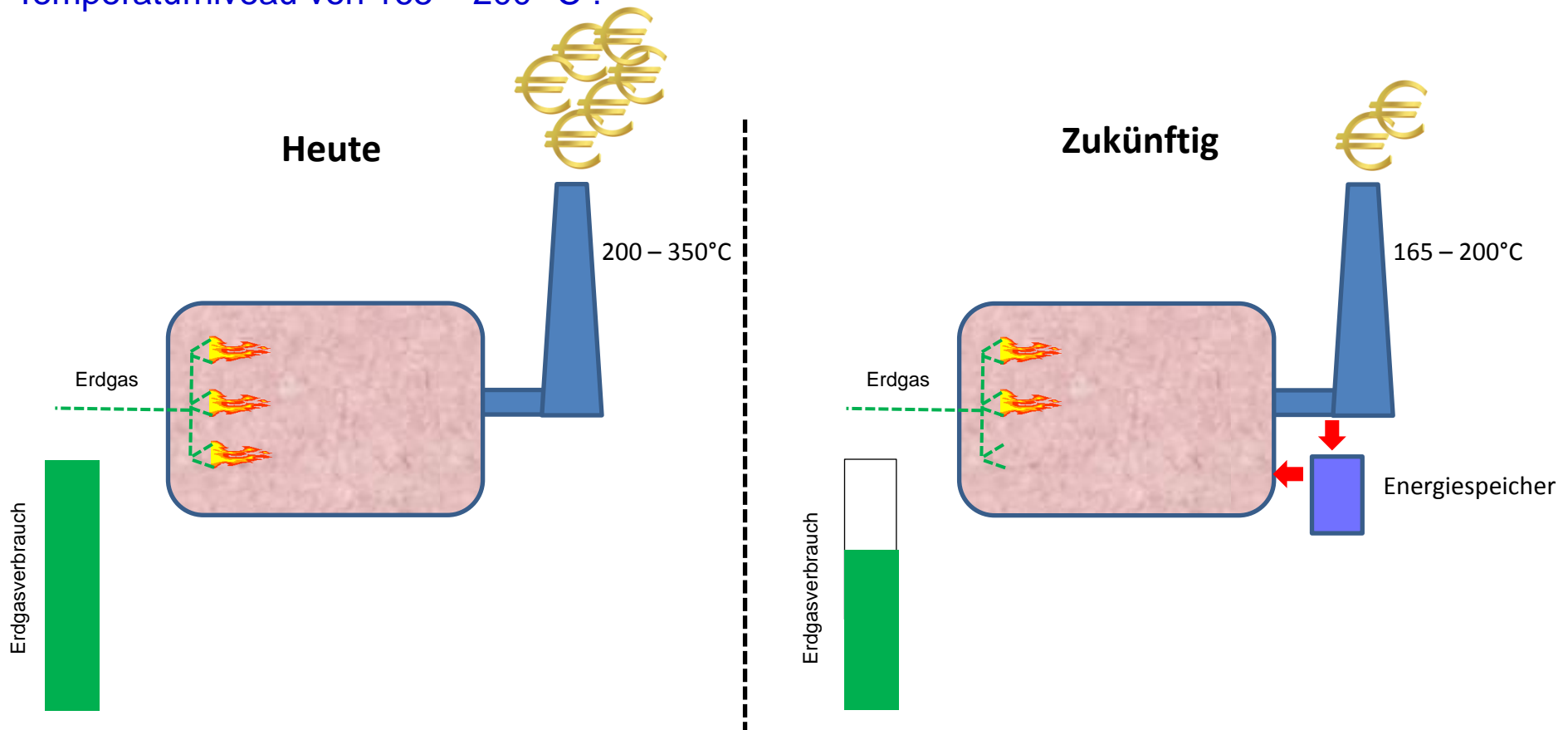
Amortisationszeit / Payback-Periode nur ca. **2,5 – 3,6 Jahre !**



5. Kosten und Wirtschaftlichkeit

Grundsätzlich wird die **Energieeffizienz des gesamten Ziegelwerks** durch eine derartige Maßnahme **deutlich verbessert**.

Dies wird daran erkennbar, dass bei vergleichbarem Betrieb über den Kamin bisher Wärme verloren geht auf einem **Temperaturniveau von 200 – 350 °C** und zukünftig nur noch bei einem **Temperaturniveau von 165 – 200 °C** !





AGENDA

1. HTTES-Ziegelwerk – Grundlagen

2. HTTES Ziegelwerk – gewähltes Modulkonzept

3. Betriebsweisen

4. Kosten und Wirtschaftlichkeit

5. Finanzierung



Finanzierung:

Finanzierung der Gesamtprojektkosten:

- a) Zuschuss aus Systemischer Optimierung: 20 – max. 30% (begrenzt auf max.100 T€)
- b) KfW-Darlehen: restliche Summe, d.h. 70 – 80 %

Anmerkungen:

- Zuschuss ist nicht rückzahlbar.
- KfW-Darlehen kann Laufzeiten von 5 – 10 Jahren oder mehr haben, Zinssatz je nach Bonitäts- und Besicherungsklasse liegt bei ca. 1,8 – 2,4%

Fazit: Je nach Gestaltung der Finanzierung hat die Umsetzung dieses Projektes sofortige positive Auswirkungen auf das Jahresergebnis !



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

STORASOL GmbH
Pleidelsheimer Straße 47 A
74321 Bietigheim-Bissingen
Germany
Tel.: +49 (0) 7142 78877 25

www.storasol.com