

- Schlussbericht zu Nr. 8.2 NKBF 98-

Verwendungsnachweis, Teil: kurze & eingehende Darstellung

Förderkennzeichen: 03KB153A

Bezeichnung des Verbundprojektes:

EWB – Entwicklung eines regenerativen Hybrid-Energiesystems (Wärme, Kälte, Strom) zur Schaffung energieautarker Winzereien

Bezeichnung der Teilvorhaben:

Konzeption eines bedarfsgerechten Hybridenergiesystems für Winzereibetriebe -
03KB131A

Unternehmen:

W. Bälz & Sohn GmbH, Koepffstr. 5, 74076 Heilbronn

Im Rahmen des BMWK -Programms

**Kosten- und energieeffiziente Nutzung von Biomasse im
Strom- und Wärmemarkt**

Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2019 – 31.08.2023

Berichtszeitraum: 01.01.2019 – 31.08.2023

26. Februar 2024

Autoren: C. Rohloff

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



A Inhaltsverzeichnis

B	Abkürzungsverzeichnis	2
C	Abbildungsverzeichnis	3
D	Tabellenverzeichnis	5
E	Formelverzeichnis	6
1	Kurze Darstellung	7
1.1	Aufgabenstellung	7
1.2	Voraussetzungen des Vorhabens	7
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	8
1.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand	9
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	9
2	Eingehende Darstellung	10
2.1	Projektergebnisse & Gegenüberstellung zu ursprünglichen Projektzielen	10
2.1.1	Bewertung der Meilensteinerreichung	10
2.1.2	Tabellarische Gegenüberstellung Arbeitsziele/-ergebnisse	10
2.1.3	Ausführliche Beschreibung der Arbeitsergebnisse zum Teilvorhaben	13
2.2	Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	49
2.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	49
2.4	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses	49
2.5	Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	50
2.6	Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 11	51
F	Literaturverzeichnis	52
G	Anhang	53
G.1	Ausgefüllter Datenaufnahmebogen Biomassepotenzial der Fellbacher Weingärtner eG 53	
G.2	Ausgefüllter Datenaufnahmebogen energietechnische Daten der Fellbacher Weingärtner eG	54
G.3	Verfahrensfließbild Weinherstellung mit Energieströmen	55
G.4	Berechnung Netto-Raumfläche Winzerei Zumstein	56
G.5	Berechnung Jahresheizwärmebedarfs Winzerei Zumstein	58

B Abkürzungsverzeichnis

AKA	Absorptionskälteanlage
COP	Coefficient of Performance
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EWB	Energie aus Weinbaubiomasse
ha	Hektar
hl	Hektoliter
HWB	Heizwärmebedarf
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

C Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eingangsbereich mit Sicht auf Weinberg	14
Abbildung 2: Rückseite der Fellbacher Produktionsstätte für die Anlieferung der frischen Trauben	17
Abbildung 3: Entrapper (links Einführungstrichter; rechts Schneidewerkzeug)	17
Abbildung 4: Gegenstromwärmeübertrager für Wärmerückgewinnung aus Traubenmost .	18
Abbildung 5: Eco 1500 Dampfkessel für die Maischeerhitzung.....	18
Abbildung 6: Trommelpresse für Trennung des flüssigen Anteils vom Trester bei der Weißweinherstellung.....	19
Abbildung 7: Edeltanks für die Maischegärung	20
Abbildung 8: Mostpresse	20
Abbildung 9: Gekühltes Flaschenlager (links), luftbeaufschlagter Verdampfer (rechts).....	21
Abbildung 10: Lagerung der Süßreserve	22
Abbildung 11: Ablauf der Weinproduktion am Beispiel der Fellbacher Weingärten eG	22
Abbildung 12: Energieverbrauch aufgeschlüsselt nach Energieträgern im Kalenderjahr 2020	23
Abbildung 13: Energiekosten aufgeschlüsselt nach Energieträgern im Kalenderjahr 2020 .	24
Abbildung 14: Energiefluss am Standort der Fellbacher Weingärtner eG	25
Abbildung 15: Erdgasheizkessel des Hersteller Viessmann.....	27
Abbildung 16: Dampfkessel ECO 1500.....	28
Abbildung 17: Nutzen und Verluste in Abhängigkeit der Auslastung bei verschiedenen Kesseltypen	30
Abbildung 18: Technische Daten Kältemittelverdichter	34
Abbildung 19: Technische Daten des Verflüssigers (Rückkühlers).....	34
Abbildung 20: Berechnung effektive Nutzkälteleistung AKA Biene am Beispiel der Winzerei Zumstein	39
Abbildung 21: Blockschaltbild Absorptionskälteanlage Biene in Kombination mit Strohvergaser von FTF.....	40
Abbildung 22: Seitenansicht Großballenvergaser	41
Abbildung 23: Anlagenschema zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung mittels dem Strohvergaser	43
Abbildung 24: Anlagenschema zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung mittels dem Strohvergaser und thermischer Kälteerzeugung mittels einer Absorptionskälteanlage	43

Abbildung 25: Verfahrensfließbild der Weinherstellung mit prozessspezifischen Energieströmen..... 55

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

D Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arbeitsteilung innerhalb des Verbundvorhabens EWB	8
Tabelle 2: Meilensteinplan des Teilvorhabens 03KB131A	10
Tabelle 3: Übersicht der Ziele und erzielten Ergebnisse je Arbeitspaket im Teilvorhaben 03KB131A.....	11
Tabelle 4: Kennzahlen zur Winzergenossenschaft Fellbacher Weingärtner eG.....	16
Tabelle 5: Technische Aggregate	26
Tabelle 6: Werte zur Bestimmung des Energieverbrauchs pro Liter Wein	26
Tabelle 7: Techno-ökonomische Daten zum Erdgaskessel.....	27
Tabelle 8: Techno-ökonomische Daten zum Dampfkessel.....	28
Tabelle 9: Ergebnisse Detailanalyse des Erdgasheizkessel	32
Tabelle 10: Wärmegestehungskosten Erdheizkessel.....	33
Tabelle 11: Berechnung Kosten für die Kältemittelbereitstellung im Rahmen der Weinproduktion.....	35
Tabelle 12: Netto-Raumfläche je Gebäude.....	36
Tabelle 13: Spezifischer Jahresheizwärmebedarf je Gebäudetyp	36
Tabelle 14: Jahresheizwärmebedarf je Gebäude.....	37
Tabelle 15: Heizlast zur Deckung des Heizwärmebedarfs von Pension und Wohngebäude.	37
Tabelle 16: Fläche der gekühlten Räume und Abschätzung Kühlleistung.....	38
Tabelle 17: Technische Kenndaten Absorptionskälteanlage Biene	38
Tabelle 18: Auslegung eines hybriden Anlagenkonzepts zur kombinierten Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung aus Weinbaubiomasse.....	45
Tabelle 19: Stärken-Schwächen-Analyse des zweistufigen Anlagenkonzepts zur energetischen Nutzung von Weinbaubiomasse	46
Tabelle 20: Nachkalkulation der Selbstkosten.....	49
Tabelle 21: Raumliste Kalthalle.....	56
Tabelle 22: Raumliste Wohngebäude	56
Tabelle 23: Raumliste Pension	57
Tabelle 24: Jahresheizwärmebedarf des Wohngebäudes.....	58
Tabelle 25: Jahresheizwärmebedarf der Pension	59

E Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung Vollbenutzungsstunden	29
Formel 2: Berechnung Feuerungsbetriebszeit	29
Formel 3: Berechnung mittlere Anlagenauslastung	30
Formel 4: Näherungsweise Berechnung des Jahresnutzungsgrads.....	31

1 Kurze Darstellung

1.1 Aufgabenstellung

Ursprüngliches Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines regenerativen und modular erweiterbaren Hybrid-Energiesystems (Wärme, Kälte, Strom) zur Schaffung energieautarker Winzereien auf Basis ganzheitlich genutzter innerbetrieblicher Rest-Biomassen wie Rebrückschnitte, Weintrester und regional anfallendem Stroh. Hierfür sollte ein innovativer systemkombinierbarer Biomasseganzballenvergaser entwickelt werden und mit einer dezentralen, Abwärme nutzenden Absorptionskälteanlage, sowie - in einer perspektivischen Ausbaustufe – mit einer stromerzeugenden Heißgasturbine kombiniert werden. Auf Grundlage des mehrteiligen Anlagenkonzepts zur Umwandlung von Weinbaubiomasse in Wärme, Kälte und optional in Strom sollten Winzereien Ihren Bedarf an diesen Energieträgern teilweise oder möglicherweise sogar vollständig decken. Mittels der geplanten Anlagenkombination soll die anvisierte Zielgruppe dabei unterstützt werden, die CO₂-bedingten Emissionen im Zuge der Wärmeerzeugung mittels Verbrennung von fossilen Energieträgern und der strombasierten Kälteerzeugung zu minimieren. Zusätzlich erhalten die Anwender die Möglichkeit, vorhandene und bisher ungenutzte Potenziale an Weinbaubiomasse energetisch zu nutzen und in Folge den Autarkiegrad bei der Bereitstellung von Wärme und Kälte zu minimieren. Um die notwendigen Informationen u. a. zum typischen Energiebedarf im Zuge der Herstellung und Lagerung von Wein sowie den anfallenden Restbiomassen zu erhalten, wurden zwei kooperierende Winzereien in unterschiedlicher Größe in das Vorhaben einbezogen.

1.2 Voraussetzungen des Vorhabens

Im Jahr 2015 gab es allein in Deutschland 43.389 Weinbaubetriebe (Statistisches Bundesamt, 2016). Bei der Produktion von rund 9 Mio. Hektolitern Wein pro Jahr bleiben unter anderem Trester, Rebholz, Trubstoffe und Abwässer als Reststoffe zurück. Diese stellen ein beträchtliches Biomassepotential dar. Für die Produktion und Lagerung von Wein wird in den Betrieben Energie unter anderem für Kühlung und Beheizung benötigt. Hierfür eingesetzte Anlagen, betrieben mit fossilen Energieträgern, könnten zukünftig durch Biomassekonversionsanlagen, wie z.B. einer Biomasseganzballenvergasung, substituiert werden, die hauptsächlich mit Biomassen aus dem Weinbaubetrieb, als auch weiteren regenerativen Biomassen aus der Region betrieben werden. Das Hybridanlagenkonzept ist durch seinen modularen Aufbau auf eine Vielzahl an Standorten übertragbar und kann an die individuellen Standortanforderungen verschieden strukturierter Weinbaubetriebe angepasst werden. Ebenso ist eine problemlose Integration als Teillösung in bestehende Energieversorgungssysteme (z.B. ausschließliche Grundlasterzeugung) möglich. Das Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ trägt mit seinen Vorhaben zur Förderung von innovativen Technologien, welche die effiziente, versorgungssichere, wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung von Bioenergie ermöglichen, unmittelbar zur Umsetzung des Handlungsfeldes „Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen“ der Nationalen Forschungsstrategie „BioÖkonomie 2030“² bei. Insbesondere durch die Vernetzung von KMU mit Forschungseinrichtungen soll die Innovationsfähigkeit dieser Unternehmen gestärkt und die Umsetzung von Forschungsergebnissen in marktfähige Produkte erleichtert werden. Aufgrund der begrenzten Biomassepotenziale ist es zunehmend notwendig, den Fokus auf eine

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

möglichst effiziente Nutzung zu legen, zukunftsfähige und wirtschaftliche Anwendungsfelder zu identifizieren und erfolgversprechende Nutzungspfade weiterzuentwickeln. Deshalb müssen Innovationen und verbesserte Energietechnologien im Bereich der energetischen Biomassenutzung vorangetrieben werden. Zudem können damit im europäischen und internationalen Markt die Wettbewerbsfähigkeit und der Vorsprung deutscher Unternehmen mit dieser Technologie- und Forschungsförderung gestärkt werden.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Vorhabenskoordination des ursprünglich vor drei Jahre geplanten Projektes oblag dem Unternehmen *W. Bälz & Sohn GmbH*. Im Zuge einer Projektverlängerung wurde das Vorhaben um acht Monate verlängert. Als Verbundkoordinator übernahm *W. Bälz & Sohn GmbH* die regelmäßige Kontrolle der zwischen den Partnern transferierten Arbeitsergebnisse, organisierte Arbeitstreffen und prüfte den Projektfortschritt. Dieses Projektmanagement sicherte eine zielorientierte Projektumsetzung. Jeder Verbundpartner war für die Umsetzung der im Arbeitsplan festgelegten Arbeitspakete selbst verantwortlich. Der Fortschritt des Projektes wurde regelmäßig in Zwischenberichten festgehalten. Die Projektbezogene Arbeitsteilung kann Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Arbeitsteilung innerhalb des Verbundvorhabens EWB

AP	Beschreibung	Verantwortlichkeit
1	Projektmanagement	Bälz
2	Stoffstromstudie Biomassereststoffe in der Winzerwirtschaft	FTF
3	Hemmnisanalyse der Zielakteure im Weinbau	FTF
4	Erarbeitung eines Aufbereitungskonzepts für den Trester	FTF
5	Energiedatenauswertung von Winzerbetrieben	Bälz
6	Entwicklung eines innovativen Energieversorgungssystems	Bälz
7	Wirtschaftliche Bewertung der Anlagenvarianten aus AP 5	FTF
8	Erarbeitung verschiedener Geschäfts- & Finanzierungsmodelle für Markteinführung	FTF
9	Technische Weiterentwicklung & Optimierung des Kleinballen-Vergasers	FTF
10	Durchführung von wissenschaftlichen Testreihen an einem 50 kW Kleinballen-Vergaser	FTF
11	Begleitende Emissionsmessungen 1 zu AP 10	TH Köln
12	Versuchsdatenauswertung zu AP 10	FTF
13	Versuchsdatenauswertung im Hinblick auf Abgasnachbehandlungsmaßnahmen	TH Köln

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

14	Durchführung von wissenschaftlichen Testreihen mit optimierten 50 kW Kleinballen-Vergaser und Techno-ökologische Auswertung	FTF
15	Begleitende Emissionsmessungen 2 zu AP 14	TH Köln

1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Die Energiegewinnung aus Rebholz und Trester wird nicht zuletzt wegen des Allgemeinen Umdenkens in der Energiepolitik seit einigen Jahren von verschiedenen Stellen untersucht (Zeng, et al., 2012), (Leoben, 2010), (Weiland, 2008). Für die Verarbeitung von Rückständen aus der Winzerei kommen verschiedene Verwertungsmöglichkeiten in Frage. Um die Rückstände energetisch in Form von Brennstoff oder Substrat für Biogasanlagen nutzen zu können, erfordert die Lagerung, Trocknung und Aufbereitung einen hohen Energieeinsatz (Weiland, 2008), (Bio-based News, 2008). Die Bereitstellungskette der bisher untersuchten energetischen Verwertungsmöglichkeiten für Reststoffe aus dem Weinbau bspw. von Rebholz unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von denen der Holzpelletsproduktion (Zeng, et al., 2012). Darin liegt der Vorteil und das Unterscheidungsmerkmal in dem in diesem Antrag beschriebenen Verfahren. Bis auf den Einsatz einer Ballenpresse wird keine weitere Bereitstellungsperipherie zur energetischen Nutzung von Rebholz benötigt. Im Gegensatz zu bisher untersuchten Verfahren entfallen also die Schritte mechanische Zerkleinerung, Konditionierung sowie Pelletierung. Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal des in diesem Antrag beschriebenen Konzeptes ist die direkte Reststoffverwertung zur Bereitstellung von Kühlenergie aus im Betrieb anfallender Biomasse. Es sind Bestrebungen aus der Brauindustrie bekannt, welche durch Wärmeintegration (Pinch Analyse) Einsparungen aus prozessinternen Wärmeströmen wie beispielsweise der Wärmerückgewinnung aus Kältemaschinen eine Anlagenoptimierung ermöglichen (Gahbauer, et al., 2009) (Zeng, et al., 2012). Projekte zur direkten Energiebereitstellung, ohne aufwendige Vorbehandlung, aus prozessinternen biogenen Reststoffen zur Bereitstellung von Kühlleistung waren zum Zeitpunkt der Antragstellung nicht bekannt.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Kooperationspartner *W. Bälz & Sohn GmbH*, *TH Köln*, und *FTF GmbH* standen im Laufe des Projektes in kontinuierlichem Austausch. Die partnerspezifischen Zuständigkeiten je Arbeitspaket können Tabelle 1 in Kapitel 1.3 entnommen werden.

Als externer Partner konnten zwei Winzereien, das Weingut Zumstein und die Winzervereinigung Fellbacher Weingärtner eG, gewonnen werden. Die Praxispartner lieferten wichtige Informationen zur Weinherstellung sowie den anfallenden Restbiomassen. Die aufgenommenen spezifischen Anlagenkenndaten und energetischen Betriebsdaten haben die zuvor gemachten theoretischen Rahmenparameter teilweise bestätigt und dienten im weiteren Verlauf als zusätzliche Grundlage für Berechnungen und Analysen.

Die im Laufe des Vorhabens erstellten Berichte wurden dem Projektträger bzw. Zuwendungsgeber regelmäßig übermittelt.

Auf den Statuskonferenzen des Förderschwerpunkts Energetische Biomasse wurden die erzielten Arbeitsergebnisse u. a. mittels eines Posters vorgestellt.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

2 Eingehende Darstellung

2.1 Projektergebnisse & Gegenüberstellung zu ursprünglichen Projektzielen

2.1.1 Bewertung der Meilensteinerreichung

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die vor Projektbeginn formulierten Meilensteine aufgeführt. Jeder Meilenstein wurde hinsichtlich des erreichten Grads der Erfüllung bewertet. Als Bewertungseinheit gibt es „vollständig erreicht“, „teilweise erreicht“ und „nicht erreicht“. Für Meilensteine der Kategorie „teilweise erreicht“ und „nicht erreicht“ ist im Anschluss an die tabellarische Übersicht eine kurze Begründung bzw. Beschreibung der Ursachen für die Abweichung aufgeführt.

Tabelle 2: Meilensteinplan des Teilvorhabens 03KB131A

AP	Bezug zu AP	Inhalt/ Kriterium	Grad der Erreichung
5	Energiedatenauswertung von Winzerbetrieben	Detailliertes Profil zur energetischen Infrastruktur, zu Energieflüssen und Energiebereitstellungskosten für einen Winzereierbetrieb liegt vor	Vollständig erreicht

2.1.2 Tabellarische Gegenüberstellung Arbeitsziele/-ergebnisse

In diesem Kapitel ist zu Beginn, gemäß Tabelle 3, eine tabellarische Gegenüberstellung der im Antrag formulierten Arbeitsziele je Arbeitspaket zu den erreichten Arbeitsergebnissen aufgeführt. Anschließend werden die erzielten Arbeitsergebnisse je Arbeitspaket und Teilvorhaben in Abschnitt 2.1.3 detailliert beschrieben.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Tabelle 3: Übersicht der Ziele und erzielten Ergebnisse je Arbeitspaket im Teilvorhaben 03KB131A

AP-Nr.	Arbeitsziele	Arbeitsergebnisse
Projektmanagement		
1	1.1 <ul style="list-style-type: none"> Zwischenberichte sind gemäß den Vorgaben des Zuwendungsgebers erstellt. Die vereinbarten Telkos sind durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> Richtliniengerechte Zwischenberichte wurden dem Projektträger zugesandt (neun Stück). Es fanden regelmäßig Telkos zur Besprechung der Arbeitsergebnisse sowie dem aktuellen Projektfortschritt statt.
	1.2 <ul style="list-style-type: none"> Protokolle zu den einzelnen Telkos liegen vor 	<ul style="list-style-type: none"> Die vereinbarten Ergebnisse wurden per Mail verschickt.
	1.3 <ul style="list-style-type: none"> Kontaktaufbau zu themenverwandten Vorhaben konnte aufgebaut werden. 	<ul style="list-style-type: none"> Es fand ein Austausch auf den Statuskonferenzen statt.
Energiedatenauswertung von Winzerbetrieben		
5	5.1 <ul style="list-style-type: none"> Zwei Betriebsbegehungen sind durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> Es fanden zwei Betriebsbegehungen statt. Am 11.07.2019 wurde das Weingut Zumstein besucht und besichtigt. Am 01.09.2021 wurde die genossenschaftlich organisierte Winzervereinigung Fellbacher Weingärtner eG besichtigt.
	5.2 <ul style="list-style-type: none"> Ein Prozessleitschema mit den Energie- und Stoffströmen je Winzerei liegt vor 	<ul style="list-style-type: none"> Ein Prozessleitschema mit den Energie- und Stoffströmen konnte erarbeitet werden. Hierfür wurden öffentlich verfügbare Studien über den Herstellungsprozess von Weinen und den damit verbundenen Energiebedarf ausgewertet und die Ergebnisse aus den Betriebsbesichtigungen berücksichtigt.

	5.3	<ul style="list-style-type: none"> Die energieerzeugenden Anlagen sind im Detail beschrieben und liegen in Textform vor. Eine EXCEL-basierte Vollkostenrechnung für die energieerzeugenden Anlagen wurde durchgeführt. 	<ul style="list-style-type: none"> Die energieerzeugenden Anlagen wurden im Detail in Textform beschrieben. Es wurde eine EXCEL-basierte Rechnung über die Wärmegestehungskosten und der Kosten für die Kältemittelbereitstellung durchgeführt
Entwicklung eines innovativen Energieversorgungssystem			
6		<ul style="list-style-type: none"> Zwei Anlagenvarianten zur energetischen Versorgung von Winzereien sind erarbeitet und als Schaltbild gezeichnet. Eine Stärken-Schwächen-Analyse der zwei Anlagenvarianten liegt vor. 	<ul style="list-style-type: none"> Es wurden zwei Anlagenvariante zur energetischen Versorgung von Winzereien im Projektverlauf erarbeitet. Es wurde ein Anlagenkonzept eines Ballenvergasers mit Heißturbine und Absorptionskälteanlage entwickelt. Für die zwei Anlagenvarianten wurde jeweils ein Blockschaltbild entworfen. Eine Stärken-Schwächen-Analyse für das entwickelte Konzept liegt vor.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Schlussbericht vom 26.02.2024	

2.1.3 Ausführliche Beschreibung der Arbeitsergebnisse zum Teilvorhaben

Arbeitspaket 1: Projektmanagement

Am 06.03.19 fand das Auftakttreffen beim Projektpartner FTF in Simonswald statt. Es wurden die gemeinsamen Projektziele erörtert, der Arbeitsplan mit den partnerspezifischen Aufgaben besprochen und das gemeinsame Vorgehen beim Informations- und Berichtswesen festgelegt. Das Projektkonsortium vereinbarte, im 2-Monatsrhythmus im Rahmen von Telefonkonferenzen die bevorstehenden partnerspezifischen Aufgaben zu besprechen sowie eine Rückschau zu den vergangenen Aufgaben zu halten. Es fanden über den gesamten Projektzeitraum regelmäßig Telefonkonferenzen statt. Die Gesprächsergebnisse wurde protokolliert und per E-Mail unter den Partnern verteilt.

Stellvertretend für das Projektkonsortium nahm Herr Schank vom INEL-Netzwerk (<https://inel-netzwerk.de/startseite.html>) an der 8. Statuskonferenz BMWi „Energetische Biomassenutzung“ im September teil. Das Vorhaben „EWB“ entstand in Kooperation mit dem Innovationsnetzwerk Energiesysteme ländlicher Raum - INEL, indem W. Bälz & Sohn GmbH & Co und FTF Future Technologies Factory GmbH Netzwerkpartner sind. Es fand ein Austausch zu anderen Förderprojekten des Förderprogramms statt, welches die Grundlage für eine Vernetzung mit den entsprechenden Projektverantwortlichen darstellt.

Ab Ende März 2020 rückte der Umgang mit den Auswirkungen der eingeleiteten Kontaktbeschränkungen bedingt durch die Corona-Pandemie in den Fokus. Insbesondere die Kontaktbeschränkungen im Geschäftsverkehr führte dazu, dass geplante Termine bspw. zur Aufnahme von relevanten gebäude- und prozesstechnischen Daten der Winzergenossenschaft Meersburg im Rahmen des Arbeitspakets 5 „Energiedatenauswertung von Winzerbetrieben“ nicht stattfinden konnten. Vor diesem Hintergrund wurde ein Antrag auf kostenneutrale Laufzeitverlängerung um neun Projektmonate gestellt und vom Projektträger genehmigt.

Arbeitspaket 5.1: Betriebsbegehung

Gemäß den eingereichten Nachweisen zur Erreichung des Meilenstein 0 „Eine Winzerei beteiligt sich am Projekt als assoziierter Partner.“ (vgl. dazu 1. Zwischenbericht) bekundeten zwei Winzereien ihre Teilnahme als Praxispartner an dem Vorhaben. Es handelte sich um die Winzerei Gut Zumstein aus Bad Dürkheim sowie der genossenschaftlich organisierte Winzerverein Meersburger vom Bodensee.

Am 11.07.2019 hatte das Projektkonsortium ein Treffen beim assoziierten Partner, der Winzerei Zumstein in Bad Dürkheim. Bei dem Gespräch stellte sich heraus, dass das Weingut den Neubau eines Gebäudes zur Weinherstellung sowie Fass- und Flaschenlagerung plant. Neben diesem Gebäude soll zudem ein Hotel mit Vinothek entstehen.

Der Winzerverein Meersburger konnte im Rahmen der Projektzeit nicht besucht werden, um die energietechnische Situation zu erfassen und die verfügbare Weinbaubiomasse zu bewerten. Die Winzergenossenschaft Meersburg musste coronabedingt ihre Ressourcen im Zeitraum 2020 - 2021 anderweitig einplanen und stand daher nicht mehr für das Vorhaben EWB zur Verfügung.

Mit Unterstützung des INEL-Netzwerkes (www.inel-netzwerk.de), in welchem der Verbundpartner Bälz Netzwerkmitglied ist, wurde ein Aufruf gestartet, um einen neuen Praxispartner

anzuworben. Durch den Aufruf konnte die Fellbacher Weingärtner eG als neuer assoziierter Projektpartner gewonnen werden.

Grundlage für die Betriebsbegehung an den zwei Standorten waren erarbeitete Aufnahmebögen. Es wurden zwei Aufnahmebögen, ein allgemeiner und ein spezifischer, erarbeitet. Diese Aufnahmebögen werden bei den Vor-Ort-Begehungen bei den assoziierten Winzereien zur Datenaufnahme genutzt. Es wurde ein allgemeiner und ein spezifischer Aufnahmebogen erarbeitet. Mittels des allgemeinen Fragebogens werden allgemeine energierelevante Daten (z. B. zu vorhandenen Managementsystemen, geplanten Investitionen, etc.) abgefragt. Der spezifische Aufnahmebogen dient der Erfassung von detaillierten Informationen zu aktuellen Anlagen zur bspw. Strom- und Wärmeerzeugung oder Kälteerzeugung. Die zwei Aufnahmebögen sind im Anhang als Anlage F1 und als Anlage F2 aufgeführt.

Am 01.09.2021 wurde die genossenschaftlich organisierte Winzervereinigung Fellbacher Weingärtner eG (vgl. Abbildung 1) besichtigt. Gemeinsam mit dem Kellermeister, Herr Single, wurde der Prozess zur Herstellung der verschiedenen Weine und der Lagerbereich besichtigt. Dabei wurden die relevanten Daten zu den energieerzeugenden und -verbrauchenden Anlagen erfasst. Im Vorfeld hatte Herr Single bereits die Aufnahmebögen ausgefüllt. Auf Grundlage der aufgenommenen Daten erfolgte im nachfolgenden Arbeitspakt 5.2 eine Auswertung des Energieverbrauchs sowie der energietechnischen Infrastruktur erfolgen.



Abbildung 1: Eingangsbereich mit Sicht auf Weinberg

Arbeitspaket 5.2: Grobanalyse der standorts- & prozessspezifischen Energieverbrauchs & der energietechnischen Infrastruktur

Grundlage für die Auswertung der aufgenommenen Daten zur energetischen Infrastruktur und den Verbrauchsdaten war die Auswertung der Energie- und Stoffströme für eine Modell-Winzerei. Hierfür wurden öffentlich verfügbare Studien über den Herstellungsprozess von Weinen und den damit verbundenen Energiebedarf ausgewertet. Nachfolgend ist der grundsätzliche Prozess der Weinherstellung beschrieben.

Beschreibung des Weinherstellung Prozess

Die Traubenlese findet zum Reifezeitpunkt (im Oktober) meist per Hand statt. Dabei wird direkt eine Selektion der Trauben vorgenommen, faule und unreife Beeren werden aussortiert. Nach der Anlieferung in der Winzerei werden die Trauben einem Entrapper zugeführt. Dabei werden die Beeren vom Stielgerüst getrennt. Anschließend werden sie zermahlen und es entsteht die Maische, ein Brei aus Fruchtfleisch und Kernen, der sogenannte Traubenmost. Bei der Rotweinherstellung findet nun eine Gärung mit Natur- oder Reinzuchthefer statt. Die optimale Gärtemperatur liegt bei etwa 25 °C. Während des Gärvorganges steigt der Trester (Feststoffgemisch aus Beerenschalen, Fruchtfleisch und Kernen) an die Oberfläche des Behälters und bildet einen Tresterhut. Dieser wird kontinuierlich mit dem Traubenmost vermischt. Dabei lösen sich die in den Feststoffen enthaltenen Farbstoffe, Pigmente und Tannine und verleihen dem Wein Farbe und Geschmack. Ist die alkoholische Gärung abgeschlossen findet eine Separation des Weins durch Pressen oder Filtern vom Trester statt.

Bei der Weißweinherstellung findet nach der mehrstündigen Einmischung ein Pressen der Maische statt. Die dabei gelösten Aromen bestimmen den Geschmack und die Qualität des Weines. Nach dem Pressen wird der Most geklärt. Dabei wird der Most einige Zeitlang stehen gelassen, was das Absinken von Trübstoffen bewirkt. Alternativ werden auch Filtration oder Zentrifugieren eingesetzt. Bei der anschließenden Gärung wird Hefe hinzugegeben und bei einer mittleren Temperatur von 17 bis 20 °C wird der Most zu Wein umgewandelt.

Dann werden beide Jungweine aus den Gärbehältern zu der Schönung überführt. Es werden unerwünschten Inhaltsstoffe (Heferückstände und geschmacksbeeinträchtigende Stoffe) aus dem Wein entfernt. Dabei werden die Schwebestoffe mithilfe von Zusätzen gebunden und abgeschieden. Beide Jungweine werden anschließend einer Reifung zwischen 3 bis 6 Monaten im Edelstahltanks oder Holzfässern zugeführt. Die Art und Weise der Reifung gibt dem Wein zusätzliche Geschmacks Nuancen und Aromen. Nach einer abschließenden Filtration werden die Weine stabilisiert und in sterile Flaschen gefüllt. Sterilität ist besonders wichtig, da es sonst zu einer Nachgärung in der Flasche kommen kann. Des Weiteren werden die Flaschen verpackt und bis zum Abtransport zwischengelagert.

Im Anhang ist unter Anlage F3 auf Grundlage des eben beschriebenen Verfahrens zur Weinherstellung die Energieströme je Verfahrensschritt kenntlich gemacht.

Das Projektkonsortium verständigte sich darauf, beim Praxispartner Weingut Zumstein nicht die bestehende Infrastruktur zur Weinherstellung als Ausgangsgrundlage zu nehmen, sondern den geplanten Neubau einer Liegenschaft bestehend aus einem Gebäude zur Weinherstellung sowie Fass- und Flaschenlagerung und einem Hotel mit Vinothek. Dadurch konnte das geplante hybride Anlagenkonzept zur Erzeugung von Nutzwärme und Kälteenergie aus Weinbaubio-masse in Hinblick auf eine techno-ökonomische Implementierung in einen Neubau bewertet

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

werden. Zu Vorhabensbeginn wurde ausschließlich die Integration in eine bestehende Produktionslandschaft berücksichtigt.

Die Auslegung des hybriden Anlagenkonzepts auf Basis der Rahmenbedingungen der Winzerei Zumstein ist den Ausführungen zu Arbeitspaket 6 zu entnehmen. Nachfolgend wird auf die aufgenommenen Daten und die energetische Ist-Situation am Standort der Fellbacher Weingärtner eG eingegangen. Diese Beschreibung und die erfassten Daten bilden die Grundlage für die Berechnung der spezifischen Energiekosten für die Weinherstellung mit der aktuellen Energietechnik.

Beschreibung des Ist-Zustands des Energieverbrauchs und der Energieinfrastruktur der Fellbacher Weingärtner

Prozess der Weinherstellung bei der Fellbacher Weingärtner eG

Im nachfolgenden Abschnitt ist der Prozess zur Herstellung von Wein innerhalb der Winzergenossenschaft Fellbacher Weingärtner eG beschrieben. Fokus der Beschreibung ist die Darstellung der energieverbrauchenden technischen Aggregate.

Weinernte

Die Traubenlese findet zum Reifezeitpunkt (im Oktober) meist per Hand statt. Dabei wird direkt eine Selektion der Trauben vorgenommen, faule und unreife Beeren werden aussortiert. In der nachfolgenden **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die wichtigsten Kennzahlen der Winzergenossenschaft Fellbacher Weingärten eG aufgeführt.

Tabelle 4: Kennzahlen zur Winzergenossenschaft Fellbacher Weingärtner eG

Parameter	Wert
Weinbaufläche	191 ha
Produzierter Rotwein	3.780 hl
Produzierter Weißwein	3.254 hl
Produzierter Sekt	185 hl
Produzierter Rosé	4.592 hl
Produzierte Flaschen pro Jahr	1.400.000

Die Herstellung eines Rotweins, Weißweins oder eines Roséweins unterscheiden sich nur minimal in den Produktionsschritten. Der Unterschied zwischen der Rot- und der Weißweinherstellung liegt in der Reihenfolge der Arbeitsschritte Gärung und Keltern. Rotwein wird erst nach der Gärung gekeltert. Weißwein schon vor der Gärung. Roséwein wird, nachdem gleichen Verfahren wie Weißwein produziert, zusätzlich werden rote Trauben mit beigemischt, um den Geschmack und das Aussehen zu beeinflussen. Für den Rotwein werden Rote- und für den Weißwein Hellebeeren verwendet.

Anlieferung

Die Anlieferung der geernteten Trauben durch die einzelnen Winzergenossen erfolgt im hinteren Bereich der Produktionsstätte. Die Anlieferung und Verarbeitung der Trauben erfolgt in einem Zeitraum von durchschnittlich 10 Wochen und liegt zwischen Anfang September bis

Mitte November. Die angelieferten Trauben werden gewogen und anschließend abgeladen. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist der Anlieferungsbereich des Produktionsgebäudes dargestellt.



Abbildung 2: Rückseite der Fellbacher Produktionsstätte für die Anlieferung der frischen Trauben

Abbeeren/Entrappen

Nach der Anlieferung werden die Trauben einem Entrapper zugeführt. Der Arbeitsschritt des Entrappens wird auch Abbeeren genannt. Dabei werden die Beeren vom Stielgerüst getrennt. Das Stielgerüst muss entfernt werden, da sonst unerwünschte Gerbstoffe in den Wein gelangen. Die Trauben werden im Entrapper mittels der vorhandenen Schneidwerkzeuge (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) von den langen Stielen abgetrennt.



Abbildung 3: Entrapper (links Einführungstrichter; rechts Schneidwerkzeug)

EWB (FKZ: 03KB131A)

Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe

Energetischen Biomassenutzung

eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Schlussbericht vom 26.02.2024

Maischen

Die vom Stiel befreiten Trauben werden zermahlen und es entsteht die Maische, ein Brei aus Fruchtfleisch und Kernen. Bei der Rotweinherstellung findet am Standort in Fellbach eine Kurzzeithocherhitzung statt. Dabei wird die Maische für zwei Minuten auf 87 °C erhitzt. Mittels eines Gegenstromwärmeübertragers (vgl. dazu **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) wird die frische Maische vor der Erhitzung vorerwärmt, indem die vorhandene Restwärme der erhitzten Maische auf die frische, nicht erhitzte Maische übertragen wird. Dadurch wird der Bedarf an Brennstoffenergie zur Bereitstellung der notwendigen Dampfmenge reduziert.



Abbildung 4: Gegenstromwärmeübertrager für Wärmerückgewinnung aus Traubenmost

Die Kurzzeithocherhitzung erfolgt mittels Dampf mit einer Temperatur von ~ 110 °C, welcher durch einen mobilen Dampfkessel bereitgestellt wird.

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist der ölbetriebenen Dampfkessel der Firma BBS GmbH dargestellt. Innerhalb der 10-wöchigen Produktionszeit wird der Dampfkessel im Bereich der Anlieferung aufgestellt und über außenliegende Anschlüsse an die technische Anlage zur Maischeerhitzung angeschlossen.



Abbildung 5: Eco 1500 Dampfkessel für die Maischeerhitzung

Die Maische des Weißweins wird anschließend in der in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gezeigten Trommelpresse gepresst, um den festen vom flüssigen Anteil

zu trennen. Ab jetzt unterscheiden sich die Rot- und Weißweinproduktion. Bei der Rotweinproduktion erfolgt jetzt die Gärung.



Abbildung 6: Trommelpresse für Trennung des flüssigen Anteils vom Trester bei der Weißweinherstellung

Gärung

Die optimale Gärtemperatur liegt bei etwa 25 °C. Während des Gärvorganges steigt der Trester (Feststoffgemisch aus Beerenschalen, Fruchtfleisch und Kernen) an die Oberfläche des Behälters und bildet einen Tresterhut. In den in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gezeigten Edelstahltanks findet die Gärung statt. Die Kühlung der Maische erfolgt von außen mittels der Einbringung gekühlter Luft. Innerhalb der Tanks findet unter der Zugabe von Hefen der Gärprozess statt. Die Hefen sind ein wichtiger Bestandteil innerhalb der Alkoholproduktion.



Abbildung 7: Edelstahl tanks für die Maischegärung

Der entstehende Alkohol wird kontinuierlich mit dem Traubenmost vermischt. Dabei lösen sich die in den Feststoffen enthaltenen Farbstoffe, Pigmente und Tannine und verleihen dem Wein Farbe und Geschmack. Der zuvor beschriebene Vorgang des Kurzzeithocherhitzen der Maische verkürzt dabei das Lösen der Farbstoffe und Geschmacksstoffe. Folglich kann die Gärzeit verkürzt werden.

Keltern

Ist die alkoholische Gärung abgeschlossen findet eine Separation durch Pressen des Mostes statt. Die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt eine sogenannte Mostpresse. In der Mostpresse wird die Maische schonenden gepresst, um Bitterstoffe aus den Kernen nicht auf den Wein zu übertragen.



Abbildung 8: Mostpresse

Schönen und Schwefeln

Dann wird der Wein aus den Gärbehältern der Schönung überführt. Es werden unerwünschte Inhaltsstoffe (Heferückstände und geschmacksbeeinträchtigende Stoffe) aus dem Wein entfernt. Dabei werden die Schwebestoffe mithilfe von Zusätzen gebunden und abgeschieden. Die Abscheidung wird mit einer Zentrifuge durchgeführt. Der Wein wird anschließend mit Schwefel versetzt, um das Gären und die Bakterienbildung zu minimieren. Die Reststoffe des Mostes, der beim Filtern und Pressen anfällt, wird als sehr nährstoffreiches Substrat in der Futtermittelindustrie weiterverwendet.

Reifen

Der Wein wird anschließend einer Reifung zwischen 3 bis 6 Monaten im Edeltank oder Holzfässern zugeführt. Die Reifung in Holzfässern gibt dem Wein zusätzliche Geschmacksnuancen und Aromen. Nach einer abschließenden Filtration werden die Weine stabilisiert und in sterile Flaschen gefüllt. Am Standort befindet sich eine Cross-Flow-Filtrationsanlage, um im Wein vorhandene Trubstoffe herauszufiltern. Sterilität ist besonders wichtig, da es sonst zu einer Nachgärung in der Flasche kommen kann. Die Flaschen werden handelsfertig verpackt und im Weinlager kühl bis zur Auslieferung gelagert. Die Produktionsstätte verfügt über eine Anlage zur Etikettierung und Verpackung der Weinflaschen. Im Lagerraum (vgl. dazu **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) herrscht eine durchschnittliche Lagertemperatur von ~ 16 °C. Zur Raumkühlung werden luftbeaufschlagte Verdampfer eingesetzt. Die aufsteigende warme Luft wird durch die Lamellen des Verdampfers gesaugt. Die Wärme der angesaugten Luft wird an das in den Rohren verdampfende Kältemittel abgegeben. Die Luftgeschwindigkeiten betragen erfahrungsgemäß 2-4 m/s.



Abbildung 9: Gekühltes Flaschenlager (links), luftbeaufschlagter Verdampfer (rechts)

Die in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gezeigte Süßreserve muss bei einer Temperatur von 4 °C kühl gelagert werden. Die Süßreserve dient zur späteren Anpassung der Weine. Der lagerfähig gemachte Traubenmost besitzt ca. 1Vol% Alkohol. Dieser dient im Wesentlichen zum Nachsüßen und Ausgleichen der Säure im Wein. Die besonders kühle Lagerung stoppt den Gärprozess und macht den Traubenmost haltbar.



Abbildung 10: Lagerung der Süßreserve

In der nachfolgenden **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist der zuvor beschriebene Prozess der Weinherstellung innerhalb der Fellbacher Weingärtner eG schematisch dargestellt.

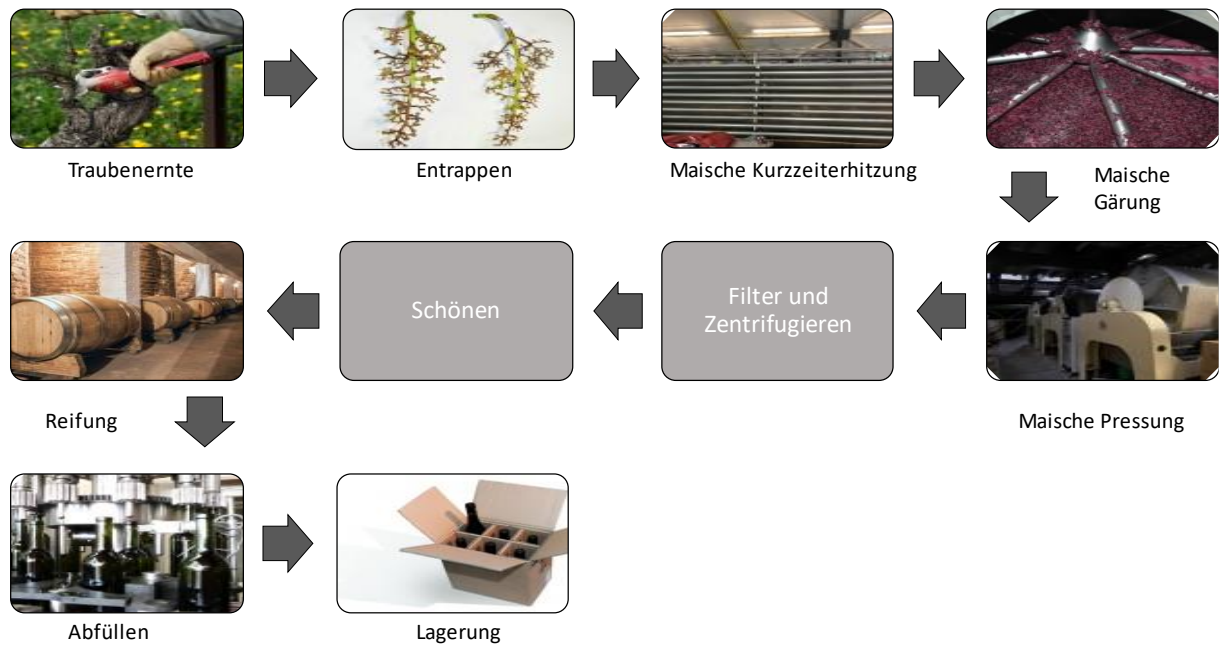


Abbildung 11: Ablauf der Weinproduktion am Beispiel der Fellbacher Weingärten eG

Analyse des Energieverbrauchs in der Weinproduktion am Beispiel der Fellbacher Weingärtner eG

Aufschlüsselung des Energieverbrauchs & -kosten für das Kalenderjahr 2020

Der Gesamtenergieverbrauch der Fellbacher Weinproduktion im Kalenderjahr 2020 belief sich auf 587.000 kWh. Die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die Verteilung zwischen den drei Energieträgern Strom, Erdgas und Heizöl. Den kleinsten Anteil hat Heizöl mit 49.000 kWh was ca. 8% des Gesamtenergieverbrauchs entspricht. Den zweitgrößten Anteil hat der Stromverbrauch mit 220.000 kWh was ca. 38%. Den größten Anteil am Energieverbrauch besitzt das Gas mit 318.000 kWh und ca. 54%.

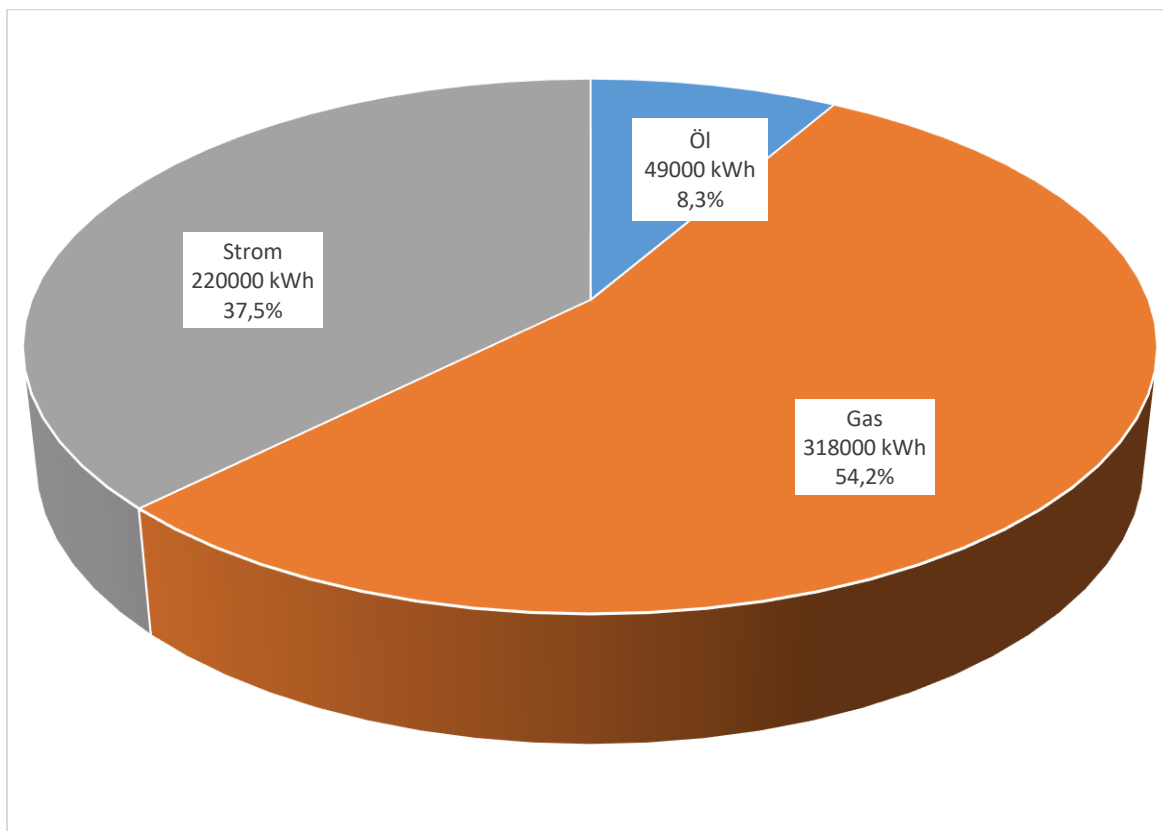


Abbildung 12: Energieverbrauch aufgeschlüsselt nach Energieträgern im Kalenderjahr 2020

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die Energiekosten je Energieträger dargestellt. Den kleinsten Anteil an den Gesamtkosten hat Heizöl mit einem Anteil von rund 6 %. Die zweit höchsten Kosten verursacht Erdgas. Bei einem Preis von 6 Cent/kWh kommt man auf 19.080 € pro Jahr was ca. 26 % der Gesamtkosten entspricht. Den größten Anteil den energiebezogenen Kosten besitzt Strom. Bei einem Preis von 23 Cent/kWh kommt man auf 50.600 € pro Jahr was ~69 % der gesamten Energiekosten entspricht.

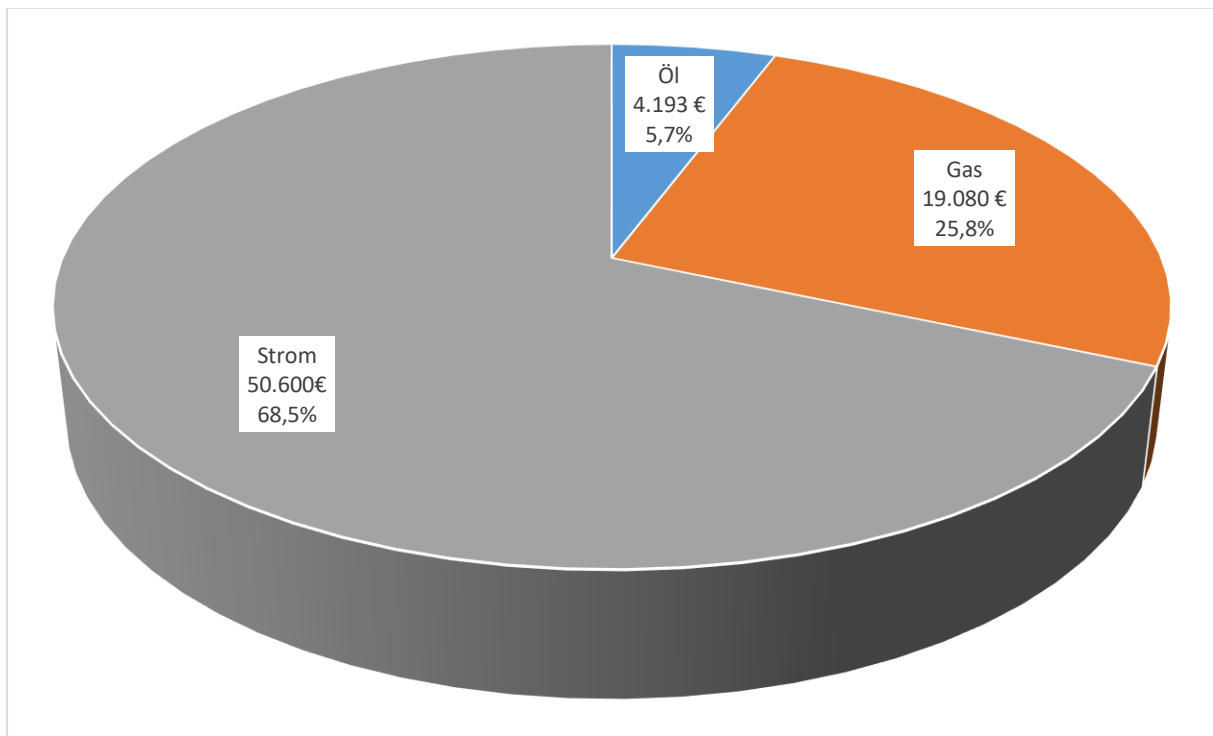


Abbildung 13: Energiekosten aufgeschlüsselt nach Energieträgern im Kalenderjahr 2020

Wenn man den Verbrauch und die Kosten je Energieträger vergleicht, fällt auf, dass Erdgas einen höheren Anteil am Gesamtenergieverbrauch als Strom hat, aber gleichzeitig einen geringeren Anteil an den Gesamtkosten hat. Beim Strom ergibt sich ein gegenteiliges Bild. Der Anteil von Strom am Gesamtenergieverbrauch beträgt ca. 38 % demgegenüber liegt der Kostenanteil bei ca. 69 %.

Energieverbrauchsanalyse

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist die Verteilung der Energieträger auf die gebäude- und produktionstechnischen Anlagen dargestellt.

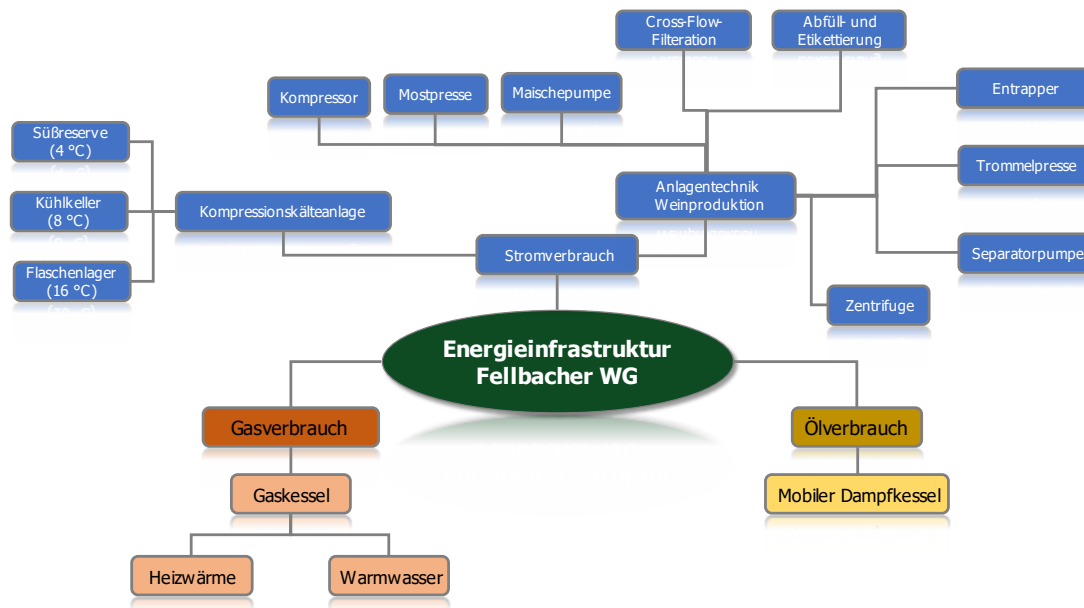


Abbildung 14: Energiefluss am Standort der Fellbacher Weingärtner eG

Der Stromverbrauch verteilt sich auf zwei Hauptanlagengruppen. Einmal in die Anlagentechnik zur Verarbeitung der Trauben, der Maische und der Aufbereitung des gekelterten Weins. Zum anderen die Kompressionskälteanlage zur Bereitstellung von Kühlenergie. Diese dient der Kühlung der Lageräume, der Gärtanks und der Süßreserve. Die Anlagentechnik der Weinproduktion besteht aus sehr vielen kleinen elektrischen Verbrauchern. Die Kompressionskälteanlage hat drei unterschiedliche Kühlbereiche. Diese sind das Flaschenlager mit 16°C, der Kühlkeller mit 8°C und die Süßreserve mit 4°C. Unter der Anlagentechnik für die Weinproduktion fallen verschiedene Pumpen, Pressen und Kompressoren. Weitere Energieverbraucher sind der Entrapper, die Zentrifuge, die Filteranlage und die Abfüll- und Etikettiermaschine. Weitere Stromverbraucher die nicht in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** enthalten sind z.B. die Beleuchtungstechnik, die EDV und viele weitere Kleinverbraucher. In der nachfolgenden **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die wesentlichen technischen Aggregate und deren Funktion innerhalb der Herstellung des Weins aufgelistet.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Tabelle 5: Technische Aggregate

Technisches Aggregat	Aufgabe
Entrapper	Trennen der Beeren von den Stielen
Mobiler Dampfkessel	Kurzzeiterhitzung der Maische, damit Farbstoffe in die flüssige Phase übergehen
Gegenstromwärmeübertrager	Vorwärmen der Maische vor dem Kurzzeiterhitzen
Trommelpresse	Trennen der Festen und Flüssigen Bestandteile in der Maische
Gärtank	Tank in dem die Gärung über längere Zeit stattfindet
Mostpresse	Schonende Pressung des Mostes
Zentrifuge	Trennen von Feststoffen aus der Flüssigkeit
Separatorpumpe	Zur Separation der Feststoffe
Maischepumpe	Zum Transport der Maische
Abfüll- und Etikettierungsanlage	Zum Abfüllen der Weinflaschen
Kompressionskälteanlage	Bereitstellung von Kühlenergie für Lagerung und Gärung

Tabelle 6: Werte zur Bestimmung des Energieverbrauchs pro Liter Wein

Parameter	Wert	Einheit
Gesamtstromverbrauch	220.000	kWh
Anteil Stromverbrauch für Anlagentechnik Weinproduktion	70	%
Stromverbrauch Anlagentechnik Weinproduktion	154.000	kWh
Heizölverbrauch	49.000	kWh
Gesamtenergieverbrauch Weinproduktion	203.000	kWh
Weinproduktion	1.181.100	l
Spezifischer Energieverbrauch Weinproduktion	200	Wh/l

Der Gasverbrauch entsteht durch den Betrieb der Heizungsanlage des Gebäudes. Der Ölverbrauch fällt beim Betrieb des mobilen Dampfkessels an. Seine Funktion ist die Dampferzeugung zur Kurzzeiterhitzung der Maische. Gemäß der Analyse des Energieflusses innerhalb des Produktionsstandorts der Fellbacher Weingärtner eG wird ein Großteil des verbrauchten Stroms sowie das gesamte Heizöl für die Herstellung des Weins verwendet. Setzt man die verbrauchte Energie zur Herstellung des Weins ins Verhältnis zur hergestellten Weinmenge, so ergibt sich ein spezifischer Energieverbrauch von 200 Wh pro produzierten Liter Wein (vgl. dazu Tabelle 6). Im Jahr 2011 wurde in der englischen Studie „Energy and English wine production: A review

of energy use and benchmarking“ 21 englische Winzereien unter energetischen Aspekten analysiert. Die Autoren ermittelten eine Benchmark von 0,557 kWh/l für eine energieeffiziente Weinproduktion. Auf Grundlage dieses Grenzwerts ist die Weinproduktion der Fellbacher Weingärtner eG als energieeffizient einzustufen.

Arbeitspaket 5.3: Detailanalyse für energieerzeugende und -verbrauchende Anlagen

Im nachfolgenden Abschnitt werden die technischen Aggregate zur Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser und Kühlenergie am Standort der Fellbacher Weingärtner eG näher untersucht.

Erdgasheizkessel zur Bereitstellung von Heizwärme & Trinkwarmwasser

In der nachfolgenden Tabelle 7 ist die Nennwärmeleistung des am Standort der Fellbacher Weingärtner eG installierten Erdgaskessels aufgeführt. Diese beträgt 450 kW. Im Jahr 2020 betrug der Verbrauch an Erdgas 318.000 kWh.

Tabelle 7: Techno-ökonomische Daten zum Erdgaskessel

Kennwert	Wert	Einheit
Nennwärmeleistung	450	kW
Erdgasverbrauch im Jahr 2020	318.000	kWh

Die mittels dem Erdgasheizkessels des Herstellers Viessmann erzeugte Heizwärme wird über ein Zwei-Rohrsystem an die konvektiven Heizkörper verteilt. Zudem übernimmt der Kessel aus **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** die Trinkwassererwärmung.



Abbildung 15: Erdgasheizkessel des Hersteller Viessmann

Ölbetriebener Dampfkessel für Prozesswärmebereitstellung für Maischeerhitzung

Der Ölbetriebene Dampfkessel steht in einem Container neben dem Hauptgebäude. Er wird nur in dem 10-wöchigen Zeitraum der Produktion verwendet. Seine Aufgabe ist es die Maische kurzzeitig zu erhitzen.



Abbildung 16: Dampfkessel ECO 1500

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die wesentlichen technischen Daten zum Dampfkessel sowie der Verbrauch an Heizöl im Kalenderjahr 2020 aufgeführt.

Tabelle 8: Techno-ökonomische Daten zum Dampfkessel

Kennwert	Wert	Einheit
Nennleistung	37	kW
Heizölverbrauch im Jahr 2020	5.000	l/a

Bewertungskriterien für Anlageneffizienz Erdgasheizkessel

Zur Beurteilung der techno-ökonomischen Effizienz des Erdgaskessels wurden die nachfolgenden Bewertungskriterien genutzt und berechnet:

1. **Vollbenutzungsstunden** definiert als Brennerlaufzeit zur Bereitstellung der Nutzwärmeleistung¹. Damit lässt sich prüfen, ob die Heizanlage überdimensioniert ist.

Die Berechnung erfolgt mittels eines Tools der WiRo Energie & Konnex Consulting GmbH auf Grundlage der nachfolgenden

¹ Viessmann Werke: Fachreihe Heizungsmodernisierung, Stand: 05/2005

Formel 1 und Formel 2. In der nachfolgenden Auflistung sind für drei Gebäude typische Vollbenutzungsstunden aufgeführt²:

- Einfamilienhaus: 1.500-2.100 h pro Jahr
- Bürogebäude: 1.400-1.900 h pro Jahr
- Krankenhäuser: 1.900-2.500 h pro Jahr

Formel 1: Berechnung Vollbenutzungsstunden

$$b_{VK} = b_F - b * \frac{q_B}{1 - q_B}$$

b_{VK} = Vollbenutzungsstunden [h]

b_F = Feuerungsbetriebszeit [h]

b = Betriebsbereitschaftszeit [h]

q_B = Bereitschaftsverluste [%]

Formel 2: Berechnung Feuerungsbetriebszeit

$$b_F = \frac{B_a * H_i * \eta_K}{\dot{Q}_K}$$

b_F = Feuerungsbetriebszeit [h]

B_a = Brennstoffverbrauch [l, kg]

H_i = Heizwert des Brennstoffes $\left[\frac{kWh}{m^3}, \frac{kWh}{l} \right]$

η_K = Kesselwirkungsgrad [%]

\dot{Q}_K = Nennleistung des Heizkessels [kW]

2. **Mittlere Anlagenauslastung** bezeichnet das Verhältnis zwischen Vollbenutzungsstunden des Brenners bzw. des Heizkessels und der Betriebsbereitschaftszeit (vgl. dazu Formel 3). Ziel sollte eine Auslastung von ~20 % sein¹.

² Amt für Bau und Immobilien: Senkung der Heizenergiekosten in öffentlichen Gebäuden, Stand 17.10.2018

Formel 3: Berechnung mittlere Anlagenauslastung

$$\varphi = \frac{b_{VK}}{b}$$

φ = Mittlere Anlagenauslastung [%]

b_{VK} = Vollbenutzungsstunden [h]

b = Betriebsbereitschaftszeit [h]

3. **Jahresnutzungsgrad** ist das Verhältnis zwischen der gemessenen Nutzwärmearbeit die bspw. der Kessel an das Heizwasser abgibt und der zugeführten Brennstoffenergie. Dieser Wirkungsgrad berücksichtigt die an einem Heizkessel auftretenden Abgas-, Strahlungs- und Bereitschaftsverluste. Moderne Gas-Brennwertkessel erreichen rechnerische Jahresnutzungsgrade von über 100 %. Diese Kessel nutzen die Kondensationswärme im Abgas, während sich der Heizwert bei der zugeführten Brennstoffenergie auf eine vollständige Verbrennung ohne Kondensation bezieht¹. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die Teillast-Nutzungsgrade verschiedener Kesseltypen dargestellt.

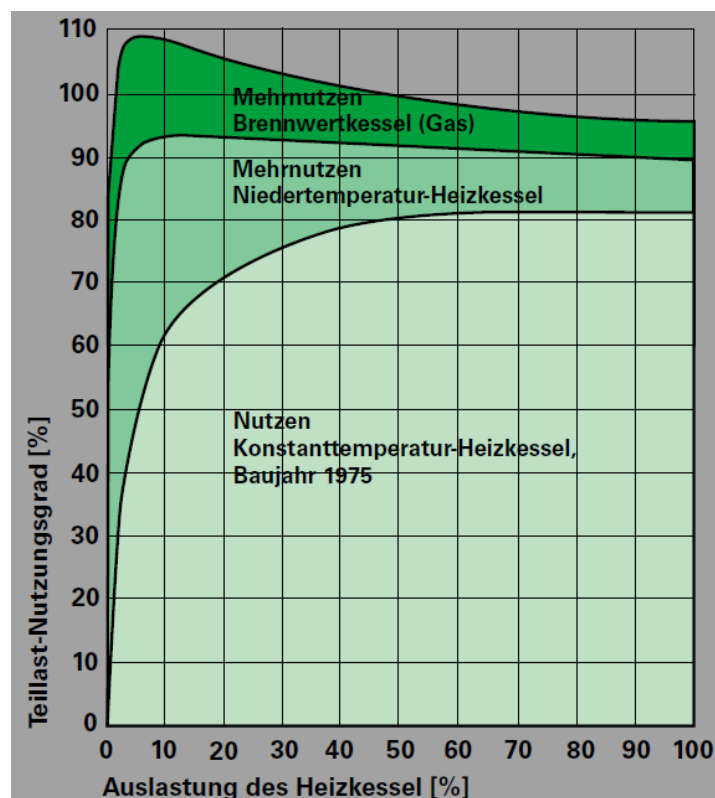


Abbildung 17: Nutzen und Verluste in Abhängigkeit der Auslastung bei verschiedenen Kesseltypen

In der Regel verfügen die Heizkessel über keinen Wärmemengenzähler. Die näherungsweise Berechnung erfolgte mittels eines Tools der WiRo Energie & Konnex Consulting GmbH auf Grundlage der nachfolgenden Formel 4.

Formel 4: Näherungsweise Berechnung des Jahresnutzungsgrads

$$\eta_N = \frac{\eta_K}{\left(\frac{b}{b_{VK}} - 1\right) * q_B + 1}$$

η_N = Jahresnutzungsgrad [%]

η_K = Kesselwirkungsgrad [%]

b = Betriebsbereitschaftszeit [h]

b_{VK} = Vollbenutzungsstunden [h]

q_B = Betriebsbereitschaftsverluste [%]

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Detailanalyse Erdgasheizkessel

Folgende Schwachstellen wurden beim Heizsystem identifiziert:

1) *Kesselanlage ist ineffizient*

Der abgeschätzte Jahresnutzungsgrad beträgt 76,7 %. Moderne Erdgas-Brennwertkessel schaffen teilweise Werte über 100 % durch Nutzung der Wärme aus der Abgaskondensation.

2) *Kesselanlage ist überdimensioniert*

Die Berechnung ergab 534 Vollbenutzungsstunden für den Brenner das entspricht bei einer Betriebsbereitschaftszeit von 4380 Stunden einer mittleren Brennerauslastung von 12,2 %. Heizanlagen sollten im realen Betrieb eine mittlere Auslastung von 20 % erreichen. Folglich schätzt das Beratungsunternehmen, dass die Hälfte der aktuell installierten Nennwärmeleistung ausreicht, um den Heizwärmebedarf zu decken.

In der nachfolgenden **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind Ergebnisse zur Detailanalyse des bestehenden Erdgaskessels am Standort der Fellbacher Weingärtner eG aufgeführt.

Tabelle 9: Ergebnisse Detailanalyse des Erdgasheizkessel

Parameter	Wert	Einheit
Standort	Gebäude	[-]
Gebäudefunktion	Winzerei	[-]
Heizanlagentyp	Gasheizkessel	[-]
Nennwärmeleistung Brenner (Viessmann)	450	[kW]
Erdgasverbrauch	31.485	[m ³]
Brennwert	10,1	[kWh/m ³]
Gasverbrauch	318.000	[kWh]
Vollbenutzungsstunden Brenner	533,96	[h]
Betriebsbereitschaftszeit	4.380	[h]
Mittlere Anlagenauslastung:	12,2	[%]
Geschätzte Nutzwärmearbeit	243.906	[kWh]
Jahresnutzungsgrad	76,7	[%]

Für die Bereitstellung der abgeschätzten Nutzwärmearbeit sind hauptsächlich die Kosten für das Erdgas relevant. Die Kosten für die Wartung und den Schornsteinfeger fallen kaum in Gewicht und sind daher vernachlässigbar. Es ergeben sich gemäß Tabelle 10 Wärmegestehungskosten von 8,19 Cent/kWh.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Tabelle 10: Wärmegestehungskosten Erdheizkessel

Parameter	Wert	Einheit
Erdgasverbrauch	318.000	[kWh]
Kosten Erdgas (2021)	6,00	[Cent/kWh]
Kosten Erdgasverbrauch	19.080	[€]
Wartungskosten	450	[€]
Schornsteinfeger	450	[€]
Betriebskosten	19.980	[€]
Geschätzte Nutzwärmearbeit	243.906	[kWh]
Wärmegestehungskosten	8,19	[Cent/kWh]

Detailanalyse Kompressionskälteanlage

Die notwendige Kühlenergie wird am Standort mechanisch erzeugt. Hierfür kommt eine Kompressionskälteanlage zum Einsatz. Bei Kompressionskälteanlagen wird das Kältemittel über einen elektrisch angetriebenen Verdichter komprimiert. Jede Kälteanlage hat grundsätzlich die folgenden Baugruppen: Verdichter, Verflüssiger, Expansionsventil und Verdampfer. Nachfolgend wird auf die Funktion der jeweiligen Baugruppe anhand der Kälteanlage bei der Fellbacher Winzergenossenschaft eingegangen.

Die verfügbaren Kompressionskälteanlagen arbeiten grundsätzlich alle nach einem Grundprinzip. Es wird Wärmeleistung bei tiefer Temperatur aufgenommen, bspw. die zu kühlende Raumluft der Flaschenkühlung am Standort der Fellbacher Winzergenossenschaft, und unter Aufwendungen von mechanischer Arbeit auf eine hohe Temperatur übertragen wird. Die aufgenommene Wärmeleistung wird i. d. R. an die Umgebung abgeführt.

Funktionsweise einer Kompressionskälteanlage

Wie zuvor aufgeführt besteht die Kompressionskälteanlage aus den vier Hauptbaugruppen *Verdichter (Kompressor)*, *Verflüssiger (Kondensator)*, *Expansionsventil* und *Verdampfer*³. Das Kältemittel strömt durch diese vier Baugruppen innerhalb eines geschlossenen Kreislaufs. Zunächst saugt der Verdichter das gasförmige Kältemittel an bei niedrigem Druck an. Durch die Verdichtung steigt neben dem Druck auch die Temperatur des Kältemittels an. Im nächsten Schritt strömt das verdichtete gasförmige Kältemittel zum Verflüssiger. Beim Verflüssiger wird das Kältemittel bis zum Erreichen des Taupunkts abgekühlt, sodass es bei konstantem Druck kondensiert. Die frei werdende Kondensationswärme wird an Kühlwasser oder die Umgebungsluft abgegeben. Anschließend fließt das flüssige Kältemittel zum Expansionsventil und entspannt sich, dadurch sinkt das Druckniveau. Am Austritt des Expansionsventil liegt das Kältemittel zweiphasig vor, es bildet also ein Gemisch aus einem flüssigen und gasförmigen Aggregatzustand³. Anschließend strömt das flüssige Kältemittel zum Verdampfer, um die Wärme

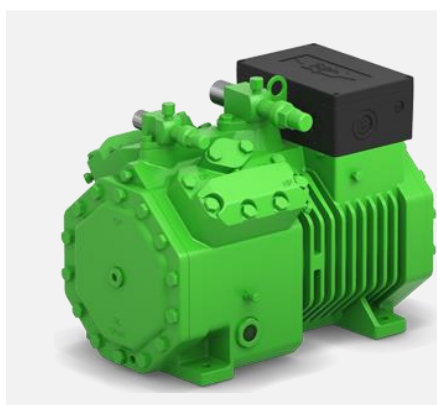
³ Geyer, M. und Praeger, U.: Lagerung gartenbaulicher Produkte, KTBL (Hrsg.), 2012

bspw. des zu kühlenden Raumes aufzunehmen. Durch diese Wärmezufuhr verdampft das Kältemittel vollständig. Der zugeführte Wärmestrom entspricht der nutzbaren Kälteleistung³.

Beschreibung der der Baugruppen Verdichter, Verflüssiger und Verdampfer am Standort der Fellbacher Weingärtner eG

Verdichter

Die am Standort installierte Kompressionskälteanlage nutzt einen halbhermetischen Hubkolbenverdichter des Typs 4FEP-28P-40P des Herstellers Bitzer Kühlmaschinen GmbH. Bei dieser Bauausführung befinden sich Verdichter und Elektromotor in einem gemeinsamen Gehäuse, welches über eine Flanschdichtung geschlossen ist³. Dieser Aufbau ermöglicht Reparaturen am Verdichter. Der Verdichter befindet sich auf dem Dach der Winzergenossenschaft. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die technischen Kenndaten des genutzten Verdichters aufgeführt.



Parameter	Wert	Einheit
Hersteller	Bitzer Kühlmaschinen GmbH	-
Model	4FEP-28P-40P	-
Fördervolumen	102	m ³ /h
Drehzahl	1.450	min ⁻¹
ND/HD max.	19/32	bar
Schutzklasse	IP 54	-
Kältemittel	R290	-
Motorversion 2	Tiefkühlung & Normalkühlung	-

Abbildung 18: Technische Daten Kältemittelverdichter

Verflüssiger

Am Standort werden luftbeaufschlagte Verflüssiger genutzt, um die aufgenommene Wärme an die Außenluft abzuführen. Mittels Ventilatoren wird die angesaugte Außenluft mittels Aluminiumlamellenübertrager an das Kupferrohr weitergeleitet. Die durchströmende Luft nimmt die Wärmeleistung des Kältemittels auf und dieses kondensiert. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die technischen Daten für die am Standort der Winzergenossenschaft verbauten Verflüssiger aufgeführt. Zudem ist ein Verflüssiger abgebildet.



Parameter	Wert	Einheit
Model	CW-CR2215510P	-
Bauart	luftbeaufschlagt	-
Kältemittelverdrängung	242,6	m ³ /h
Strömung der Verdampferflüssigkeit	22,5	m ³ /h
Temperatur rein	2	°C
Temperatur raus	-4	°C

Abbildung 19: Technische Daten des Verflüssigers (Rückkühlers)

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Verdampfer

Für die Kühlung u. a. des Weinflaschenlager kommen luftbeaufschlagte Verdampfer zum Einsatz. Die innerhalb des Lagerraums aufsteigende warme Luft wird von den Ventilatoren durch die Lamellen des Verdampfers gefördert. Die Wärme der Lagerraumluft wird an das in den Rohren verdampfende Kältemittel abgegeben.

Abschätzung der Kosten für die Kältebereitstellung

Am Standort der Fellbacher Weingärtner eG findet aktuell keine kontinuierliche Messung des Stromverbrauchs beim Kompressor und den Pumpen statt. Folglich kann der Stromverbrauch nur abgeschätzt werden, um auf dieser Grundlage eine Abschätzung der Kosten für die Bereitstellung der Nutzkälte vorzunehmen. Im Durchschnitt liegt der Stromverbrauch bei 19 kWh/hl Wein⁴. Der wesentliche Anteil dieses Stromverbrauchs wird für die Gär- und Flaschenkühlung aufgewendet. Gemäß den Angaben der Winzergenossenschaft werden durchschnittlich 11.800 hl Wein pro Jahr produziert. Somit beträgt lt. Tabelle 11 der abgeschätzte Strombedarf der Winzergenossenschaft 224.200 kWh pro Jahr. Berücksichtigt man, dass neben der Kompressionskälteanlage die Produktionsanlagen und die Beleuchtung Strom verbrauchen, wird der abgeschätzte Gesamtstromverbrauch um 15 % gekürzt. Der sich ergebende Wert in Höhe von 190.570 kWh/a entspricht dem Strombedarf zur Versorgung der Kompressionskälteanlage. Bei durchschnittlichen Stromkosten von 23 €cent/kWh ergeben sich abgeschätzte Jahreskosten von 38.596 €. Hinzu kommen noch rund 1.500 € für Wartung und 1.000 € als Rücklage für die Instandhaltung. Bei der Division der abgeschätzten Jahresgesamtkosten für die Kältebereitstellung und der durchschnittlich produzierten Menge an Wein ergeben sich Kältegestehungskosten von 3,3 € pro produzierten Hektoliter Wein.

Tabelle 11: Berechnung Kosten für die Kältemittelbereitstellung im Rahmen der Weinproduktion

Parameter	Wert	Einheit
Spezifischer Stromverbrauch Weinherstellung	19	kWh/hl
Durchschnittlich produzierte Weinmenge	11.800	hl
Abgeschätzter jährlicher Stromverbrauch	224.200	kWh/a
Korrekturfaktor Strombedarf für Kälte	15	%
Abgeschätzter jährlicher Stromverbrauch Kompressionskälteanlage	190.570	kWh
Spezifische Stromkosten	23	€cent/kWh
Jährliche Stromkosten	36.096	€/a
Wartungskosten + Rücklage	2.500	€/a
Gesamtkosten	38.596	€/a
Kältegestehungskosten	3,3	[€/hl]

⁴ BayWeinTEK: Strommanagement im Weinbaubetrieb, abrufbar unter <https://www.bayweintek.de/inhalte/energie-strom.html>

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Arbeitspaket 6: Entwicklung eines Innovativen Energieversorgungssystems

Anlagenkonzept Ballenvergaser und Absorptionskälteanlage zur Wärme- und Kälteerzeugung für ein Gebäudeneubau (am Beispiel Zumstein)

Abschätzung des Wärmebedarfs

Mit Hilfe des Lageplans wurden die Netto-Raumflächen [m²] für die drei Gebäude berechnet. Die Netto-Raumfläche je Zimmer können der Tabelle 21 bis Tabelle 23 des Anhangs entnommen werden (vgl. dazu Abschnitt G.1).

Nachfolgend sind die aufsummierten Netto-Raumflächen je Gebäude aufgeführt:

Tabelle 12: Netto-Raumfläche je Gebäude

Gebäude	Netto-Raumfläche [m ²]
Kalthalle	1.449
Wohngebäude	385
Pension	803
Summe	2.637

Da die Kalthalle nicht beheizt wird, ergibt sich eine zu beheizende Fläche von $\sim 1.188 \text{ m}^2$.

Im nächsten Schritt wurde der Jahresheizwärmebedarf je zu beheizende Gebäude ermittelt. Der angenommene spezifische Jahresheizwärmebedarf je Gebäudetyp ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführt. Die raumweise Multiplikation des spezifischen Jahresheizwärmebedarfs mit der jeweiligen Netto-Raumfläche ergibt den Jahresheizwärmebedarf pro Raum.

Die summierten Angaben je Raum ergeben den gesamten Jahresheizwärmebedarf (HWB) des jeweiligen Objektes. Das Wohngebäude wird mit dem Wert nach EnEV 2016 DIN 4108-6 verrechnet. Eine genauere Berechnung des Bedarfs setzt eine Berechnung mittels des Primärenergiebedarfs (§3 EnEV 2014 „Anforderungen an Wohngebäude“) voraus. Hierfür sind Transmissionswärmeverluste, Angaben U-Werte der Fenster und der Baumaterialien benötigt.

Nach dem selbem Vorgehen wird der Jahresheizwärmebedarf der Pension berechnet, welche von der EnEV 2014 als Nichtwohngebäude eingestuft wird. Da hierfür ebenfalls multiple Angaben der Gebäudehülle zur genauen Berechnung der benötigten Werte erforderlich sind, wird pauschal der spezifische Jahresheizwärmebedarf aus der Studie „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050“ des Umweltbundesamtes entnommen.

Tabelle 13: Spezifischer Jahresheizwärmebedarf je Gebäudetyp

Gebäude	Spezifischer Jahresheizwärmebedarf [kWh/m ² *a]
Einfamilienhaus	53,1
Nichtwohngebäude	68,5

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

In der Tabelle 24 und Tabelle 25 des Anhangs sind die detaillierten Berechnungen des Jahresheizwärmebedarfs je Gebäude aufgeführt

In der nachfolgenden Tabelle 14 ist der Jahresheizwärmebedarf für das Wohngebäude und die Pension aufgeführt.

Tabelle 14: Jahresheizwärmebedarf je Gebäude

Gebäude	Jahresheizwärmebedarf [kWh, a]
Pension	54.967
Wohngebäude	20.462
Summe	75.430

Abschätzung der Wärmeleistung

Um die Netto-Heizlast zum Bereitstellen des vor berechneten Jahresheizwärmebedarfs zu berechnen, wird der vorher berechnete Jahresheizwärmebedarf gemäß Tabelle 15 durch die durchschnittliche Jahresvolllaststunden eines Heizkessels in Deutschland, i. d. F. 2.000 pro Jahr, dividiert. Die sich ergebende Netto-Heizlast kann Tabelle 15 entnommen werden.

Tabelle 15: Heizlast zur Deckung des Heizwärmebedarfs von Pension und Wohngebäude

Gebäude	Heizlast [kW]
Pension	28
Wohngebäude	10
Summe	38

Für die Warmwasserbereitstellung werden erfahrungsgemäß 8 kW zu der errechneten Heizlast addiert. Werden die Leitungsverluste für den Wärmetransport über eine Heißwasserleitung vom außerhalb der zwei Gebäude positionierten Strohvergaser zum Wohngebäude und Pension mitberechnet und eine Reservelast in Betracht gezogen, ergibt sich abgeschätzte Wärmeleistung von ~60 kW.

Abschätzung des Kältebedarfs

Die Tabelle 16 zeigt die Fläche und das Volumen der zu kühlenden Räume. Über das Volumen kann mit der spezifischen Kälteleistung eine Abschätzung zur benötigten Kälteleistung getroffen werden. Die abgeschätzte Kälteleistung für das Tanklager und das Flaschenlager beträgt 97 kW.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Tabelle 16: Fläche der gekühlten Räume und Abschätzung Kühlleistung

Parameter	Wert	Einheit
Tanklager	243	m ²
Kühlhaus/ Flaschenlager	363	m ²
Höhe des Tanklagers und des Flaschenlagers	4	m
Volumen der gekühlten Räume	2.424	m ³
Spezifische Kälteleistung	40	W/m ³
Kälteleistung	96.960	W

Die Absorptionskälteanlage des Typs *Biene* erzeugt eine Kälteleistung von 50 kW (vgl. dazu Tabelle 17). Die tatsächlich zur Verfügung gestellte Nutzkälte hängt u. a. von der Vorlauftemperatur der Wärmequelle, der Temperaturspreizung am Wärmeübertrager beim Desorber sowie der Zielkühltemperatur ab. Auf Grundlage der spezifischen Vorgaben am Standort der Winzerei Zumstein wurde mittels eines AKA-Auslegungsprogramms die effektive Nutzkälte berechnet. Wie dem Schaubild unter Abbildung 20 entnommen werden kann, beträgt die effektive Kälteleistung 34,4 kW. Die Kosten für die AKA inkl. trockenen Rückkühlwerk betragen ohne Installation rund 110.00 € netto.

Um die zuvor abgeschätzte Kälteleistung von 97 kW (vgl. dazu Tabelle 16) zu decken, könnte für die verbleibenden 62,6 kW, nach Abzug der effektiven Kälteleistung für die AKA, eine Kompressionskälteanlage genutzt werden. Bei einem durchschnittlichen COP, also dem Verhältnis von zugeführter elektrischer Leistung zu erzeugter Kälteleistung, von 3,5, benötigt die Kompressionskälteanlage ca. 18 kW elektrische Leistung.

Tabelle 17: Technische Kenndaten Absorptionskälteanlage Biene

Absorptionskälteanlage Biene Single-Effect LiBr-H2O		
	Wert	Einheit
Kälteleistung	50	kW
Wärmeverhältnis COP	0,77	-
Heizleistung	65	kW
elektrische Leistung	0,4	kW

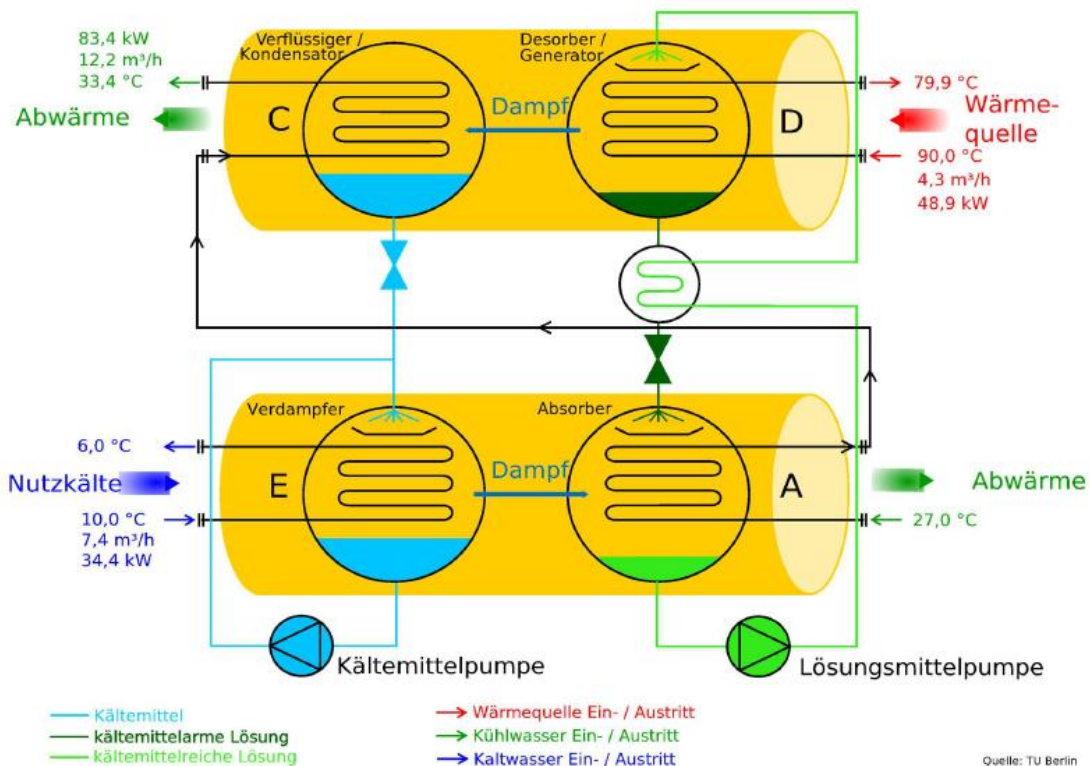


Abbildung 20: Berechnung effektive Nutzkälteleistung AKA Biene am Beispiel der Winzerei Zumstein

Das Blockschaltbild für eine Absorptionsanlage mit einem Strohvergaser kann aus der Abbildung 21 entnommen werden. Die Absorptionskälteanlage (AKA) ist an drei verschiedenen Kreisläufen angeschlossen. Einmal den Verbraucherkreis Kaltwasser, welcher in der AKA um 5°C von 21°C auf 16°C gekühlt wird. Der zweite Verbraucherkreis ist das Heißwasser. Das Heißwasser strömt mit 90°C in die AKA und verlässt sie wieder mit einer Temperatur von 72°C. Das Heißwasser wird über den Strohvergaser erzeugt. Der dritte Verbraucherkreis ist das Rückkühlwerk, was das Wasser mit einer Temperatur von 30°C in die AKA gibt und sie wieder mit einer Temperatur von 37°C verlässt.

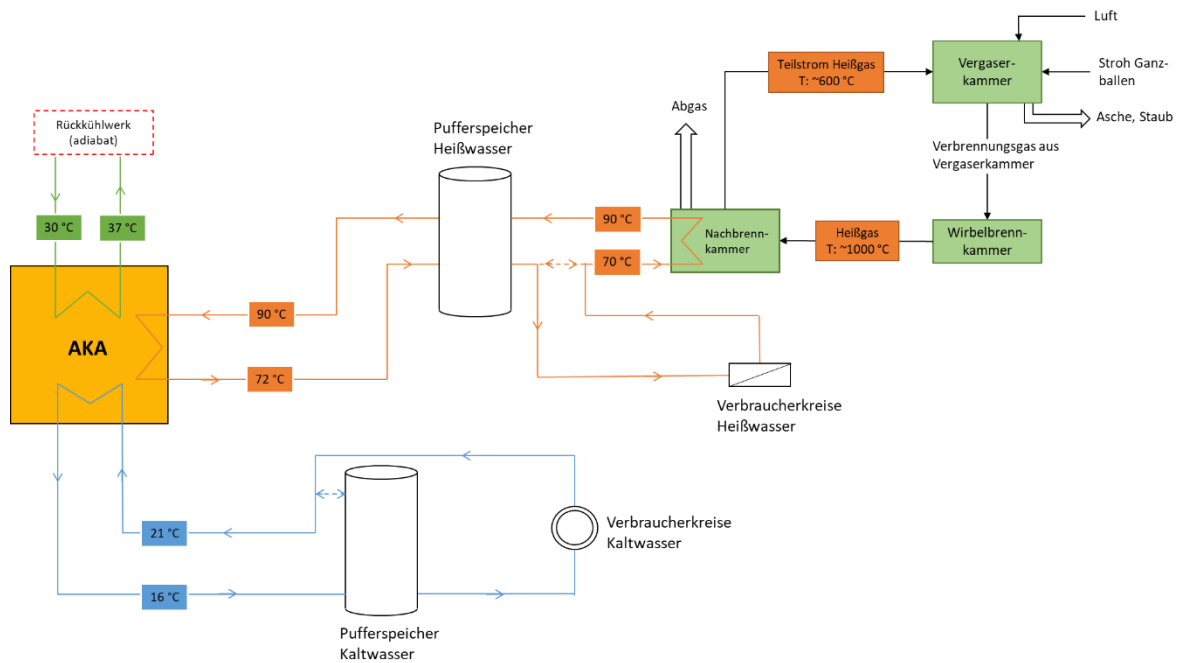


Abbildung 21: Blockschaltbild Absorptionskälteanlage Biene in Kombination mit Strohvergaser von FTF

Anlagenkonzept Ballenvergaser mit Heißgasturbine und Absorptionskälteanlage zur Wärme-, Strom- und Kälteerzeugung für bestehende Winzerei (am Beispiel Fellbach Weingärtner)

Beschreibung des Anlagenkonzepts zur Bereitstellung von Wärme, Strom und Kälte auf Basis von Weinbaubiomasse

Die Vergasungsanlage besteht aus zwei Hauptbestandteilen. Einem Vergaser mit Brennkammer sowie dem nachgeschalteten Wärmetauscher. Hinzukommt die als Zyklon ausgeführte Nachbrennkammer, um eine vollständige Oxidation des Kohlenstoffs zu erreichen. Dieses Aggregat (Abbildung 22) dient der Einhaltung der gesetzlichen Emissionswerte. Zur Erzeugung der Wärme wird das Vergasungsprinzip eingesetzt, das heißt, der Brennstoff wird mit einem Lambda-Wert von unter 1 vergast und anschließend verbrannt. Als Vergasungsmittel wird Luft eingesetzt.

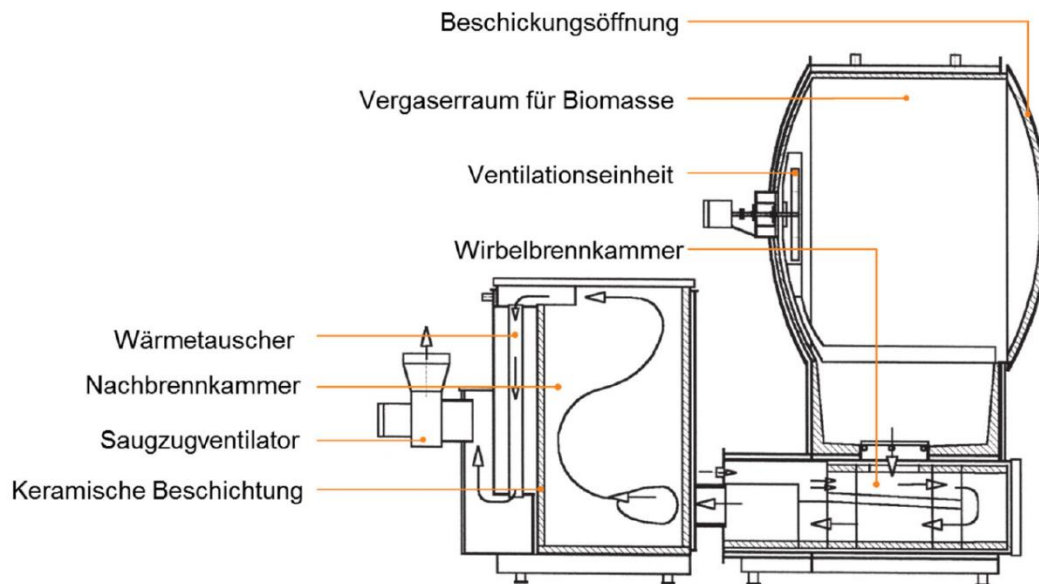


Abbildung 22: Seitenansicht Großballenvergaser

Zum Anfahren der Anlage wird mit Hilfe eines Sekundärbrennstoffes die Betriebstemperatur im Vergaserraum erzeugt. Dafür wird in der Regel Scheitholz oder eine sekundäre temporäre Gasflamme verwendet. Das Anheizen kann auch mit Holzpellets und größeren Presslingen erfolgen. Erst wenn die erforderliche Betriebstemperatur von ca. 600°C erreicht ist, wird ein Stroh-Grenzballen in den Vergasungsraum gefördert. Der Füll- Vergaserraum ist keramisch ausgekleidet und verfügt über eine darunterliegende Wärmedämmschicht (Schüttdämmung), sodass Wärmeverluste effektiv vermieden werden und die zuzuführende Menge an Sauerstoff bzw. Luft gering bleibt. Über die Ventilationseinheit wird Heißgas angesaugt und in den Vergaserraum geblasen. Damit löst sich die Ascheschicht, die sich während des Vergasungsprozesses um den Ballen bildet. Unterhalb der Beschickungseinrichtung befindet sich eine Staub- und Absetzkammer, welche die anfallenden Staub- und Aschepartikel der Transport und Vergasungsprozesse auffängt.

Die Beschickung der Ganzballen wird von einer Art Schubplatte bewerkstelligt, welche sich am Ende der Zuführeinheit befindet. Dabei rückt eine bewegliche Wand die Rundballen kontinuierlich und zeitgesteuert in den Vergasungsraum. Weiterhin unterstützen Förderelemente (z.B. Förderband, Schubboden), die sich im Boden der Zuführeinrichtung befinden, den Transport der unzerkleinerten Rundballen. Die auf dem Feld gepressten Rundballen können somit direkt verarbeitet werden. Alternativ ist eine Beschickung der Anlage mit einem Radlader möglich.

Der Vergasungsraum ist so ausgelegt, dass genau ein Ballen den Inhalt ausfüllt. Der zweite Ballen wird je nach Vergasungsfortschritt des ersten Rundballens dem Vergasungsraum langsam zugeführt. Die geschieht immer so lang, bis der Ballen sich komplett im Vergasungsraum befindet. Ein Nachsetzen von weiteren Ganzballen ist auch während des Betriebs möglich. Die automatische Zuführung der Ballen wird durch ein Steuer- Regelsystem kontrolliert. Durch die kontinuierliche Messung der Temperatur und des Füllstands im Vergasungsraum kann ein optimaler und gleichmäßiger Vergasungsprozess gewährleistet werden. In Folge der automatischen Ganzballenbeschickung sind zusätzliche Aufbereitungsschritte, wie z.B. Brennstoffaufbereitung und Zerkleinerung für das Stroh nicht notwendig.

Zudem weist die Anlage eine hohe Bedienerfreundlichkeit auf, da die Beschickung des Brennraums automatisch mit zeitgeregelter Zuführung erfolgt. Der Arbeitsaufwand zur Bedienung der Anlage wird somit äußerst geringgehalten, was zu einem geringen Personalaufwand während des Anlagenbetriebs führt.

Das gebildete Gas aus der Vergasungskammer wird in die Wirbelkammer geleitet und anschließend nahezu vollständig oxidiert. Im nachgeschalteten Nachbrenner-Wärmetauscher kann die Wärme des Rauchgases an ein Wärmeübertragungsmittel abgegeben werden. Durch die Kombination der Nachbrennkammer mit einem Dampfkessel, wird aus der Strohvergasungsanlage eine Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage. Die ca. 1000°C heißen Rauchgase werden in den Dampfkessel geleitet. Im Dampfkessel befindet sich der Verdampfer. Innerhalb des Verdampfers erfolgt die Wärmeübertragung vom Rauchgas an das Wasser. Im Zuge des Wärmeübertrags wechselt das Wasser seinen Aggregatzustand und geht in den gasförmigen Zustand über. Der heiße Wasserdampf treibt mit hohem Druck eine Turbine an, die aus der Rotationsenergie elektrischen Strom erzeugt. Der Ausströmende heiße Wasserdampf fließt anschließend in den Kondensator. Im Kondensator kondensiert der Wasserdampf. Die freiwerdende Kondensationswärme kann an einen Pufferspeicher abgegeben und bspw. für Heizzwecke verwendet werden. Die Speisewasserpumpe pumpt das Kondensat zum Speisewasserspeicher. Der Prozess der Dampferzeugung startet von Beginn. In Abbildung 23 ist das beschriebene Anlagenkonzept dargestellt.

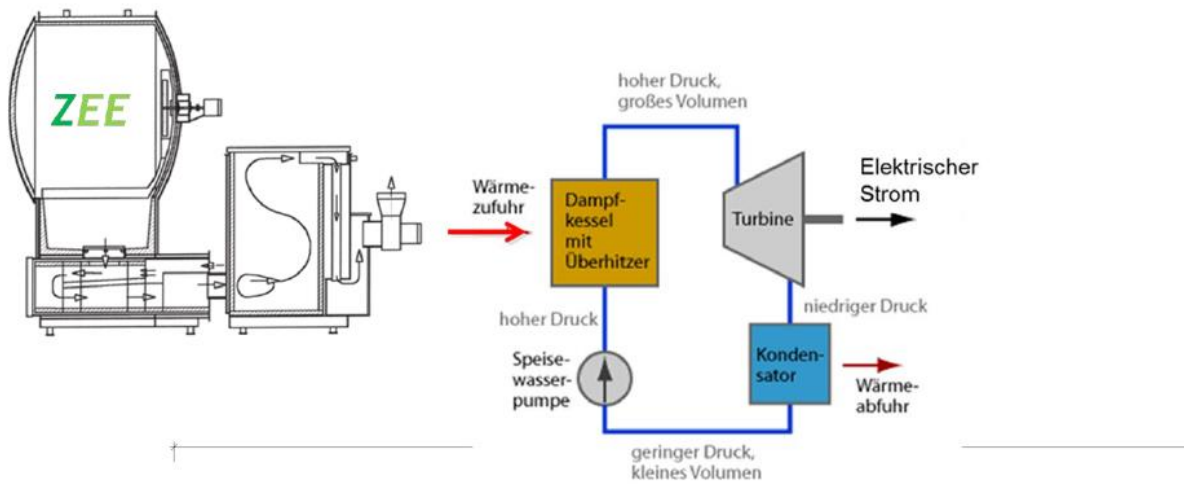


Abbildung 23: Anlagenschema zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung mittels dem Strohvergaser

Das zuvor beschriebene Anlagenkonzept zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung kann in der finalen Ausbaustufe um die bereits beschriebene Absorptionskälteanlage des Verbundpartners Bälz ergänzt werden. Die thermische Einbindung der Absorptionskälteanlage erfolgt über den Pufferspeicher. In der nachfolgenden Abbildung 24 ist dieses Anlagenkonzept schematisch dargestellt. Dieses Anlagenkonzept wandelt die eingebrachte Weinbaubiomasse in Wärme, Strom und Nutzkälte um.

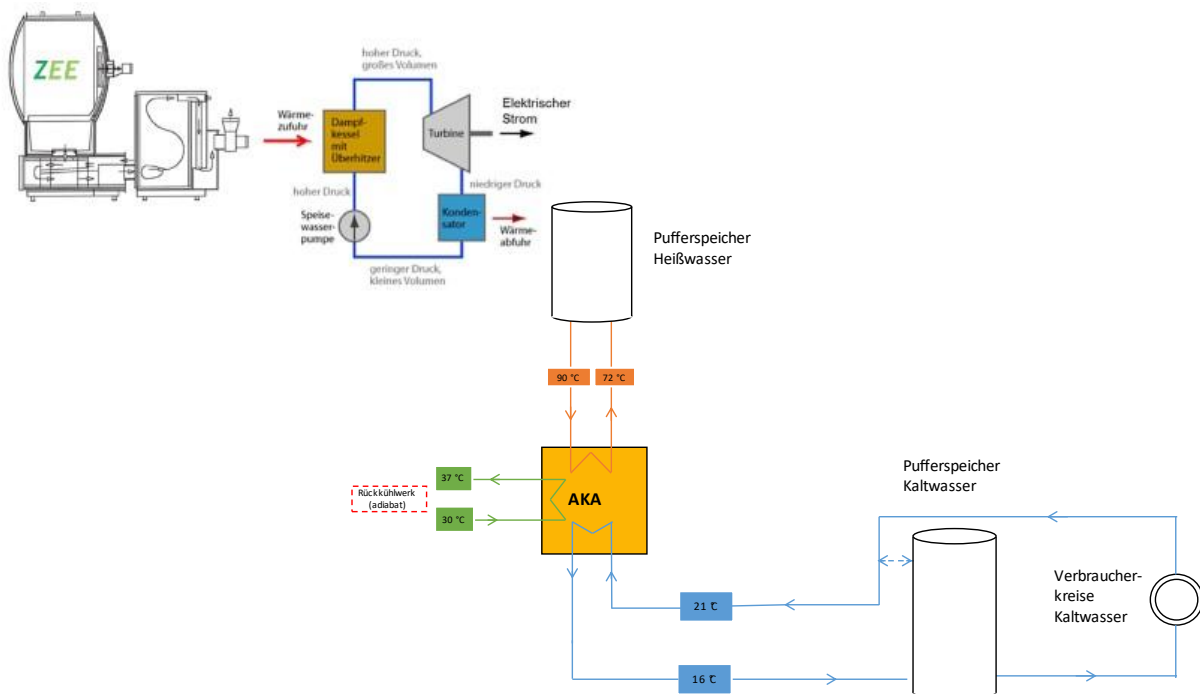


Abbildung 24: Anlagenschema zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung mittels dem Strohvergaser und thermischer Kälteerzeugung mittels einer Absorptionskälteanlage

Auslegung des Anlagenkonzepts zur Bereitstellung von Wärme, Strom und Kälte auf Basis von Weinbaubiomasse

Basierend auf den Rahmenbedingungen der Winzergenossenschaft Fellbacher Weingärtner eG wurde das zuvor beschriebene hybride Anlagenkonzept zur kombinierten Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung dimensioniert. In der nachfolgenden Tabelle 18 sind die berechneten Größen für die einzelnen Aggregate aufgeführt.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Tabelle 18: Auslegung eines hybriden Anlagenkonzepts zur kombinierten Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung aus Weinbaubiomasse

Parameter	Wert	Einheit
Volllaststunden Heizung	2.000	h/a
Erdgasverbrauch	318.000	kWh/a
Abgeschätzter Jahres-Nutzungsgrad Erdgaskessel	77	%
Abgeschätzte Nutzwärmearbeit	244.860	kW
Angesetzter Thermischer Wirkungsgrad ZEE Biomasse-KWK-Anlage	46	%
Abgeschätzter Brennstoffverbrauch zur Deckung Heizwärme	532.304	kWh/a
Abgeschätzte Wärmebelastung Wärmebereitstellung	266	kW
Abgeschätzter Strombedarf Kompressionskälteanlage	156.940	kWh/a
Durchschnittlicher COP Kompressionskälteanlage	3,5	-
Kälteenergiebedarf	44.840	kWh/a
Volllaststunden Kompressionskälteanlage	800	h/a
Abgeschätzte Kälteleistung	56	kW
Thermischer COP Absorptionskälteanlage	0,8	-
Wärmeleistung für Absorptionskälteanlage	70	kW
Angesetzter Thermischer Wirkungsgrad ZEE Biomasse-KWK-Anlage	46	%
Wärmebelastung zur Deckung der Wärmeleistung der Absorptionskälteanlage	152	kW
Spitzen-Wärmebelastung bei gleichzeitiger Deckung des Wärmebedarfs für Wärmebereitstellung & Absorptionskälteanlage	418	kW
Angesetzter Elektrischer Wirkungsgrad ZEE Biomasse-KWK-Anlage	17	%
Elektrische Leistung bezogen auf Spitzen-Wärmebelastung	71	kW

In der Auslegung wird davon ausgegangen, dass die Biomasse-KWK-Anlage wärmegeführt betrieben wird. Folglich soll die Anlage die maximal notwendige *Wärmebelastung* abdecken. Die *Wärmebelastung* errechnet sich aus dem Erdgasverbrauch, i. d. F. 318.000 kWh, geteilt durch die abgeschätzten Volllaststunden. Es ergibt sich eine Wärmebelastung von 159 kW, um den Wärmebedarf des Gebäudes sowie den Trinkwarmwasserbedarf zu decken.

Im nächsten Schritt wurde die notwendige Heizleistung für die Absorptionskälteanlage bestimmt. Hierzu wurde zunächst die Kälteleistung abgeschätzt. Hierzu wurde zunächst der Kälteenergiebedarf mittels Division des abgeschätzten Strombedarfs der Kompressionskälteanlage mit einer üblichen Arbeitszahl von 3,5 bestimmt. Anschließend wurde der sich ergebende

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung <small>eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)</small>
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Kälteenergiebedarf durch die abgeschätzte Vollaststundenzahl von 800 h für die Kälteanlage dividiert. Die sich ergebende abgeschätzte Kälteleistung von 56 kW wurde durch den thermischen COP der Absorptionskälteanlagen des Verbundpartners Bälz von 0,8 geteilt. Daraus ergibt sich eine notwendige Wärmeleistung von 70 kW für die Absorptionskälteanlage. Bei einem thermischen Wirkungsgrad von 46 % für die Biomasse-KWK-Anlage ergibt sich eine Wärmebelastung von 152 kW. Falls die Biomasse-KWK-Anlage zur gleichen Zeit die volle Wärmeleistung zur Bereitstellung der Heizwärme und für den thermischen Antrieb der Absorptionskälteanlage produzieren soll, dann ergibt sich eine Spitzen-Wärmebelastung von 418 kW. Bei einem abgeschätzten elektrischen Wirkungsgrad für die Biomasse-KWK-Anlage von 17 % ergibt sich eine elektrische Generatorleistung von 71 kW.

SWOT-Analyse des mehrteiligen Anlagenkonzepts zur energetischen Verwertung von Weinbaubiomasse

Das im Rahmen des Vorhabens „EWB“ erarbeitet und untersuchte Anlagenkonzept zur energetischen Nutzung von Weinbaubiomasse besteht aus zwei Ausbaustufen. Die erste Ausbaustufe besteht aus der Vergasereinheit zur Umwandlung der Biomasse in Nutzwärme und anschließender Teilnutzung der Nutzwärme zum Betrieb einer Absorptionskälteanlage. In der zweiten Ausbaustufe wird das Anlagenkonzept um eine Einheit zur Stromerzeugung ergänzt. Der detaillierte Aufbau dieser zwei Anlagenkonzepte und die Funktionsweise ist im vorhergehenden Text bereits beschrieben.

Die Biomasse besteht hauptsächlich aus dem Frühjahresschnitt, der Erneuerung der Rebstöcke sowie dem Stielabfall, der bei der Ernte anfällt. Zusätzlich können noch weitere Biomassen wie bspw. Stroh oder Restholz genutzt werden.

Die nachfolgende Tabelle 19 zeigt die Zusammenfassung der Gegenüberstellung der Stärken und der Schwächen des zweistufigen hybriden Anlagenkonzepts. Zunächst werden die Stärken und anschließend die Schwächen näher beschrieben.

Tabelle 19: Stärken-Schwächen-Analyse des zweistufigen Anlagenkonzepts zur energetischen Nutzung von Weinbaubiomasse

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Erzeugt klimaschonend thermische und elektrische Energie • Asche ist prinzipiell als Dünger verwendbar • Nutzung von betriebseigene (Weinbau-)Biomasse • Unabhängig von steigenden Energiepreisen und steigender Steuerbelastung • Abgasgrenzwerte der BImSchV werden eingehalten 	<ul style="list-style-type: none"> • Der Umwandlungswirkungsgrad zur Erzeugung der Kälteenergie ist vergleichsweise niedrig • Erhöhter Arbeitsaufwand zur Herstellung der Rebholzballen • Höhere Wartungskosten für Biomasseanlage gegenüber fossil befeuerten Anlagen • Höherer Platzbedarf für den Kessel und das Lager der Biomasse • Trägheit des Biomassekessels in der Anmachphase • Höhere Investitionskosten • Saisonaler Prozess der Weinherstellung führt zu ungleichmäßigem Energiebedarf

Techno-ökonomischen Stärken des hybriden Anlagenkonzepts

Eine wesentliche Stärke des hybriden Anlagenkonzepts ist die Erzeugung von klimafreundlicher thermischer und elektrischer Energie sowie Nutzkälte. Die thermische Energie kann zur Deckung des Heizwärmebedarfs und für die Trinkwarmwasserbereitstellung verwendet werden. Ebenso kann die bereitgestellte Wärme zur Deckung des Prozesswärmebedarfs verwendet werden. Die durchgeführten Analysen zur Herstellung von Rot- und Weißwein haben gezeigt, dass lediglich bei der Rotweinherstellung ein Prozesswärmebedarf besteht. Die Wärme dient der Beschleunigung des Übergangs des roten Farbstoffes von der Traube in die Flüssigkeit. Deshalb wird die Maische von roten Trauben erhitzt. Innerhalb der Weinherstellung besteht ein großer elektrischer Energiebedarf für den Betrieb des Kälteaggregats, welches u. a. der Kühlung der produzierten Weine dient.

Durch die Verwendung der anfallenden Weinbaubiomassen in Kombination mit weiteren Biomassen, wie u. a. Stroh aus der Landwirtschaft, als Energieträger für das hybride Anlagenkonzept kann bei Ersatz bestehender mit fossilen Brennstoffen betriebenen Anlagen eine erhebliche Menge an CO₂ eingespart werden.

Die bei der thermischen Umwandlung entstehende Asche kann prinzipiell als Dünger wieder in die Erde eingebracht werden. Denn in der Asche verbleiben die für das Pflanzenwachstum wichtigen Nährstoffe wie bspw. Kalium und Phosphor.

Eine weitere Stärke des Anlagenkonzepts liegt in der Nutzung von anfallenden Restbiomassen. Dadurch wird die Abhängigkeit von der Preisentwicklung fossiler Brennstoffe, welche aktuell noch eine tragende Rolle bei der Wärmebereitstellung spielen, gesenkt. Die Einhaltung der Abgas Grenzwerte nach der BImSchV bilden die Grundlage für einen rechtssicheren Betrieb der Vergasereinheit zur energetischen Nutzung der Weinbaubiomasse.

Techno-ökonomischen Schwächen des hybriden Anlagenkonzepts

Eine Schwäche des hybriden Konzepts ist der geringe Umwandlungswirkungsgrad zur Erzeugung der Kälteenergie mittels der Absorptionskälteanlage auf Grundlage der zugeführten biologischen Brennstoffenergie. Der Umwandlungswirkungsgrad entsteht aus der Kombination von dem Wirkungsgrad der Vergasereinheit und dem Umwandlungswirkungsgrad der Absorptionskälteanlage. Bei einem Kessel-Wirkungsgrad von 93 % entsteht aus 1 kWh Brennstoffenergie 0,93 kWh Nutzwärme. Diese Nutzwärme wird der Absorptionskälteanlage zugeführt. Der thermische COP liegt im Idealfall bei 0,8. Folglich werden aus den zugeführten 0,93 kWh Nutzwärme 0,74 kWh Nutzkälte. Somit werden für die Erzeugung 1 kWh Nutzkälte 1,35 kWh Brennstoffenergie benötigt.

Die Weinproduktion ist ein saisonaler Herstellungsprozess, welcher im Zeitraum der Weinlese, also von Mitte September bis Anfang November, stattfindet. Die Ernte und Produktion dauern meistens ca. 10 Wochen. Nur innerhalb dieser 10 Wochen, besteht der volle Bedarf an Wärme, Strom und Kälteenergie. Folglich ist ein wirtschaftlicher Anlagenbetrieb, welcher allein auf die Weinproduktion ausgerichtet ist, kaum umsetzbar. Folglich sollten umliegende Liegenschaften mit in ein Anlagenkonzept einbezogen werden, um eine gleichmäßigere Energienachfrage sicherzustellen.

Eine weitere Schwäche im Vergleich zu anderen Systemen zur Wärme-, Strom- und Kältebereitstellung liegt in den höheren Wartungskosten. Der höhere Wartungsaufwand entsteht

durch den Prozess der Verbrennung und der dadurch folgenden Verschmutzung des Brennraums und der Abgasführung. Zudem muss der Brennstoff zugeführt werden. Somit beziehen sich die höheren Wartungs- und Instandhaltungskosten primär auf die Vergasereinheit.

Der Arbeitsaufwand durch das Sammeln, Bündeln und Verarbeiten des Rebholzes bringt weitere Kosten mit sich. Das Bündeln des Rebholzes ist notwendig, um das Rebholz thermisch zu verarbeiten. Denn die Vergasereinheit ist für die Nutzung von Ballen ausgelegt. Der höhere Platzbedarf im Vergleich zu einem Erdgaskessel, bspw. auf Grund des Lagebedarfs für die Biomasse, kann u. U. zum Bau eines neuen Gebäudes führen.

Ein weiterer Nachteil des Vergasungssystem ist die Trägheit des Biomassekessels. Die Trägheit spiegelt sich in der längeren Anlaufzeit und dem längeren Nachlauf wider. Somit ist das Anlagenkonzept nicht für den Teillastbetrieb ausgelegt, sondern sollte auf einem bestimmten Lastprofil betrieben werden.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

2.2 Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Nachfolgende Tabelle 20 zeigt die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises im Rahmen der Nachkalkulation der Selbstkosten:

Tabelle 20: Nachkalkulation der Selbstkosten

Position	Gesamtvorkalkulation [€]	Gesamtnachkalkulation [€]	Abweichung in %
0837 Personalkosten	116.649,00	116.694,31	0,04
Summe der Selbstkosten des Vorhabens:	116.646,00	116.694,31	0,04

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, gibt es nur eine sehr geringfügige Abweichung zwischen den ursprünglich geplanten Kosten im Vergleich zu den tatsächlich angefallenen Kosten.

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Mittel wurden nach wirtschaftlichen Vorgaben verwendet und waren für die Durchführung des Vorhabens angemessen und zielorientiert.

2.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses

Eine hydraulische Einbindung der Biomasseanlage in Kombination mit einem Pufferspeicher in ein bestehende Heißwassersystem stellt technisch kein Problem dar. Ebenso lässt sich die Absorptionskälteanlage über den Pufferspeicher in das Gesamtsystem einbinden und die erforderliche Vorlauf-/Rücklauftemperatur lässt sich über den Pufferspeicher einstellen. Deutlich ungünstiger in Bezug auf die Absorptionskälteanlage ist die geforderte Vorlauftemperatur im Kaltwassernetz. Am Standort der Fellbacher Weingärtner eG existieren drei unterschiedliche Temperaturniveaus, wobei lediglich die Kühlung des Lagersaums mit einer geforderten Innentemperatur von ~16 °C für eine Anwendung in Frage kommt. Denn die Eintrittstemperaturen in das Kaltwassernetz sollten einen Wert von 8 °C nicht unterschreiten.

Eine weitere Problematik, welche sich am Standort der Fellbacher Weingärtner eG herausstellte, ist der begrenzte Platz zur Errichtung eines Brennstofflagers. Die Errichtung eines separaten Brennstoffcontainers oder vergleichbaren Lagereinrichtung wäre an diesem Standort kaum möglich. Die Bereitstellung von Platz zur Lagerung bspw. der Rebholzganzen ist eine wesentliche infrastrukturelle Voraussetzung.

Die Saisonalität der Herstellung des Weins ist bei der Planung des zuvor ausführlich beschriebenen Anlagenkonzepts zu berücksichtigen. Die Verarbeitung der frisch geernteten Weinreben zu Wein findet in einem durchschnittlichen Zeitraum von ca. 10 Wochen im Jahr statt. Diese 10 Wochen befinden sich im Spätsommer / Frühherbst. Das restliche Jahr findet keine Produktion statt und es besteht lediglich ein Kühlbedarf für die Flaschen- und Fasskühlung. Zudem besteht noch ein kleinerer Energiebedarf für die Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser für ggf. vorhandene, ganzjährig genutzte Büroräume, sowie Strom für die Beleuchtung

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Schlussbericht vom 26.02.2024	

und EDV. Durch den verkürzten Zeitraum für die Produktion und den sich daraus ergebenden kurzzeitigen Spitzenlastbedarf, haben die energetischen Anlagen nur eine kurze Laufzeit. Das wiederum erschwert die Wirtschaftlichkeit von bspw. der Absorptionskälteanlage, welche auf einen kontinuierlichen Betrieb ausgelegt ist und dadurch einen Kostenvorteil im Vergleich zu einer Kompressionskälteanlage erzielt.

Die Aufbereitung des gesammelten Rebholzes zu energetisch verwertbaren Rebholzganzzellen stellt technisch kein Problem dar. Insbesondere bei größeren Winzereien sind die zu berücksichtigenden spezifischen Kosten nicht entscheidend bei der Anlagenwirtschaftlichkeit. Eine weitere Erkenntnis aus den Berechnungen ist, dass nur größere Winzereien mit mindestens 80 ha Weinberg genug Rebholzschnitt im Jahr produzieren, um sich zu versorgen.

Die zuvor beschriebenen standortbezogenen Rahmenbedingungen führen zum Schluss, dass nur eine begrenzte Implementierung des ausgelegten hybriden Anlagenkonzepts bei Winzereien möglich ist.

2.5 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung sind eine verbesserte Wettbewerbsfähigkeit, Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit und der Übergang zu einer CO₂-armen Wirtschaft.

Die Europäische Union hat sich für 2030 das Ziel gesetzt, die EU-internen Treibhausgasemissionen, um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Zudem soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch der EU auf 32 Prozent gesteigert und der Primärenergieverbrauch der EU um 32,5 Prozent gegenüber einer zugrunde gelegten Referenzentwicklung reduziert werden.

Das Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ trägt mit seinen Vorhaben zur Förderung von innovativen Technologien, welche die effiziente, versorgungssichere, wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung von Bioenergie ermöglichen, unmittelbar zur Umsetzung des Handlungsfeldes „Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen“ der Nationalen Forschungsstrategie „BioÖkonomie 2030“² bei. Insbesondere durch die Vernetzung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit Forschungseinrichtungen soll die Innovationsfähigkeit dieser Unternehmen gestärkt und die Umsetzung von Forschungsergebnissen in marktfähige Produkte erleichtert werden.

Aufgrund der begrenzten Biomassepotenziale ist es zunehmend notwendig, den Fokus auf eine möglichst effiziente Nutzung zu legen, zukunftsfähige und wirtschaftliche Anwendungsfelder zu identifizieren und erfolgversprechende Nutzungspfade weiterzuentwickeln. Deshalb müssen Innovationen und verbesserte Energietechnologien im Bereich der energetischen Biomassenutzung vorangetrieben werden. Zudem können damit im europäischen und internationalen Markt die Wettbewerbsfähigkeit und der Vorsprung deutscher Unternehmen mit dieser Technologie- und Forschungsförderung gestärkt werden.

Im Fokus der Förderung stehen vorrangig die praxistaugliche Erprobung und Validierung von zukunftsweisenden, effizienten und kostengünstigen Technologien zur Strom-, Wärme- und gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung sowie Verfahrens- und Prozessoptimierungen mit Demonstrations- und Pilotcharakter.

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Schlussbericht vom 26.02.2024	

Das BMWi fördert mit diesem Förderprogramm Projekte zur praxistauglichen Weiterentwicklung innovativer und wettbewerbsfähiger Technologien, systemflexibler Anlagenkonzepte und Produkte für eine nachhaltige und effiziente Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse und biogenen Rest- und Abfallstoffen.

Bei dem geplanten Projekt handelt es sich um ein Projekt im Bereich Forschung, Entwicklung und Innovation (FuEuI) mit Pilot- und Demonstrationscharakter zum Schwerpunkt:

- Entwicklung von Technologien zur effizienten Erzeugung von Wärme aus Biomasse insbesondere durch energetische und wirtschaftliche Optimierung von Anlagenkonzepten und beispielgebende neue Pilot- und Demonstrationsvorhaben (modifizierter Strohbällenvergaserkessel) mit hohem Übertragungspotenzial,
- Erschließung kostengünstiger Biomasserest- und Abfallstoffe außerhalb der Forst- und Landwirtschaft für die energetische Nutzung im Wärme- und Strombereich durch Erschließung von Biomassereststoffen im Weinanbau und der Weinherstellung
- innovative Verfahren zur energetischen Nutzung dieser Stoffe im Zuge des Einsatzes der Wärme aus einer Verbrennung der Reststoffe in einer Absorptionskälteanlage zum Einsatz bei der Kühlung während des Weinproduktionsprozesses (Wertsteigerung der Strom- und Wärmebereitstellung)

Insgesamt handelt es sich um ein Projekt zur Entwicklung und Demonstration neuer und fortschrittlicher Technologien zur energieeffizienten Nutzung von bislang nicht genutzter Biomasse aus der Weinherstellung in Kraft-Kälte-Kopplungs-Anlagen u. a. durch Optimierung von Anlagenkonzepten, v.a. durch Minderung möglicher Emissionen auf kostengünstige Weise, und einer ökonomisch beispielgebenden neuen Pilot- und Demonstrationsanlage mit hohem Übertragungspotenzial.

2.6 Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 11

Bisher wurden keine gewerblichen Schutzrechte angemeldet. Im Projekt sind keine Prototypen entwickelt worden, für die eine Anmeldung von Gebrauchsmustern oder Patenten notwendig ist.

Es sind bisher keine Veröffentlichungen erfolgt.

F Literaturverzeichnis

Amt für Bau und Immobilien *Senkung der Heizenergiekosten in öffentlichen Gebäuden*, Stand 17.10.2018

BayWeinTek *Strommanagement im Weinbaubetrieb*,
<https://www.bayweintek.de/inhalte/energie-strom.html>

Bio-based News. 2008. [Online] 22. 2 2008. [Zitat vom: 20. 09 2018.]
[http://news.bio-based.eu/energie-aus-rebholz-und-trester/..](http://news.bio-based.eu/energie-aus-rebholz-und-trester/)

Gahbauer, Helmut und et.al. 2009. *Green Brewery Null CO2 Emission in der Brauindustrie*. Wien : Klima- und Energiefonds, 2009.

Geyer, M. und Praeger, U 2012. *Lagerung gartenbaulicher Produkte*, KTBL (Hrsg.),

Leoben, Montanuniversität. 2010. *Weintresterverwertung - Energetische Verwertung von Weintrester*. Wien : Klima- und Energiefonds, 2010.

Statistisches Bundesamt. 2016. *Grunderhebung der Rebflächen 2015*. Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, 2016. 2030315159004.

Viessmann Werke *Fachreihe Heizungsmodernisierung*, Stand: 05/2005

Weiland, Peter. 2008. Verbesserung der Effizienz und Umweltverträglichkeit von Biogasanlagen . [Online] 2008. [Zitat vom: 20. 09 2018.]
https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-01115-3_4.pdf.

Zeng, Thomas und al., et. 2012. *Thermische Nutzung von Traubentresterpellets in Kleinf Feuerungsanlagen < 100 kW*. Leipzig : Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH, 2012.

G Anhang

G.1 Ausgefüllter Datenaufnahmebogen Biomassepotenzial der Fellbacher Weingärtner eG

EWB (FKZ: 03KB131A)

Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe

Energetischen Biomassenutzung

eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Schlussbericht vom 26.02.2024

G.2 Ausgefüllter Datenaufnahmebogen energetische Daten der Fellbacher Weingärtner eG

G.3 Verfahrensfliessbild Weinherstellung mit Energieströmen

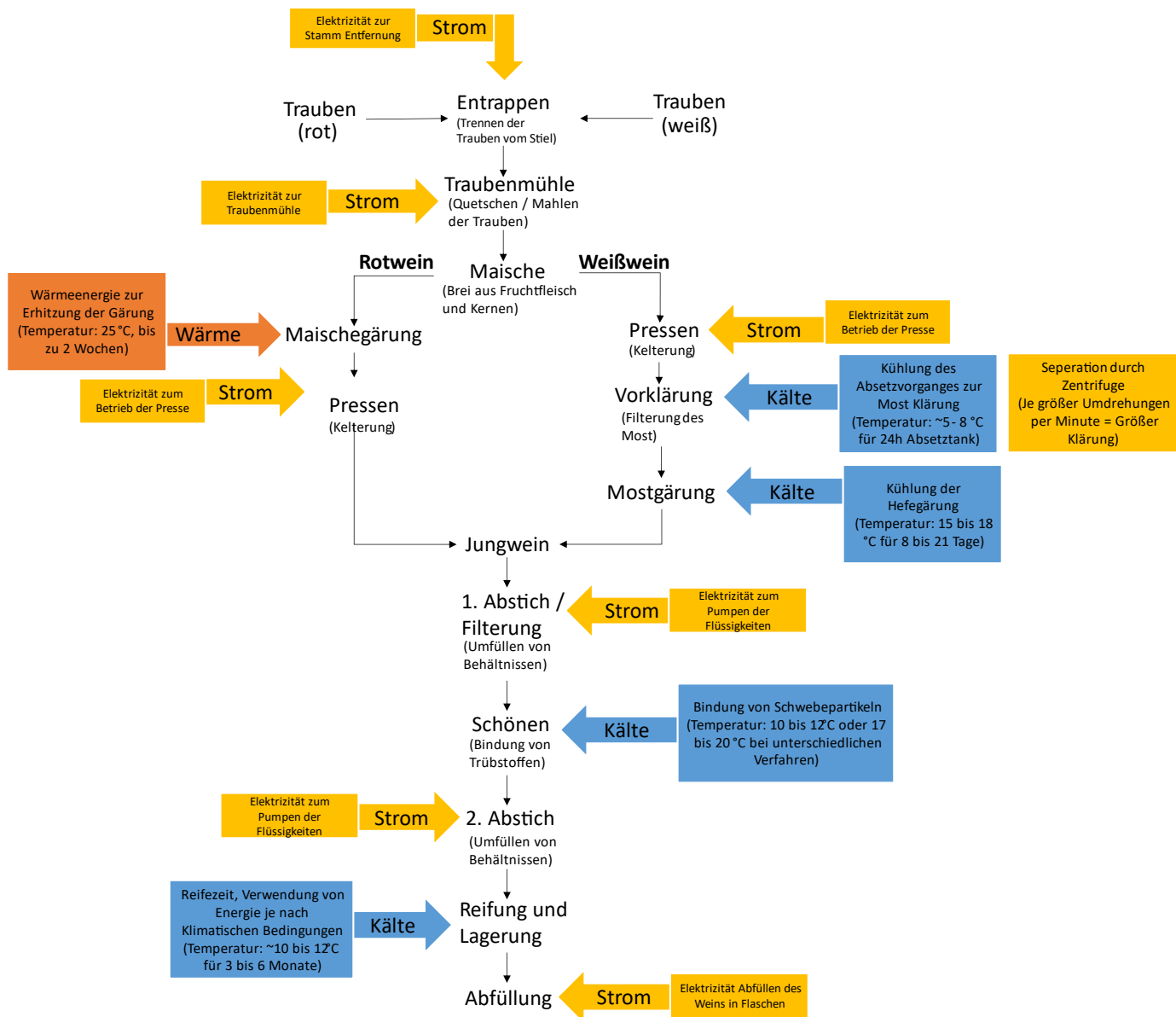


Abbildung 25: Verfahrensfliessbild der Weinherstellung mit prozessspezifischen Energieströmen

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

G.4 Berechnung Netto-Raumfläche Winzerei Zumstein

Tabelle 21: Raumliste Kalthalle

Raum	Netto-Raumfläche [m ²]
Kelterei	243
Tanklager	243
Abfüllfläche S	60
Kühlhaus/Flaschenlager	363
Abfüllfläche N	61
Maschinenhalle	365
Technik	115
Summe	1.449

Tabelle 22: Raumliste Wohngebäude

Geschoß	Ausrichtung	Raum	Netto-Raumfläche [m ²]
EG	O	Bad	17
		Schlafen	30
	S	Gast	17
		Essen+Kochen+Wohnen	80
	W	Hauswirtschaftsraum	8
		WC	5
		Diele + Gard	16
	N	Treppenhaus	14
		Ankleide	13
	Summe EG		
Geschoß	Ausrichtung	Raum	Netto-Raumfläche [m ²]
OG	O	Bad	17
		Schlafen	30
	S	Kind	25
		Wohnen, Essen, Kochen	64
	W	Hauswirtschaftsraum	8
WC/DU		5	
N	Diele, Gard + Flur	22	
	Ankleide	13	

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Summe OG	186
Summe	385

Tabelle 23: Raumliste Pension

Ausrichtung	Raum	Netto-Raumfläche [m ²]
NO-N	Weinprobierstube	66
	Wäsche, Putzmittel+Lager	34
	ZBV	34
	Zimmer 6	33
	Zimmer 5	33
	Zimmer 4	33
	Zimmer 3	33
	Zimmer 2	33
	Zimmer 1	33
N-NW	Vinothek	142
W	Spülküche	16
	Lager	15
	Flur	5
	WC D.	15
	WC H.	11
SW	WC D.	16
	WC H.	16
	Aufenthalt + Teeküche	34
	Büro Verwaltung	52
	Büro Vertrieb	50
	Azubi/Landarbeiter Z2	50
	Azubi/Landarbeiter Z1	50
Summe		803

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

G.5 Berechnung Jahresheizwärmebedarfs Winzerei Zumstein

Tabelle 24: Jahresheizwärmebedarf des Wohngebäudes

Geschoß	Ausrichtung	Raum	Netto-Raumfläche [m ²]	Jahresheizwärmebedarf [kWh, a]	
EG	O	Bad	17	912	
		Schlafen	30	1.603	
	S	Gast	17	886	
		Essen+Kochen+Wohnen	80	4.256	
	W	Hauswirtschaftsraum	8	432	
		WC	5	286	
		Diele + Gard	16	826	
	N	Treppenhaus	14	723	
		Ankleide	13	682	
	Summe EG			200	10.607
Geschoß	Ausrichtung	Raum	Netto-Raumfläche [m ²]	Jahresheizwärmebedarf [kWh, a]	
OG	O	Bad	17	912	
		Schlafen	30	1.603	
	S	Kind	25	1.346	
		Wohnen, Essen, Kochen	64	3.398	
	W	Hauswirtschaftsraum	8	432	
		WC/DU	5	286	
		Diele, Gard + Flur	22	1.195	
	N	Ankleide	13	682	
	Summe OG			186	9.856
	Summe			385	20.462

EWB (FKZ: 03KB131A) Förderschwerpunkt: Rest- & Abfallstoffe	Energetischen Biomassenutzung eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)
	Schlussbericht vom 26.02.2024

Tabelle 25: Jahresheizwärmebedarf der Pension

Ausrichtung	Raum	Netto-Raumfläche [m ²]	Jahresheizwärmebedarf [kWh, a]
NO-N	Weinprobierstube	66	4.507
	Wäsche, Putzmittel+Lager	34	2.293
	ZBV	34	2.307
	Zimmer 6	33	2.263
	Zimmer 5	33	2.263
	Zimmer 4	33	2.263
	Zimmer 3	33	2.263
	Zimmer 2	33	2.263
	Zimmer 1	33	2.263
N-NW	Vinothek	142	9.693
W	Spülküche	16	1.093
	Lager	15	1.028
	Flur	5	362
	WC D.	15	1.003
	WC H.	11	726
SW	WC D.	16	1.106
	WC H.	16	1.106
	Aufenthalt + Teeküche	34	2.301
	Büro Verwaltung	52	3.585
	Büro Vertrieb	50	3.418
	Azubi/Landarbeiter Z2	50	3.431
	Azubi/Landarbeiter Z1	50	3.431
Summe		803	54.967