



Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen
Studiengang: MWIW19

Masterarbeit

Marktforschung: Energetische Verwertung der Abfälle bei der Produktion von Hanferzeugnissen

Eingereicht von: Alina Kräuter
geboren am: 24.01.1996
Matrikel-Nr.: 22507

Praxisbetrieb: Stadtwerke Zeitz GmbH

Betrieblicher Betreuer: H. Wolff-Georgi, M. A.
Hochschulbetreuer: Prof. Dr.-Ing. D. Bendix

Abgabetermin: 14.12.2021

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Herrn Prof. Dr. D. Bendix, der mich nicht nur bei der Themenfindung unterstützte, sondern auch während der gesamten Erarbeitung mit hilfreichen Anregungen und motivierenden Gedanken zur Seite stand. Meinen Arbeitskollegen und Vorgesetzten danke ich ganz besonders für die verständnisvolle Unterstützung, gerade während des letzten Abschnitts der Erarbeitung und Fertigstellung meiner Masterarbeit.

Zu guter Letzt möchte ich meinem Mann und unseren Eltern danken, die mich während des gesamten Studiums unterstützt und damit auch diese Masterarbeit erst ermöglicht haben.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Einleitung	8
1.1 Motivation und Hintergrund	8
1.2 Zielsetzung der Arbeit	8
1.3 Vorgehensweise bei der Bearbeitung	9
2 Grundlagen	10
2.1 Produktion von Hanferzeugnissen	10
2.2 Heizmethoden	11
2.2.1 Gasheizung	11
2.2.2 Ölheizung	12
2.2.3 Elektroheizung	12
2.2.4 Heizen mit Wärmepumpe.....	13
2.2.5 Fernwärme	14
2.2.6 Heizen mit Solarthermie	14
2.2.7 Pelletheizung.....	15
2.3 Politischer und rechtlicher Rahmen.....	16
2.4 Die quantitative schriftliche Befragung	17
3 Ausgangssituation zur Marktforschung	19
3.1 Studie zur energetischen Verwertung von Hanfpellets in einer Kleinf Feuerungsanlage.....	19
3.2 Mögliche Zielgruppe einer Hanfpelletheizanlage.....	20
4 Konzept und Methodik der empirischen Erhebung.....	21
4.1 Hypothesen und Zielsetzung.....	21
4.2 Konzeption des Fragebogens	22
4.3 Pretest und Durchführung der Befragung	26

5	Auswertung der empirischen Ergebnisse	27
5.1	Struktur der Befragten	27
5.2	Heizverhalten der Befragten.....	31
5.3	Wohnverhältnisse der Befragten	35
5.4	Sanierungsinteresse der Befragten	38
5.5	Interesse an Hanfpelletheizanlage der Befragten	44
6	Fazit und Diskussion	46
7	Ausblick.....	47
	Literaturverzeichnis	48
	Anhang	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: „So heizt Deutschland“	20
Abbildung 2: Einleitungstext des Fragebogens	23
Abbildung 3: Seite 1: In welchem Bundesland wohnen Sie?.....	24
Abbildung 4: Beispiel für offene Frage	24
Abbildung 5: Beispiel einer Skala	25
Abbildung 6: Struktur der Befragten	28
Abbildung 7: Heizverhalten der Befragten.....	29
Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Bundesland und Heizmittel	30
Abbildung 9: Womit heizen Sie momentan?.....	31
Abbildung 10: Wie viele kWh verbrauchen Sie fürs Heizen jährlich?	32
Abbildung 11: Zusammenhang Verbrauch zu m ²	32
Abbildung 12: Mittelwert m ² zu Verbrauch.....	33
Abbildung 13: Verbräuche bei 110 m ²	34
Abbildung 14: Wohnen Sie zur Miete oder im Eigentum?	35
Abbildung 15: Zusammenhang Miete/Eigentum zu Ein-/Mehrfamilienhaus	36
Abbildung 16: Zusammenhang Heizmittel zu Ein- und Mehrfamilienhaus.....	37
Abbildung 17: Sanierungsinteresse der Befragten	38
Abbildung 18: Zusammenhang zwischen Heizmittel und Sanierungwunsch.....	39
Abbildung 19: Was ist Ihnen bei einer Sanierung ihrer Heizanlage wie wichtig? – Durchschnitt	40
Abbildung 20: Welche Faktoren müssen erfüllt sein?	40
Abbildung 21: Zusammenhang Faktoren zu Sanierungsinteressenten	41
Abbildung 22: Zusammenhang Heizmittel zu Lager	42

Abbildung 23: Zusammenhang Sanierung zu Lager	43
Abbildung 24: Würde Sie eine Hanfpellet-Heizung interessieren?	44
Abbildung 25: Wie viel wären Sie bereit für solch eine nachhaltige Heizung zu zahlen?	45
Abbildung 26: Satellitenansicht Region Zeitz	47

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
THC	Tetra-Hydro-Cannabinol
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
Ma.-% _{TS}	Masse-Prozent der Trockensubstanz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz

1 Einleitung

1.1 Motivation und Hintergrund

„Wir sehen eine Chance für den Hanf,“ sagte Matthias Deus Geschäftsführer der Stadtwerke Zeitz und ergänzte ‘in unserem ersten Hanfprojekt in Kooperation mit der Hochschule Merseburg haben wir die Grundlagenuntersuchungen für Hanfprodukte als Energieträger gelegt. Nun würden wir gerne weiterarbeiten und auch eine Testanlage bauen.“ (Deus, 2020)¹ Neben der Suche nach Fördermittelprogrammen und der Kostenkalkulation, um innerhalb der nächsten drei Jahre im Rahmen eines Feldversuches eine marktreife Anlage zu betreiben, bestand die Notwendigkeit eine Marktforschung durchzuführen.² Dieses Vorhaben gab den Anstoß für die Masterarbeit. Es wurde geplant in bewährter Kooperation mit der Hochschule Merseburg dieses Projekt voranzubringen. Hanf ist ein Rohstoff, der sehr vielfältig einsetzbar ist und viele Komponenten bereits verarbeitet und gewinnbringend genutzt werden. Übrig bleibt nur der Hanfpresskuchen, der rein technisch gesehen in einer Feuerungsanlage zur Erzeugung von Wärme genutzt werden kann.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Masterarbeit ist es herauszufinden, ob es Interessenten für eine solche Anlage gibt. Dabei sollte aufgezeigt werden, ob sich der Start eines Forschungsprojektes für eine Hanfpelletheizanlage überhaupt lohnt. Es ist zu analysieren, welche Kriterien für einen potenziellen Kunden einer solchen Anlage ausschlaggebend sind, wie beispielsweise Sanierungsinteresse der aktuellen Anlage, die Besonderheiten beim Nutzen einer Heizanlage wie z.B. Preis und Nachhaltigkeit und ob überhaupt Interesse an einer solchen Hanfpelletheizanlage besteht.

¹ Zitat: Deus, Matthias: Stadtwerke Zeitz setzen auf Hanf. Zeitz: Stadtwerke Zeitz (Hrsg.), 2020, verfügbar unter <https://www.stadtwerke-zeitz.de/neuigkeiten/detailansicht/stadtwerke-zeitz-setzen-auf-hanf> [abgerufen am 29.11.2021].

² Vgl. Stadtwerke Zeitz (Hrsg.): Stadtwerke Zeitz setzen auf Hanf. Zeitz: 2020, verfügbar unter <https://www.stadtwerke-zeitz.de/neuigkeiten/detailansicht/stadtwerke-zeitz-setzen-auf-hanf> [abgerufen am 29.11.2021].

1.3 Vorgehensweise bei der Bearbeitung

In der Masterarbeit werden zuerst die Grundlagen erklärt, welche für das Verständnis und Vorgehen der Arbeit nötig sind. Dann wird die Ausgangssituation der Hanfstudie analysiert. Zur Erstellung einer Marktforschung muss zunächst eine Umfrage erstellt werden. Dazu wurden Hypothesen aufgestellt, die am Ende dieser Umfrage beantwortet werden sollen. Auf Grundlage der Hypothesen wurden die Fragestellungen in einfach verständlicher Sprache formuliert. Da die Umfrage nicht persönlich durchgeführt werden sollte, sondern über eine Online-Plattform, erhielten die Teilnehmer einen Link, um auf die Fragebogen zugreifen zu können. Mit Hilfe eines Pretests wurde die Umfrage optimiert und verbessert, sodass alle Teilnehmer ohne Rückfragen die Fragen beantworten konnten. Dann erfolgte die Definition eines zeitlichen Rahmens, in dem die Befragung stattfinden sollte. Diese Umfrage wurde bereits während des Praktikums durchgeführt.

Nach Abschluss der Erhebung wird die Analyse der Ergebnisse gestartet. Dabei wird zunächst geschaut, welche Antworten unplausibel sind, damit diese nicht die Ergebnisse verfälschen. Die fehlerhaften und auch unvollständigen Antworten wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Jede Frage wird einzeln betrachtet und die Ergebnisse notiert. Abschließend wird das Ergebnis in einem Fazit zusammengefasst und ein Ausblick für die weitere Arbeit an diesem Thema gegeben.

2 Grundlagen

2.1 Produktion von Hanferzeugnissen

Hanf galt schon vor ca. 12.000 Jahren als wertvolle Kulturpflanze. Sie spielte eine bedeutende Rolle. Die Hanfsamen waren ein wichtiges Nahrungsmittel, die Fasern wurden für Kleidung und Hanf wurde außerdem als Papier verwendet. Gutenberg druckte beispielsweise 1455 die erste Bibel auf Hanfpapier. Während der Industrialisierung wurde Hanf immer mehr von anderen Pflanzen abgelöst, da es zu aufwendig war diesen zu ernten und es dadurch mühsam und teuer war. Aufgrund von Interessenskonflikten in der Baumwollindustrie kam es in den USA zum Anbauverbot. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde der Anbau endgültig verboten. 1996 wurde das Anbauverbot wieder aufgehoben. Nun bekommt Hanf erneut eine immer größere Bedeutung. Allerdings muss zwischen THC-arm (Tetra-Hydro-Cannabinol) und THC-reich unterschieden werden. Damit es nicht als Droge gilt, muss so wenig wie möglich THC enthalten sein.³

Eine Hanfpflanze besteht aus Hanfblüte, Hanfsamen und Stängeln. Aus den Stängeln werden die Fasern für Dämmstoffe, zur Herstellung von Papier und für Textilien verwendet. Die Hanfblüten werden zu Tee und Gewürzen verarbeitet. Die Hanfsamen dienen als Nahrungsmittel.⁴

Für die Hanfpellets werden die geschälten Hanfsamen (Hanfnüsse) verwendet. Die Hanfnüsse werden nach der Ernte ausgepresst. Daraus wird Öl gewonnen, welches für Kosmetikartikel und Nahrungsmittel genutzt wird. Als Rest verbleibt der sogenannte Hanfpresskuchen, von dem Anteile bereits als Mehlersatz und als Futtermittel verwendet wird. Der übrige Hanfpresskuchen wird zu Pellets gepresst. Diese Pellets könnten technisch gesehen zur Feuerung einer Heizanlage genutzt werden.

³ Vgl. Delvaux de Fenffe, Gregor: Hanf. Stuttgart: Südwestrundfunk (Hrsg.), 2020. Verfügbar unter: <https://www.planet-wissen.de/natur/pflanzen/hanf/index.html> [aufgerufen am 22.09.2021].

⁴ Vgl. Health and Beauty Germany GmbH (Hrsg.): Möglichkeiten für die Nutzpflanze Hanf: Verwendung und Verarbeitung. Ettlingen: o.J. Verfügbar unter: <https://www.balancebeautytime.com/hanf-verwendung> [aufgerufen am 22.09.2021].

2.2 Heizmethoden

Es gibt viele verschiedene Methoden eine Wohnung oder ein Haus zu heizen, zum Beispiel mit Gas, Öl, Strom und Pellets, mit Hilfe einer Wärmepumpe, über Solarthermie oder zentral durch Fernwärme. In diesem Kapitel wird kurz auf die verschiedenen Heizmethoden eingegangen und die Funktionsweise und dessen Vor- und Nachteile erläutert.

2.2.1 Gasheizung

Das zentrale Element einer Gasheizanlage ist der Brenner im Heizkessel. Besteht ein Wärmebedarf, wird die Piezozündung für ein bis zwei Sekunden gestartet. Die Piezozündung beruht auf dem piezoelektrischen Effekt, welcher beim Aufbringen einer mechanischen Verformung eine Spannung in der Zündanlage verursacht, die sich durch einen Zündfunken entlädt.⁵ Unmittelbar danach wird die Gaszufuhr geöffnet und das Heizmittel strömt ein, wodurch eine Zündung erfolgt. Bei dieser Zündung entsteht Wärme, welche das Wasser für den Heizkreislauf aufheizt. Bei Gasheizanlagen wird auch Brennwerttechnik verwendet. Diese nutzt die Kondensatwärme im Abgas zum Erwärmen des Wassers im Heizkreislauf. Dadurch ist die Anlage effizienter.⁶

Das Heizen mit Gas hat den Vorteil, dass es immer verfügbar ist und durch die Gasleitung nie nachgefüllt werden muss. Außerdem ist kein Lagerraum erforderlich. Nachteile dieser Heizmethode ist, dass ein Neuanschluss ans Gasnetz hohe Kosten verursachen kann. Des Weiteren entsteht bei der Verbrennung CO₂, da es ein fossiler Brennstoff ist. Gasheizanlagen können mit anderen Heizmethoden kombiniert werden, damit die Heizanlage umweltfreundlicher wird. Außerdem kann dafür auch Biogas verwendet werden, der als regenerativer Brennstoff gilt.⁷

⁵ Vgl. Marktplatz Mittelstand GmbH & Co. KG (Hrsg.): Piezozünder: Funktionsweise, Einsatzgebiete und Reparatur. Nürnberg: 2021. Verfügbar unter <https://www.heizungsbau.net/magazin/piezozuender-20193788> [abgerufen am 05.11.2021].

⁶ Vgl. Hermann, Philipp: Die Funktionsweise einer Gasheizung. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://heizung.de/gasheizung/funktionsweise/> [abgerufen am 05.11.2021].

⁷ Vgl. CHECK24 Vergleichsportal Energie GmbH (Hrsg.): Heizung - Heizsysteme in der Übersicht. München: 2019. Verfügbar unter <https://www.check24.de/strom-gas/ratgeber/heizmethoden/> [abgerufen am 05.11.2021].

2.2.2 Ölheizung

Das Grundprinzip einer Ölheizung ist das gleiche wie bei einer Gasheizung. Zunächst gelangt das Öl aus dem Öltank über Ölleitungen in den Heizkessel. Dort wird es erwärmt. Wenn es ausreichend erwärmt wurde, öffnet sich das Magnetventil. Mit Hilfe einer Einspritzdüse wird das Öl zerstäubt und in den Brennraum eingesprüht. Durch Funken im Brennraum entzündet das erwärmte Öl und es entsteht Wärme, die dann an das Wasser übertragen wird. Aktuell gibt es eine effizientere Brennwerttechnik, welche auch umweltfreundlicher ist. Dabei wird das Öl schon vor der Verbrennung verdampft und es entstehen dadurch weniger schädliche Abgase.⁸

Vorteile beim Heizen mit Öl sind z.B., dass man unabhängig von einem Netz ist. Die Lieferung des Heizöls ist nicht an einen langfristigen Vertrag gebunden. Somit kann immer nach den aktuellen Preisen entschieden werden, ob, wann und wieviel Heizöl gekauft wird. Nachteile sind auch hier, dass es ein fossiler Brennstoff ist und dieser einen relativ hohen CO₂-Ausstoß hat. Außerdem benötigt der Öltank Platz im Haus und der Ölpreis schwankt stark.⁹

2.2.3 Elektroheizung

Elektroheizungen werden über Strom betrieben. Dabei wird lediglich ein Stromanschluss benötigt. Die Elektroheizung wandelt elektrische Energie in thermische Energie um. Damit wird Wärme erzeugt. Der Strom fließt in einer Elektroheizung durch einen Heizdraht oder eine Heizspirale, die sich durch den hohen Widerstand erwärmen. Durch verschiedene Möglichkeiten, z.B. Heizrippen oder ein Gebläse wird die Wärme an die Luft übergeben und der Raum erwärmt sich.¹⁰

Für eine Elektroheizanlage wird wenig Platz benötigt. Die Anschaffungskosten sind vergleichsweise gering und es fallen kaum Wartungskosten an. Außerdem können die Kosten für einen Schornsteinfeger gespart werden. Eine Elektroheizung ist effizient, hat allerdings einen hohen Stromverbrauch, weswegen die Kosten fürs Heizen sehr hoch sind. Darüber hinaus ist der CO₂-Ausstoß abhängig von der Art der Stromerzeugung.⁹

⁸ Vgl. Hermann, Philipp: Die Funktionsweise einer Ölheizung. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://heizung.de/oelheizung/funktionsweise/> [abgerufen am 05.11.2021].

⁹ Vgl. CHECK24 Vergleichsportal Energie GmbH (Hrsg.): Heizung - Heizsysteme in der Übersicht. [abgerufen am 05.11.2021].

¹⁰ Vgl. Fischer Future Heat GmbH (Hrsg.): So funktioniert eine Elektroheizung. Bobingen: 2018. Verfügbar unter <https://www.fischerfutureheat.de/elektroheizung-funktion/> [abgerufen am 05.11.2021].

2.2.4 Heizen mit Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe wird mit Strom betrieben. Genutzt wird hier die Umweltwärme, welche auf ein höheres Temperaturniveau gebracht werden muss. Das ist der entscheidende Unterschied zu einer Elektroheizung. Die Funktionsweise einer Wärmepumpe ist ein Kreisprozess. Der Kreisprozess startet beim Verdampfer. Dieser nutzt die Umweltwärme, die an das flüssige Kältemittel übergeht, sodass sich der Zustand von flüssig in gasförmig ändert. Danach saugt der Verdichter den Kältemitteldampf an. Um eine Drucksteigerung zu erhalten, wird der Dampf zusammengepresst, die Temperatur des Kältemittels steigt an und die mitgeführte Wärme kann im Verflüssiger an das Heizungswasser übertragen werden. Dabei gibt das Kältemittel Energie durch den Phasenwechsel ab. Gleichzeitig nimmt das Heizungswasser Energie auf und die Temperatur steigt. Durch das Expansionsventil wird der Druck des Kältemittels entspannt und es verflüssigt sich wieder. Wenn das Kältemittel seinen Ausgangszustand wieder erreicht hat, beginnt der Prozess erneut.¹¹

Eine Wärmepumpe besitzt eine sehr hohe Energieeffizienz. Sowohl die Heiz- als auch die Wartungskosten sind gering und es ist eine klimafreundliche Heizmethode. Außerdem kann eine Wärmepumpe auch zum Kühlen verwendet werden. Allerdings sind die Anschaffungskosten relativ hoch im Vergleich zu anderen Heizanlagen und es wird vergleichsweise viel Platz benötigt.¹²

¹¹ Vgl. Hermann, Philipp: Wie funktioniert eine Wärmepumpe. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://heizung.de/waermepumpe/funktionsweise/> [abgerufen am 05.11.2021].

¹² Vgl. CHECK24 Vergleichsportal Energie GmbH (Hrsg.): Heizung - Heizsysteme in der Übersicht. [abgerufen am 05.11.2021].

2.2.5 Fernwärme

Beim Heizen mit Fernwärme findet die Energieerzeugung zentral in einem Heizwerk statt. Als Wärmeträger dient das Wasser, was durchs Verbrennen von Brennstoffen erhitzt wird. Als Brennstoff können sowohl fossile als auch erneuerbare Energieträger dienen. Zu 80 % wird das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) genutzt. Bei KWK-Anlagen wird die entstandene Wärme zunächst zur Stromerzeugung verwendet und die restliche thermische Energie wird mittels Kondensators zum Heizen ins Fernwärmenetz gespeist. Dadurch wird bei derselben Brennstoffmenge eine höhere Menge an Energie verbraucht. Fernwärme kann nur im Umkreis von maximal 30 km wirtschaftlich betrieben werden. Das genutzte Wasser zum Heizen der Fernwärmehaushalte wird zurückgespeist und erneut genutzt.¹³

Fernwärme ist eine Heizmethode mit einem Wirkungsgrad von bis zu 90 %. Es fallen keine Wartungskosten an und die laufenden Kosten sind relativ konstant. Bei der Nutzung von KWK-Anlagen für die Fernwärmeversorgung ist der CO₂-Ausstoß wesentlich niedriger als bei getrennter Wärme- und Stromgewinnung. Nachteile sind beispielsweise, dass man vom Energieversorger abhängig ist. Außerdem kann Fernwärme nicht für lange Strecken genutzt werden, da der Wärmeverlust zu groß wäre.¹⁴

2.2.6 Heizen mit Solarthermie

Beim Heizen mit Solarthermie wird ein Solarkollektor mit Wasser-Frostschutzmittel genutzt. Dieser absorbiert die Sonnenwärme, die auf das Hausdach scheint. Dabei erwärmt sich das Gemisch auf bis zu 95 °C. Über einen Wärmetauscher wird das Gemisch an den Solarspeicher abgegeben und dort erwärmt es das Heizungswasser, was zum Heizen benötigt wird. Das abgekühlte Wasser-Frostschutzmittel wird wieder zurück zum Solarkollektor geleitet und wieder erwärmt, sodass der Kreislauf erneut beginnt.¹⁵

¹³ Vgl. Anondi GmbH (Hrsg.): Fernwärme Technik, Fernwärme – die Technik verständlich erklärt. Ulm: o.J. Verfügbar unter <https://www.heizsparer.de/heizung/heizungssysteme/fernwaerme/fernwaerme-technik> [abgerufen am 05.11.2021].

¹⁴ Vgl. CHECK24 Vergleichsportale Energie GmbH (Hrsg.): Heizung - Heizsysteme in der Übersicht. [abgerufen am 05.11.2021].

¹⁵ Vgl. vPRESS. GmbH (Hrsg.): Wie funktioniert Solarthermie?. Osnabrück: o.J. Verfügbar unter <https://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und-modernisieren/hausbau-regenerative-energie/energiebewusst-bauen-wohnen/emission-alternative-heizung/heizen-mit-der-sonne-solar/solarthermie-funktionsweise.html> [abgerufen am 05.11.2021].

Solarthermie ist sehr energieeffizient. Die Kosten fürs Heizen sind auch niedrig. Außerdem wird kein Lagerraum benötigt und eine solche Anlage hat eine lange Lebensdauer. Sie ist unabhängig von einem Energieversorger und somit autark. Allerdings kann Solarthermie nicht den gesamten Wärmebedarf decken und benötigt somit ein anderes Heizsystem zur Unterstützung. Eventuell kommen weitere Kosten für eine Versicherung einer solchen Solaranlage gegen Sturm- und Hagelschäden dazu.¹⁶

2.2.7 Pelletheizung

Beim Heizen mit einer Pelletheizanlage muss zunächst ein Raum für die Lagerung der Pellets am Haus vorhanden sein. Dieser sollte sich an einer Außenwand befinden, damit das Auffüllen einfacher ist. Außerdem muss er so groß sein, dass eine Jahresration an Pellets hineinpasst und einmal im Jahr aufgefüllt wird. Das Auffüllen wird Beschickung genannt. Eine Pelletheizung wird automatisch betrieben, das heißt, dass die Pellets ohne Einwirkung von außen in den Heizkessel, der sich im Zentrum der Anlage befindet, gegeben werden. Dadurch, dass die Pellets einen hohen Trocknungsgrad besitzen, findet die Feuerung fast rückstandslos statt. Im Heizkessel befindet sich ein Brennerteller, auf dem die Pellets entzündet werden. Über einen Wärmetauscher wird die Wärme an das Heizwasser übertragen, womit das Haus dann auf die gewünschte Temperatur geheizt werden kann.¹⁷

Mit einer Pelletheizung wird nahezu CO₂-neutral geheizt. Die Betriebskosten sind niedrig und konstant. Außerdem wird die Heizanlage mit nachwachsendem Rohstoff betrieben. Allerdings ist ein Nachteil, dass viel Platz für die Lagerung der Pellets notwendig und eine Anschaffung sehr teuer ist.¹⁶

¹⁶ Vgl. CHECK24 Vergleichsportal Energie GmbH (Hrsg.): Heizung - Heizsysteme in der Übersicht. [abgerufen am 05.11.2021].

¹⁷ Vgl. Hermann, Philipp: Die unkomplizierte Funktion der Pelletheizung. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://heizung.de/pelletheizung/funktionsweise/> [abgerufen am 05.11.2021].

2.3 Politischer und rechtlicher Rahmen

Beim Forschungsprojekt für die Hanfpelletheizanlage spielen auch die Absichten der regierenden Parteien eine Rolle. Die Bundesregierung hat ein Klimapaket erarbeitet, worin geregelt wird, was in den nächsten Jahren für den Klimaschutz gemacht werden soll. Auf Grundlage dieser Regelungen sollen die CO₂-Emissionen in Deutschland stark gesenkt werden. Das Klimapaket betrifft auch Heizanlagen.

Beispielsweise wird das Heizen mit Öl und Gas teurer, da der CO₂-Preis in den nächsten Jahren immer mehr steigen wird. Der CO₂-Preis sind die Kosten, die anfallen, pro erzeugter Tonne CO₂. Der Verkehr und die Energie- und Wärmeerzeugung sind davon betroffen. Der CO₂-Preis pro Tonne liegt momentan bei 25 Euro und soll in den nächsten vier Jahren auf bis zu 55 Euro steigen. Die Einnahmen kommen dem Klimaschutz zugute, um in dem Bereich Maßnahmen durchführen zu können. Drei von vier Haushalten sind vom Klimapaket betroffen und sollten Maßnahmen einleiten, die für den Klimaschutz förderlich sind, wie beispielsweise eine Sanierung der Heizanlage. Es besteht kein Zwang dazu. Im Klimaschutzgesetz ist geregelt, dass es Prämien für den Austausch von Ölheizungen gibt. Das bedeutet, dass es eine Förderung für Haushalte gibt, die ihre Heizanlage modernisieren und klimafreundlicher machen wollen. Zudem werden die Investitionen zur Sanierung von Eigenheimen steuerlich begünstigt. Außerdem wurde die Reform der Förderung für Heizungen geändert, sodass beispielsweise Ölbrennwertheizungen nicht mehr gefördert werden.¹⁸

Die bundesweiten Energieeinspar-Regelungen müssen zudem eingehalten werden, wenn neu gebaut werden soll oder eine umfangreiche Sanierung geplant ist. Dabei gilt zum einen das Energieeinsparverordnung (EnEV). Die erste Fassung wurde bereits im Februar 2002 in Kraft gesetzt. Die EnEV regelt die Effizienzvorgaben für Neubauten. Mit Hilfe dieser Verordnung soll das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes bis 2050 erreicht werden. Dabei ist nicht nur der Heizwärmebedarf wichtig, sondern es spielt auch eine Rolle, wie viele Energie für Raumlüftung und Trinkwassererwärmung verbraucht wird. Mit Hilfe dieser Parameter ergibt sich ein Primärenergiebedarf eines Hauses. Genau dieser Jahres-Primärenergiebedarf wird in der EnEV geregelt. Ergänzend wurde noch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) im Jahr 2008 beschlossen. Ziel ist es mit diesem Gesetz eine nachhaltige Entwicklung von Energieversorgung zu erreichen. Dabei stehen vor allem Förderungen für erneuerbare Energien im

¹⁸ Vgl. Sebastian: Das neue Klimapaket: Was heißt das für die Heizung?. Berlin: Thermondo GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://www.thermondo.de/info/waermewende/gesetze/klimapaket-heizung/> [abgerufen am 08.11.2021].

Vordergrund. Das bedeutet, dass bei jedem Neubau auch ein Anteil von erneuerbaren Energien erforderlich ist, welche sich der Eigentümer selbst wählen kann.¹⁹

Eine Pelletheizanlage gilt als klimaschonend, da der CO₂-Ausstoß nur so groß ist, wie das Holz im Laufe des Lebens auch aufgenommen hat. Allerdings entstehen hohe Schadstoffemissionen bei der Verbrennung von Holzpellets. Dadurch müssen viele Vorgaben eingehalten werden, was aber bei regelmäßigen Wartungen gut umsetzbar ist. Beispielsweise muss eine 15 Jahre alte Pelletheizanlage ausgetauscht werden, da sie nicht mehr dem heutigen Standard entspricht und meist zu groß ausgelegt wurde. Eine kleinere Anlage würde in einem höheren Lastpunkt fahren und was besser für die Schadstoffemission und Effizienz ist. Ein Anreiz in Form einer finanziellen Förderung beim Austausch oder der Neuinstallation einer Pelletheizanlage wurde geschaffen, da sie als positiv fürs Klima gilt.²⁰

2.4 Die quantitative schriftliche Befragung

Es gibt verschiedene Arten Umfragen durchzuführen. Einerseits gibt es qualitative Umfragen, wobei die Fragen offen gestaltet sind und der Befragte mit eigenen Worten die Antwort gibt. Eine zweite Variante ist die quantitative Umfrage. Dabei werden Fragen mit Antwortmöglichkeiten gestellt. Der Befragte muss sich dann eine oder mehrere Antworten auswählen. Dabei kommt es darauf an, welcher Fragentyp vorliegt. Zum einen gibt es die sogenannte Faktfrage, was eine sogenannte geschlossene Frage ist. Alle Antworten werden vorgegeben und es wird eine Antwort ausgewählt. Des Weiteren gibt es noch die sogenannte Meinungsfrage. Dabei kann die Frage sowohl offen als auch geschlossen gestellt werden, je nachdem, ob genug Informationen für die Antworten vorhanden sind oder nicht. Bei diesem Fragentyp kann auch eine Skalierung vorgenommen werden. In dem hier erstellten Fragebogen wurde eine fünfstufige Skala verwendet, weil sich die Befragten dadurch auch für die neutrale Antwort (3) entscheiden können. Außerdem gibt es zwei zustimmende Antworten und zwei ablehnende Antworten.²¹

¹⁹ Vgl. Loeti: Erklär mal: EnEV / EneG / EEWärmeG / ErP. Stuttgart: Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG (Hrsg.), 2018. Verfügbar unter <https://www.sbz-monteur.de/allgemein/erklaer-mal-enev-eneg-eewaermeg-erp> [abgerufen am 09.11.2021].

²⁰ Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.): Pelletkessel. Dessau-Roßlau: 2020. Verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/pelletkessel#gewusst-wie> [abgerufen am 25.11.2021].

²¹ Vgl. Kirchhoff, Sabine / Kuhnt, Sonja / Lipp, Peter / Schlawin, Siegfried: Der Fragebogen. Datenbasis, Konstruktion und Auswertung. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2010, S. 20 ff.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine quantitative Umfrage erstellt. Ergänzend waren auch freie Antworten in einem zusätzlichen Feld möglich. Um eine Auswertung zu erstellen, müssen zunächst alle Antworten in einer Exceldatei zusammengefasst werden. Die Antworten müssen betrachtet und plausibilisiert werden. Wenn Antworten nicht plausibel sind, werden diese für die Auswertung nicht betrachtet und aus der Datei entfernt, damit es zu keinem verfälschten Ergebnis kommt. Die Fragen müssen je nach ihrer Art betrachtet werden und meist auch mit anderen Fragen bzw. Antworten in Zusammenhang gebracht werden.

3 Ausgangssituation zur Marktforschung

Die Hochschule Merseburg und die Stadtwerke Zeitz haben sich bereits mit der energetischen Verwertung von Hanfpellets in einer Kleinfeuerungsanlage beschäftigt. Es wurde eine Studie dazu durchgeführt, wobei herausgefunden werden sollte, ob es rein technisch möglich ist, Hanfpellets als Heizmittel zu verwenden. Vor dem Durchführen der Marktforschung musste analysiert werden, welche Kunden in Frage kommen für eine solche Kleinfeuerungsanlage. Das Ergebnis der Studie und die Analyse der potenziellen Kunden werden in diesem Kapitel genauer betrachtet.

3.1 Studie zur energetischen Verwertung von Hanfpellets in einer Kleinfeuerungsanlage

Im März 2020 wurde eine Studie zur energetischen Verwertung von Hanfpellets in einer Kleinfeuerungsanlage durchgeführt. Diese wurde durch die Stadtwerke Zeitz GmbH beauftragt und durch das Deutsche Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH in Leipzig durchgeführt. Dabei wurde geschaut, ob man eine herkömmliche Pelletheizanlage nutzen kann, um Hanfpellets zu verfeuern.

Hanf hat einen höheren Stickstoffanteil als Holzpellets. Das bedeutet, wenn man Hanfpellets verfeuert, entsteht ein höherer Anteil an Stickoxiden als bei den herkömmlichen Pellets. Vorgegeben ist laut Norm ein Stickstoffgehalt von maximal 2,0 Ma.-%_{TS}. Das bedeutet, maximal 2,0 % der Masse der Trockensubstanz darf enthalten sein. Diese Vorgabe übersteigen die Hanfpellets 5,22 Ma.-%_{TS}. Das heißt, dass die herkömmliche Heizanlage bei Befuerung mit Hanfpellet angepasst werden muss, da es Vorgaben gibt, wie viel Stickoxide entstehen dürfen. Durch Filter im Abgasrohr kann dieser Anteil beispielsweise minimiert werden.²²

²² Vgl. Zeng Thomas: Analyse und Verbrennung einer Hanfpelletcharge, Leipzig: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (Hrsg.), 2020 [interne Quelle].

3.2 Mögliche Zielgruppe einer Hanfpelletheizanlage

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie eine Wohnung oder ein Haus geheizt werden können. Der größte Energieträger in Deutschland ist Erdgas, welcher fast 50 % umfasst (Abbildung 1). 25,6 % der Deutschen heizen mit Öl. Des Weiteren gibt es noch die Möglichkeit, durch Fernwärme und Strom zu heizen. Diese beiden umfassen insgesamt 18,7 %. Bei Strom sind sowohl Nachtspeicheröfen als auch Wärmepumpen enthalten, welche mit Strom betrieben werden. Flüssiggas, Holz, Pellets und Kohle gehört zu den sonstigen Energieträgern und umfassen 7,5 %. Für die Betrachtung in dieser Masterarbeit sind die Energieträger von Bedeutung, die nicht ans Netz angeschlossen sind, wie Öl, Flüssiggas, Holz, Pellets und Kohle. Diese könnten einfacher durch eine Hanfpelletheizanlage ersetzt werden. Damit ergeben sich rein theoretisch 33,1 % der Haushalte der Deutschen, die für eine Hanfpelletheizung in Frage kommen.²³

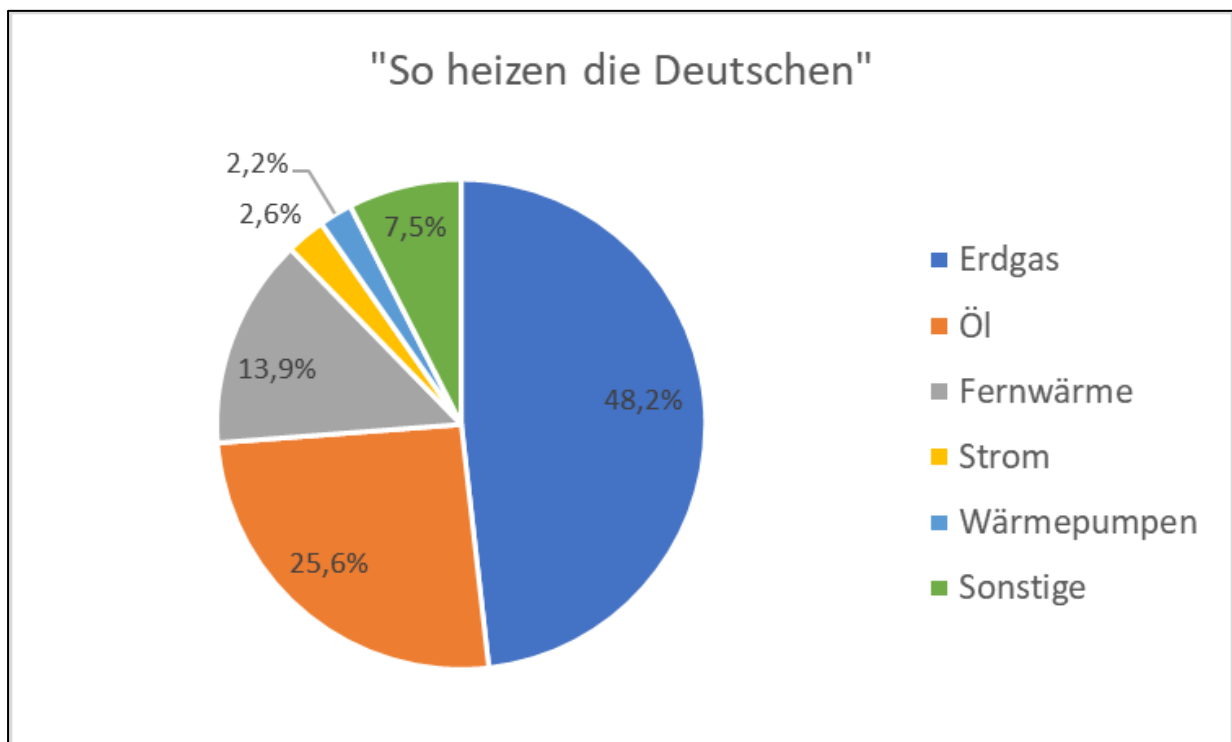


Abbildung 1: „So heizt Deutschland“²³

²³ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): So heizen die Deutschen. Berlin: 2021. Verfügbar unter https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2019/10/Meldung/direkt-erfasst_infografik.html [abgerufen am 09.11.2021].

4 Konzept und Methodik der empirischen Erhebung

Zunächst muss eine Umfrage gestartet werden, um herauszufinden, wer Interesse an so einer Heizanlage hat. Wer sind die potenziellen Kunden für eine solche Hanfpelletheizanlage? Diese Umfrage wurde bereits während des Masterpraktikums durchgeführt.

4.1 Hypothesen und Zielsetzung

Die Umfrage soll zunächst einen Überblick über die Heizsituation in der Region Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen geben. Dazu wurden verschiedene Hypothesen auf Grundlage der theoretischen Ausführungen formuliert, die zum Inhalt des Fragebogens hinführen.

In unserer heutigen Zeit spielt Klimaschutz eine elementare Rolle, ob bei der Mobilität, Stromerzeugung und beim Heizen. Deswegen stellt sich hier die Frage, ob der Klimaschutz beim Thema Heizen den Menschen gegenwärtig und wichtig ist. Daraus ergibt sich folgende Hypothese:

- Hypothese 1: Der Klimaschutz hat beim Thema Heizen einen hohen Stellenwert.

In Deutschland gibt es zahlreiche verschiedene Wohnformen mit unterschiedlicher Größe, Anzahl der Zimmer und Bewohner und auch Heizmöglichkeiten, was zu folgender Annahme führt:

- Hypothese 2: Der Verbrauch steht im Zusammenhang zur Wohnfläche.

Eine weitverbreitete Heizmöglichkeit ist die Erdgasheizung. In den letzten Jahrzehnten wurde beim Anlegen von Erdgas bei Eigenheimneubau diese Heizart überwiegend eingesetzt. Die Anschaffungs- und laufende Kosten sind gering. Daraus lässt sich folgende Hypothese ableiten:

- Hypothese 3: Hauseigentümer, die mit Erdgas heizen, werden bei Sanierungsbedarf kein Interesse an einer Pelletheizanlage haben.

Seit einigen Jahren drängen energieeffiziente Wärmepumpen auf den Markt. Auch wenn diese in der Anschaffung kostenintensiver sind als herkömmliche Heizanlagen, entscheiden sich immer mehr Eigenheimbesitzer für eine solche Anlage. Daraus resultiert nachstehende Hypothese:

- Hypothese 4: Wärmepumpen haben den geringsten Energieverbrauch und sind damit am effizientesten.

Mit dem Begriff Hanf verbinden die meisten Menschen etwas Negatives. Mangels Wissens zur Nutzungsmöglichkeit von Hanf und fehlender Flexibilität für Neuerungen ergibt sich folgende Annahme.

- Hypothese 5: Eine Hanfpelletheizanlage wird von der Mehrzahl der Befragten eher kritisch betrachtet.

Eine quantitative Umfrage soll den Wahrheitsgehalt der Hypothesen untersuchen. Die Grundlage dafür bildet ein standardisierter Fragebogen.

4.2 Konzeption des Fragebogens

Zunächst wird im Fragebogen das Thema und die Durchführung erklärt. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die Befragung anonym durchgeführt wird und nicht nachvollziehbar ist, wer welche Antwort gegeben hat. Der Fragebogen umfasst insgesamt 15 Fragen und wurde mit Hilfe der App „LamaPoll - Online Umfragen“ erstellt. Dabei konnte zwischen verschiedenen Elementen entschieden werden, z.B. Single Choice, was bedeutet, dass man nur eine Antwort geben kann oder Multiple Choice, wo mehrere Antworten möglich sind. Des Weiteren konnten auch Fragen mit Textantworten oder Ja/Nein-Fragen gestellt werden. Mit diesem Hintergrund ist so eine Umfrage schnell erstellt und in einem übersichtlichen Format.

Die Befragten haben während der Umfrage keine Möglichkeit Fragen zu stellen. Deswegen sollte der Fragebogen akkurat ausgearbeitet sein. Das bedeutet, dass die Fragen in einer einfachen und verständlichen Sprache formuliert sind.

Zunächst wurde eine kurze Einleitung in den Fragebogen, der vollständig als Anhang 2 beigefügt ist, erstellt (Abbildung 2). Damit sollten die Befragten in das Thema eingeführt werden und alle wichtigen Informationen bekommen, die sie für die Beantwortung der Fragen benötigen. Dabei ist es wichtig den Befragten darauf hinzuweisen, dass es eine anonyme Umfrage ist und sie sollten wissen, wie viel Zeit sie für die Umfrage benötigen.

Hallo und herzlich willkommen zu unserer Umfrage!

Mein Name ist Alina Kräuter, ich studiere Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule in Merseburg. Im Rahmen meiner Abschlussarbeit beschäftige ich mich mit der energetischen Verwertung der Abfälle bei der Produktion von Hanferzeugnissen in Heizungsanlagen. Vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit stellt Hanf eine im Vergleich zu fossilen, mit dem CO₂-Preis belasteten Brennstoffen preiswerte und umweltschonende Alternative dar.

Beim Auspressen der Hanfnüsse wird Öl gewonnen, welches für Kosmetikartikel und Nahrungsmittel verwendet wird. Als Rest verbleibt der sogenannte Hanfpresskuchen, von dem Anteile bereits als Mehlersatz und als Futtermittel verwendet werden. Die Verwendungsmittel reichen aber nicht aus, um diesen Hanfpresskuchen komplett aufzubrauchen. Der restliche Hanfpresskuchen wird zu Pellets gepresst und könnte technisch gesehen zur Feuerung einer Heizanlage genutzt werden.

Mit Hilfe dieser Umfrage soll das Interesse an Hanfpelletheizanlagen ermittelt werden. Die vollständige Beantwortung der folgenden Fragen soll eine Analyse ermöglichen. Bitte nehmen Sie sich kurz (5 Min.) Zeit, um alle Fragen zu beantworten und damit zum Erfolg der Studie und meiner Abschlussarbeit beizutragen. Die Befragung steht Ihnen bis 17.09.2021 zur Verfügung. Alle Daten werden anonym erhoben. Sie können Ihrer Person nicht zugeordnet werden und werden streng vertraulich behandelt. Bei Rückfragen erreichen Sie mich unter: alina.kraeuter@stud.hs-merseburg.de
Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Abbildung 2: Einleitungstext des Fragebogens

Die Umfrage wurde in verschiedene Gliederungspunkte unterteilt:

- Seite 1: Bundesland
- Seite 2: aktuelle Heizanlage
- Seite 3: Wohnverhältnisse
- Seite 4: Verbrauch und Planung
- Seite 5: Hanfpelletheizanlage
- Seite 6: Ihre Gedanken

Auf der Seite 1 wurde eine Frage gestellt, um das Wohnbundesland des Befragten zu ermitteln. Die Frage ist in Abbildung 3 dargestellt. Dabei handelt es sich um eine geschlossene Frage, wobei es mehrere Antwortmöglichkeiten gibt und der Befragte sich für die für ihn zutreffende Antwort entscheiden sollte. Ein zusätzliches Eingabefeld bei der letzten Frage ermöglicht es, eine abweichende Antwort als die vorgegebene zu geben.

★ In welchem Bundesland wohnen Sie?

Sachsen

Sachsen-Anhalt

Thüringen

Anderes, Welches?

Abbildung 3: Seite 1: In welchem Bundesland wohnen Sie?

Auf der darauffolgenden Seite 2 wurde die Frage nach der aktuellen Heizanlage gestellt. Auch dabei wurde eine geschlossene Frage verwendet, wobei mehrere Antworten vorgegeben wurden und auch mehrere Antworten gleichzeitig ausgewählt werden konnten.

Bei dem Thema der Wohnverhältnisse wurden 5 Fragen gestellt. Dabei wurde auf Eigentum oder Miete und Ein- oder Mehrfamilienhaus mit geschlossenen Fragen eingegangen, wobei nur eine Antwort gegeben werden konnte. Die restlichen drei Fragen waren offene Fragen, wobei aber festgelegt wurde, dass nur ganze Zahlen (keine Kommastellen) eingegeben werden konnte. Ein Beispiel für eine offene Frage ist in Abbildung 4 dargestellt. Dabei sollte ermittelt werden auf wie viel Quadratmeter, mit wie vielen Personen und in wie vielen Zimmer gewohnt wird.

★ Wie viele Personen wohnen in Ihrem Haushalt?

Abbildung 4: Beispiel für offene Frage

Bei der Seite 4 wurden drei Fragen zum Thema Verbrauch und Planung gestellt. Dabei wurden die Verbräuche in Stufen eingeteilt, sodass der Befragte sich für die Spanne entscheiden konnte, in der sich sein Verbrauch befindet. Des Weiteren wurde auf dieser Seite erfragt, ob Interesse an einer Sanierung besteht. Bei der Antwort „Ja“ konnten dann in einem Freifeld die Gründe notiert werden. Mit Hilfe der letzten Frage auf dieser Seite sollte ermittelt werden, welche Faktoren dem Befragten wie wichtig sind für eine Sanierung. Dafür wurde eine Skala von 1 bis 5 gewählt, die auch die Möglichkeit einer neutralen Antwort (3) involvierte. Bei dieser Skala stand die 5 für „sehr wichtig“ und die 1 für „überhaupt nicht wichtig“. In der Abbildung 5 ist ein Beispiel für eine Skala dargestellt.

★ Was ist Ihnen bei einer Sanierung ihrer Heizanlage wie wichtig?		
Bewerten Sie von 1 = überhaupt nicht wichtig bis 5 = sehr wichtig		
geringe Anschaffungskosten	<input type="text"/>	(1 - 5)
geringe Unterhaltskosten	<input type="text"/>	(1 - 5)
ökologische/nachhaltige/grüne Wärme	<input type="text"/>	(1 - 5)
zukunftsicher	<input type="text"/>	(1 - 5)
zuverlässig	<input type="text"/>	(1 - 5)

Abbildung 5: Beispiel einer Skala

Auf der Seite 5 wurde dann mit Hilfe von vier Fragen das Interesse an einer Hanfpelletheizanlage ermittelt. Es wurde erneut nach Faktoren gefragt, die dem Befragten für eine solche Anlage wichtig sind. Außerdem sollte eine Antwort darauf gegeben werden, ob überhaupt Interesse an einer solchen Anlage besteht und wie viel Geld der Befragte dafür ausgeben würde. Am Ende dieser Seite wurde das Augenmerk auf die Lagerung der Pellets gelegt, da diese verhältnismäßig viel Platz benötigen.

Zum Abschluss wurden die Befragten gebeten ihre Meinung, Gedanken und Anregungen zur Umfrage und zum Thema kundzutun. Dabei ist eine offene Frage gestellt wurden. Damit soll die Motivation erhöht und gezeigt werden, dass Interesse an der Meinung der Befragten besteht.

4.3 Pretest und Durchführung der Befragung

Zu Beginn wurde ein Pretest durchgeführt, welcher als Anhang 1 beigefügt ist. Der Pretest umfasst alle Fragen, die dann auch im richtigen Fragebogen gestellt werden sollen. Dabei ist es nur wichtig, dass die Befragten den Fragebogen vollständig ausfüllen und am Ende ein kurzes Feedback geben, damit dieser dann nochmal überarbeitet werden kann und für alle Teilnehmer verständlich ist. Ziel des Pretests ist es, mögliche Fehler aufzudecken und Fragen bzw. Hinweise der Teilnehmer zu erfahren und diese in die richtige Umfrage einzuarbeiten.

Den Pretest haben fünf Personen durchgeführt. Mit Hilfe des Pretests konnte die Bearbeitungszeit ermittelt werden. Die beträgt fünf Minuten. Die Befragten haben Hinweise gegeben, um die Umfrage zu verbessern. Ein Hinweis, welcher sogar zweimal unabhängig voneinander kam, war das Thema mit der Lagerung der Pellets. Es stellte sich die Frage, ob die Teilnehmer, die Interesse an so einer Anlage haben, auch den nötigen Lagerplatz bereitstellen können und wollen. Dazu wurde dann eine weitere Frage eingefügt, welche dieses Problem anspricht. Ein weiteres Thema war der Jahresverbrauch in kWh bei einer Wärmepumpenheizung. Bei einer Wärmepumpenheizung wird bei der Abrechnung der Jahresverbrauch an Strom angegeben, da die Wärmepumpe ja mit Strom betrieben wird. Dadurch ist es schwer, einen Vergleich zu den anderen Antworten zu ziehen und es sollte bei der Auswertung darauf geachtet werden.

Ein weiterer Hinweis war, dass die Antwortfelder nicht nur mit Zahlen, sondern auch mit Buchstaben ausgefüllt werden können, wenn nach einer Zahl gefragt wird. Dies konnte durch die spezifischere Definition des Antwortfeldes ermöglicht werden.

Nachdem alle Hinweise eingearbeitet wurden, konnte die richtige Umfrage gestartet werden (Anhang 2). Die Umfrage wurde vom 11.08.2021 bis 17.09.2021 durchgeführt. Der Link der Umfrage wurde über Facebook geteilt. Damit konnten alle teilnehmen, die diesen Link erhalten haben. Außerdem wurde der Link an private Kontakte geschickt, welche diesen dann weiterleiten konnten, sodass möglichst viele Menschen an der Umfrage teilnehmen konnten. Nach zwei Wochen wurde der Link erneut auf Facebook geteilt, um noch mehr potenzielle Teilnehmer zu erreichen.

5 Auswertung der empirischen Ergebnisse

Die Umfrage kann nicht als repräsentative Umfrage gelten, da die Beteiligung und die verwertbaren Antworten zu gering sind und die daraus resultierende Stichprobe nicht ausreichend ist bzw. keine verallgemeinerungswürdigen Rückschlüsse zulässt. Die Auswertung der empirischen Ergebnisse beginnt damit, dass erstmal alle Antworten plausibilisiert werden. Wenn die Antworten nicht plausibel sind, dann muss die Antwort des jeweiligen Befragten aus der Auswertung herausgenommen werden. Dabei wurde beispielsweise zweimal eine sehr hohe Quadratmeterzahl angegeben, die nicht zur Anzahl der Personen und der Zimmer passt. Zudem wurde auch zweimal eine sehr geringe Quadratmeterzahl im Verhältnis zur Personenzahl angegeben, die nicht plausibel sind und somit nicht mit in die Auswertung einfließen.

5.1 Struktur der Befragten

Nachdem die unplausiblen Umfrageantworten aussortiert wurden, haben von den 196 Teilnehmern 139 die Befragung vollständig und korrekt durchgeführt. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 70,9 %.

Zunächst wurde die Frage nach dem Wohnbundesland gestellt (Abbildung 6). 46,8 % der Befragten leben in Sachsen, 38,1 % in Sachsen-Anhalt und 6,5 % in Thüringen. Die sonstigen Antworten umfassen 8,6 % und kommen von Teilnehmer aus anderen Bundesländern wie Berlin, Bayern, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern sowie ein Vertreter aus den USA. Diese können in der Auswertung mit genutzt werden, da sie das Ergebnis nicht wesentlich verfälschen.

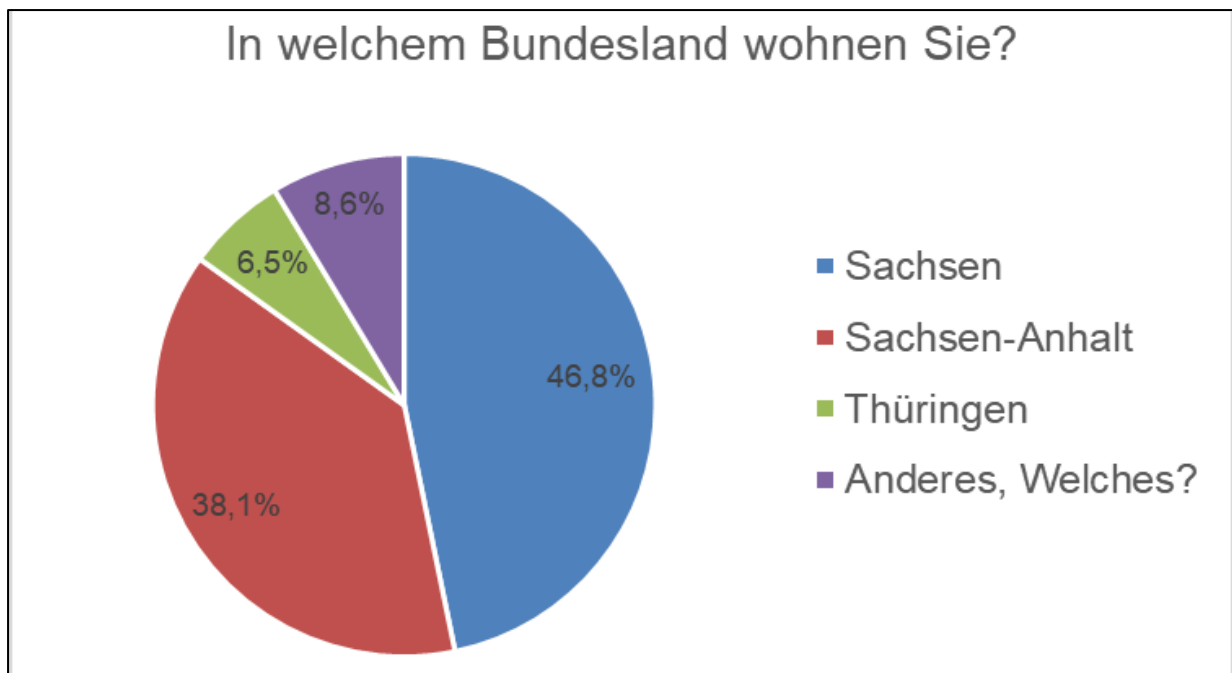


Abbildung 6: Struktur der Befragten

Um herauszufinden, ob die Umfrage repräsentativ für Deutschland ist, wurden die Verhältnisse von dem jeweiligen Heizmittel berechnet und mit der Studie „So heizen die Deutschen“ verglichen. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Anteile der Heizmittel ähnlich sind. Zum besseren Vergleich wurden die verschiedenen Typen der Wärmepumpen zusammengefasst. Die „Pellets“ in der Abbildung 7 sind mit den „Sonstigen“ in Abbildung 1 zu vergleichen. Das heißt, Erdgas ist beispielsweise der größte Anteil in der Umfrage (Abbildung 7) genauso wie in der Studie von Deutschland (Abbildung 1). Zudem hat auch Öl einen ähnlichen Anteil. Dies macht deutlich, dass die Umfrage in diesem Punkt repräsentativ ist.

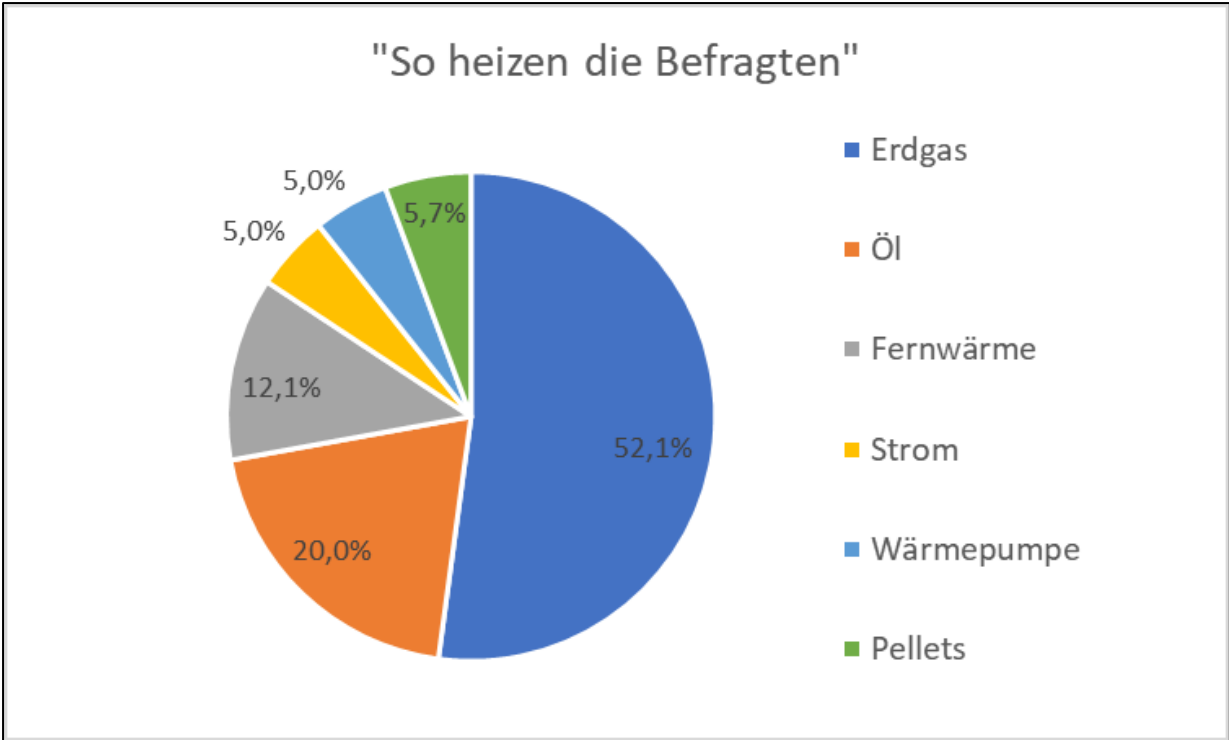


Abbildung 7: Heizverhalten der Befragten

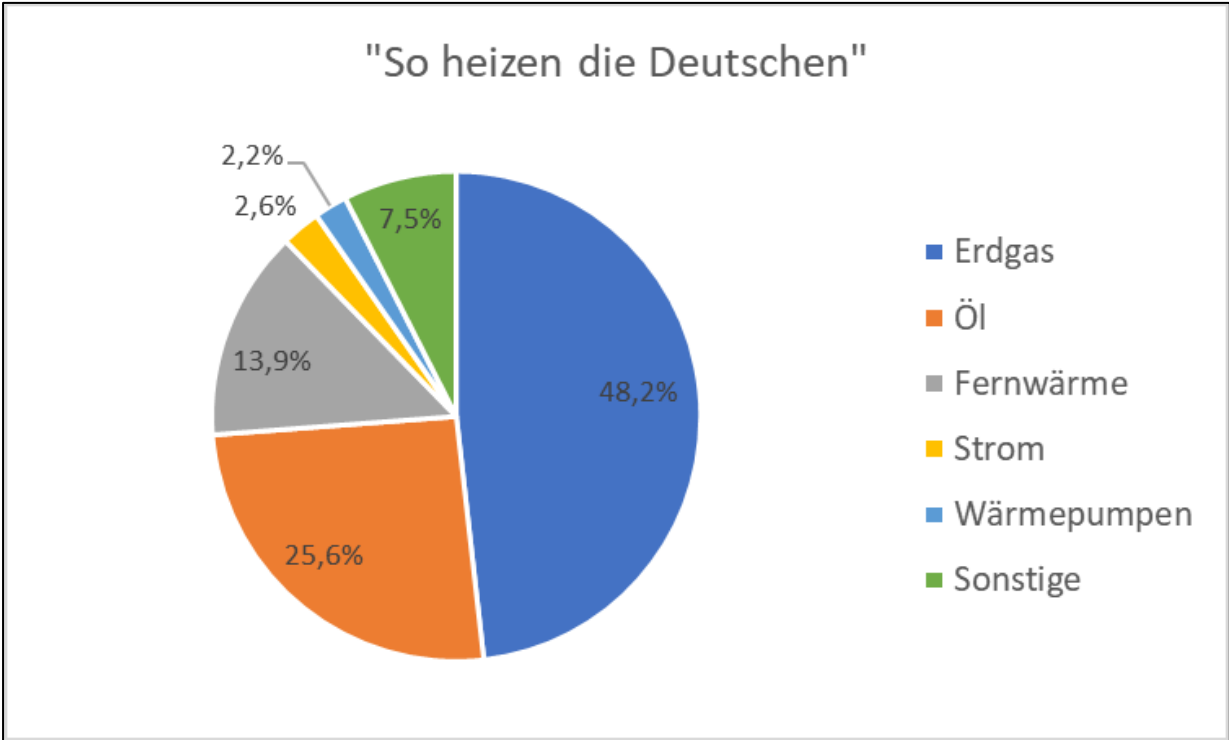


Abbildung 1: „So heizt Deutschland“²³

Des Weiteren konnte kein spezifischer Zusammenhang zwischen Bundesland und Heizmittel festgestellt werden. Das heißt, dass kein Heizmittel besonders oft oder selten in einem bestimmten Bundesland vorkommt (Abbildung 8). Thüringen unterscheidet sich mehr von den anderen, weil aus Thüringen verhältnismäßig wenig teilgenommen haben.

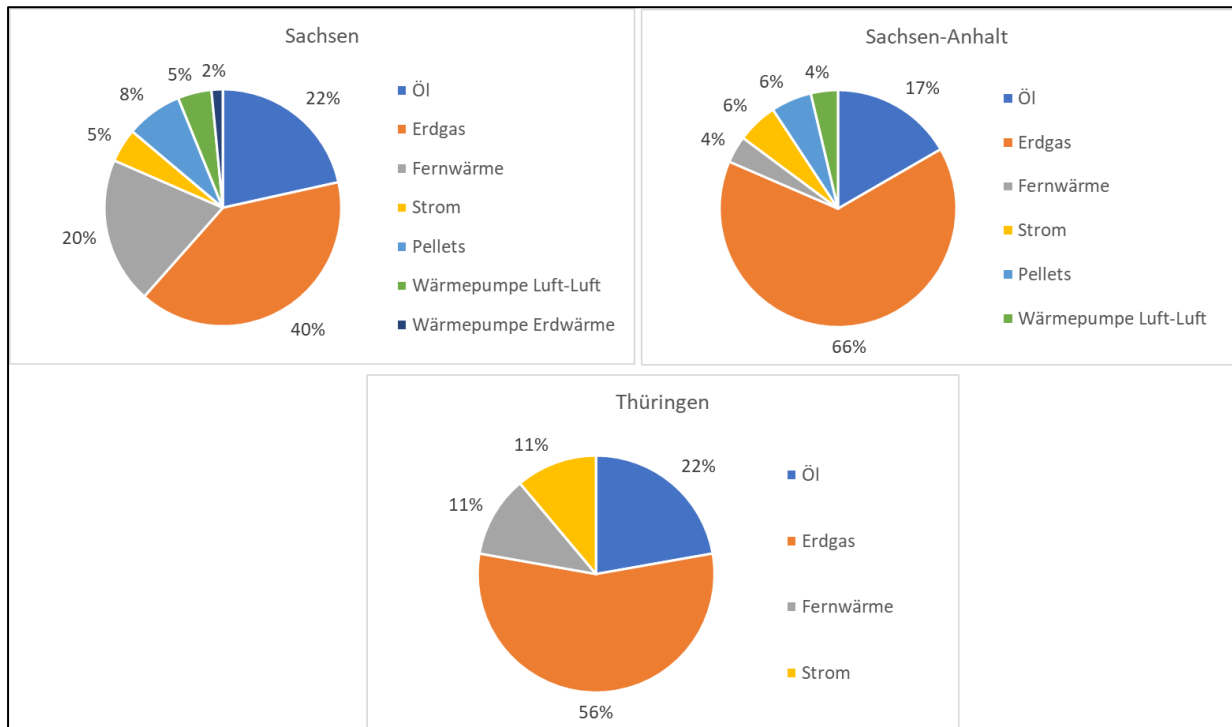


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Bundesland und Heizmittel

5.2 Heizverhalten der Befragten

Bei den verschiedenen Heizmöglichkeiten wurden bei der Auswertung zunächst die Varianten aussortiert, die in Kombination mit einer anderen Heizart verwendet werden. Solarthermie wurde nie als alleinige Heizmöglichkeit gewählt, sondern immer in Kombination mit einer zweiten, z.B. Gas oder Pellets. Aufgrund dessen wurde diese Heizmethode aus der Auswertung rausgenommen. Des Weiteren wurde auch Kohle nur in Kombination mit Erdgas ausgewählt. Damit ist dies auch nicht die primäre Heizvariante und wurde aus der Auswertung entfernt. Wärmepumpe Flächenkollektor wurde gar nicht ausgewählt und ist somit für unsere Auswertung nicht relevant. Weiterhin ist aufgefallen, dass einmal die Kombination von Erdgas und Pellets gewählt wurde. Diese wurden beide im Diagramm eingetragen (Abbildung 9). Allein 52,52 % der Befragten heizen mit Erdgas, was mit der Studie „So heizen die Deutschen“ übereinstimmt. Eine Ölheizung betreiben 20,14 % der Befragten.

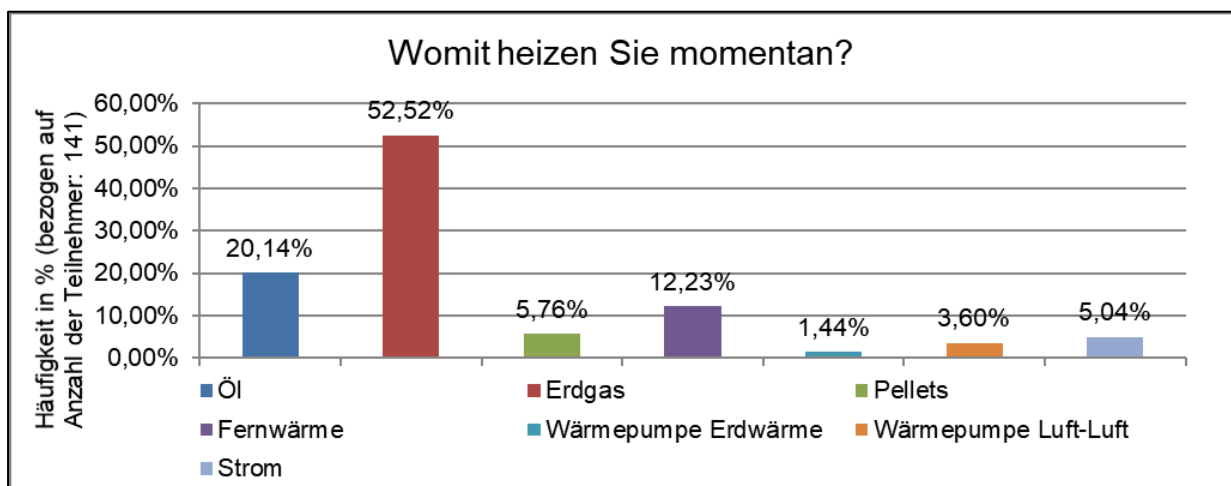


Abbildung 9: Womit heizen Sie momentan?

Des Weiteren gehört zum Heizverhalten auch der Verbrauch einer Heizanlage im jeweiligen Haushalt. Bei dieser Frage ist aufgefallen, dass knapp 40 % die Antwort auf diese Frage nicht wussten. Das zeigt, dass sich einige nicht mit ihrer Heizanlage und dem Verbrauch beschäftigen. Die restlichen Antworten sind auf alle Antwortmöglichkeiten aufgeteilt. Es sticht kein Verbrauch heraus (Abbildung 10).

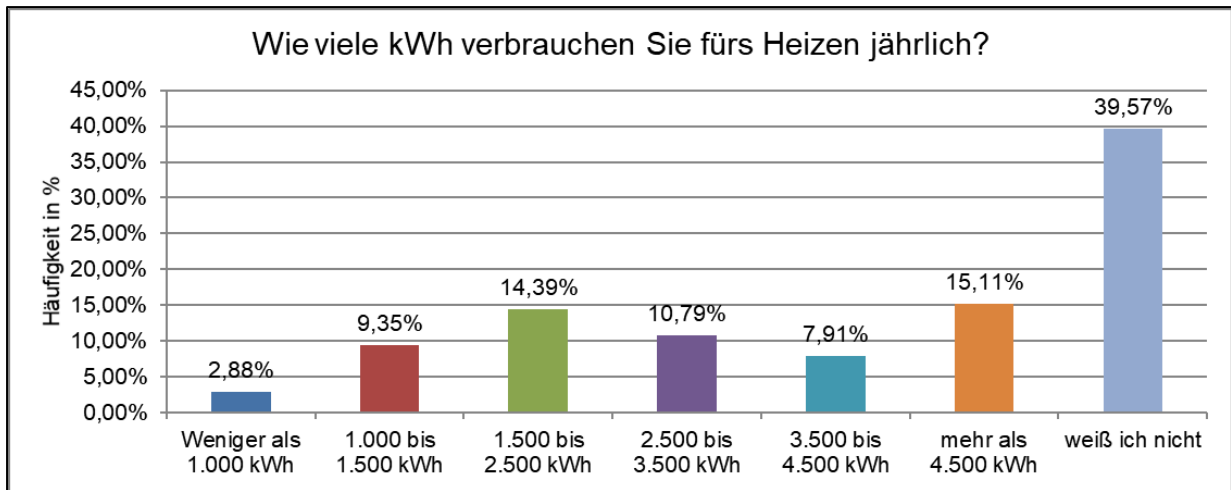


Abbildung 10: Wie viele kWh verbrauchen Sie fürs Heizen jährlich?

Rein theoretisch müsste es einen Zusammenhang zwischen dem Verbrauch und der Größe der Wohnung/Haus geben. Die Abbildung 11 wurde erstellt, indem die Größen des Hauses in Gruppen eingeteilt wurden und dann mit dem Verbrauch in Korrelation gebracht. Tendenziell kann festgestellt werden, dass es einen Zusammenhang gibt, der aber im Diagramm nicht direkt zu erkennen ist.

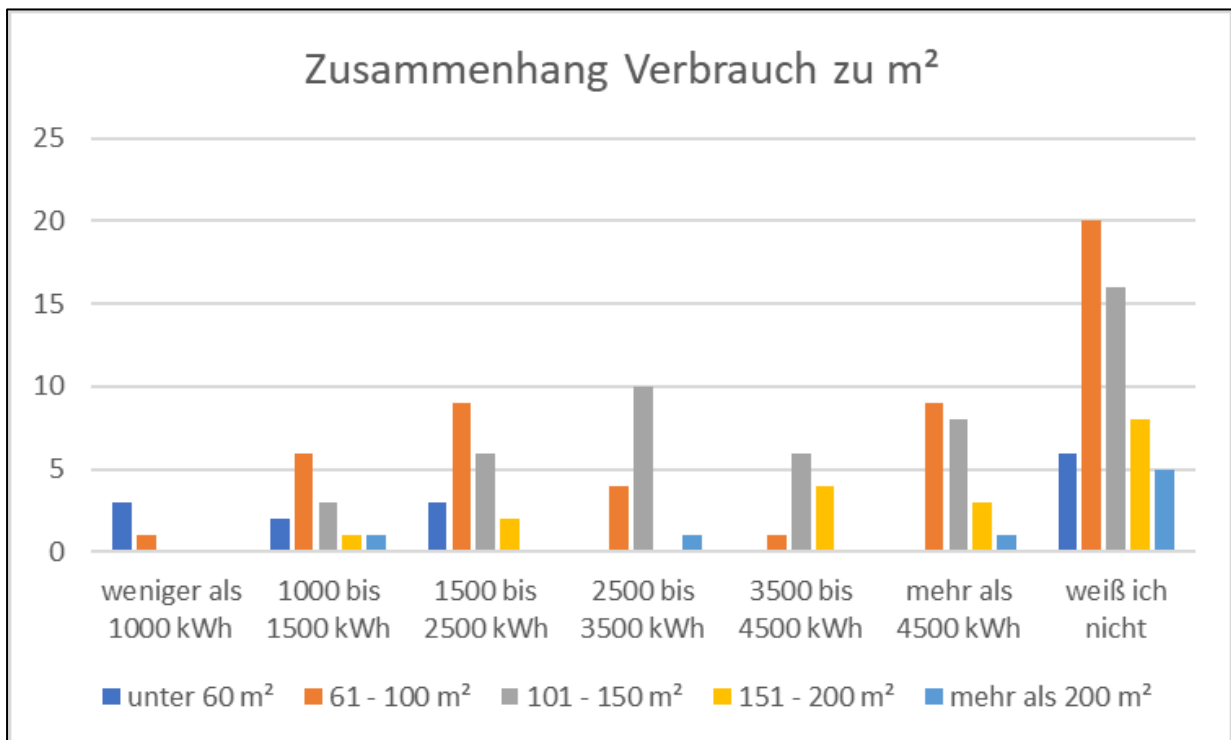


Abbildung 11: Zusammenhang Verbrauch zu m²

Aufgrund dessen wurde im nächsten Diagramm (Abbildung 12) der Mittelwert der Größe der Wohnung/Haus für den jeweiligen Verbrauch ermittelt, um die Bereiche besser zu definieren. Dabei ist auffällig, dass die Größe der Wohnung beim zweithöchsten Verbrauch auftritt und dass der höchste Verbrauch im Schnitt nur die drittgrößte Wohnung ist.

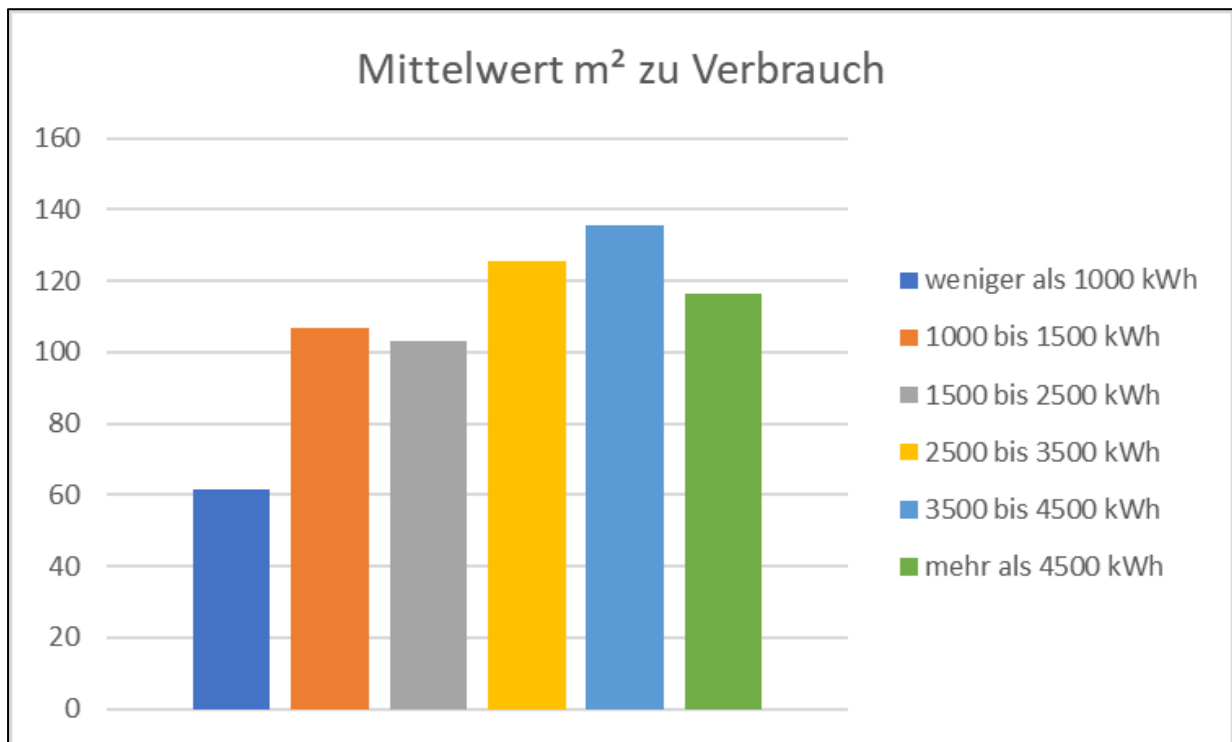


Abbildung 12: Mittelwert m² zu Verbrauch

Aufgrund des fehlenden Zusammenhangs zwischen Wohnungsgröße und Verbrauch wurden einschlägige Veröffentlichungen zu Jahresverbräuchen im Heizungsbereich recherchiert. Dabei ist aufgefallen, dass beispielsweise eine Wohnfläche von 110 m², welche mit Erdgas geheizt wird, im Schnitt einen Verbrauch von 16.720 kWh hat. Eine Holzpellettheizung verbraucht im Jahr bei der gleichen Wohnfläche 13.970 kWh.²⁴

Wenn man nun die Antworten filtert, die ca. 110 m² Wohnfläche besitzen, zeigt sich folgende Verbrauchsverteilung. In der Abbildung 13 ist die Anzahl der Befragten zu dem jeweiligen Verbrauch dargestellt. Es bleiben zehn Befragte übrig, die eine Wohnfläche von 110 m² bewohnen.

²⁴ Vgl. co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH (Hrsg.): Heizkosten pro Quadratmeter im Vergleich. Berlin: o.J.. Verfügbar unter <https://www.heizspiegel.de/heizkosten-pruefen/heizkosten-pro-m2-vergleich/> [abgerufen am 26.11.2021].

Unter den zehn Befragten befinden sich zwei, die mit Wärmepumpe heizen. Die Wärmepumpenbetreiber werden bei ihrem Heizverbrauch den Stromverbrauch der Wärmepumpe angegeben haben und sind somit plausibel. Alle anderen Verbräuche sind nicht plausibel, da der Verbrauch viel höher sein müsste.

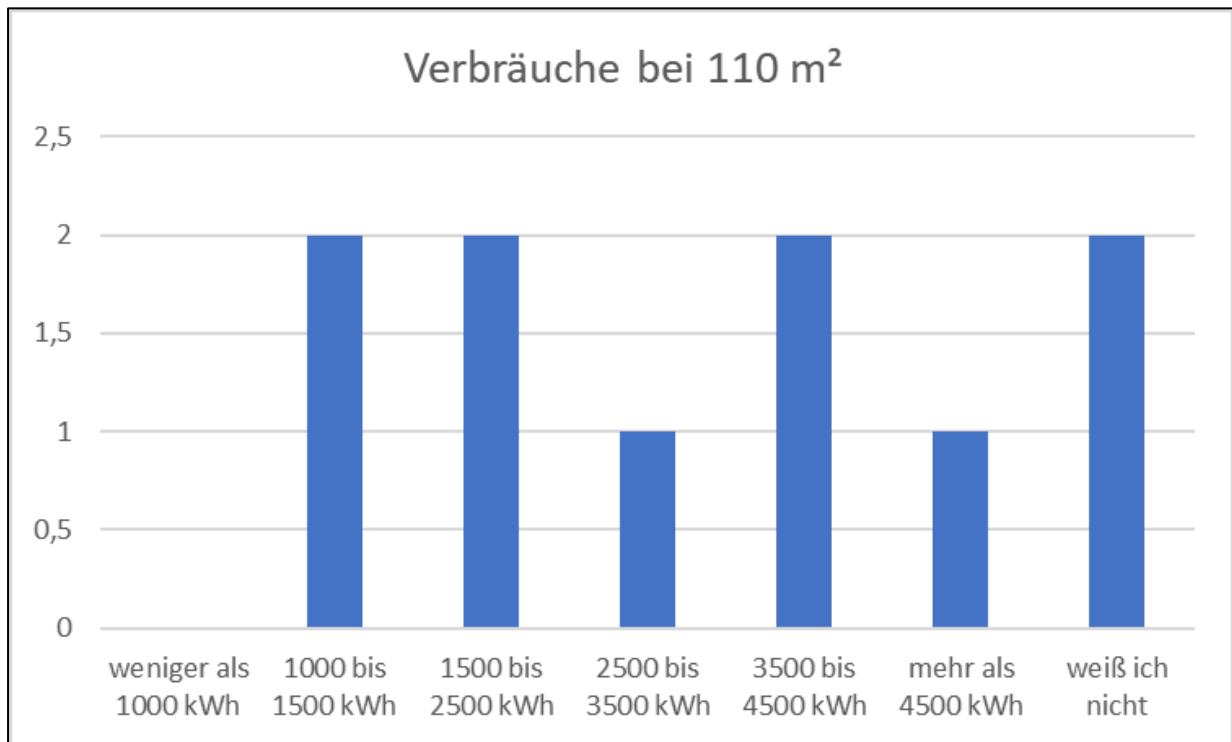


Abbildung 13: Verbräuche bei 110 m²

Das lässt nur den Schluss zu, dass die Angaben der Befragten als unsicher zu bewerten sind. Nur eine kleine Wohnung, wo wenig oder nur ein Zimmer geheizt wird, könnten die angegebenen Verbräuche einhalten. Eine Ausnahme bildet die Angabe beim Heizen mit einer Wärmepumpe. Damit können nur diese Angaben und die, die mehr als 4500 kWh Jahresverbrauch angegeben haben als vertrauenswürdig angesehen werden. Ursache dafür könnte sein, dass viele Befragte die Angaben aus dem Gefühl heraus machten, ohne ihre Heizkostenabrechnungen auf die tatsächlichen Jahresverbräuche zu prüfen. Auf der Grundlage dieser Daten kann kein plausibler Mittelwert gebildet werden, der dann ins Verhältnis gesetzt werden sollte zum möglichen Verbrauch einer Hanfpelletheizung.

5.3 Wohnverhältnisse der Befragten

Die Teilnehmer der Umfrage haben auch einige Fragen zum Thema Wohnverhältnisse beantwortet. Dabei hat sich ergeben, dass knapp 60 % der Befragten im Eigentum leben und der Rest zur Miete wohnt (Abbildung 14).

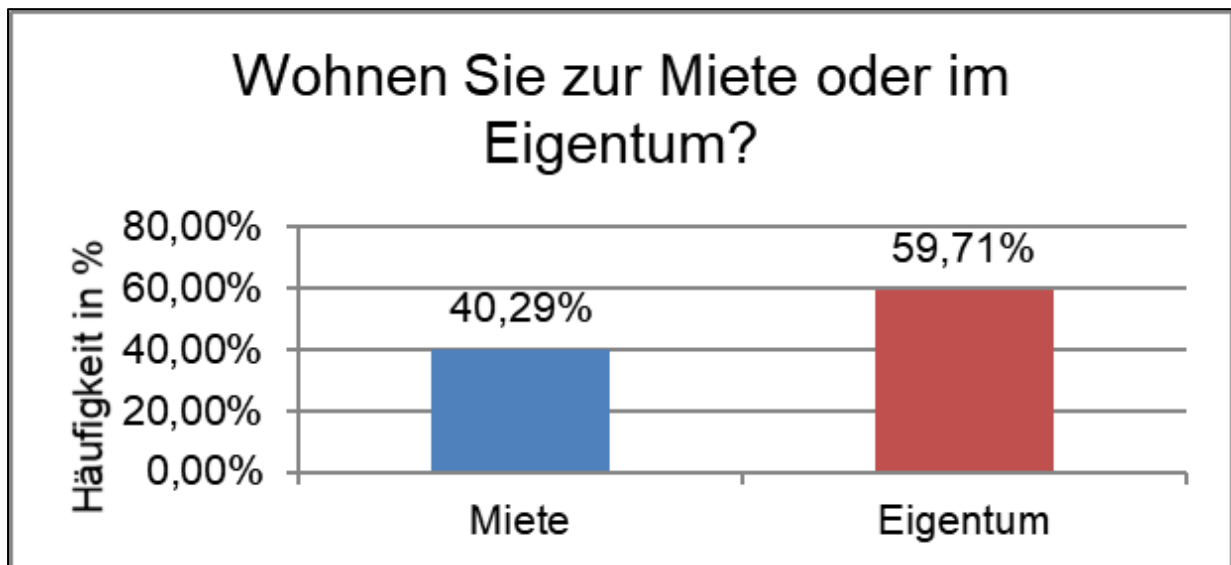


Abbildung 14: Wohnen Sie zur Miete oder im Eigentum?

Eine weitere Frage war, ob sie in einem Ein- oder Mehrfamilienhaus leben. Dieser Aspekt wurde dann mit der Miete/Eigentum in Zusammenhang gebracht. Daraus hat sich ergeben, dass die meisten, die zur Miete leben, auch in einem Mehrfamilienhaus wohnen und Eigentümer meist ein Einfamilienhaus besitzen (Abbildung 15).

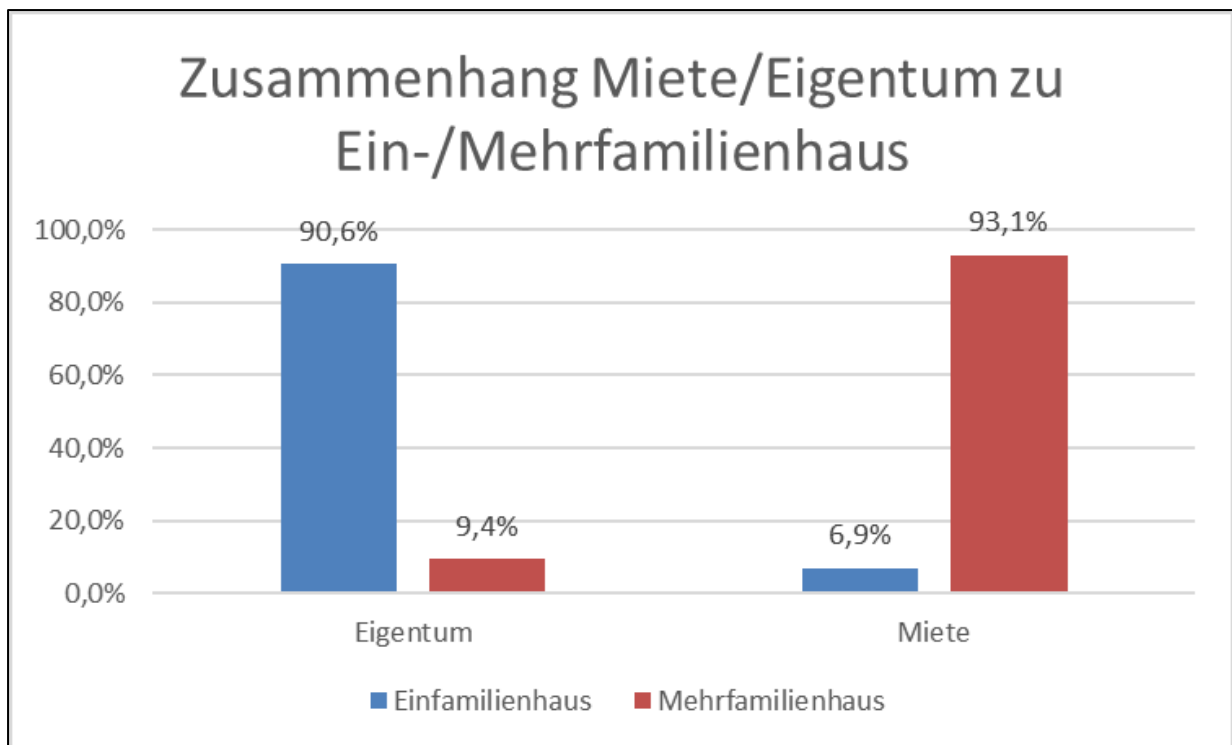


Abbildung 15: Zusammenhang Miete/Eigentum zu Ein-/Mehrfamilienhaus

Wenn der Zusammenhang zwischen Heizmittel und Ein-/Mehrfamilienhaus hergestellt wird, können die Heizmittel kategorisiert werden. Das heißt, beispielsweise Fernwärmeanlagen sind eher in Mehrfamilienhäusern verbaut worden. Wärmepumpen sind typisch für Einfamilienhäuser genauso wie Pelletheizanlagen auch eher in Einfamilienhäusern verwendet werden. Erdgas und Strom werden in beiden Hausarten verwendet, genauso wie Öl (Abbildung 16).

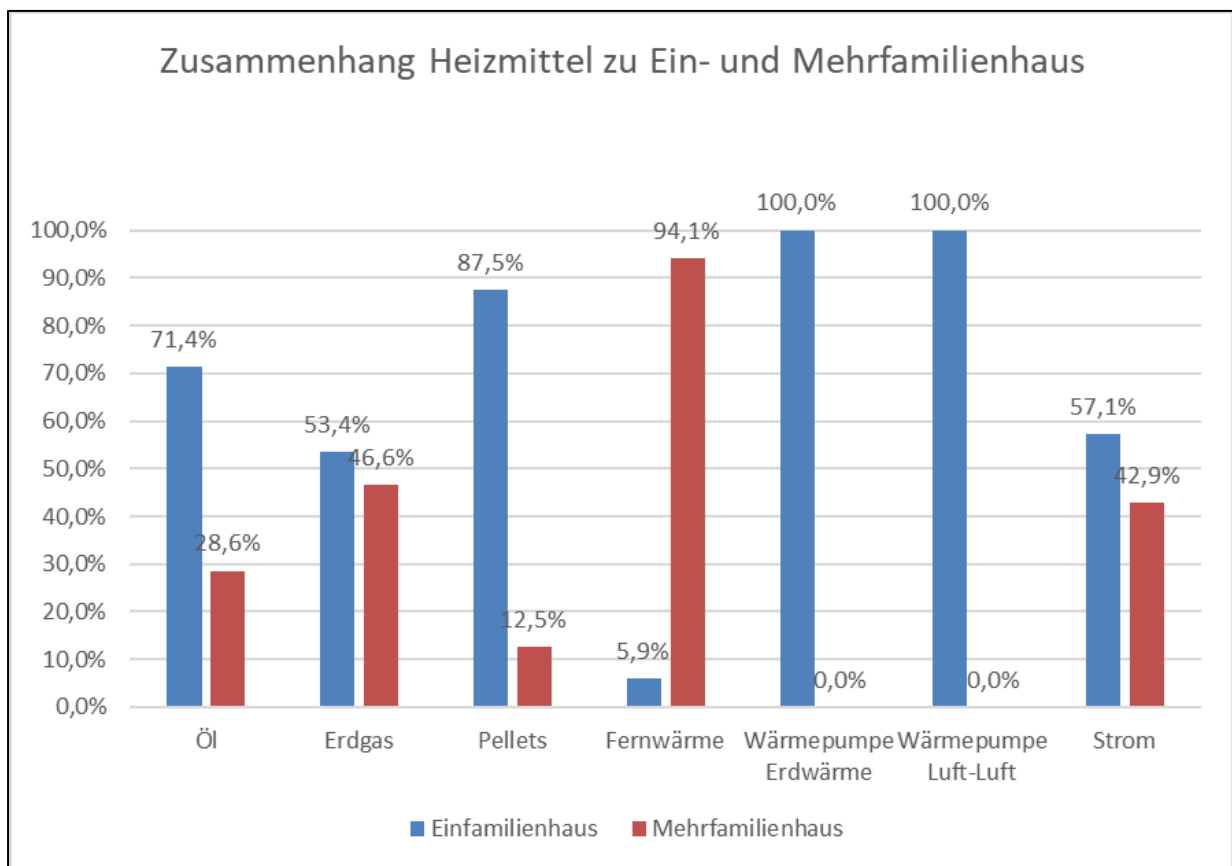


Abbildung 16: Zusammenhang Heizmittel zu Ein- und Mehrfamilienhaus

Für die hier vorgenommene Auswertung sind vorwiegend die Eigentümer interessant, da nur diese einen Einfluss auf die Heizmittel haben. Das umfasst rund 60 % der Befragten.

Daraufhin wurde analysiert, ob die Befragten, die den höchsten Verbrauch haben womöglich auch den größten Sanierungsbedarf haben. Das würde das Diagramm erklären. Es ist lediglich ein Befragter, der bei seiner Heizanlage einen Sanierungswunsch aufgrund des Alters der Heizanlage angegeben hat. Auffällig ist allerdings, dass 18 von 21 Befragten mit dem höchsten Verbrauch mit Erdgas heizen. Dies entspricht 85,7 %. Die Anteile an Erdgas in den anderen Verbrauchskategorien sind geringer und stechen somit nicht so heraus.

5.4 Sanierungsinteresse der Befragten

In der Auswertung dieser Umfrage wurde nun der Fokus auf das Interesse für eine Sanierung der Heizanlage gelegt. Etwa drei von vier Befragten haben kein Interesse an einer Sanierung (Abbildung 17). 12 % der Befragten haben vor in den nächsten Jahren ihre Heizanlage zu sanieren. Dabei sind Gründe das Alter der Anlage und die steigenden Kosten. Bei dieser Frage sollte analysiert werden, mit welchen Heizmitteln die Befragten heizen, die eine Sanierung wollen. Denn es kommen nicht alle Heizmethoden in Frage, um umgebaut zu werden.

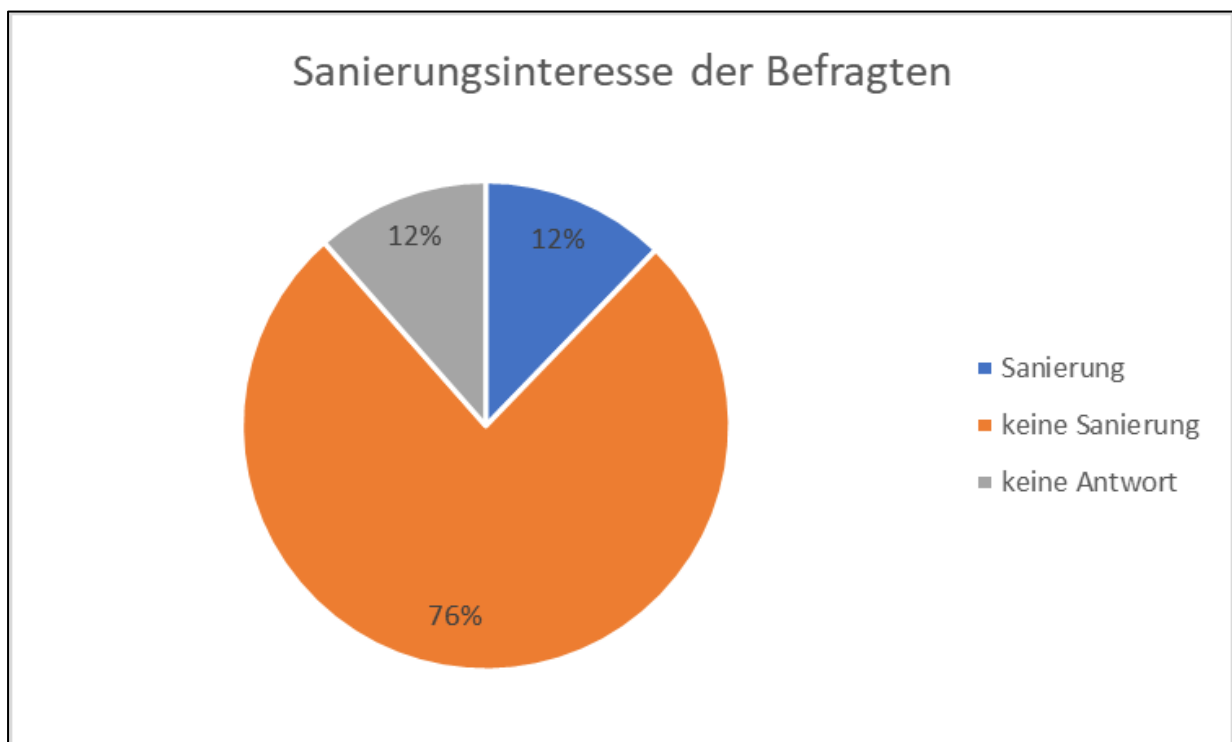


Abbildung 17: Sanierungsinteresse der Befragten

Die Teilnehmer der Umfrage, die mit Wärmepumpe Luft-Luft, Wärmepumpe Erdwärme, Fernwärme und Pellets heizen, haben kein Interesse an einer Sanierung. Das bedeutet, dass bei Fernwärme die Befragten keinen Einfluss auf eine Änderung haben, da sie meist zur Miete wohnen. Außerdem sagt es aus, dass die Heizmittel umweltfreundlich sind und somit keine Sanierung notwendig ist. Eine Sanierung bevorzugen Befragte, die mit Strom, Öl und Erdgas heizen. Dabei ist bei Öl der größte Sanierungsbedarf (Abbildung 18). Ölheizanlagen haben ein Ablaufdatum, da diese nicht umweltfreundlich sind. Weitere Gründe für eine Sanierung sind das Alter der Anlage und steigende Kosten. Die Befragten, die mit Erdgas heizen, bevorzugen keine Sanierung oder haben keine Antwort dafür abgegeben. Wenn aber eine Sanierung vorgesehen ist, dann sind die Gründe das Alter der Anlage.

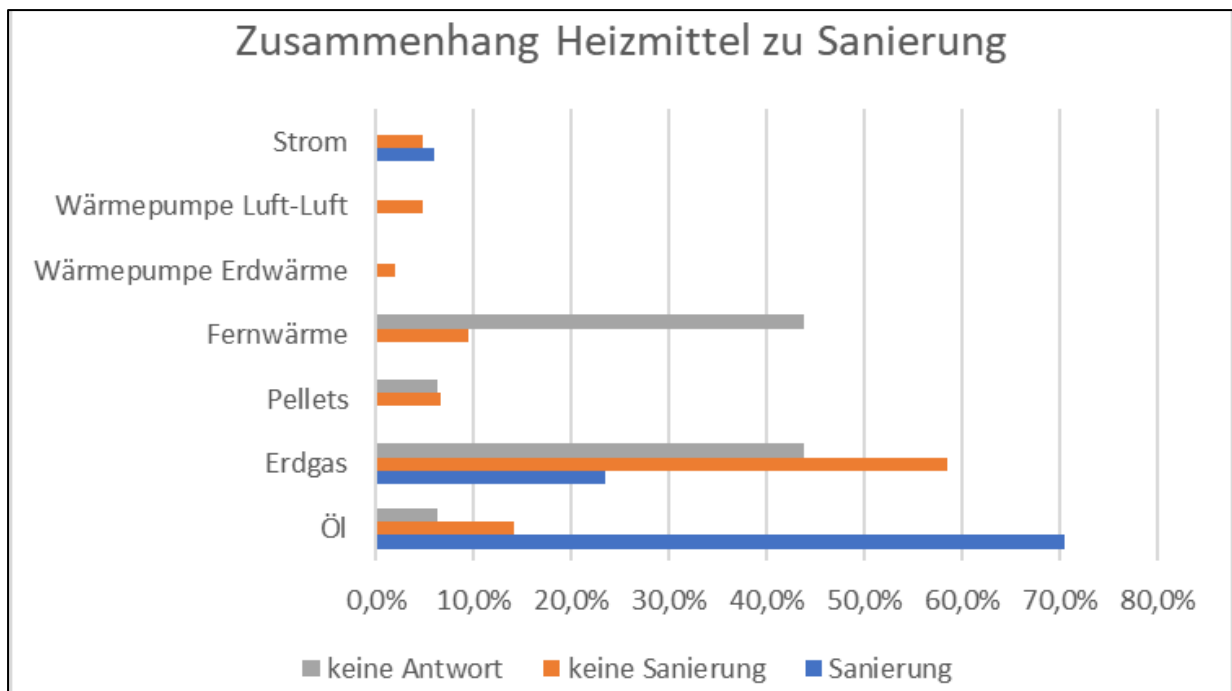


Abbildung 18: Zusammenhang zwischen Heizmittel und Sanierungswunsch

Bei einem Sanierungswunsch ist es notwendig, dass der Kunde weiß, auf welche Faktoren Wert gelegt wird. Das heißt, welche Kriterien sollte eine neue Heizanlage wie beispielsweise eine Hanfpelletheizanlage erfüllen.

Zunächst wurden erstmal erfragt, wie wichtig welcher Faktor ganz allgemein für eine Sanierung der Heizanlage ist. Dabei wurden folgende Faktoren auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet, wobei 5 = sehr wichtig und 1 = überhaupt nicht wichtig bedeutet:

- Geringe Anschaffungskosten
- Geringe Unterhaltskosten
- Ökologische/nachhaltige/grüne Wärme
- Zukunftssicher
- Zuverlässig

Dabei ist in der Abbildung 19 dargestellt, dass alle Kriterien im Schnitt mindestens 3 Punkte erhalten haben und somit alle als eher wichtig gelten. Am wichtigsten ist die Zuverlässigkeit mit einem Schnitt von 4,58 von 5 möglichen Punkten. Am wenigsten wichtig mit 3,34 von 5 Punkten sind die geringen Anschaffungskosten. Zu erwarten war eigentlich, dass ökologische/nachhaltige/grüne Wärme an erster Stelle steht oder zumindest die meisten Punkte erlangt, da dieses Thema doch sehr präsent in der heutigen Zeit ist. Dieser Aspekt erhält im Schnitt 3,76 von 5 Punkten.

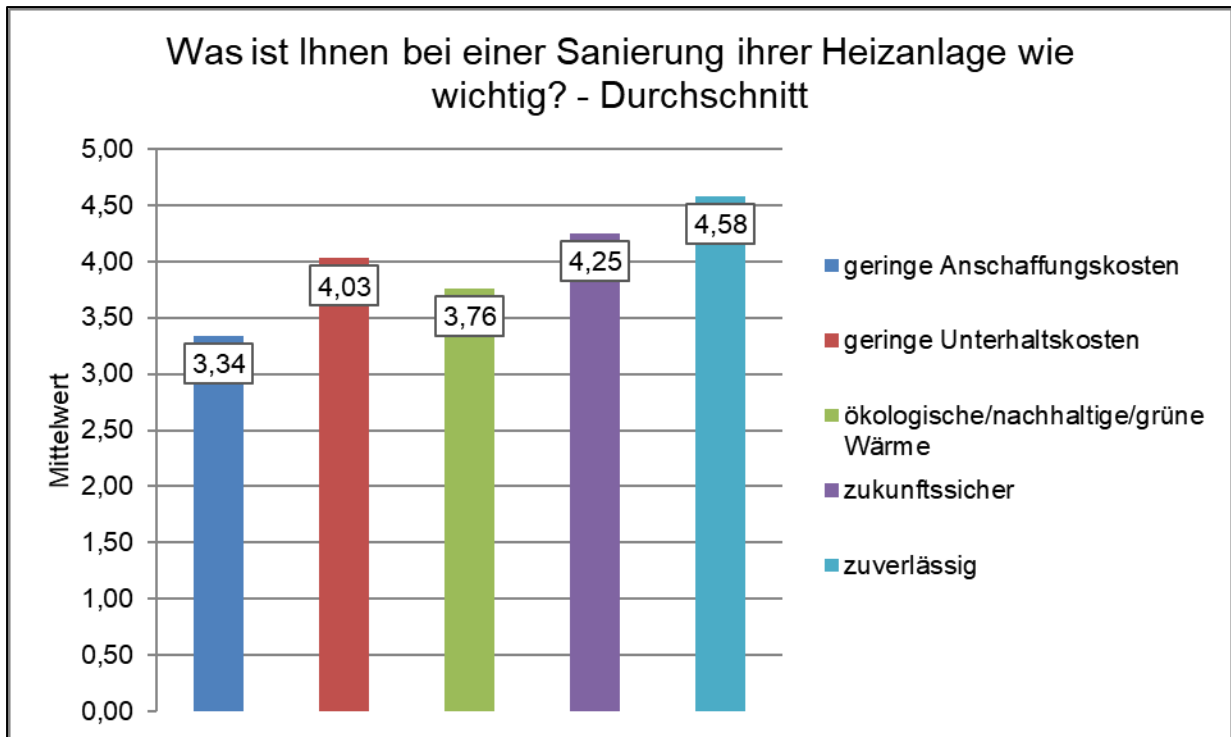


Abbildung 19: Was ist Ihnen bei einer Sanierung ihrer Heizanlage wie wichtig? – Durchschnitt

Danach wurde die Frage zu den Faktoren für eine Hanfpellettheizanlage gestellt. Dabei wurden die Faktoren vorgegeben und man sollte die drei wichtigsten auswählen. Es gab allerdings die Möglichkeit auch mehr anzukreuzen und dadurch sind häufiger auch mehr Antworten ausgewählt wurden. Für die Auswertung wurden trotzdem alle Antworten verwendet. Zunächst wurden die Faktoren für alle Teilnehmer der Umfrage analysiert. Die wichtigsten Faktoren für die Befragten sind der Preis, Energieeffizienz, Verfügbarkeit der Pellets und Wartungskosten (Abbildung 20). Nicht so wichtig ist der CO₂-Ausstoß, die Entsorgung der Asche und die Nachhaltigkeit des Brennstoffs. Das bedeutet, dass der Preis für die Befragten an oberster Stelle und erst danach der Umweltschutz steht.

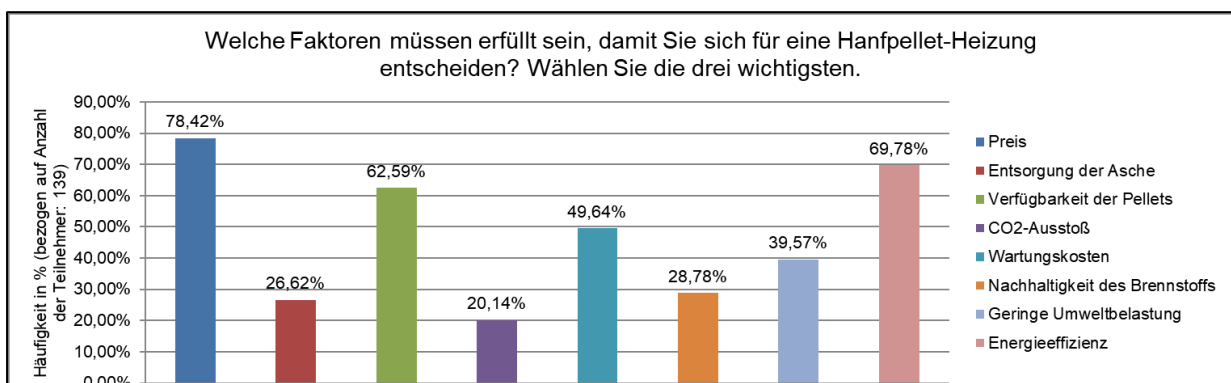


Abbildung 20: Welche Faktoren müssen erfüllt sein?

Um die wichtigsten Faktoren für die Sanierungsinteressenten zu ermitteln, wurden alle anderen entfernt. Dann galt die Aufmerksamkeit nur den Faktoren der Befragten, die Interesse an einer Sanierung haben. Dabei stechen drei Kriterien heraus: der Preis, Verfügbarkeit der Pellets und Energieeffizienz (Abbildung 21). Alle anderen sind für die Befragten weniger wichtig. In Anbetracht der aktuellen politischen Situation wäre zu erwarten gewesen, dass der Umweltschutz ein Hauptkriterien bei einer Sanierung spielt.

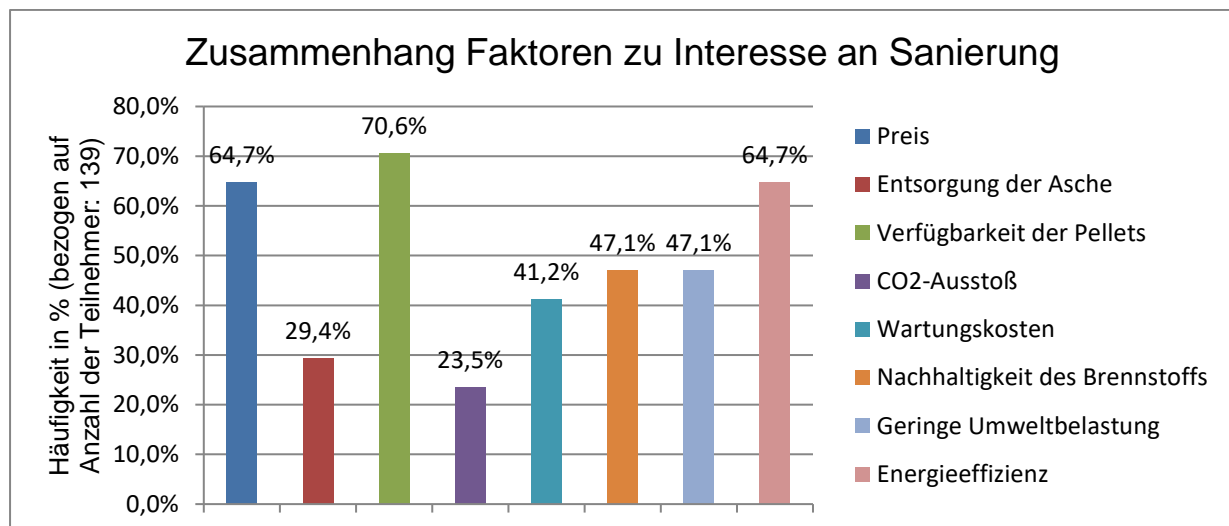


Abbildung 21: Zusammenhang Faktoren zu Sanierungsinteressenten

Ein weiterer Aspekt, der an dieser Stelle betrachtet werden sollte, ist der Aspekt der Lagermöglichkeit für die Pellets einer Pelletheizanlage.

Bei einer Ölheizung ist bereits ein Ölspeicher/-tank vorhanden, der womöglich als Speicher für Pellets verwendet werden könnte. Dies spiegeln auch die Antworten der Befragten wider (Abbildung 22). Bei Erdgas ist meist kein Speicher vorhanden, da die Haushalte über Gasleitungen verbunden sind. Es gibt aber auch Haushalte, die Lager für Erdgas haben, da keine Ferngasleitungen möglich sind. Fernwärme und Wärmepumpe benötigen keine Lagermöglichkeiten und haben somit auch selten Platz für die Lagerung von Pellets. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die Wärmepumpe als effiziente und kostengünstige Heizmethode gilt und es aus ökonomischer und ökologischer Sicht es keinen Sinn macht, diese Heizanlage durch eine Pelletheizanlage zu ersetzen. Bei Nutzern von Pelletheizungen gibt es schon die Lagermöglichkeiten, die ggf. durch Optimierung für die Hanfpellets genutzt werden können.

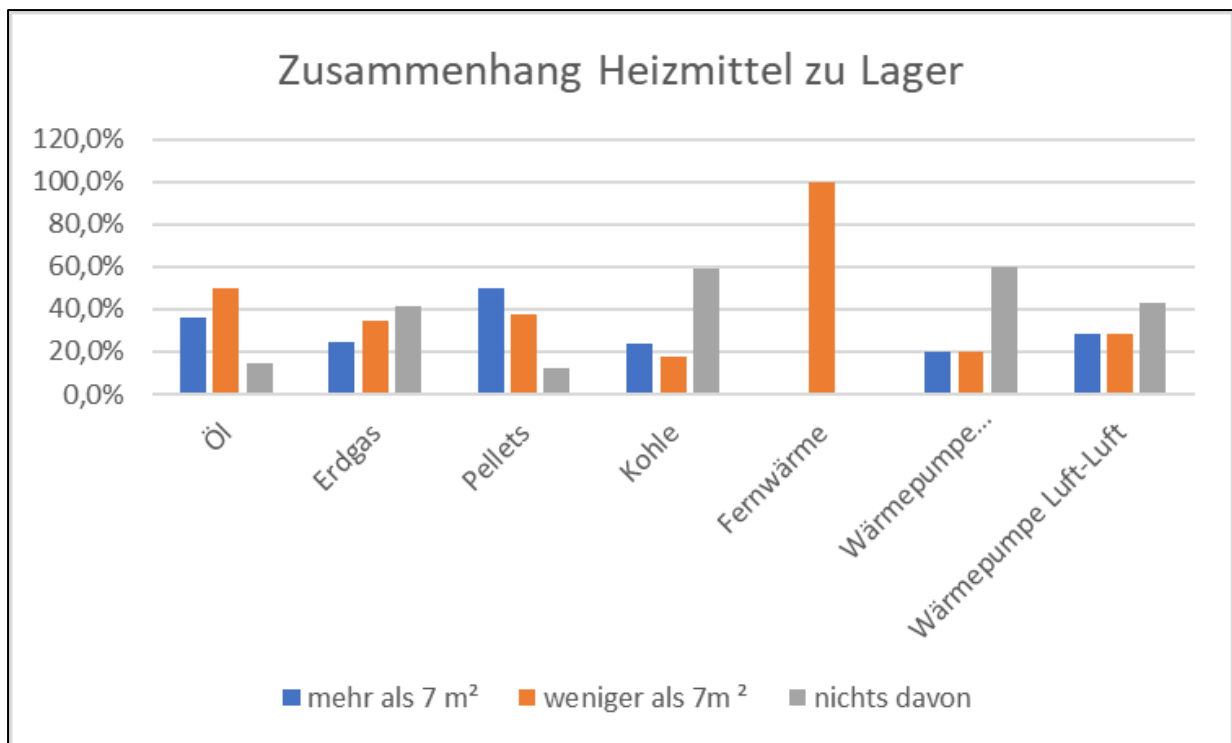


Abbildung 22: Zusammenhang Heizmittel zu Lager

Die Abbildung 23 zeigt den Zusammenhang zwischen Sanierung und Lager. Dabei sind die Balken in „mehr als 7 m²“, „weniger als 7 m²“ und „nichts davon“ aufgeteilt und für die Möglichkeit der Sanierung, keine Sanierung und keine Antwort sind jeweils die drei Balken erstellt wurden. Es ist auffällig, dass die meisten Befragten, die eine Sanierung wollen, auch genug Platz zur Lagerung haben. Nur 23 % der Befragten haben keinen Lagerplatz und wollen trotzdem eine Sanierung durchführen. Damit kommen sie nicht in Frage für eine Hanfpelletheizanlage nicht in Frage.

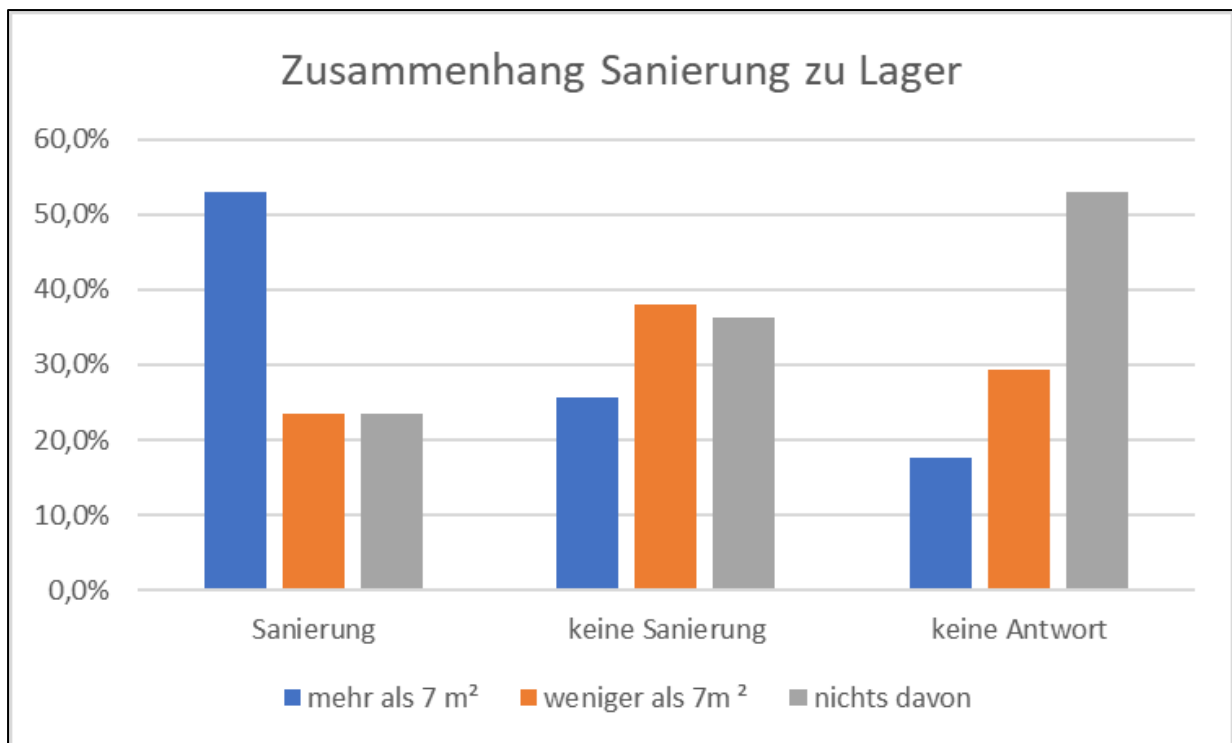


Abbildung 23: Zusammenhang Sanierung zu Lager

Abschließend kann geschlussfolgert werden, dass 17 von 139 Teilnehmern eine Sanierung für notwendig erachten. Vier dieser Sanierungsinteressenten haben keine Lagermöglichkeit von Pellets und kommen deswegen nicht in Betracht für eine Hanfpelletheizanlage. Damit ergeben sich 9,4 % der Befragten, die für eine solche Heizanlage in Frage kommen.

5.5 Interesse an Hanfpelletheizanlage der Befragten

Auf den folgenden Seiten der Umfrage wurden die Befragten nach Ihrem Interesse an einer Hanfpelletheizanlage gefragt. Dabei gab es die Möglichkeit:

- Interesse
- Kein Interesse, warum? und
- Keine Antwort

auszuwählen. Das Ergebnis ist in der nachfolgenden Abbildung 24 dargestellt. Die Hälfte der Befragten haben Interesse an einer solchen Hanfpellet-Heizung. Knapp 26 % haben kein Interesse und haben dafür verschiedene Gründe genannt. Zum einen gaben sie an, dass sie Mieter sind und keinen Einfluss auf eine neue Heizanlage haben. Andere haben den Grund genannt, dass Sie bereits eine neue oder auch eine noch funktionstüchtige Heizanlage haben. Außerdem haben einige geantwortet, dass Sie nichts mehr verbrennen wollen, um zu heizen bzw. dass es Ihnen zu aufwendig ist und dass Sie keinen Platz für die Lagerung haben.

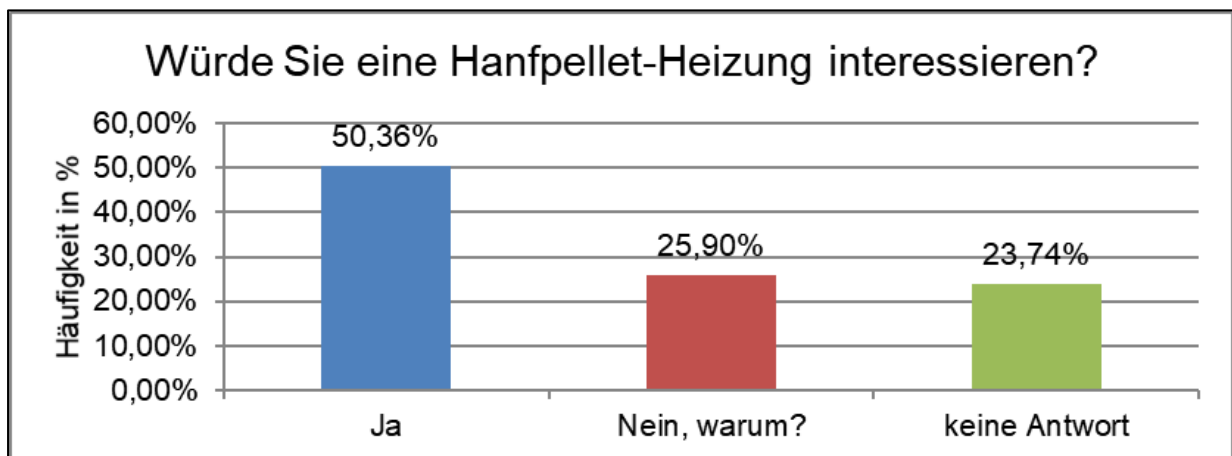


Abbildung 24: Würde Sie eine Hanfpellet-Heizung interessieren?

Besonders interessant ist die Betrachtung des Aspekts, wer Interesse an einer Sanierung und gleichzeitig Interesse an einer Hanfpellet-Heizung hat. Das Ergebnis dabei ist, dass zehn Teilnehmer sowohl Interesse an der Sanierung als auch an der Hanfpelletheizanlage haben. Das sind bei 139 Teilnehmer ca. 7,2 %.

Bei der Entscheidung für eine solche Heizanlage, sollte der Befragte noch wissen, ob er die Lagermöglichkeit für die Pellets hat. Bei allen zehn Teilnehmern, ist auch Platz für die Lagerung vorhanden. Es haben acht der zehn Befragten mehr als 7 m² Platz und der Rest weniger als 7 m². Das bedeutet, dass wenn die Befragten in einem Einfamilienhaus wohnen sie genug Platz zur Lagerung haben.

Eine weitere Frage, die betrachtet werden sollte, war der Preis, den die Befragten für eine solche nachhaltige Heizanlage bezahlen würden.

Eine herkömmliche Holzpellettheizanlage kostet zwischen 3.000 Euro und 18.000 Euro. Dabei kommt es drauf an, ob nur ein einfacher Ofen genutzt wird oder ein Pelletkessel samt Montage. Die Anschaffung einer Pellettheizanlage wird vom Staat bezuschusst, da sie als besonders umweltfreundlich gilt.²⁵ Die Teilnehmer der Umfrage hatten die Möglichkeit verschiedene Preisspannen auszuwählen (Abbildung 25). Dabei sticht keine Preisspanne direkt heraus. Es ist lediglich auffällig, dass die hohen Preise sehr selten ausgewählt wurden. Für die Auswertung ist es sinnvoller zu schauen, was die Interessenten für eine Hanfpellettheizanlage ausgeben würden.

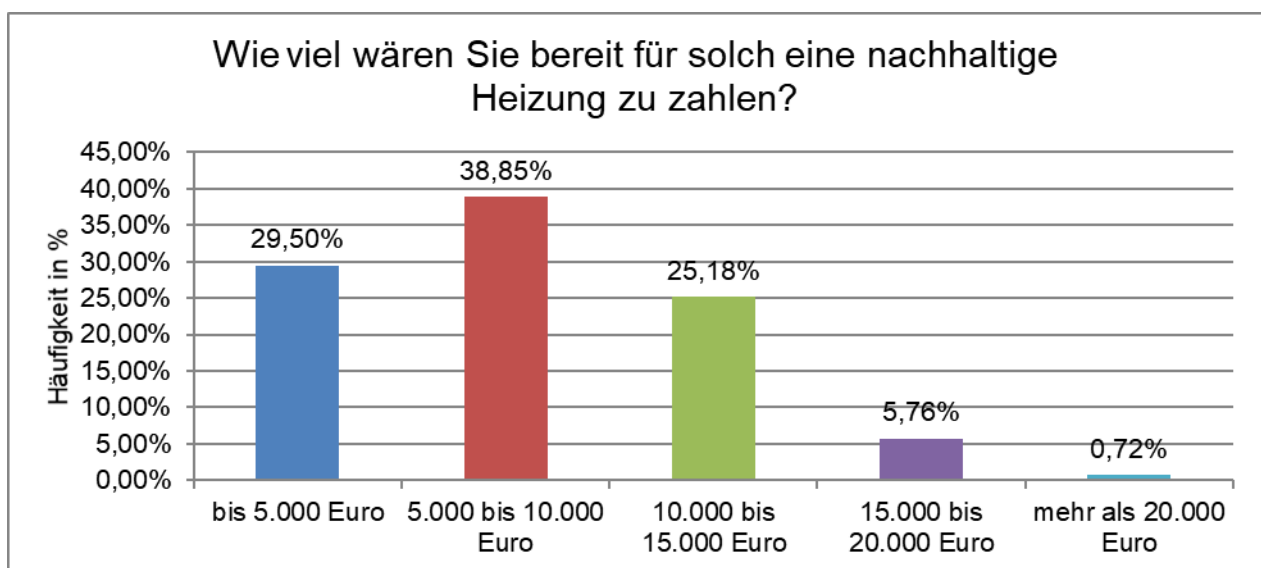


Abbildung 25: Wie viel wären Sie bereit für solch eine nachhaltige Heizung zu zahlen?

Wenn man die Anschaffungskosten mit den ausgewählten Preisspannen der Interessenten vergleicht, dann ist nur einer bereit 15.000 bis 20.000 Euro für eine solche Heizanlage auszugeben. Daraus ergibt sich dann 0,72 % der Befragten haben Interesse und sind bereit die Anschaffungs- und Montagekosten zu bezahlen.

²⁵ Vgl. Rosenkranz, Alexander: Pelletheizung – Einfaches Heizen mit Holz. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), o.J.. Verfügbar unter <https://heizung.de/pelletheizung/> [abgerufen am 28.11.2021].

6 Fazit und Diskussion

Nun gilt es, die Eingangsfrage zu beantworten:

Lohnt es sich ein Forschungsprojekt für eine Hanfpelletheizanlage zu starten?

Nach Betrachtung aller wichtigen Kriterien, kommen 0,72 % der Befragten als potenzielle Kunden in Frage. Wenn ein solches Projekt gestartet wird, sollte es genügend potenzielle Käufer geben, die sich eine solche Hanfpelletheizanlage anschaffen würden. Dabei ist es notwendig, dass sie eine Sanierung ihrer alten Anlage durchführen wollen bzw. müssen. Außerdem sollten sie genug Platz für die Lagerung der Pellets haben. Des Weiteren ist das Interesse an einer solchen Hanfpelletheizanlage wichtig und die potenziellen Kunden sollten bereit sein, den Preis für die Heizanlage zu zahlen.

Das Ganze sollte nun auf einen größeren Bereich angewendet werden, damit es einfacher zu verstehen ist, was die 0,72 % der Befragten bedeutet. Es wurden Haushalte in Sachsen-Anhalt betrachtet, da die Stadtwerke Zeitz in Sachsen-Anhalt angesiedelt sind und der Einzugsbereich auch der erste Verkaufsbereich für eine solche Anlage ist. In Sachsen-Anhalt gibt es 1.133.000 Haushalte²⁶. 0,72 % von 1,133 Millionen entspricht 8.157 potenzielle Kunden für eine Hanfpelletheizanlage in Sachsen-Anhalt.

Eine andere Betrachtung, die in der Phase des laufenden Projektes aussagefähiger wäre, ist, dass nur die Interessenten an einer Hanfpelletheizanlage betrachtet werden. Das Projekt dauert noch weiter an und es wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen, bis die Hanfpelletheizanlage verkaufsfähig ist. Laut der Umfrage haben ca. 50 % Interesse an einer solchen Heizanlage. Mit diesem Wert kann die Eingangsfrage positiv beantwortet werden. Empfehlung ist ein Forschungsprojekt zu starten. Allerdings sollte vorher berücksichtigt werden, dass die tatsächliche Kundenakquise einen großen Aufwand bedeutet und es dabei womöglich erstmal nicht viele potenzielle Kunden geben wird. Eine tiefgründigere Information zum Thema und zur finanziellen Auswirkung auf den eigenen Haushalt könnte Interesse befördern.

²⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Hauptwohnsitzhaushalte nach Haushaltsgröße und Haushaltsmitgliedern. Wiesbaden: 2021. Verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Tabellen/1-2-privathaushalte-bundeslaender.html> [abgerufen am 30.11.2021].

7 Ausblick

Um eine Hanfpelletheizanlage betreiben zu können, ist es notwendig genug Hanfpellets zu haben. Es stellt sich die Frage, wo dieser angebaut werden kann und ob die Bauern nicht potenziell auch das Projekt unterstützen können. Da die Förderung für Biogasanlagen ausläuft, könnten Landwirte, die weiterhin ihre Anbaufläche für die Erzeugnisse von regenerativen Energiequellen nutzen wollen, in den Anbau von Hanf investieren. Es wurde bereits geschaut, wo es in der Region rund um Zeitz Biogasanlagen gibt. Diese sind nicht eindeutig identifizierbar. Hier wurde die Satellitenansicht von Google Maps verwendet, da dort die Anlagen zur Biogaserzeugung leicht erkennbar sind (Abbildung 26). Die drei eingezeichneten Biogasanlagen sind Agrarbetrieb eG Droßdorf, Bioraffinerie Elsteraue und AFR Agrofarm GmbH.

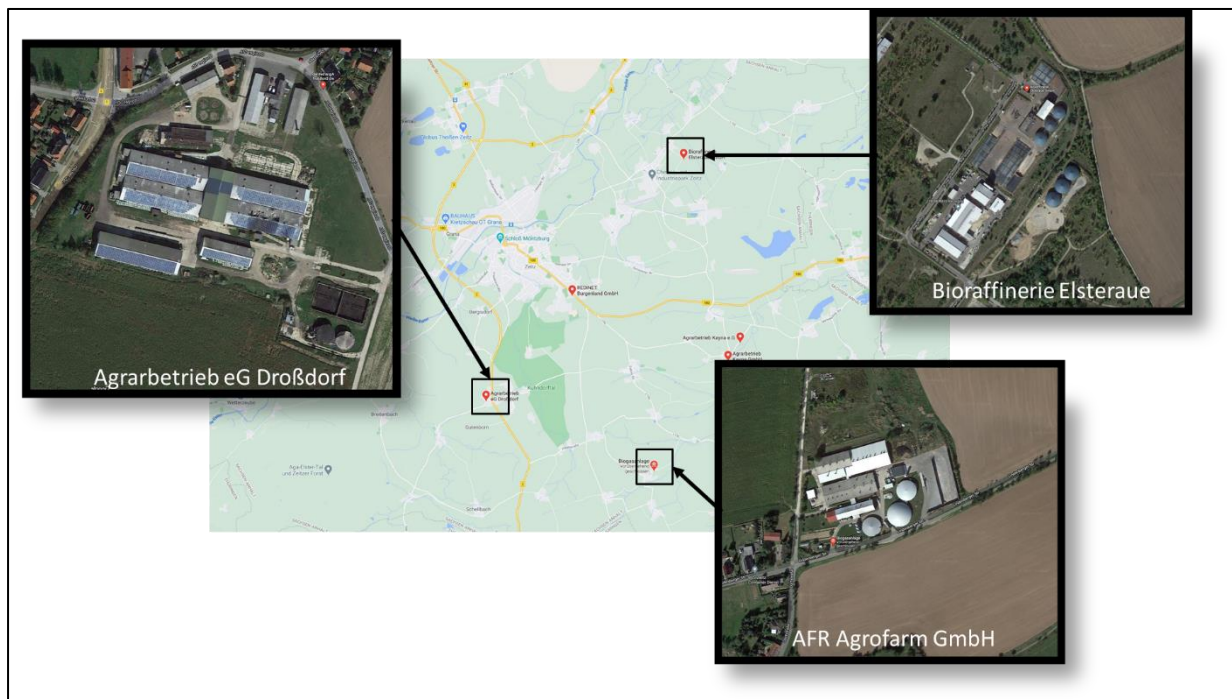


Abbildung 26: Satellitenansicht Region Zeitz²⁷

Um das Projekt weiter voranzutreiben, wäre der nächste Schritt, wenn sich für das Forschungsprojekt entschieden wird, dass potenzielle Bauern für den Anbau von Hanf angesprochen werden, um deren Interesse zu wecken.

Parallel dazu kann schon eine Testanlage erbaut und betrieben werden.

²⁷ Abb.: Google (Zeitz).

<https://www.google.de/maps/place/Zeitz/@51.0343099,12.1489838,13016m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47a6c2078ca7cfc0b1:0x46fb9f08d8a4f0b1!8m2!3d51.0443266!4d12.1402795?hl=de&authuser=0> [abgerufen am 30.11.2021]

Literaturverzeichnis

Anondi GmbH (Hrsg.): Fernwärme Technik, Fernwärme – die Technik verständlich erklärt. Ulm: o.J. Verfügbar unter <https://www.heizsparer.de/heizung/heizungssysteme/fernwaerme/fernwaerme-technik> [abgerufen am 05.11.2021].

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): So heizen die Deutschen. Berlin: 2021. Verfügbar unter https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2019/10/Meldung/direkt-erfasst_infografik.html [abgerufen am 09.11.2021].

CHECK24 Vergleichsportale Energie GmbH (Hrsg.): Heizung - Heizsysteme in der Übersicht. München: 2019. Verfügbar unter <https://www.check24.de/strom-gas/ratgeber/heizmethoden/> [abgerufen am 05.11.2021].

co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH (Hrsg.): Heizkosten pro Quadratmeter im Vergleich. Berlin: o.J.. Verfügbar unter <https://www.heizspiegel.de/heizkosten-pruefen/heizkosten-pro-m2-vergleich/> [abgerufen am 26.11.2021].

Delvaux de Fenffe, Gregor: Hanf. Stuttgart: Südwestrundfunk (Hrsg.), 2020. Verfügbar unter: <https://www.planet-wissen.de/natur/pflanzen/hanf/index.html> [aufgerufen am 22.09.2021].

Fischer Future Heat GmbH (Hrsg.): So funktioniert eine Elektroheizung. Bobingen: 2018. Verfügbar unter <https://www.fischerfutureheat.de/elektroheizung-funktion/> [abgerufen am 05.11.2021].

Google (Zeitz).

<https://www.google.de/maps/place/Zeitz/@51.0343099,12.1489838,13016m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47a6c2078ca7cfc0x46fb9f08d8a4f0b1!8m2!3d51.0443266!4d12.1402795?hl=de&authuser=0> [abgerufen am 30.11.2021]

Health and Beauty Germany GmbH (Hrsg.): Möglichkeiten für die Nutzpflanze Hanf: Verwendung und Verarbeitung. Ettlingen: o.J. Verfügbar unter: <https://www.balancebeautytime.com/hanf-verwendung> [aufgerufen am 22.09.2021].

Hermann, Philipp: Die Funktionsweise einer Ölheizung. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://heizung.de/oelheizung/funktionsweise/> [abgerufen am 05.11.2021].

Hermann, Philipp: Die Funktionsweise einer Gasheizung. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://heizung.de/gasheizung/funktionsweise/> [abgerufen am 05.11.2021].

Kirchhoff, Sabine / Kuhnt, Sonja / Lipp, Peter / Schlawin, Siegfried: Der Fragebogen. Datenbasis, Konstruktion und Auswertung. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2010.

Loeti: Erklär mal: EnEV / EneG / EEWärmeG / ErP. Stuttgart: Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG (Hrsg.), 2018. Verfügbar unter <https://www.thermondo.de/info/waermewende/gesetze/klimapaket-heizung/> [abgerufen am 09.11.2021].

Marktplatz Mittelstand GmbH & Co. KG (Hrsg.): Piezozünder: Funktionsweise, Einsatzgebiete und Reparatur. Nürnberg: 2021. Verfügbar unter <https://www.heizungsbau.net/magazin/piezozuender-20193788> [abgerufen am 05.11.2021].

Rosenkranz, Alexander: Pelletheizung – Einfaches Heizen mit Holz. Berlin: Viessmann Climate Solutions Berlin GmbH (Hrsg.), o.J.. Verfügbar unter <https://heizung.de/pelletheizung/> [abgerufen am 28.11.2021].

Sebastian: Das neue Klimapaket: Was heißt das für die Heizung?. Berlin: Thermondo GmbH (Hrsg.), 2021. Verfügbar unter <https://www.thermondo.de/info/waermewende/gesetze/klimapaket-heizung/> [abgerufen am 08.11.2021].

Stadtwerke Zeitz (Hrsg.): Stadtwerke Zeitz setzen auf Hanf. Zeitz: 2020, verfügbar unter <https://www.stadtwerke-zeitz.de/neuigkeiten/detailansicht/stadtwerke-zeitz-setzen-auf-hanf> [abgerufen am 29.11.2021].

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Hauptwohnsitzhaushalte nach Haushaltsgröße und Haushaltsmitgliedern. Wiesbaden: 2021. Verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Tabellen/1-2-privathaushalte-bundeslaender.html> [abgerufen am 30.11.2021].

Umweltbundesamt (Hrsg.): Pelletkessel. Dessau-Roßlau: 2020. Verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/pelletkessel#gewusst-wie> [abgerufen am 25.11.2021].

vPRESS. GmbH (Hrsg.): Wie funktioniert Solarthermie?. Osnabrück: o.J. Verfügbar unter <https://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und-modernisieren/hausbau-regenerative-energie/energiebewusst-bauen-wohnen/emission-alternative-heizung/heizen-mit-der-sonne-solar/solarthermie-funktionsweise.html> [abgerufen am 05.11.2021].

Zeng Thomas: Analyse und Verbrennung einer Hanfpelletcharge, Leipzig: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (Hrsg.), 2020 [interne Quelle].

Anhang

Anhang 1:	Pretest Hanfstudie	52
Anhang 2:	Umfrage Hanfstudie	61

Herzlich Willkommen

Hallo und herzlich willkommen zu unserer Umfrage!

Mein Name ist Alina Kräuter, ich studiere Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule in Merseburg. Im Rahmen meiner Abschlussarbeit beschäftige ich mich mit der energetischen Verwertung der Abfälle bei der Produktion von Hanferzeugnissen in Heizungsanlagen. Vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit stellt Hanf eine im Vergleich zu fossilen, mit dem CO2-Preis belasteten Brennstoffen preiswerte und umweltschonende Alternative dar.

Beim Auspressen der Hanfnüsse wird Öl gewonnen, welches für Kosmetikartikel und Nahrungsmittel verwendet wird. Als Rest verbleibt der sogenannte Hanfpresskuchen, von dem Anteile bereits als Mehlersatz und als Futtermittel verwendet wird. Die Verwendungsmittel reichen aber nicht aus, um diesen Hanfpresskuchen komplett aufzubrechen. Der restliche Hanfpresskuchen wird zu Pellets gepresst und könnte technisch gesehen zur Feuerung einer Heizanlage genutzt werden.

Mit Hilfe dieser Umfrage soll das Interesse an Hanfpelletheizanlagen ermittelt werden. Die vollständige Beantwortung der folgenden Fragen soll eine Analyse ermöglichen.

Bitte nehmen Sie sich kurz (5 Min.) Zeit, um alle Fragen zu beantworten und damit zum Erfolg der Studie und meiner Abschlussarbeit beizutragen. Die Befragung steht Ihnen bis zum 31.07.2021 zur Verfügung. Alle Daten werden anonym erhoben. Sie können Ihrer Person nicht zugeordnet werden und werden streng vertraulich behandelt.

Bei Rückfragen erreichen Sie mich unter: alina.kraeuter@stud.hs-merseburg.de

Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Bundesland

 In welchem Bundesland wohnen Sie?

Sachsen

Sachsen-Anhalt

Thüringen

Anderes, Welches?

aktuelle Heizanlage

★ Womit heizen Sie momentan?

- Öl
- Erdgas
- Pellets
- Kohle
- Fernwärme
- Wärmepumpe Erdwärme
- Wärmepumpe Flächenkollektor
- Wärmepumpe Luft-Luft
- Strom
- Solarthermie

Wohnverhältnisse

★ Wohnen Sie zur Miete oder im Eigentum?

- Miete
- Eigentum
-

★ Wie wohnen Sie?

- Einfamilienhaus
- Mehrfamilienhaus, mit wie vielen Parteien?
-

★ Wie viele Personen wohnen in Ihrem Haushalt?

★ Wie viel Quadratmeter umfasst ihre Wohnung/ihr Haus?

★ Wie viele Zimmer bewohnen Sie?

Verbrauch und Planung

★ **Wie viele kWh verbrauchen Sie jährlich?**

- Weniger als 1.000 kWh
 - 1.000 bis 1.500 kWh
 - 1.500 bis 2.500 kWh
 - 2.500 bis 3.500 kWh
 - 3.500 bis 4.500 kWh
 - mehr als 4.500 kWh
 - weiß ich nicht
-

★ **Planen Sie in den nächsten Jahren eine Sanierung Ihrer Heizanlage?**

Ja, warum?

- Nein
- keine Antwort

★ Was ist Ihnen bei einer Sanierung ihrer Heizanlage wie wichtig?

Bewerten Sie von **1 = überhaupt nicht wichtig** bis **5 = sehr wichtig**

geringe Anschaffungskosten (1 - 5)

geringe Unterhaltskosten (1 - 5)

ökologische/nachhaltige/grüne Wärme (1 - 5)

zukunftsicher (1 - 5)

zuverlässig (1 - 5)

Hanfpelletheizanlage

★ Welche Faktoren müssen erfüllt sein, damit Sie sich für eine Hanfpellet-Heizung entscheiden? Wählen Sie die drei wichtigsten.

- Preis
- Entsorgung der Asche
- Verfügbarkeit der Pellets
- CO2-Ausstoß
- Wartungskosten
- Nachhaltigkeit des Brennstoffs
- Geringe Umweltbelastung
- Energieeffizienz

★ Würde Sie eine Hanfpellet-Heizung interessieren?

- Ja
- Nein, warum?

★ Wie viel sind Sie bereit für solch eine nachhaltige Heizung zu zahlen?

- bis 5.000 Euro
- 5.000 bis 10.000 Euro
- 10.000 bis 15.000 Euro
- 15.000 bis 20.000 Euro
- mehr als 20.000 Euro

Umfrage erstellt mit
 LamaPoll

Feedback

★ **Waren die Fragen verständlich?**

Ja Nein

★ **Hat Sie der Eingangstext angesprochen?**

Ja Nein

★ **Wie lange haben Sie für die Beantwortung des Fragebogens benötigt?**

Textfeld

Bitte geben Sie hier ein kurzes Feedback zur Umfrage.

Vielen Dank!

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Ich bedanke mich recht herzlich bei Ihnen
für die aktive Teilnahme an dieser Umfrage.

Viele Grüße
Alina Kräuter

Anhang 2: Umfrage Hanfstudie

Herzlich Willkommen

Hallo und herzlich willkommen zu unserer Umfrage!

Mein Name ist Alina Kräuter, ich studiere Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule in Merseburg. Im Rahmen meiner Abschlussarbeit beschäftige ich mich mit der energetischen Verwertung der Abfälle bei der Produktion von Hanferzeugnissen in Heizungsanlagen. Vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit stellt Hanf eine im Vergleich zu fossilen, mit dem CO₂-Preis belasteten Brennstoffen preiswerte und umweltschonende Alternative dar.

Beim Auspressen der Hanfnüsse wird Öl gewonnen, welches für Kosmetikartikel und Nahrungsmittel verwendet wird. Als Rest verbleibt der sogenannte Hanfpresskuchen, von dem Anteile bereits als Mehlersatz und als Futtermittel verwendet werden. Die Verwendungsmittel reichen aber nicht aus, um diesen Hanfpresskuchen komplett aufzubrechen. Der restliche Hanfpresskuchen wird zu Pellets gepresst und könnte technisch gesehen zur Feuerung einer Heizanlage genutzt werden.

Mit Hilfe dieser Umfrage soll das Interesse an Hanfpelletheizanlagen ermittelt werden. Die vollständige Beantwortung der folgenden Fragen soll eine Analyse ermöglichen. Bitte nehmen Sie sich kurz (5 Min.) Zeit, um alle Fragen zu beantworten und damit zum Erfolg der Studie und meiner Abschlussarbeit beizutragen. Die Befragung steht Ihnen bis 17.09.2021 zur Verfügung. Alle Daten werden anonym erhoben. Sie können Ihrer Person nicht zugeordnet werden und werden streng vertraulich behandelt. Bei Rückfragen erreichen Sie mich unter: alina.kraeuter@stud.hs-merseburg.de
Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Bundesland

 In welchem Bundesland wohnen Sie?

Sachsen

Sachsen-Anhalt

Thüringen

Anderes, Welches?

aktuelle Heizanlage

★ Womit heizen Sie momentan?

- Öl
- Erdgas
- Pellets
- Kohle
- Fernwärme
- Wärmepumpe Erdwärme
- Wärmepumpe Flächenkollektor
- Wärmepumpe Luft-Luft
- Strom
- Solarthermie

Wohnverhältnisse

★ Wohnen Sie zur Miete oder im Eigentum?

- Miete
- Eigentum
-

★ Wie wohnen Sie?

- Einfamilienhaus
- Mehrfamilienhaus, mit wie vielen Parteien?
-

★ Wie viele Personen wohnen in Ihrem Haushalt?

★ Wie viel Quadratmeter umfasst ihre Wohnung/ihr Haus?

★ Wie viele Zimmer (ohne Bad und Küche) bewohnen Sie?

Verbrauch und Planung

★ **Wie viele kWh verbrauchen Sie fürs Heizen jährlich?**

- Weniger als 1.000 kWh
 - 1.000 bis 1.500 kWh
 - 1.500 bis 2.500 kWh
 - 2.500 bis 3.500 kWh
 - 3.500 bis 4.500 kWh
 - mehr als 4.500 kWh
 - weiß ich nicht
-

★ **Planen Sie in den nächsten Jahren eine Sanierung Ihrer Heizanlage?**

Ja, warum?

- Nein
- keine Antwort

★ **Was ist Ihnen bei einer Sanierung ihrer Heizanlage wie wichtig?**

Bewerten Sie von **1 = überhaupt nicht wichtig** bis **5 = sehr wichtig**

geringe Anschaffungskosten (1 - 5)

geringe Unterhaltskosten (1 - 5)

ökologische/nachhaltige/grüne Wärme (1 - 5)

zukunftsicher (1 - 5)

zuverlässig (1 - 5)

Hanfpelletheizanlage

★ Welche Faktoren müssen erfüllt sein, damit Sie sich für eine Hanfpellet-Heizung entscheiden? Wählen Sie die drei wichtigsten.

- Preis
 - Entsorgung der Asche
 - Verfügbarkeit der Pellets
 - CO2-Ausstoß
 - Wartungskosten
 - Nachhaltigkeit des Brennstoffs
 - Geringe Umweltbelastung
 - Energieeffizienz
-

★ Würde Sie eine Hanfpellet-Heizung interessieren?

- Ja
- Nein, warum?
- keine Antwort

★ **Wie viel wären Sie bereit für solch eine nachhaltige Heizung zu zahlen?**

- bis 5.000 Euro
- 5.000 bis 10.000 Euro
- 10.000 bis 15.000 Euro
- 15.000 bis 20.000 Euro
- mehr als 20.000 Euro

★ **Welche Größe für ein Pelletlager können Sie zur Verfügung stellen?**

Ein Einfamilienhaus hat einen Jahresverbrauch von etwa 4,5 Tonnen. Das entspricht einem Lagerbedarf von ca. 7 m³.

- mehr als 7 m³
- weniger als 7 m³
- nichts davon

Ihre Gedanken

Hier ist Platz für Ihre Meinung, Gedanken und Anregungen zur Umfrage.

Vielen Dank

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Ich bedanke mich recht herzlich bei Ihnen
für die aktive Teilnahme an dieser Umfrage.

Viele Grüße
Alina Kräuter

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Zuhilfenahme unzulässiger Hilfsmittel angefertigt zu haben. Wörtliche oder dem Sinne nach übernommene Ausführungen sind gekennzeichnet, sodass Missverständnisse über die geistige Urheberschaft ausgeschlossen sind. Diese Arbeit war bisher noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung in gleicher oder ähnlicher Fassung.

Alina Kräuter

Merseburg, den 02.12.2021