

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

School of Management and Law

Bachelorarbeit

Öffentliche Wahrnehmung von Negativemissions- technologien in der Schweiz

Eine Analyse anhand einer quantitativen Umfrage

25. Mai 2022

Verfasserin: Daria Sutter (Matrikel-Nr.: 19866383)

Studierende BSc in Betriebsökonomie

Vertiefung Economics and Politics

Betreuerin: Dr. Annina Boogen

Zentrum für Energie und Umwelt

Management Summary

Der fortschreitende Klimawandel stellt die globale Gemeinschaft vor stets grösser werdende Probleme. Aufgrund von kontinuierlich zu hohen CO₂-Emissionen in den letzten Jahren ist sich die Wissenschaft mittlerweile einig, dass der Einsatz von Negativemissionstechnologien als sehr wahrscheinlich einzustufen ist, um den globalen Temperaturanstieg auf unter 1.5 Grad Celsius zu beschränken. Auch die langfristige Klimastrategie der Schweiz umfasst zur Erreichung der Klimaziele im Jahr 2050 den Einsatz genannter Technologien. Für einen zukünftigen Einsatz von Negativemissionstechnologien in der Schweiz ist indes die Unterstützung der Öffentlichkeit erforderlich.

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der öffentlichen Wahrnehmung von Negativemissionstechnologien in der Schweiz und beantwortet die Frage nach deren Ausmass. Die Studie umfasst ebenso die Analyse von Faktoren, die die öffentliche Unterstützung beeinflussen, und zieht Vergleiche zwischen den einzelnen Technologien.

Die Untersuchung berücksichtigte dabei sieben unterschiedliche Technologien, die hierzulande bereits eingesetzt werden oder die aufgrund der heimischen Gegebenheiten zukünftig einsetzbar wären. Die Charakterisierung der untersuchten Technologien als auch eine iterative Literaturanalyse bilden die Grundlage der Forschungsarbeit. Darauf aufbauend wurde eine empirische Datenerhebung vollzogen. Basierend auf der Durchführung einer quantitativen Umfrage konnte im Rahmen eines Pilot-Versuchs für ein Innosuisse Flagship Projekt die Wahrnehmung von Negativemissionstechnologien unter Studierenden der ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften beobachtet und analysiert werden. Insgesamt erreichte der Fragebogen 305 Studierende aller acht Departemente der untersuchten Hochschule. Die vollzogenen Auswertungsschritte folgten dabei einer deskriptiven Statistik.

Die Ergebnisse der Primäranalyse zeigen, dass die subjektiven Kenntnisse über die analysierten Negativemissionstechnologien unter den befragten Personen als gering hervorgehen und die Technologien mehrheitlich als unbekannt wahrgenommen werden. Trotz vorhandener Unkenntnis wird die Unterstützung der Technologien nicht per se abgelehnt, sie präsentiert sich jedoch diffus. Ebenso geht aus den Resultaten hervor, dass die Wahrnehmung der befragten Bevölkerungsgruppe zwar vom Geschlecht abhängig ist, weitere beeinflussbare Faktoren jedoch keine eruiert werden konnten.

Die aus der Datenauswertung resultierten Korrelationen können aufgrund einer nicht vorhandenen Repräsentativität sowie einer fehlenden Generalisierbarkeit nicht verallgemeinert werden und sind demzufolge nur für die untersuchte Stichprobe anwendbar. Nichtsdestotrotz können die gewonnenen Erkenntnisse als Anhaltspunkte für weitere, in naher Zukunft notwendige Forschungsschritte dienen. Da die Arbeit eine vorhandene Wissenslücke als auch eine schwache Wahrnehmung im Bereich der Klimatechnologie feststellt, sind zukünftige, fortschreitende Forschungen, nachhaltige Weiterentwicklungen sowie der Einbezug der Bevölkerung von immenser Relevanz, um kommende globale Konflikte rund um das Klima zu bewältigen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Hintergrund.....	4
2.1 Negative Externalitäten.....	4
2.2 Klimaziele Schweiz	6
2.3 Einordnung und Definition grundlegender Begriffe.....	8
2.3.1 Vermeidung von Treibhausgasemissionen.....	8
2.3.2 Entfernung von CO ₂ mit Negativemissionstechnologien.....	9
2.3.3 Solare Strahlungsmodifikation	9
2.3.4 Anpassung	10
2.3.5 Geoengineering / Climate Engineering	11
3 Theoretischer Rahmen.....	12
3.1 Charakteristik von Negativemissionstechnologien.....	12
3.1.1 Forstwirtschaftliche Massnahmen	12
3.1.2 Bodenmanagement und Pflanzenkohle	14
3.1.3 Bioenergienutzung mit CO ₂ -Abscheidung und Speicherung	15
3.1.4 Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung.....	16
3.1.5 Beschleunigte Verwitterung (via Zement)	17
3.2 Literatur zur Wahrnehmung von Negativemissionstechnologien	18
3.2.1 Einstellung zum Klimawandel	19
3.2.2 Individuelle Kenntnisse	20
3.2.3 Vertrauen	20
3.2.4 Soziodemographische Faktoren.....	21
4 Forschungsleitende Fragen und Abgrenzungen	23

4.1	Forschungsfrage und Teilfragen	23
4.2	Hypothesen	23
4.3	Abgrenzung	25
5	Methodisches Vorgehen	27
5.1	Forschungsdesign.....	27
5.2	Population	27
5.3	Datenerhebungsmethode.....	28
5.3.1	Form des Fragebogens.....	28
5.3.2	Aufbau des Fragebogens	29
5.3.3	Durchführung des Pretests.....	30
5.3.4	Durchführung der Umfrage	30
5.3.5	Bewertung der Gütekriterien	30
5.3.6	Datenauswertung	31
6	Ergebnisse der empirischen Untersuchung.....	33
6.1	Angaben zur Stichprobe.....	33
6.1.1	Geschlecht	34
6.1.2	Alter.....	34
6.1.3	Bildung	35
6.1.4	Politische Orientierung.....	37
6.2	Ergebnisse und Analyse.....	37
6.2.1	Einstellung zum Klimawandel	38
6.2.2	Kenntnisse über Negativemissionstechnologien	39
6.2.3	Unterstützung von Negativemissionstechnologien	40
6.2.4	Vertrauen	42
6.3	Hypothesen und Forschungsfragen.....	43
6.3.1	Auswertung der Hypothesen	43
6.3.2	Beantwortung der forschungsleitenden Fragen	45
7	Diskussion	47

8	Konklusion	50
8.1	Implikationen	50
8.2	Limitationen	51
8.3	Weiterer Forschungsbedarf und Ausblick	52
	Literaturverzeichnis	V
	Anhang	XV
	Anhang A: Auskunft Informatik (ZHAW) zur Forschungsverteilerliste	XV
	Anhang B: Fragebogen	XVI
	Anhang C: Häufigkeitstabelle Einstellung Klimawandel	XXII
	Anhang D: Deskriptive Statistik Einstellung Klimawandel	XXIV
	Anhang E: Unterschiede der Unterstützung	XXV
	Anhang F: Häufigkeitstabelle Unterstützung Forschung und Entwicklung	XXVII
	Anhang G: Deskriptive Statistik Unterstützung Forschung und Entwicklung	XXIX
	Anhang H: Häufigkeitstabelle Unterstützung Einsatz	XXX
	Anhang I: Deskriptive Statistik Unterstützung Einsatz	XXXII
	Anhang J: Häufigkeitstabelle Anreize zur Umsetzung	XXXIII
	Anhang K: Häufigkeitstabelle Vertrauen in Akteure	XXXV
	Eigenständigkeitserklärung	XXXVI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Externe Effekte.....	5
Abbildung 2: Verbleibende Emissionen 2010-2050	7
Abbildung 3: Reaktionsmöglichkeiten auf das Klimaproblem	11
Abbildung 4: Geschlechterverteilung.....	34
Abbildung 5: Boxplot Altersverteilung	35
Abbildung 6: Angestrebter Bildungsabschluss.....	36
Abbildung 7: Politische Orientierung.....	37
Abbildung 8: Kenntnisse über Negativemissionsansätze	39
Abbildung 9: Unterschiede Unterstützung BECCS	41
Abbildung 10: Vertrauen in Akteure	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deskriptive Statistik soziodemographischer Variablen.....	33
Tabelle 2: Höchster Bildungsabschluss	35
Tabelle 3: Verteilung der Departemente ZHAW	36
Tabelle 4: Deskriptive Statistik inhaltliche Analyse	38
Tabelle 5: Mittelwerte Einstellung Klimawandel.....	38
Tabelle 6: Bekanntheit der Negativemissionsansätze	40

Abkürzungsverzeichnis

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BECCS	Bioenergy with Carbon Capture and Storage (Bioenergie mit Kohlenstoffdioxidabscheidung und anschliessender Speicherung)
C	Kohlenstoff
CCS	Carbon Capture and Storage (Kohlenstoffdioxidabscheidung und Speicherung)
CDR	Carbon Dioxide Removal (Kohlenstoffdioxid-Entnahme aus der Atmosphäre)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage (Direktabscheidung von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre mit anschliessender geologischer Speicherung)
FE	Forschung und Entwicklung
H	Hypothese
Hrsg.	Herausgeber
IAM	Integrated Assessment Models (Integrierte Bewertungsmodelle)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
M	Mittelwert
N	Grundgesamtheit / Populationsumfang / Populationsgrösse
n	Stichprobenumfang
NET	Negativemissionstechnologie (Synonym zu CDR)
O ₂	Sauerstoff
p	p-Wert

r	Korrelationskoeffizient
SRM	Solar Radiation Management (Solare Strahlungsmodifikation)
T	Teilfrage
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UN	United Nations
vgl.	vergleiche
Z. B.	Zum Beispiel
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

1 Einleitung

Der Klimawandel und der damit in Verbindung gebrachte zu hohe Ausstoss von Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist omnipräsent. Seit Beginn der industriellen Revolution hat sich die Erdatmosphäre aufgrund zunehmenden Ausstosses von Treibhausgasen stetig verändert. Diese von menschlicher Aktivität verursachte Entwicklung erhöht den natürlichen Treibhauseffekt und führt in einem nicht nachhaltigen Masse zu einer Erwärmung des Klimas (Bundesamt für Umwelt [BAFU], 2018b). Grund dafür sind die in der Atmosphäre vermehrt vorhandenen Treibhausgase, welche einen Teil der abgestrahlten Erdwärme binden, die ansonsten zurück in den Weltraum entweichen würde (BAFU et al., 2020, S. 9). Die Schweiz als Alpenland ist dabei überdurchschnittlich stark vom globalen Klimawandel und dessen Auswirkungen betroffen (National Centre for Climate Services [NCCS], 2021).

Bereits im Jahr 1979 wurde der Klimawandel an einer wissenschaftlichen Weltkonferenz in Genf als «weltweites und die gesamte Menschheit betreffendes Problem» (BAFU, 2019) beurteilt. Auf dieser Erkenntnis aufbauend folgten Klimakonferenzen in Toronto und Rio de Janeiro. Die an den Treffen teilnehmenden Staaten sahen sich freiwillig dazu verpflichtet, den CO₂-Ausstoss zu reduzieren, um Emissionswerte früherer Jahre wieder einzuhalten (Greenpeace, 2019). Jedoch zeigte sich schnell, dass die getroffenen Bemühungen weder ausreichen, den Klimawandel erfolgreich zu bekämpfen, noch einen international koordinierten Klimaschutz sicherzustellen (BAFU, 2018a). Demzufolge wurde im Jahr 1997 das Kyoto-Protokoll, ein rechtlich verbindliches Klima-Abkommen, verabschiedet (Greenpeace, 2019). Das Protokoll wurde nach einem komplexen Ratifizierungsprozess im Jahr 2005 in Kraft gesetzt (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC], 2022c). Nach etlichen weiteren ergebnislosen Klimakonferenzen kam es im Jahr 2015 bei Verhandlungen in Paris zu einem Durchbruch (Greenpeace, 2019). Am 12. Dezember 2015 unterzeichneten 196 Staaten, darunter auch die Schweiz sowie die grossen Emittenten China, die Vereinigten Staaten von Amerika und die Europäische Union, das Pariser Klimaabkommen (UNFCCC, 2022b). Die Weltgemeinschaft verpflichtete sich mit der Unterzeichnung dieses rechtsverbindlichen, internationalen Vertrages unter anderem dazu, die globalen Treibhausgasemissionen signifikant zu senken. Das Ziel ist, die durchschnittliche globale Erderwärmung im Vergleich zur vorindustriellen Zeit auf unter zwei Grad Celsius, wenn möglich auf maximal 1.5 Grad Celsius, zu beschränken (United Nations, 2022). Im Jahr 2019 hat die Schweiz zudem ihre eigenen

Klimaziele verschärft. Ab dem Jahr 2050 will der Bundesrat klimaneutral sein und daher unter dem Strich keine Treibhausgasemissionen mehr ausstossen (Der Bundesrat, 2019).

Zu den bewährten Ansätzen zur Verringerung des Klimawandels gehören unter anderem die Verbesserung der Energieeffizienz, die Nutzung von Wind- und Sonnenenergie, die Begrenzung der Abholzung als auch die Reduzierung von Emissionen in der Landwirtschaft und Industrie. Diese Ansätze sind nicht nur verstärkt wettbewerbsfähig, sondern auch in grossem Stil anwendbar und werden zudem von der breiten Öffentlichkeit mehrheitlich unterstützt (Field & Mach, 2017, S. 706). Trotz allem reicht die aktuelle Geschwindigkeit nicht aus, die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen und die Erderwärmung unter zwei Grad Celsius zu beschränken. So zeigt ein Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) auf, dass die globale Oberflächentemperatur seit dem Jahr 1970 so stark stieg wie in keinem anderen 50-Jahre-Zeitraum der letzten 2'000 Jahre. Der Bericht stellt ebenfalls dar, dass die Temperaturen der Zeitspanne 2011-2020 die Temperaturen der letzten Warmzeit deutlich übersteigen. Bei der letzten Warmzeit vor über 6'500 Jahren veränderte sich das Klima von 0.2 Grad Celsius bis zu einem Grad Celsius, was vergleichbar ist mit dem Zeitraum 1850-1900 (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2021, S. 6).

Basierend auf diversen aktuellen Szenarien aus integrierten Bewertungsmodellen (IAM)¹ gehört der Einsatz von Negativemissionstechnologien (NET) zu einem nahezu unverzichtbaren Bestandteil aller Strategien. Grund dafür ist das Aufzeigen einer Chance von über 50 Prozent, die gesetzten internationalen Klimaziele als auch eine Klimaneutralität mit deren Einsatz zu erreichen (Gasser et al., 2015, S. 2; Smith et al., 2016, S. 42). So erlangten NET, auch aufgrund des IPCC AR5 Berichts (Clarke et al., 2014), in kürzester Zeit eine enorme, zunehmende Aufmerksamkeit (Buck, 2016, S. 155 f.). Die Forschung und Entwicklung (FE) solcher NET stehen dennoch erst ganz am Anfang, obwohl die Technologien als Schlüssel zur Klimapolitik angesehen werden (Field & Mach, 2017, S. 706). Das derzeitige Wissen über NET ist trotz unterschiedlichen Bewertungen immer noch diffus und lückenhaft (Fuss et al., 2016, S. 2). Erst schleichend wird die Thematik

¹ IAM liefern politikrelevante Erkenntnisse über globale Umweltveränderungen und Fragen der nachhaltigen Entwicklung, indem sie quantitative Beschreibungen der wichtigsten Prozesse in den Systemen des Menschen und der Erde sowie ihrer Wechselwirkungen liefern (UNFCCC, 2022a).

der Politik und der Öffentlichkeit bewusst (Markus et al., 2021, S. 91). Basierend auf diesen Kenntnissen gewinnt das Thema daher immer mehr an Relevanz.

Entsprechend ist die primäre Zielsetzung dieser Arbeit, die Charakteristiken der NET darzulegen, deren öffentliche Wahrnehmung zu eruieren und beeinflussende Faktoren zu benennen. Dabei wird der Fokus ausschliesslich auf die Schweiz gerichtet. Die theoretischen Grundlagen zu den verschiedenen NET werden mit Hilfe einer iterativen Literaturrecherche zusammengefasst. Neben einem Grundstock an vorhandener Literatur wird eine explorative Umfrage zur genaueren Untersuchung der öffentlichen Wahrnehmung in der Schweiz beigezogen. Die genannte quantitative Forschungsmethode wird im Kapitel 5 Methodisches Vorgehen im Detail erläutert. Die Beobachtung beschränkt sich auf eine kleine Bevölkerungsgruppe, namentlich auf alle im Frühlingssemester immatrikulierten Studierenden der ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW). Untersucht werden dabei unter anderem die Wahrnehmung des Klimawandels, die jeweiligen Kenntnisse über NET und deren Unterstützung, mit dem weiteren Ziel, beeinflussbare Faktoren ausfindig zu machen. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf in der Schweiz umsetzbare NET. Hierzulande aufgrund der Lage oder topografischer Gegebenheiten nicht einsetzbare NET sowie anderweitige verwandte Technologien werden im Rahmen dieser Arbeit explizit nicht thematisiert, obwohl diese durchaus einen Einfluss auf die Reduktion des CO₂-Ausstosses haben können.

In einem ersten Schritt wird der dieser Arbeit zugrundeliegende theoretische Rahmen dargelegt, um das Thema einzubetten. Dabei wird als Einstieg der ökonomische und klimapolitische Hintergrund als auch die Einordnung der Thematik erörtert. Anschliessend befasst sich das Kapitel 3 Theoretischer Rahmen zum einen mit der terminologischen Klärung der essenziellen Begriffe, um anschliessende Diskussionen zielführend gestalten zu können. Zum anderen wird basierend auf der vorhandenen Literatur und des aktuellen Wissensstands auf die öffentliche Wahrnehmung von NET als auch auf erforschte Einflussfaktoren eingegangen. Basierend auf dieser Einordnung werden in einem nächsten Schritt sieben Hypothesen abgeleitet und forschungsleitende Fragen konkretisiert. Nach einer ausführlichen Beschreibung des methodischen Vorgehens widmet sich das darauffolgende Kapitel der Auswertung der gewonnenen Umfrageergebnisse, um diese im Anschluss kontextual unter Berücksichtigung der Literatur zu diskutieren. Abschliessend werden kontextbezogene Implikationen abgeleitet, Limitationen konstatiert sowie weitergehende Forschungsschritte angeregt.

2 Hintergrund

Dieses Kapitel behandelt den Einstieg in den relevanten theoretischen Hintergrund dieser Arbeit und ist in drei Unterkapitel gegliedert. In einem ersten Schritt wird kurzgefasst, weshalb Treibhausgasemissionen zu externen Effekten und Kosten führen, um so zu Beginn die ökonomische Theorie aufzugreifen. In einem nächsten Schritt wird explizit auf die Schweizer Klimaziele eingegangen, wodurch die Klimastrategie der Schweiz genauer analysiert wird. Um den Hintergrund der Wissensgrundlage abzurunden, werden zum Ende dieses Kapitels die Begrifflichkeiten rund um die Reaktionsmöglichkeiten bezüglich des Klimaproblems definiert.

2.1 Negative Externalitäten

Treibhausgasemissionen führen nicht nur zu unerwünschten Veränderungen des Klimas, sondern haben auch volkswirtschaftliche Kosten zur Folge. Dazu zählen beispielsweise neben der Beschädigung von Natur und infrastrukturellen Einrichtungen durch klimatische Wandel auch die gesundheitliche Belastung der Menschheit (Banfi Frost et al., 2019). Da der Ausstoss von Treibhausgasen, beispielsweise von CO₂, keine direkten Kosten verursacht, sind die Marktpreise für Treib- und Brennstoffe, aber auch für Produkte der Landwirtschaft, wie zum Beispiel für Fleisch, zu tief angesetzt (Banfi Frost et al., 2019; Mayer, 2022). Dennoch entstehen durch die Herstellung und Verarbeitung dieser Produkte Kosten, sogenannte externe Kosten, die jedoch durch die zu tiefen Marktpreise nicht durch den Konsumierenden selbst, sondern durch die gesamte Gesellschaft getragen werden müssen. Die Rede ist von negativen externen Effekten oder auch von negativen Externalitäten (Bundeszentrale für politische Bildung [bpb], 2022). Anders ausgedrückt haben demnach unkompensierte Auswirkungen ökonomischer Entscheidungen einen negativen Effekt auf nichtbetroffene Marktteilnehmende (Forschungsinformationssystem, 2019). Aufgrund der Nichtberücksichtigung eben dieser externen Kosten fehlt für die Produzierenden als auch Konsumierenden ein finanzieller Anreiz, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und zu minimieren. Dies führt zu einer erhöhten Nachfrage, wodurch die Gesamtemissionen das Niveau an Emissionen, welches aus volkswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht adäquat und tragbar wäre, bei Weitem übersteigen (Banfi Frost et al., 2019). Abbildung 1 zeigt die beschriebene Problematik der externen Effekte anhand des überhöhten Treibstoffverbrauchs (CO₂-Ausstoss) und legt dessen Wirkung auf das gesamtwirtschaftliche Optimum in einem volkswirtschaftlichen Modell

bildlich dar. Die gesamtwirtschaftlich optimale Preis-Mengen-Kombination des abgebildeten Beispiels berücksichtigt die Kosten der durch den Ausstoss von Treibstoff verursachten Umweltverschmutzung. Externe Effekte sind anlässlich des nicht funktionierenden Preismechanismus' eine Ursache von Marktversagen, was das Eingreifen des Staates für notwendig macht (bpb, 2022). Dem Staat stehen dabei diverse energie- und klimapolitische Instrumente zur Verfügung, um die negativen Effekte des Treibhausgasausstosses zu internalisieren respektive um das Verhalten von Produzierenden und Konsumierenden zu verändern und zu steuern, sodass es in einem gesamtwirtschaftlichen Optimum resultiert. Der Eingriff soll versuchen, dem Verursachendenprinzip bei Treibhausgasemissionen gerecht zu werden. Unter anderem handelt es sich hierbei um marktwirtschaftliche Instrumente wie Lenkungsabgaben, handelbare Zertifikate, Emissionsgutschriften, Bonus-Malus-Systeme oder Subventionen, um Vorschriften, Standards (Regulierungen), Selbstverpflichtungen und Vereinbarungen oder um allgemeine Informationen wie beispielsweise Sensibilisierungskampagnen oder Nudges (Banfi Frost et al., 2019).

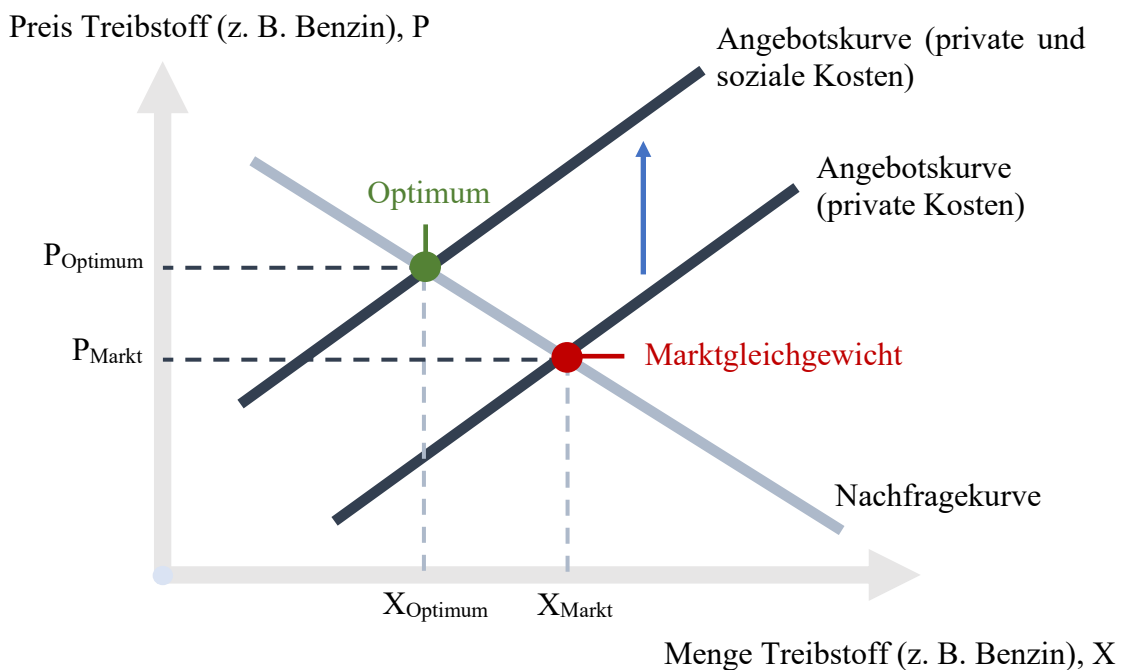


Abbildung 1: Externe Effekte (Eigene Darstellung in Anlehnung an bpb, 2022)

2.2 Klimaziele Schweiz

Die Schweiz als Alpenland ist überdurchschnittlich stark vom Klimawandel und dessen Folgen betroffen. So hat sich hierzulande die Durchschnittstemperatur seit dem Jahr 1864 um rund zwei Grad Celsius erhöht, was einem doppelt so starken Anstieg wie im globalen Mittel entspricht. Somit liegt die Bekämpfung des Klimawandels, um das Klima wirksam zu schützen, ganz im Interesse der Schweiz. Der Bundesrat hat am 28. August 2019 das «Netto-Null-Ziel» beschlossen, was bedeutet, bis zum Jahr 2050 nicht mehr Treibhausgase auszustossen als dies natürliche und technische Speicher aufnehmen können, damit unter dem Strich eine Null resultiert. Mit diesem Ziel wird gleichzeitig den Vorgaben des Übereinkommens von Paris Folge geleistet. Die Schweiz hat die Ankündigung des genannten Ziels auch auf internationaler Ebene vollbracht und dem UN-Klimasekretariat die entsprechende langfristige Klimastrategie, die der Bundesrat am 27. Januar 2021 gutgeheissen hat, eingereicht (BAFU, 2021).

Die langfristige Klimastrategie umfasst dabei strategische Zielsetzungen für die einzelnen Sektoren. Im Schweizer Gebäudesektor verfolgt die Strategie das Ziel, dass der Gebäudepark bis zum Jahr 2050 keine Treibhausgasemissionen mehr ausstösst (Der Bundesrat, 2021, S. 29). Im Industriesektor sollen die Treibhausgasemissionen im Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 1990 um mindestens 90 Prozent tiefer liegen (Der Bundesrat, 2021, S. 33). Weiter ist das Ziel des Sektors Verkehr, der nur den Landverkehr umfasst, im Jahr 2050, mit wenigen Ausnahmen, keine Treibhausgase mehr zu verursachen (Der Bundesrat, 2021, S. 36). Der separate Sektor Luftverkehr nimmt sich zum Ziel, möglichst keine klimawirksamen Emissionen mehr zu verursachen. Genauer umschrieben hat dies zur Bedeutung, dass die fossilen CO₂-Emissionen Netto-Null betragen müssen und übrige klimatische Wirkungen zu sinken haben oder mit anderen Massnahmen ausgeglichen werden müssen (Der Bundesrat, 2021, S. 40). Der Sektor Landwirtschaft und Ernährung soll laut Bundesrat (2021, S. 41) die durch inländische, landwirtschaftliche Produktion verursachten Treibhausgasemissionen gegenüber dem Jahr 1990 um mindestens 40 Prozent senken. Auch soll die Schweizer Landwirtschaft im Jahr 2050 mindestens die Hälfte zur Nahrungsmittelversorgung der Schweiz beitragen (Der Bundesrat, 2021, S. 41). Zum Schluss lässt sich über die Zielsetzung des Finanzsektors lesen, dass die Finanzflüsse bis ins Jahr 2050 «im Einklang mit einer emissionsarmen und gegenüber Klimaänderungen widerstandsfähigen Entwicklung» sein sollen (Der Bundesrat, 2021, S. 45).

Basierend auf diesen Zielsetzungen ist nachvollziehbar, dass die Klimaneutralität und so das für das Jahr 2050 vereinbarte «Netto-Null-Ziel» ohne weitere Hilfe nicht zu erreichen ist. Die Abbildung 2 zeigt bildlich auf, dass trotz den Bemühungen, Regulierungen sowie der Erreichung der obgenannten Klimaziele im Jahr 2050 noch rund 11.8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente an schwer vermeidbaren Emissionen existieren werden. Diese verbleibenden Emissionen stammen hauptsächlich aus der Landwirtschaft und der Industrie (BAFU, 2021).

Verbleibende Emissionen

Im Jahr 2050 verbleiben noch Treibhausgasemissionen von rund 11.8 Millionen Tonnen CO₂eq. Diese stammen grösstenteils aus der Landwirtschaft, der Industrie und der Abfallverwertung.

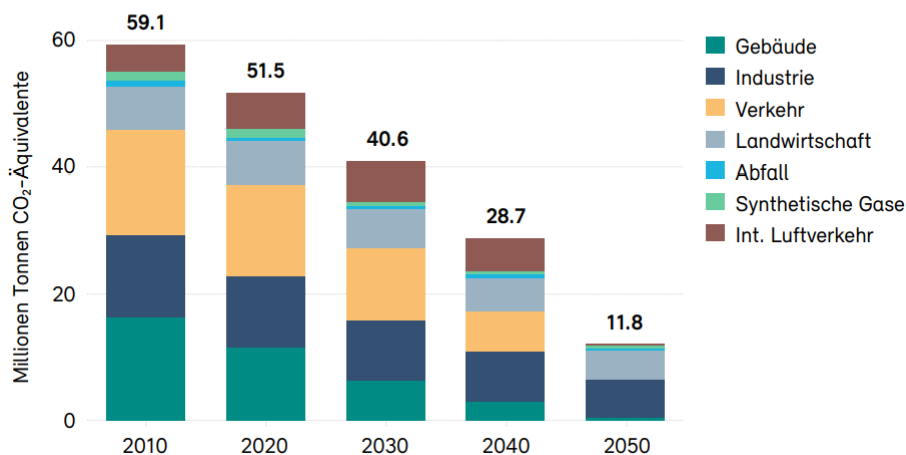


Abbildung 2: Verbleibende Emissionen 2010-2050 (BAFU, 2021)

Um die Klimaziele zu erreichen und die globale Erwärmung auf maximal 1.5 Grad Celsius zu beschränken, sind laut dem IPCC sogenannte negative Emissionen notwendig (IPCC, 2018, S. 17). Beim Ziel, die Treibhausgasemissionen auf Netto-Null zu reduzieren, wird der Einsatz von NET vorausgesetzt. Somit hat der Bundesrat in seine langfristige Klimastrategie eben diesen Einsatz von negativen Emissionen eingebaut, sodass sich die gesetzten Ziele auch tatsächlich erreichen lassen. Technisch schwer vermeidbare und im Jahr 2050 immer noch anfallende Treibhausgasemissionen werden daher mit biologischen und technischen Negativemissionsansätzen komplett ausgeglichen. NET gelten als ergänzendes Element zur Emissionsminderung. Aufgrund der neuartigen, wenig erforschten technologischen Entwicklung ist der Einsatz ausschliesslich für schwer vermeidbare Emissionen vorgesehen (Der Bundesrat, 2021, S. 50 f.).

2.3 Einordnung und Definition grundlegender Begriffe

Um die kommenden Diskussionen korrekt einordnen zu können, ist es essenziell, die wesentlichen Begriffe nachfolgend zu definieren und die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Reduktion von Treibhausgasemissionen präzise voneinander abzugrenzen. Abbildung 3 fasst die Begrifflichkeiten gegen Ende dieses Unterkapitels bildlich zusammen.

2.3.1 Vermeidung von Treibhausgasemissionen

Ist von einer Vermeidung von Treibhausgasemissionen die Rede, dann handelt es sich hierbei um einen menschlichen Eingriff, welcher an der Quelle versucht, das Senken der Treibhausgasemissionen zu verstärken, den Ausstoss zu verhindern oder ganz zu vermeiden, bevor dieser in die Atmosphäre gelangt (Der Bundesrat, 2020, S. 7; Minx et al., 2018, S. 4). Es handelt sich dabei um Massnahmen, die die Emissionen fossiler als auch nicht-fossiler Quellen, wie beispielsweise der Landwirtschaft, reduzieren. Darunter fallen unter anderem Effizienzsteigerungen, der Wechsel auf erneuerbare Energiequellen, Ernährungsumstellungen oder ein Nachfragerückgang (Der Bundesrat, 2020, S. 7; IPCC, 2005, S. 3). Laut dem IPCC (2005, S. 3) gehört auch Carbon Capture and Storage (CCS) zu den Vermeidungsoptionen. Unter CCS versteht sich die Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoffdioxid an der Quelle. Dieser Prozess besteht aus der Abtrennung respektive dem Auffangen von reinem Strom von CO₂ aus industriellen und energiebezogenen Quellen, dem Transport zu einem Speicherort sowie der langfristigen Isolierung von der Atmosphäre (IPCC, 2005, S. 3). Die Massnahmen umfassen beispielsweise das Abscheiden und Speichern von CO₂ an Punktquellen wie Kehrlichtverbrennungsanlagen oder Zementfabriken (Der Bundesrat, 2020, S. 7). Für die Einordnung von CCS ist jedoch laut den Forschungsinstitutionen Öko-Institut und Empa (2022) die Art der Herkunft der CO₂-Quelle entscheidend. Handelt es sich um eine fossile Quelle, wird von Vermeidung gesprochen, wohingegen bei biogenen Quellen von negativen Emissionen gesprochen wird. Der gleichen Meinung sind sowohl Kemmler et al. (2021, S. 15) als auch Beuttler et al. (2019, S. 31), welche die CCS-Technologie ebenfalls in die zwei unterschiedlichen Bereiche splitten. Diese Arbeit fokussiert sich nicht auf die Vermeidung von Treibhausgasemissionen, weshalb die CCS-Technologie der fossilen Quellen im Folgenden nicht berücksichtigt wird.

2.3.2 Entfernung von CO₂ mit Negativemissionstechnologien

Unter der Entfernung von CO₂ mit NET, auch bekannt unter der Bezeichnung Carbon Dioxide Removal (CDR), zählen jegliche absichtlichen menschlichen Bemühungen, die die CO₂-Emissionen aus der Atmosphäre entfernen und dauerhaft speichern, sei dies in geologischen, irdischen oder ozeanischen Reservoiren oder auch langfristig in Produkten (Kemmler et al., 2021, S. 8; Minx et al., 2018, S. 3; Swiss Carbon Removal Platform, 2022). Eine möglichst dauerhafte Speicherung des abgeschiedenen CO₂, das heisst am besten über Jahrhunderte speicherbar, ist dabei die zentrale Voraussetzung von NET (Der Bundesrat, 2021, S. 52). Die Erzeugung von Negativemissionen umfassen dabei nicht nur die Erweiterung oder Beschleunigung natürlicher Prozesse, sondern auch der Einsatz technischer Verfahren (Markus et al., 2021, S. 92). So entstehen beispielsweise beim Einsatz der CCS-Technologie (vgl. dazu Kapitel 2.3.1) bei biogenen CO₂-Quellen negative Emissionen, da der Kohlenstoff (C) in der Biomasse beim Wachstum der Pflanzen der Atmosphäre entnommen wird, aber anlässlich der Abscheidung und Speicherung nicht mehr zurück in den Luftraum gelangt. Wie die Vermeidungsoptionen versuchen auch die NET das Ursprungsproblem der Klimaveränderung, namentlich die erhöhte CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre, zu bekämpfen und negative externe Effekte zu beseitigen (Bellamy, 2018, S. 532; Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018). Der Unterschied zwischen diesen beiden Massnahmen besteht darin, dass die Vermeidungsaktionen die Mehrbelastung der Atmosphäre mit CO₂ verhindern, während die Entfernung von CO₂ mit NET die Erdatmosphäre entlasten (Der Bundesrat, 2020, S. 7). Das Unterkapitel 3.1 befasst sich detaillierter mit den unterschiedlichen, in der Schweiz potenziell realisierbaren Ansätzen von negativen Emissionen.

2.3.3 Solare Strahlungsmodifikation

Solare Strahlungsmodifikation (SRM) ist eine Massnahme, die eine explizite Ursache des Klimawandels, nämlich die Klimaerwärmung, adressiert und in grossem Umfang in den Strahlungshaushalt der Erde eingreift (Der Bundesrat, 2020, S. 7; Markus et al., 2021, S. 97). Dieser Ansatz verändert damit direkt die eingehende Wärmestrahlung der Erde, anstatt die Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre zu beeinflussen (Kemmler et al., 2021, S. 8). Zu diesen Methoden gehört unter weiteren die Erhöhung der planetarischen

Albedo², zum Beispiel durch stratosphärische Sulfataerosole (Beuttler et al., 2019, S. 75). Durch die Hinzufügung von künstlichen Luftpartikel in der Atmosphäre soll die Sonneneinstrahlung so beeinflusst werden, dass die Reflexion der Strahlen erhöht wird. Das Ziel dabei ist, der Erdoberflächenerwärmung entgegenzuwirken und so den Temperaturanstieg zu stoppen (Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018). Während die Vermeidung und die NET die Ursache des Klimaproblems bekämpfen, adressiert SRM dessen Wirkung. Bei dieser Methode verändert sich dementsprechend weder die CO₂-Konzentration der Erdatmosphäre noch werden die nicht-temperaturbedingten Folgen des Klimawandels wie die Versauerung der Meere berücksichtigt (Der Bundesrat, 2020, S. 7; Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018). In nachfolgender Arbeit wird nicht weiters auf die SRM eingegangen.

2.3.4 Anpassung

Der Begriff Anpassung fasst all jene Massnahmen zusammen, die der Menschheit und der Natur ein verbesserter Umgang mit den nicht mehr vermeidbaren Wirkungen des Klimawandels ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise das Ausarbeiten eines Hitze- und Wassermanagements aufgrund von häufigeren Hitze- und Trockenperioden (Der Bundesrat, 2020, S. 7), aber auch Anpassungsmassnahmen in den Bereichen Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Biodiversitätsmanagement, Energie, Tourismus, Verkehr, Gesundheit von Tier und Mensch oder in der Versorgungssicherheit (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2020, S. 10). Der Fokus dieser Arbeit gilt nicht der Anpassung an die Folgen der Erderwärmung.

² Die Messgrösse Albedo misst, wie stark eine Oberfläche Strahlen abweisen oder aufnehmen kann (SRF, 2019).

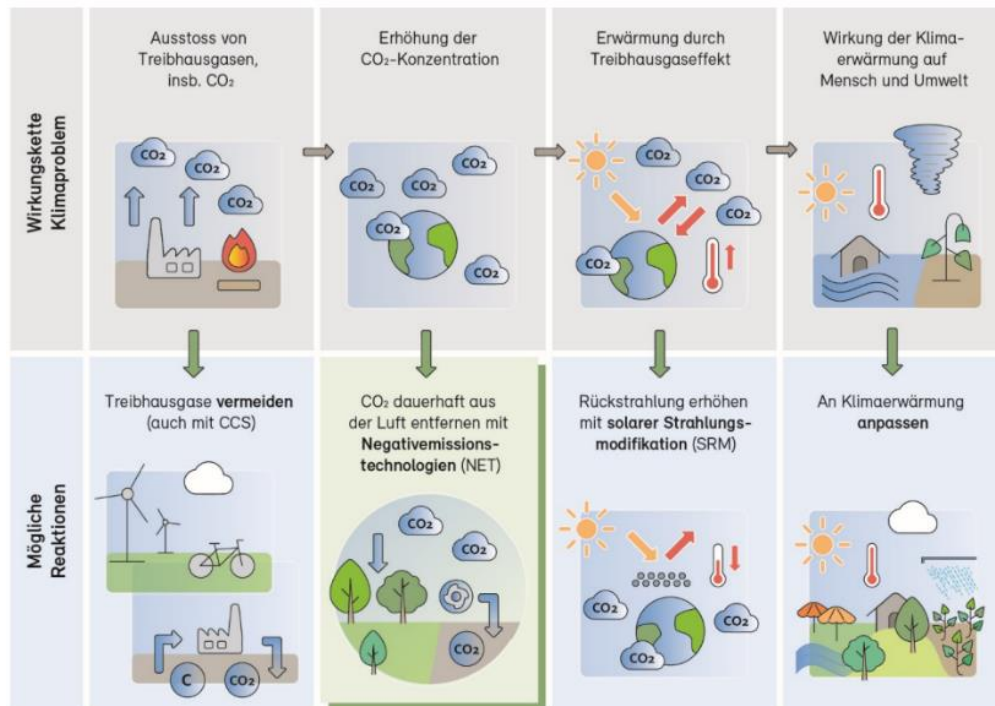


Abbildung 3: Reaktionsmöglichkeiten auf das Klimaproblem (Der Bundesrat, 2020, S. 8)

2.3.5 Geoengineering / Climate Engineering

Der Ausdruck Geoengineering, oder auch Climate Engineering, umfasst die Massnahmen der SRM sowie die NET beziehungsweise CDR (Honegger et al., 2017, S. 6; Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018). Die Verbindung dieser beiden Methoden besteht vor allem darin, dass beide Ansätze intensiv im Sinne der Klimamodifikation in die natürlichen Abläufe eingreifen (Markus et al., 2021, S. 97). Geoengineering umfassen gemäss Minx et al. (2018, S. 4) somit die technologischen Bemühungen zur Stabilisierung des Klimasystems durch eine direkte Steuerung der Energiebilanz der Erde, um damit den verstärkten Treibhauseffekt zu eliminieren. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf den Bereich der Negativemissionsansätze.

3 Theoretischer Rahmen

Die Wissenschaft, unter anderem das IPCC, ist sich mittlerweile ziemlich einig, dass zur Bekämpfung der Klimaerwärmung NET zukünftig einen fixen Bestandteil der Strategie sein werden (IPCC, 2018, S. 19). Trotzdem befindet sich die FE von NET noch in den Anfangsszenarien (Field & Mach, 2017, S. 706). Auch die Literatur ist rar und das Verständnis gering (Colvin et al., 2020, S. 26; Wolske et al., 2019, S. 346). Dieses Kapitel widmet sich der Erarbeitung eines fundamentalen Verständnisses der beschriebenen Thematik und charakterisiert in einem ersten Teil die unterschiedlichen in der Schweiz einsetzbaren NET. Nachfolgend werden basierend auf der derzeitig vorhandenen Literatur der aktuelle Wissensstand über die öffentliche Wahrnehmung von NET zusammengefasst und Wissenslücken definiert.

3.1 Charakteristik von Negativemissionstechnologien

Gemäss Einschätzungen des Bundesrats (2020, S. 12) besitzen in der Schweiz vorwiegend forstwirtschaftliche Massnahmen, ein verbessertes Bodenmanagement, das Einbringen von Pflanzenkohle, die Bioenergienutzung mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (BECCS), die direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS) sowie allenfalls beschleunigte Verwitterungsprozesse (von Zement) das Potenzial, CO₂ aus der Umwelt zu entfernen und meist dauerhaft zu speichern. Um ein grundlegendes Verständnis zu entwickeln, was unter den eben genannten Methoden zu verstehen ist, wird in den folgenden Unterkapiteln die Charakteristika der einzelnen Ansätze genauer beleuchtet.

3.1.1 Forstwirtschaftliche Massnahmen

Unter forstwirtschaftlichen Massnahmen wird grundsätzlich die Aufforstung, die Wiederaufforstung, das Forstmanagement respektive die Waldbewirtschaftung sowie die Holznutzung verstanden (Swiss Carbon Removal Platform, 2022).

Als Aufforstung gilt die aktive, von Menschen verursachte Anpflanzung von Bäumen und somit die Umwandlung einer Fläche zu einem Waldgebiet (Der Bundesrat, 2020, S. 15; Fischlin et al., 2006, S. 14). Dabei darf die neu bepflanzte Fläche seit über mehr als 50 Jahren nicht mehr bewaldet worden sein. Handelt es sich um eine Bepflanzung einer in den letzten 50 Jahren bewaldeten Fläche, so stellt dies eine Wiederaufforstung dar (Der

Bundesrat, 2020, S. 15). Die signifikante Rolle der Wälder bei der Klimabekämpfung basiert auf der Speicherung von CO₂ in Form von Kohlenstoff im Holz der Bäume als auch im Hummus (Richter et al., 2008, S. 32). Dieser Vorgang wird ausgelöst durch den biochemischen Prozess der Photosynthese, bei der Pflanzen das CO₂ aufnehmen, den Kohlenstoff (C) vom Sauerstoff (O₂) spalten, überdies Sauerstoff der Umwelt wieder freigeben und gleichzeitig den Kohlenstoff speichern und als energiereiche Biomasse einbauen. Dabei kann der Kohlenstoff auf verschiedene Arten und unterschiedliche Zeitspannen gespeichert werden. So wird CO₂ in den Blättern für Stunden bis Monate aufgenommen, in Zweigen und Ästen für Jahre, im Stamm für Jahrzehnte bis Jahrhunderte, während die Speicherung im Boden sogar bis zu Jahrtausenden andauern kann (Fischlin et al., 2006, S. 14). Durch Waldbrände, Rodungen, Krankheiten oder Unwetter können jedoch grosse Kohlenstoffmengen in kürzester Zeit wieder freigesetzt werden (Der Bundesrat, 2020, S. 15; Fischlin et al., 2006, S. 14 f.; Smith et al., 2014, S. 825 ff.). Die Speicherung gilt daher als reversibel (Der Bundesrat, 2020, S. 15; Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018).

Damit der Wald nicht als CO₂-Quelle, sondern als CO₂-Senke und somit als Negative-missionsansatz beschrieben werden kann, müssen die Waldflächen sonach mehr CO₂ aufnehmen können als freigesetzt wird. Dafür ist ein zunehmendes Holzvolumen der Bäume notwendig (Fischlin et al., 2006, S. 14 f.), was wiederum ein ständiges Management voraussetzt (Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018). Das Forstmanagement respektive die Waldbewirtschaftung umfasst alle notwendigen Massnahmen, die dazu beisteuern, dass der Wald seine vielfältigen Funktionen und seine wichtige Rolle hinsichtlich des Klimas wahrnehmen kann (Der Bundesrat, 2020, S. 15). Smith et al. (2016, S. 43 ff.) fügen an, dass der für diesen Ansatz benötigte enorme Flächen- als auch Wasserbedarf nicht zu vernachlässigen, negativ zu bewerten und als Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion angesehen ist.

Unter das Forstmanagement fällt auch eine optimierte Holznutzung (Richter et al., 2008, S. 32). Damit der Gebrauch von Holz aufgrund der Rodung nicht als CO₂-Emission verbucht wird, ist die Art der Weiterverarbeitung essenziell. Der Rohstoff Holz ist vielseitig verwendbar und kann sowohl als Bau- und Werkstoff aber auch als Energieträger zum Einsatz kommen, um CO₂-Emissionen zu reduzieren (Fischlin et al., 2006, S. 29). So hält Suter (2016, S. 46) fest, dass die Verarbeitung von Holz in langlebigen Holzprodukten oder die Substitution konventioneller, energieintensiver Materialien, Chemikalien,

Energiedienstleistungen oder im Gebäudebereich eine Senkung des ökologischen Fussabdruckes der Produktion und Konsumation ermöglicht. Diese verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten des Holzes verlängern anstelle der natürlichen Alterung und des Holzerfalls die Speicherdauer des Kohlenstoffs (Richter et al., 2008, S. 34). Nichtsdestotrotz handelt es sich um eine reversible Speicherung (Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018). Gemäss unterschiedlichen wissenschaftlichen Meinungen kann die CO₂-Bilanz des Schweizer Waldes langfristig optimiert werden, indem möglichst viel Holzzuwachs, und somit neu hinzukommende Biomasse, eine Verwendung finden. Es handelt sich dabei um eine Maximierung der Produktion langlebiger holziger Konsumgüter als auch um eine sinnvolle Kaskadennutzung bis hin zur Energiegewinnung, um die Lebensdauer von Holz zu verlängern und die CO₂-Konzentration zu verringern (Beuttler et al., 2019, S. 32; Richter et al., 2008, S. 34; Swiss Carbon Removal Platform, 2022).

3.1.2 Bodenmanagement und Pflanzenkohle

Wie die im Unterkapitel 3.1.1 beschriebenen forstwirtschaftlichen Massnahmen gehört auch das Bodenmanagement zu den natürlichen Ansätzen der negativen Emissionen (Beuttler et al., 2019, S. 34). Der Ansatz umschreibt nach Lal (2004, S. 1623) eine Kohlenstoffbindung im Boden. Die Sequestrierung von Kohlenstoff im Boden führt zu einer Änderung der Landbewirtschaftung, welche die Erhöhung des Kohlenstoffgehalts im Boden und daher eine Nettoaufnahme von CO₂ aus der Erdatmosphäre herbeiführt (Beuttler et al., 2019, S. 34). Erhöhte Kohlenstoffvorräte im Boden können überdies positive Nebeneffekte herbeiführen, worunter eine gesteigerte Bodenfruchtbarkeit, Bearbeitbarkeit und Wasserspeicherkapazität als auch die Verringerung von Erosionsrisiken zählen (Smith, 2012, S. 541). Die Bindung von Kohlenstoff im Boden wird durch günstige Bewirtschaftungssysteme verursacht, die dem Boden grosse Mengen an Biomasse zuführen, minimale Bodenstörungen verursachen, Boden und Wasser konservieren, die Bodenstruktur verbessern, die Aktivität als auch Artenvielfalt der Bodenfauna erhöhen und schliesslich die Mechanismen des Kreislaufs stärken (Lal, 2004, S. 1623). Die Zuführung von zusätzlichem Kohlenstoff kann sowohl im Oberboden wie auch im Unterboden verwirklicht werden. Da der Boden beispielsweise durch das Zersetzen und Atmen an Kohlenstoff verliert, handelt es sich um einen reversiblen Ansatz (Beuttler et al., 2019, S. 34; Swiss Academies of Arts and Sciences, 2018). Daher ist es von Notwendigkeit, dass dem Boden zusätzlicher Kohlenstoff zugeführt oder das Entweichen von Kohlenstoff

verhindert wird, damit die Methode als NET gewertet werden kann (Beuttler et al., 2019, S. 34). Dafür wird eine hochwertige Bodenbewirtschaftung vorausgesetzt. Als weiterer negativ zu betrachtender Nebeneffekt gilt die Verlagerung, die dazu führt, dass eine Erhöhung von Kohlenstoffvorräten im Boden in einem Gebiet zu Kohlenstoffverlusten im Boden eines anderen Gebietes führt (Smith, 2012, S. 541 f.).

Ein Spezialfall des Bodenmanagements ist das Einbringen von Pflanzenkohle, welche auch unter dem Begriff Biokohle bekannt ist (Der Bundesrat, 2020, S. 16; Markus et al., 2021, S. 94). Pflanzenkohle wird durch Pyrolyse gewonnen und stellt eine verkohlte Biomasse mit hohem Anteil an Kohlenstoff dar (Kemmler et al., 2021, S. 30). Fuss et al. (2018, S. 25) beschreiben die Gewinnung durch Pyrolyse als eine thermische Zersetzung von organischem Material respektive von Biomasse unter Ausschluss von Sauerstoff (Fuss et al., 2018, S. 25). Durch diese Art von Erhitzung resultieren ein hochenergiereiches Synthesegas sowie biologisch und chemisch stabile Pflanzenkohle (Schmidt, 2012, S. 76). Die aufgrund dieser chemischen Struktur sehr stabile Pflanzenkohle verweilt daher im Vergleich zu anderen organischen Substanzen deutlich länger im Boden (Der Bundesrat, 2020, S. 18). Eine Metastudie der Universität Zürich kommt diesbezüglich zu dem Erkenntnis, dass Pflanzenkohle bis zu einer Dauer von 291 Jahren im Boden gespeichert werden kann (Singh et al., 2011, S. 12183). Schmidt (2012, S. 76) bestätigt diese Beobachtung, indem er anmerkt, dass Pflanzenkohle aus bis zu 90 Prozent Kohlenstoff bestehen kann und daher mikrobiell kaum abbaubar ist und so mehrere Jahrhunderte als Baumaterial oder als Hilfsstoff im Boden verwendet werden kann. Forbes et al. (2006, S. 191) betonen obendrein, dass Biokohle eine der wenigen Möglichkeiten darstellt, die Kohlenstoff inert macht, was bedeuten würde, dass es sich nicht leicht mit CO₂ rekombinieren lässt und daher sogar eine unendliche Speicherung zur Folge haben könnte.

3.1.3 Bioenergienutzung mit CO₂-Abscheidung und Speicherung

Die Bioenergienutzung mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (BECCS) beschreibt die Kombination zweier Technologien zur Eindämmung des Klimawandels. Es handelt sich dabei um die Nutzung von Bioenergie mit der anschließenden geologischen Speicherung von Kohlenstoff im tiefen Untergrund (CCS) (Beuttler et al., 2019, S. 52). BECCS findet Einsatz bei Energieerzeugungsprozessen mit CO₂-reichen Prozessströmen, welche aus Biomasse stammen. Biomasse ist eine vielseitige Energiequelle, welche zur Erzeugung einer Vielzahl von Endenergieträgern seine Anwendung findet, einschliesslich Strom,

Kraftstoffe und Wasserstoff (Creutzig et al., 2019, S. 1807). Aus diesen Prozessen wird das CO₂ separiert und mit CCS-Technologien, die im Allgemeinen mit der Speicherung von fossilen CO₂-Emissionen in Verbindung gebracht werden (vgl. dazu auch Unterkapitel 2.3.1), abgetrennt und gespeichert. Biomasse bindet während ihres Wachstums Kohlenstoff, wodurch der Atmosphäre CO₂ entzogen wird. Bei der Umwandlung von Biomasse zu beispielsweise Energie wird der Umwelt der zuvor gebundene Kohlenstoff in Form von CO₂ wieder freigesetzt. Das BECCS-Verfahren fängt genau diesen Kohlenstoff stattdessen wieder auf und leitet ihn zu einer tief unter der Erde liegenden Speicherstätte weiter. Die Methode führt deshalb zu einer dauerhaften Entfernung von CO₂ aus der Erdatmosphäre, wodurch die Technologie negative Emissionen verursacht (Fuss et al., 2016, S. 3; Zero Emissions Platform [ZEP] and European Biofuels Technology Platform [EBTP], 2012, S. 5). Kemper (2015, S. 402) fügt an, dass das Ausmass der negativen Emissionen schlussendlich jedoch von den Gesamtemissionen im Lebenszyklus abhängt, was unter anderem die Emissionen aus der Biomasse-Lieferkette inkludieren. Ausserdem gilt zu berücksichtigen, dass BECCS zusätzliche Distickstoffmonoxid-Emissionen verursachen, die Biodiversität einschränken sowie Landflächen wie auch einen hohen Wasserverbrauch beanspruchen, was wiederum mit der Nahrungsmittelproduktion konkurriert (Smith et al., 2016, S. 43 ff., Beuttler et al., 2019, S. 55). Nichtsdestotrotz gelten BECCS gemäss Kraxner et al. (2015, S. 2) als die am häufigsten in IAM vertretene NET.

3.1.4 Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung

Neben den in Unterkapitel 3.1.1 bis 3.1.3 behandelten Verfahren, die sich mit der Veränderung des natürlichen Karbonkreislaufs befassen, kommt mit der direkten Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS) eine technologiebasierte Variante hinzu (Markus et al., 2021, S. 94). DACCS wird als eine direkte Abtrennung von CO₂ aus der Umgebungsluft mithilfe von Chemikalien und einer anschliessenden CO₂-Speicherung verstanden (Creutzig et al., 2019, S. 1805 ff.). Zur Absorption von CO₂ aus der Atmosphäre kommen chemische Bindemittel wie Amine oder Natriumhydroxid zum Einsatz (Fuss et al., 2016, S. 3). Nach dem Einfangen durch Ventilatoren und der anschliessenden Komprimierung werden hinterher die CO₂-Emissionen mit Hilfe der CCS-Technologie in unterirdischen geologischen Reservoirs gespeichert (Climeworks, 2022). Bei dieser dauerhaften Speicherung handelt es sich um das gleiche Verfahren wie bei der in Unterkapitel 3.1.3 beschriebenen BECCS. Der ebengenannte Prozess führt aufgrund der

langfristigen Speicherung zu negativen Emissionen (Kemmler et al., 2021, S. 10). DACCS gilt als einzige NET, die, abgesehen des Energieverbrauchs, nicht standortgebunden ist. Das Anlegen von Abscheidungsanlagen kann demzufolge mit der Standortverfügbarkeit von CO₂-Speicherstätten koordiniert werden. Der Transport von CO₂ bleibt dadurch erspart (Der Bundesrat, 2020, S. 22). Mit DACCS besteht im Vergleich zu BECCS zudem die Möglichkeit, auch CO₂-Emissionen fossiler Quellen der Atmosphäre direkt zu entziehen. Als negative Nebenwirkung von DACCS zählen hauptsächlich die zum heutigen Zeitpunkt hohen Kosten (Smith et al., 2016, S. 44).

3.1.5 Beschleunigte Verwitterung (via Zement)

Die natürliche Verwitterung von Gestein respektive Mineralien ist Teil des globalen Kohlenstoffkreislaufs und kann gelöstes CO₂ binden (Der Bundesrat, 2020, S. 23; Moosdorf et al., 2014, S. 4809; Strefler et al., 2018, S. 1). Das Prinzip einer beschleunigten Verwitterung an Land besteht darin, Gestein künstlich in die Bewirtschaftung von Böden oder Gewässern zu integrieren, so dass der Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre in einer schnelleren Zeitdauer erfolgen kann. Diese Materialien werden dafür abgebaut, zerkleinert respektive gemahlen und sodann mittels Gesteinsmehl als Dünger auf Nutzflächen verteilt (Ciais et al., 2013, S. 550, Swiss Carbon Removal Platform, 2022). Dieser Prozess des natürlichen Bindens von CO₂ wird auch bei verbautem Beton festgestellt. Die bei der Zementherstellung freigesetzten CO₂-Emissionen können durch die Rekarbonatisierung wieder rückgängig gemacht und CO₂ gebunden werden (Der Bundesrat, 2020, S. 23). Eine dauerhafte Speicherung von CO₂ in Baumaterialien ermöglicht einen Entzug von CO₂ ohne unterirdische Lagerung (Beuttler et al., 2019, S. 57). Technische Mittel können diesen Prozess verstärken (Der Bundesrat, 2020, S. 23), wodurch zusätzliches atmosphärisches CO₂ absorbiert werden kann und negative Emissionen entstehen (Beuttler et al., 2019, S. 57). Erhöhter Energieaufwand und hohe Kosten, vor allem aufgrund des Abbaus, der Zerkleinerung und des Mahlens, gehören bei diesem Ansatz zu den negativen Assoziationen (Smith et al., 2016, S. 44; Strefler et al., 2018, S. 5).

3.2 Literatur zur Wahrnehmung von Negativemissionstechnologien

Die Anerkennung und Relevanz der NET stieg rasant an, als das IPCC die Notwendigkeit vom Einsatz dieser Technologien zur Erfüllung der globalen Klimaziele als sehr wahrscheinlich einstufte (IPCC, 2018, S. 19; Minx et al., 2017, S. 1). Die Stärkung der Minderungsziele bezüglich der Erderwärmung hat die Bedeutung der NET in der Klimapolitik zudem weiter erhöht (Minx et al., 2017, S. 1 f.). Trotz erlangter Signifikanz und zunehmender Anerkennung dieser Technologien, fehlt es an soziotechnischen Systemen, die für deren Einsatz notwendig wären. So mangelt es an technischen Apparaten und sozialen Arrangements, wodurch das Aufkommen der NET zu einer grossen Herausforderung anwächst (Bellamy, 2018, S. 532). Limitierende Ressourcen wie die Verfügbarkeit von Wasser und Land, der Energiebedarf, das verfügbare Speicherpotenzial oder die hohen Kosten gelten jedoch nicht als die einzigen beeinflussenden Faktoren hinsichtlich der Umsetzung von NET (Fajardy et al., 2019, S. 1). Denn der Einsatz von NET hängt gemäss Cummings et al. (2017, S. 248) nicht nur von technischen, biophysikalischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten ab, sondern auch von der öffentlichen Wahrnehmung und Akzeptanz. Die öffentliche Wahrnehmung als auch Akzeptanz kann nämlich darüber entscheiden, ob und von wie vielen Institutionen NET eingeführt werden können (Nemet et al., 2018, S. 8).

Zu bedenken sind allerdings unterschiedliche Rahmen oder unklare, komplexe Begriffe, was möglicherweise zu Verständnisproblemen, öffentlichem Widerstand und zu Polarisierung führen kann (Colvin et al., 2020, S. 24 ff.). Deren Einfluss auf die öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz ist rar bis unerforscht, jedoch erforderlich. Vergangene Forschungen bezogen sich mehrheitlich auf die Wahrnehmung von Geoengineering (vgl. dazu auch das Unterkapitel 2.3.5) und nicht explizit auf die NET (Carlisle et al., 2020; Corner et al., 2012; Cummings et al., 2017; Jobin & Siegrist, 2020; Pidgeon et al., 2012; Raimi, 2021; Scheer & Renn, 2014). Dabei konnte vor allem festgestellt werden, dass die öffentliche Unterstützung für die Forschung über die Technologien nachweislich grösser ist als die Unterstützung für deren Einsatz (Jobin & Siegrist, 2020, S. 1064; Merk et al., 2019b, S. 353; Pidgeon & Spence, 2017, S. 5; Scheer & Renn, 2014, S. 307). Die Aufzucht gilt dabei oft als die am meisten akzeptierte NET (Braun et al., 2018, S. 475; Gregory et al., 2016, S. 563; Jobin & Siegrist, 2020, S. 1063).

Sollten die NET zur Bekämpfung des Klimawandels unvermeidbar sein, benötigt es zur Realisierung nicht nur ein wirksames System, sondern auch eine funktionierende

Diskussion in der breiten Öffentlichkeit (Colvin et al., 2020, S. 26). Diese Grundlage ist in der Schweiz vor allem aufgrund von bereits vorhandenen Forschungs- und Innovationskapazitäten von Relevanz, da hierzulande im Bereich Entwicklung von NET eine Vorreiterrolle eingenommen werden könnte (Bundesrat, 2020, S. 26 f.). Corner et al. (2012, S. 454) und Nemet et al. (2018, S. 8) sind sich einig, dass der Einbezug der Öffentlichkeit in diese Entscheidungen als fundamental wahrgenommen werden muss, wodurch die öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz für eine breite Einführung an Signifikanz gewinnt. Es gilt, die öffentliche Wahrnehmung von NET zu fördern, um eine erstrebenswerte Debatte zu lancieren.

Pidgeon et al. (2012, S. 4177) zufolge scheinen verschiedene Faktoren die Öffentlichkeit hinsichtlich der Wahrnehmung von Geoengineering und somit auch die darin miteinfließenden NET zu beeinflussen. Da die öffentliche Wahrnehmung von NET mehrheitlich unerforscht ist, wird auch auf Studien bezüglich der Wahrnehmung von Geoengineering zurückgegriffen. Es gilt hier jedoch anzumerken, dass im Generellen NET positiver wahrgenommen werden als SRM (Pidgeon et al., 2012, S. 4187; Raimi, 2021, S. 66; Scheer & Renn, 2014, S. 307).

3.2.1 Einstellung zum Klimawandel

In einer Forschung über die Unterstützung des Einsatzes von Climate Engineering von Jobin und Siegrist (2020, S. 1066) konnte dargelegt werden, dass die Sorge der Befragten bezüglich des Klimawandels signifikant positiv mit der Unterstützung für den Einsatz der meisten untersuchten Technologien zusammenhängt. Zudem resultierte aus einer Untersuchung von Carlisle et al. (2020, S. 314), dass ökologische Ansichten die Wahrnehmung von Climate Engineering beeinflussen. So zeigen die erforschten Ergebnisse auf, dass starke ökologische Ansichten signifikant mit einer positiveren Assoziation zu NET korreliert (Carlisle et al., 2020, S. 314). Gleiche Erkenntnisse zog eine Studie von Pidgeon et al. (2012, S. 4188), die zum Schluss kommt, je besorgter die Befragten über den Klimawandel sind und je mehr sie der Meinung sind, dass er von Menschen verursacht wird und nicht ein natürliches Phänomen ist, desto mehr unterstützen sie die Entwicklung von NET.

3.2.2 Individuelle Kenntnisse

Wie bei jeder aufkommenden Technologie zu erwarten, sind Vertrautheit und das Bewusstsein gegenüber dieser Technologie eher gering (Cummings et al., 2017, S. 253). Eine Umfrage in den Vereinigten Staaten und dem Vereinigten Königreich aus dem Jahr 2020 von Cox et al. (S. 745) stellte daher auch erwartungsgemäss ein aussergewöhnlich geringes Vorwissen über NET fest. So gaben gerade 9.6 Prozent (Vereinigte Staaten) und 5.7 Prozent (Vereinigtes Königreich) an, «sehr viel» oder «ziemlich viel» über NET zu wissen (Cox et al., 2020, S. 745). Auch die Studie von Wenger et al. (2021, S. 8) kam zu dem Resultat, dass nur gerade drei Prozent der Befragten viel über NET wissen, wohingegen 46.8 Prozent noch nie etwas über NET gehört haben. Ähnliche Ergebnisse über die Kenntnisse von NET und anderen Methoden von Geoengineering-Strategien zeigten auch Forschungen von Pidgeon und Spence (2017, S. 2), Pidgeon et al. (2012, S. 4186), Scheer und Renn (2014, S. 308) oder Jobin und Siegrist (2020, S. 1060). Das öffentliche Bewusstsein für Geoengineering inklusive NET ist gering, da viele Menschen noch nie von diesen Massnahmen gehört haben. Dieses Unkenntnis mit NET kann zu einer schwierigeren Entscheidung und Unsicherheit führen, ob die Technologien nun akzeptiert werden sollen oder nicht (Merk et al., 2019b, S. 351 f.). Nichtsdestotrotz werden neue Technologien nicht per se abgelehnt, falls nur geringes Wissen darüber vorhanden ist (Pidgeon et al., 2012, S. 4179). Pidgeon et al. (2012, S. 4188) konnten aufgrund deren Forschung zudem beobachten, je mehr die Befragten angaben, über Geoengineering im Allgemeinen zu wissen, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie den Einsatz von NET unterstützen.

3.2.3 Vertrauen

Wenn es, wie es das Unterkapitel 3.2.2 aufzeigt, an Wissen mangelt, ist Vertrauen ein wichtiger Faktor, der die Wahrnehmung neuer Technologien beeinflussen kann. Ein hohes Vertrauen in betroffene Institutionen kann zu einer positiven Bewertung der Technologie führen (Siegrist, 2000, S. 196). Merk et al. (2015, S. 310) bestätigen beispielsweise bei der Erforschung der Wahrnehmung von SRM, dass das Vertrauen in die relevanten Akteure eine wichtige Determinante für die Akzeptanz aufzeigt. Das Vertrauen in die Wissenschaft ist dabei die wichtigste Voraussetzung. Grund dafür stellt vor allem das hohe Mass an Unsicherheit bei neuen Technologien dar. Steht eine Feldforschung oder der Einsatz der Technologie im Vordergrund, ist hauptsächlich das Vertrauen in die Unternehmen von Bedeutung (Merk et al., 2015, S. 310). Auch Cummings et al. (2017,

S. 259) untersuchten das Vertrauen in unterschiedliche Interessensgruppen. Die Rede hierbei ist von Personen und Gruppen, die direkt an der Entwicklung, dem Einsatz, der Überwachung oder der Steuerung von Geoengineering-Technologien beteiligt sind. Sie konnten dabei aufzeigen, dass das grösste Vertrauen der Wissenschaft und der Forschung entgegengebracht wurde, während Profitorganisationen und die Industrie zu den wenigsten vertrauenswürdigen Akteuren gehören (Cummings et al., 2017, S. 259). Besteht jedoch Misstrauen gegenüber Organisationen, welche die Technologien kontrollieren, ist es unwahrscheinlich, dass die Gesellschaft sich beim Einsatz einer Technologie wohlfühlt, was wiederum die Akzeptanz und Unterstützung der Technologien mindert (Pidgeon et al., 2012, S. 4180). Daraus lässt sich ableiten, dass die Schaffung von transparenten und vertrauenswürdigen Regelungen der Regierung oder der betroffenen Organisationen notwendig sind, um das Vertrauen der Öffentlichkeit zu erhalten (Pidgeon et al., 2012, S. 4180).

3.2.4 Soziodemographische Faktoren

Pidgeon et al. (2012, S. 4187) belegen, dass in deren Studie mehr Frauen als Männer mit «weiss nicht» antworteten, sowie mehr Personen mit geringerer formaler Bildung als solche mit höherer formaler Bildung. Ebenso konnte dargelegt werden, dass die Unterstützung für Geoengineering im Allgemeinen grösser ist unter Männern und Personen mit formaler höherer Bildung (Pidgeon et al., 2012, S. 4187). Gegensätzlich fanden Braun et al. (2018, S. 477 ff.) heraus, dass Bildung in einem negativen Zusammenhang mit der SRM-Akzeptanz steht. Eine weitere Forschung beobachtete zudem, dass das Alter einen negativen Effekt auf die Befürwortung von Geoengineering hat, aber kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht oder dem Wissen mit der Befürwortung von Geoengineering herrscht (Corner & Pidgeon, 2015, S. 434). Die Auffassung, ob Alter und Geschlecht die Wahrnehmung von Geoengineering beeinflussen, ist demnach unter vielen in der Wissenschaft tätigen Personen umstritten, denn die empirischen Belege zeigen sich uneins. Hinsichtlich der politischen Orientierung zeigt sich die Wissenschaft hingegen wieder schlüssig. So konnte festgestellt werden, dass Liberale eher glauben, dass der Klimawandel stattfindet und so Massnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels vermehrt unterstützen und persönliche Verantwortung in der Klimakrise übernehmen. Konservativ eingestellte Menschen sind dagegen weniger bereit, der wissenschaftlichen

Übereinstimmung über den Klimawandel zuzustimmen und entsprechende Massnahmen zu unterstützen (Campbell & Kay, 2014, S. 813; McCright & Dunlap, 2011, S. 175 ff.).

4 Forschungsleitende Fragen und Abgrenzungen

Dieses Kapitel dient der Konkretisierung der Forschungsfrage sowie deren forschungsleitenden Teilfragen als auch der Hypothesenbildung.

4.1 Forschungsfrage und Teilfragen

Wie einleitend erläutert (vgl. Kapitel 1 Einleitung), ist das Ziel dieser Arbeit, die öffentliche Wahrnehmung von NET in der Schweiz zu eruieren. Basierend auf dem dieser Arbeit zugrunde liegenden theoretischen Rahmen (vgl. Kapitel 3 Theoretischer Rahmen) und insbesondere unter Berücksichtigung der Literatur aus dem Unterkapitel 3.2 ist erkennbar, wie lückenhaft oder teilweise unerforscht die Wahrnehmung von NET in der Schweiz ist. Ausgehend von dieser Problemstellung sowie dem Stand der Forschung versucht die vorliegende Arbeit diese Forschungslücke mit der Beantwortung der folgenden Forschungsfrage zu schliessen.

«In welchem Mass werden Negativemissionstechnologien in der Schweizer Bevölkerung wahrgenommen?»

Die Überprüfung nachfolgender Teilfragen soll die Analyse bis hin zur Beantwortung der Forschungsfrage zielführend leiten:

Teilfrage 1 (T1): Wie interessiert und informiert ist die Schweizer Öffentlichkeit in Bezug auf Technologien für die Bekämpfung des Klimawandels?

Teilfrage 2 (T2): Beeinflussen die Einstellung zum Klimawandel, individuelle Kenntnisse, das Vertrauen in betroffene Akteure oder soziodemographische Faktoren die öffentliche Wahrnehmung von Negativemissionstechnologien in der Schweiz?

4.2 Hypothesen

Aufgrund der in Unterkapitel 3.2 zusammengetragenen Literatur lassen sich insbesondere die nachfolgenden sieben Hypothesen ableiten:

Hypothese 1 (H1): *Eine höher wahrgenommene Sorge über den Klimawandel wird mit einer stärkeren Unterstützung der Negativemissionstechnologien einhergehen.*

Wie bereits diskutiert (vgl. Unterkapitel 3.2.1), zeigen empirische Befunde, dass die Einstellung zum Klimawandel die Wahrnehmung von NET beeinflussen kann. Es ist

entsprechend zu erwarten, dass eine grössere Sorge über das Klima dazu führen wird, dass NET positiver wahrgenommen werden und deren Einsatz mehr Unterstützung erhalten.

Hypothese 2 (H2): *Je grösser die Kenntnis über Negativemissionstechnologien, desto stärker die Unterstützung der Negativemissionstechnologien.*

Ausgehend von Unterkapitel 3.2.2 ist davon auszugehen, dass nur wenige Kenntnisse über NET vorhanden sein werden. Nichtsdestotrotz führt geringes Vorwissen nicht zu einer sofortigen Ablehnung der jeweiligen Technologien. Laut Empirie ist jedoch zu erwarten, dass die Unterstützungskraft für die NET bei umfangreicheren Kenntnissen steigt.

Hypothese 3 (H3): *Die Unterstützung von Forschung und Entwicklung von Negativemissionstechnologien ist stärker als die Unterstützung deren Einsatzes.*

Die Wissenschaft konnte übereinstimmend feststellen (vgl. Unterkapitel 3.2), dass die Unterstützung für FE erwiesenermassen grösser ist als die Unterstützung für den Einsatz von NET. Aus diesem Grund geht die Verfasserin davon aus, dass sich diese Beobachtung bestätigen wird.

Hypothese 4 (H4): *Je höher das Vertrauen in die beteiligten Akteure, desto stärker die Unterstützung von Negativemissionstechnologien.*

Das Unterkapitel 3.2.3 zeigt auf, dass bei neuartigen Technologien das Vertrauen in beteiligte Akteure positiv mit der Akzeptanz und Unterstützung von NET korreliert. Da es sich bei NET mehrheitlich um neue und noch nicht im Einsatz befindende Technologien handelt, ist zu erwarten, dass sich diese Erkenntnis bewahrheitet.

Hypothese 5 (H5): *Je höher die formale Bildung, desto stärker die Unterstützung der Negativemissionstechnologien.*

Forschende sind sich bei der Korrelation von Bildung und Unterstützung von Geoengineering-Technologien uneinig (vgl. Unterkapitel 3.2.4). Die Verfasserin behaftet sich

hierbei jedoch an die Resultate über Geoengineering, die NET miteinschliessen, und nicht auf Erkenntnisse, die sich nur auf die SRM-Technik beziehen. Demzufolge ist davon auszugehen, dass eine formal höhere Bildung einen positiven Effekt auf die Unterstützung von NET aufweist.

Hypothese 6 (H6): *Männer unterstützen Negativemissionstechnologien stärker als Frauen.*

Die Verfasserin stützt sich auf Quellen der Empirie hinsichtlich Geoengineering (vgl. Unterkapitel 3.2.4) und geht gleichwohl von ähnlichen Reaktionen bei NET aus. Dadurch wird erwartet, dass Männer NET stärker unterstützen als Frauen.

Hypothese 7 (H7): *Je mehr links eine Person politisch orientiert ist, desto eher werden Negativemissionstechnologien unterstützt.*

Wie bereits thematisiert (vgl. Unterkapitel 3.2.4), glauben laut Empirie liberale Menschen vermehrt an den Klimawandel und unterstützen klimabekämpfende Massnahmen eher. Ausgehend davon wird erwartet, dass politisch links orientierte Personen den NET eine stärkere Unterstützung entgegenbringen als politisch rechts orientierte Personen.

4.3 Abgrenzung

Der gesetzte Rahmen dieser vorliegenden Arbeit ermöglicht es nicht, die breite Öffentlichkeit der Schweiz für die Forschung miteinzubeziehen. Aus diesem Grund konzentriert sich die vorliegende Erhebung als ein Pilot-Versuch für ein künftiges Innosuisse Flagship Projekt lediglich auf eine kleine Bevölkerungsgruppe. Der Fokus gilt hierbei allen Studierenden der ZHAW, wodurch fast eine Vollerhebung einer befragten Gruppe ermöglicht wird. Die Studierenden der ZHAW sind mehrheitlich Teil einer Generation, die von den gesetzten Klimazielen für das Jahr 2050 massgeblich betroffen ist. Ausserdem erhalten die Studierenden der ZHAW durch erlerntes Wissen, Vernetzung und Engagement die Gelegenheit, sich aktiv bei der Erreichung dieser Ziele zu beteiligen, weshalb die Analyse dieser Gruppe an Signifikanz gewinnt. Unter der Erforschung der Wahrnehmung von NET in der Schweizer Öffentlichkeit, so wie dies die forschungsleitenden Fragen betonen, wird demzufolge die Wahrnehmung von NET der Studierenden der ZHAW

verstanden. Während sich die Forschung zum einen nur auf eine kleine Bevölkerungsgruppe der Schweiz beschränkt, werden zum anderen auch bei den untersuchten Technologien Abgrenzungen vollzogen. Die vorgelegte Studie spezifiziert sich hierbei lediglich auf in der Schweiz umsetzbare NET und schliesst hierzulande nicht umsetzbare, ähnliche respektive verwandte Technologien vollumfänglich aus.

5 Methodisches Vorgehen

Im Folgenden wird die gewählte methodische Vorgehensweise zur Überprüfung der in Unterkapitel 4.2 formulierten Hypothesen erläutert. So wird einleitend kurz das Forschungsdesign und die erhobene Stichprobe thematisiert, alsdann zu verschiedenen Schritten der Datenerhebung Bezug genommen wird.

5.1 Forschungsdesign

Die vorliegende Arbeit beantwortet anhand von selbst erhobenen Daten die formulierte Forschungsfrage sowie die aufgestellten Forschungshypothesen und wird daher als eine empirische Studie bezeichnet (Döring & Bortz, 2016, S. 186). Die empirischen Daten werden dabei eigenständig erhoben und analysiert, wodurch eine Primäranalyse durchgeführt wird (Döring & Bortz, 2016, S. 191). Da es sich bei der vorliegenden Forschung um einen Untersuchungsbereich mit geringem Vorwissen respektive Kenntnisstand handelt, ist von einer explorativen Studie die Rede. Ziel dabei ist es, erste Einblicke in einen bestimmten Bereich zu erlangen (Stein, 2014, S. 136).

5.2 Population

Die Zielpopulation dieser Forschung entspricht allen Studierenden der ZHAW. Gemäss Hochschulesekretariat sind im Frühlingssemester 2022 13 376 Studierende innerhalb von acht verschiedenen Departementen immatrikuliert (N. Alder, persönliche Kommunikation, 3. Mai 2022). Dank eines vom Service Desk (ZHAW) zur Verfügung gestellten Forschungsverteilers, konnten alle Studierenden der ZHAW, die noch Teil dieser Verteilerliste sind, kontaktiert werden. Die Studierenden haben die Möglichkeit, sich eigenständig aus genanntem Verteiler auszutragen, was jedoch mit etwas Aufwand verbunden ist. Laut Informatikstelle der ZHAW (vgl. Anhang A) umfasst der Forschungsverteiler 12 285 Studierende (N = 12 285), die zur Teilnahme an der Umfrage kontaktiert werden konnten. Da somit nicht sämtliche Studierende der ZHAW die Möglichkeit erhielten, an der Umfrage teilzunehmen, ist die vorliegende empirische Studie nicht als Vollerhebung, sondern als Stichprobenerhebung (Teilerhebung) einzustufen (Döring & Bortz, 2016, S. 292).

5.3 Datenerhebungsmethode

Ein wesentlicher Bestandteil jeder empirischen Forschung bildet die Datenerhebung. Darunter versteht sich ein Zeitraum, in welchem systematisch Datenmaterial gesammelt wird (Döring & Bortz, 2016, S. 322). Es wird dabei unter einer quantitativen sowie einer qualitativen Forschungsrichtung unterschieden, die sich markant differenzieren (Gleitsmann & Suthaus, 2021, S. 92 ff.; Voss, 2020, S. 40 ff.). Um festgelegte Inhalte strukturiert zu messen und theoretisch abgeleitete Hypothesen zu überprüfen, eignet sich ein quantitativer Forschungsansatz, mit welchem Zusammenhänge möglichst exakt beschrieben werden können (Voss, 2020, S. 42). Zum Einsatz kommen vollstandardisierte Datenerhebungsinstrumente, um das Ziel einer theoretischen Weiterentwicklung zu verfolgen (Döring & Bortz, 2016, S. 184). Quantitative Untersuchungen umfassen Befragungen, Experimente oder Beobachtungen (Gleitsmann & Suthaus, 2021, S. 95).

Um in der für diese Forschung zur Verfügung stehenden Zeit möglichst viele Meinungen zu erhalten, stellt sich eine Befragung via Fragebogenmethode als geeignet dar. Diese Erhebungstechnik ermöglicht es, innert kurzer Zeit Antworten vieler Befragungspersonen zu zahlreichen Merkmalen zu sammeln, was für die Beantwortung der Forschungsfrage von Notwendigkeit ist (Döring & Bortz, 2016, S. 398). Der Fragebogen gilt als eine reaktive Methode, was bedeutet, dass sich die Befragungspersonen bewusst sind, an einer wissenschaftlichen Erhebung teilzunehmen (Döring & Bortz, 2016, S. 399).

5.3.1 Form des Fragebogens

Für die vorliegende Arbeit wurde ein vollstandardisierter Fragebogen beigezogen. Bei dieser Fragebogenform werden ausschliesslich geschlossene Fragen verwendet, was bedeutet, dass Fragen oder Items mit Antwortvorgaben deklariert sind und so die Fragen durch Ankreuzen oder das Angeben von Zahlenwerten ausgefüllt werden (Döring & Bortz, 2016, S. 399). Zur Verwendung kamen Mehrfachnennungen, Einzelnennungen als auch Rankingskalen und Slider. Um die Teilnehmenden kognitiv nicht zu stark zu beanspruchen, wurden bei Rankingskalen durchgehend 5-Stufen-Skalen vorgegeben. Dieses Format ist nicht nur angenehmer für die Teilnehmenden, sondern führt gleichzeitig auch zu einer besseren Datenqualität (Döring & Bortz, 2016, S. 410). Die Fragen, bei denen ein themabezogenes Vorwissen von Vorteil sein kann, wurden mit einer zusätzlichen Antwortmöglichkeit «weiss nicht» ergänzt. Sollte die Option «keine Äusserung» nicht als

Antwortmöglichkeit angegeben worden sein, wurde die Frage nicht als Pflichtfrage in den Katalog aufgenommen.

Die Befragungspersonen füllten den Fragebogen selbständig aus. Um in kürzester Zeit möglichst viele Studierenden zu erreichen, wurde der Modus eines elektronischen Fragebogens gewählt. Dadurch lag die Befragung digital vor und konnte entsprechend am Desktop-PC respektive Laptop oder auf einem Smartphone ausgefüllt werden (Döring & Bortz, 2016, S. 400).

5.3.2 Aufbau des Fragebogens

Der verwendete Fragebogen (vgl. Anhang B) wurde mit dem Schweizer Umfragetool Findmind erstellt und enthält, neben einem Willkommens- und Schlusstext, 19 unterschiedliche Fragestellungen. Aufgrund von Verzweigungen, die von den gegebenen Antworten abhängen, wurden von jedem einzelnen Teilnehmenden bei vollständiger Ausfüllung schlussendlich 15 Fragen beantwortet. Der Fragebogen wurde grob in vier Blöcke unterteilt. Der erste Block beinhaltete den Titel der Umfrage als auch ein kurzer Willkommens- respektive Instruktionstext. Dabei wird auf die Zielsetzung, die Dauer als auch auf die Forschungsethik (Anonymität, Vertraulichkeit) aufmerksam gemacht. Zur Kontaktaufnahme wurde explizit auf die E-Mail-Adresse der verantwortlichen Person respektive der Verfasserin aufmerksam gemacht. Der zweite Block umfasste jegliche inhaltlichen Fragestellungen. Um in die Thematik einzusteigen, wurde die persönliche Einstellung hinsichtlich des Klimawandels ausfindig gemacht. Anschliessend gingen die Fragestellungen expliziter auf das individuelle Wissen und die Meinung zu NET ein. Die gewählten Fragen richteten sich nach der Literatur und wurden bestmöglich an die Untersuchung angepasst. Der vierte Block diente der Angabe soziodemographischer Merkmale wie die politische Orientierung, das Geschlecht, das Alter und die Bildung. Beim Bildungsstand wurden Filterfragen integriert, womit sich die Folgefragen auf den entsprechenden Studiengang als auch Studienmodus anpassen. Dies soll Verwirrung mindern und den Komfort der Teilnehmenden erhöhen. Gemäss Kuckartz et al. (2009, S. 36) stehen soziodemographische Angaben am Ende eines Fragebogens, da sich diese Fragen auch bei gesunkener Aufmerksamkeit noch leicht beantworten lassen. Im letzten Block wurde für die Teilnahme an der Umfrage gedankt. Die E-Mail-Adresse der verantwortlichen Person war über alle Fragen hinweg sichtbar, wodurch bei Bedarf während der gesamten Umfrage per Klick sofort Kontakt aufgenommen werden konnte. Die Umfrage

wurde in den Landessprachen Deutsch, Französisch und Italienisch sowie Englisch publiziert. Als Standardsprache wurde Deutsch eingestellt.

5.3.3 Durchführung des Pretests

Um den Fragebogen vor der Hauptuntersuchung zu prüfen und zu optimieren, wurde die Umfrage einem sogenannten Pretest (Vortest) zur Fragebogenentwicklung unterzogen. Damit konnten im Vorfeld die Anwendbarkeit, Verständlichkeit und Qualität getestet und allfällige Probleme eruiert werden (Weichbold, 2014, S. 300).

Ein Pretest wurde von fünf Personen durchgeführt. Aufgrund deren Rückmeldung wurde beim Alter eine Angabe in Zahlenwerten der Auswahl von Altersgruppierungen vorgezogen. Auch wurde auf Wunsch eine zusätzliche Frage bezüglich Anreize der Finanzierung aufgenommen. Ein Feedback machte zudem auf eine nicht ausgeführte Aktualisierung aufmerksam und bei den Rankingskalen konnten sprachliche Formulierungen optimiert werden.

5.3.4 Durchführung der Umfrage

Der Fragebogen wurde via einen Forschungsverteiler per E-Mail an die Studierenden versandt. Eine erste Einladungsmail wurde am Vormittag des 19. April 2022 übermittelt. Die Einladungsmail erwähnte unter anderem Titel, Dauer, Forschungsethik, den Projektrahmen und von wem die Forschung durchgeführt wird. Nach einer Wartefrist von einer Woche erinnerte ein Reminder-E-Mail die Studierenden am Vormittag des 26. April 2022 nochmals an die Studie und das Ausfüllen der Umfrage. Der Reminder machte die Studierenden zudem darauf aufmerksam, dass der Fragebogen bis zum 29. April 2022 aufgeschaltet sein wird. Die beiden E-Mails wurden von der Leitung des Zentrums für Energie und Umwelt in Umlauf gebracht. Im Verlaufe des 30. April 2022 wurde der Link zur Umfrage deaktiviert.

5.3.5 Bewertung der Gütekriterien

Damit die Messergebnisse und die hergeleiteten Schlussfolgerungen wissenschaftlich verlässlich sind, müssen die drei Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität erfüllt werden (Berekoven et al., 2009, S. 80).

Ein Messvorgang entspricht den Kriterien der Objektivität, wenn die erforschten Ergebnisse unabhängig von der für die Befragung verantwortlichen Person zustande kommen. Abgesehen von einer Ausnahme entstand während der gesamten Durchführung keine soziale Interaktion zwischen den Teilnehmenden und der Verfasserin. Eine blinde Studierende erfragte eine telefonische Durchführung, weshalb es da ausnahmsweise zu Berührungspunkten kam. Der Fragebogen wurde im Generellen anonym ausgefüllt und mit standardisierten Items versehen. Aus diesen Gründen wird sowohl die Durchführungs-, als auch Auswertungs- und Interpretationsobjektivität als gegeben erachtet (Berekoven et al., 2009, S. 80).

Die Reliabilität orientiert über die formale Genauigkeit von Messwerten. Ein Messinstrument gilt dann als reliabel, wenn die Messwerte präzise und stabil sind. Bei wiederholender Messung sollten die Resultate daher reproduzierbar sein (Berekoven et al., 2009, S. 81). Da die vorliegende Forschung auf einem vollstandardisierten Fragebogen basiert, kann davon ausgegangen werden, dass das Gütekriterium Reliabilität erfüllt wurde.

Unter Validität wird die materielle Genauigkeit von Testresultaten verstanden (Berekoven et al., 2009, S. 81). Damit soll gemeint sein, dass das Messinstrument tatsächlich das misst, was gemäss Forschungsfrage gemessen werden soll (Raithel, 2008, S. 47). Das Gütekriterium Validität kann bejaht werden, da der zur Forschung beigezogene Fragebogen auf theoretischen und empirischen Grundlagen beruht und sich die Beobachtung durchgehend auf die Beantwortung der Forschungsfrage fokussiert.

5.3.6 Datenauswertung

Der erste Schritt der Datenauswertung umfasst die Datenaufbereitung (Echterhoff, 2010, S. 166). Die Resultate der Datenerhebung konnten via das Umfragetool Findmind in eine Datei von Microsoft Excel exportiert werden. Das Ziel einer Datenaufbereitung ist es, die Daten so zu gliedern, dass sie eine einwandfreie Analyse zur Beantwortung der Forschungsfrage ermöglichen (Echterhoff, 2010, S. 168). Dabei wurden diejenigen Teilnehmenden ausgeschlossen, die den Fragebogen nicht vollständig oder eindeutig nicht wahrheitsgetreu ausgefüllt haben. Zur Auswertung einer quantitativ-explorativen Studie werden deskriptivstatistische Verfahren eingesetzt, welche die erhobenen Daten mittels Grafiken, Tabellen oder Kennwerten aufzeigen (Döring & Bortz, 2016, S. 612). Aus diesem Grunde wurden die Antworten unter anderem anhand von Häufigkeitstabellen in

absoluter als auch in prozentualer Häufigkeit analysiert. Zur besseren Nachvollziehbarkeit kamen Kreis-, Säulen- und Balkendiagramme sowie der Boxplot zum Einsatz. Zur Berechnung der statistischen Kennzahlen wurde Microsoft Excel sowie die statistische Softwareplattform SPSS verwendet.

6 Ergebnisse der empirischen Untersuchung

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der quantitativen Beobachtung Schritt für Schritt analysiert. Im ersten Unterkapitel werden genauere Angaben zur erhobenen Stichprobe dargelegt. Unterkapitel 6.2 befasst sich danach mit der detaillierten Analyse der für die Forschungsfrage relevanten Aspekte, um im darauffolgenden Unterkapitel die Hypothesen entweder zu bestätigen oder zu verwerfen sowie die Forschungsfrage zu beantworten.

6.1 Angaben zur Stichprobe

An der quantitativen Umfrage haben insgesamt 467 Personen teilgenommen, wovon 307 Teilnehmende den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben. Die Abbruchquote beträgt daher 34.26 Prozent. Neben den 160 abgebrochenen Fragebogen wurden zusätzlich zwei Fragebogen aufgrund von unrealistischer Zeitdauer (Fragebogen in unter zwei Minuten ausgefüllt) und offensichtlich falschen Angaben (Alter von über 100 Jahren) nicht berücksichtigt. Die untersuchte Stichprobe umfasst daher 305 Personen ($n = 305$). Die effektiv untersuchte Stichprobe ($n = \text{Anzahl}$) kann jedoch von Frage zu Frage variieren, da eine Äusserung teilweise freiwillig war. Die nachfolgende Tabelle 1 fasst die deskriptive Statistik der soziodemographischen, nicht nominalskalierten Variablen der Stichprobe zusammen. Im Anschluss wird auf beide Variablen und weitere Angaben im Detail eingegangen.

Tabelle 1: Deskriptive Statistik soziodemographischer Variablen

	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Anzahl
Alter	27.01	6.847	19	60	301
Politische Orientierung	4.10	1.940	1	10	305

6.1.1 Geschlecht

Der Fragebogen wurde von insgesamt 181 weiblichen Teilnehmenden und 115 männlichen Teilnehmenden ausgefüllt. Zusätzlich sechs Personen identifizieren sich mit einem anderen / diversen Geschlecht und drei Teilnehmende wollten sich nicht zu ihrem Geschlecht äussern. Abbildung 4 veranschaulicht die Verteilung bildlich.

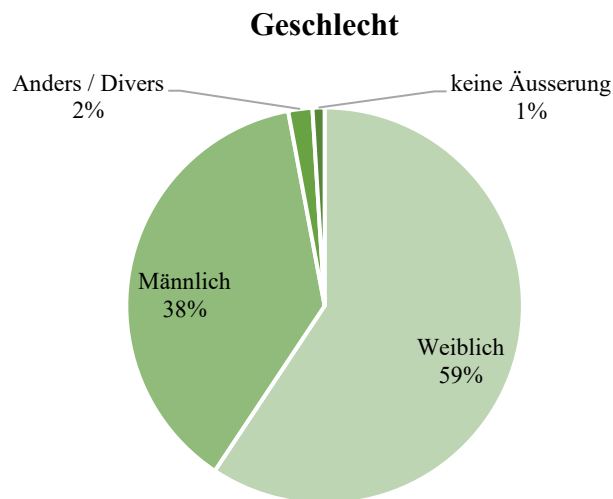


Abbildung 4: Geschlechterverteilung

6.1.2 Alter

Die an der Umfrage beteiligten Studierenden waren zwischen 19 und 60 Jahre alt, was eine Spannweite von 41 Jahren ergibt. Das durchschnittliche Altersjahr liegt dabei bei 27.01 Jahren. Einige Ausreisser verfälschen jedoch das arithmetische Mittel, denn 75 Prozent der Teilnehmenden gaben an, 28 Jahre oder jünger zu sein. Daher ist der Median von 25 Jahren ausschlaggebender, was wiederum bedeutet, dass die Hälfte der Studierenden 25 Jahre und jünger waren. Zum Zeitpunkt der Umfrage gaben die meisten Studierenden an, 24 Jahre alt zu sein (Modus = 24). Die Abbildung 5 wiedergibt die statistischen Zahlen grafisch in einem Boxplot.

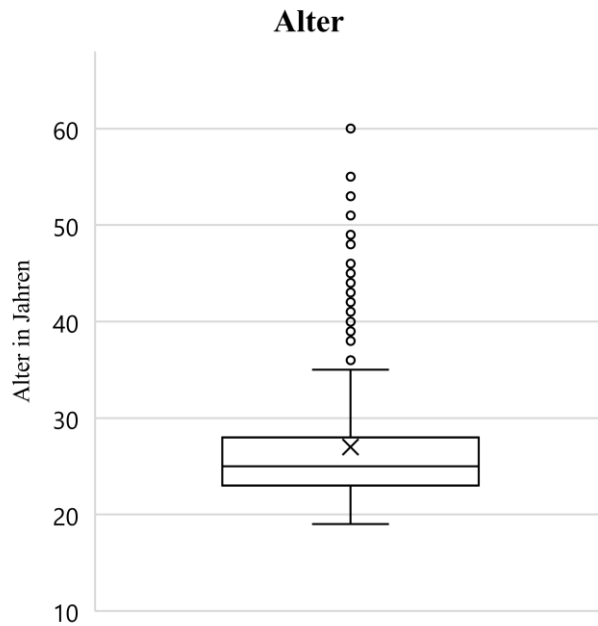


Abbildung 5: Boxplot Altersverteilung

6.1.3 Bildung

Die anteilmässige Verteilung des höchsten Bildungsabschlusses der teilnehmenden Studierenden präsentiert die nachfolgende Tabelle 2. Zwei Drittel (66.6 Prozent) der Studierenden können als höchsten Bildungsabschluss eine Maturität vorweisen. Weiters absolvierten knapp über 20 Prozent der befragten Personen einen Bachelor. Vereinzelt können auch eine höhere Fachschule, eidgenössische Fachausweise und Diplome, ein Doktorat oder ausländische Diplome vorgewiesen werden.

Tabelle 2: Höchster Bildungsabschluss

Höchster Bildungsabschluss		
	Anzahl	Prozent
Gymnasiale Maturität / Berufsmaturität / Fachmaturität	203	66.6
Höhere Fachschule (HF)	7	2.3
Eidgenössischer Fachausweis (Berufsprüfung BP)	7	2.3
Eidgenössisches Diplom (höhere Fachprüfung HFP)	3	1.0
Bachelor	69	22.6
Master	11	3.6
Doktorat (PhD)	1	0.3
Ausländisches Diplom	4	1.3
Total	305	100

Zudem kann in Abbildung 6 dargelegt werden, dass von den Teilnehmenden zum Zeitpunkt der Umfrage 81 Prozent in einem Bachelorstudiengang und 19 Prozent in einem Masterstudiengang eingeschrieben waren.

Angestrebter Bildungsabschluss

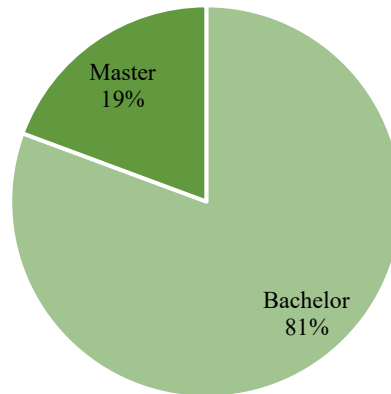


Abbildung 6: Angestrebter Bildungsabschluss

Die Tabelle 3 zeigt dabei auf, welchem Departement innerhalb der ZHAW die Studierenden zugehörig sind. Knapp ein Drittel der befragten Studierenden studiert im grössten Departement der ZHAW, der School of Management and Law. Es sind alle acht Departemente der ZHAW in der Umfrage vertreten.

Tabelle 3: Verteilung der Departemente ZHAW

Zugehöriges Departement	Anzahl	Prozent
Departement Angewandte Linguistik	36	11.8
Departement Angewandte Psychologie	29	9.5
Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen	7	2.3
Departement Gesundheit	40	13.1
Departement Life Sciences und Facility Management	57	18.7
School of Engineering	32	10.5
School of Management and Law	87	28.5
Departement Soziale Arbeit	14	4.6
Anderes	3	1.0
Total	305	100

6.1.4 Politische Orientierung

Die politische Orientierung der befragten Studierenden kann anhand der Abbildung 7 als eher links-orientiert zusammengefasst werden. So identifizierten sich 22 Prozent der Teilnehmenden auf einer politischen Skala, die von 1 gleich politisch links bis 10 gleich politisch rechts verläuft, mit der Position vier. Nur eine Person gab an, sich politisch am rechten Ende zu befinden. Das arithmetische Mittel befindet sich an Position 4.10 und der Median lautet vier.

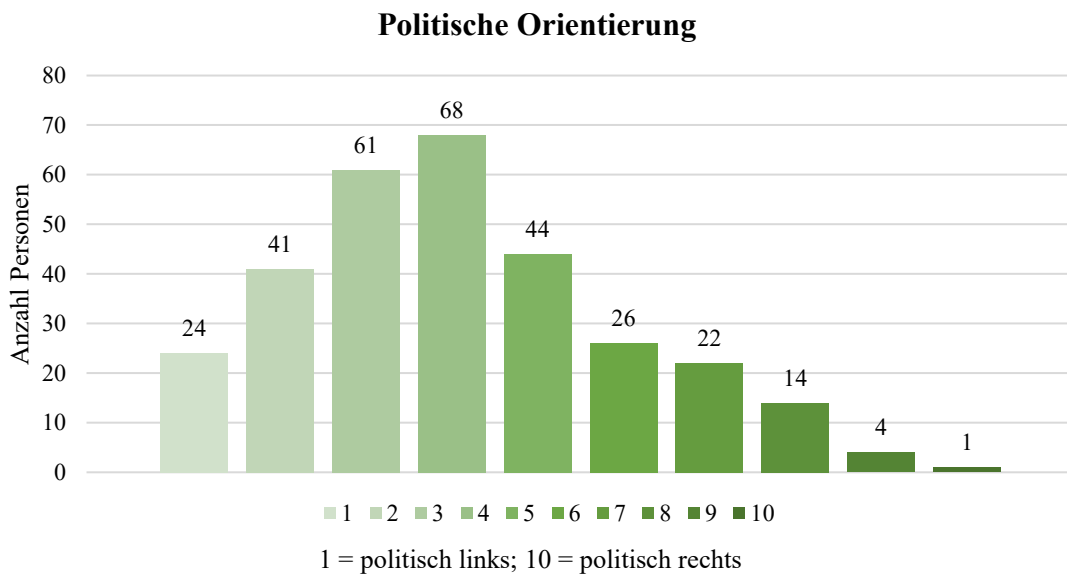


Abbildung 7: Politische Orientierung

6.2 Ergebnisse und Analyse

Das primäre Interesse dieser Arbeit liegt darin, die Wahrnehmung von NET in der Schweiz zu erforschen und die beeinflussenden Faktoren zu eruieren. Nachfolgend werden unterschiedliche Erkenntnisse der durchgeführten Umfrage analysiert und interpretiert. Dabei wird als erstes über die generelle Einstellung zum Klimawandel berichtet. Zweitens wird auf die von den Teilnehmenden eingeschätzten Kenntnisse der NET sowie auf die Bekanntheit jeder untersuchten Technologie eingegangen. Der dritte Teil untersucht die Unterstützung von FE als auch die Unterstützung des Einsatzes der NET. Schliesslich wird das Vertrauen der betroffenen Akteure analysiert.

Urteile über NET sind schwierig, da Risiko-Risiko-Abwägungen und Unsicherheiten miteinhergehen. Aus diesem Grund konnten die Teilnehmenden die Kategorie «weiss nicht» wählen, wenn sie nicht wussten, wie sie die Fragen zur Forschung, zum Einsatz oder bezüglich der Anreize von NET beantworten sollten. Eine Angabe von «weiss nicht»

dient als Indikator für Unsicherheit (Merk et al., 2019a, S. 236). Die folgende Tabelle 4 weist die deskriptive Statistik des Datensatzes aus und zeigt daher für die Analyse bedeutende Daten, auf welche in den folgenden Unterkapiteln detailliert eingegangen wird.

Tabelle 4: Deskriptive Statistik inhaltliche Analyse

	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Anzahl
Einstellung Klimawandel	3.99	0.912	1	5	305
Kenntnisse über NET	3.34	1.024	1	5	305
Bekanntheit von NET	2.51	2.389	1	7	305
Unterstützung FE	2.96	1.240	1	5	293
Unterstützung Einsatz	3.00	1.273	1	5	294
Vertrauen	3.47	0.544	1	4	305

6.2.1 Einstellung zum Klimawandel

Die befragten Studierenden hatten zu allen in Tabelle 5 aufgelisteten Aussagen die Auswahl zwischen 1 = *Trifft für mich überhaupt nicht* zu bis hin zu 5 = *Trifft für mich voll und ganz zu*. Die durchschnittliche Einstellung zum Klimawandel kann über alle Aussagen hinweg gemäss des in Tabelle 4 dargelegten Mittelwertes von 3.99 als eher besorgniserregend gedeutet werden. Die Tabelle 5 gibt dabei zusätzlich den Mittelwert je einzelner Aussage wieder. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass die Thematik rund um den Klimaschutz zukünftig als wichtig erachtet wird und sich die befragten Personen mit dem Thema auseinandersetzen. Obwohl sich die Studierenden besorgt äussern, erhält die effektive Bekämpfung des Klimawandels weniger an Signifikanz.

Erweiterte Angaben zur Verteilung als auch zur deskriptiven Statistik sind im Anhang C und Anhang D zu finden.

Tabelle 5: Mittelwerte Einstellung Klimawandel

Aussage	Mittelwert
Für mich ist Klimaschutz wichtig für unsere Zukunft.	4.52
Ich weiss, was Klimawandel bedeutet.	4.49
Aus meiner Perspektive lässt sich der Klimawandel schon hier in der Schweiz spüren.	4.13
Aus meiner Perspektive ist Klimawandel ein natürlicher Vorgang, bei welchem die Menschheit nichts dagegen tun kann (wie bspw. während der Eiszeit).	1.89
Ich mache mir Sorgen über die momentane Situation des Klimas.	4.00
Ich mache mir Sorgen über globale Auswirkungen des Klimawandels.	4.24

Aussage	Mittelwert
Aus meiner Perspektive wird das Thema Klimawandel von den Medien übertrieben dargestellt, in Wirklichkeit ist es gar nicht so schlimm.	1.71
Für mich sind die jüngsten globalen Umweltkatastrophen auf den Klimawandel zurückzuführen.	3.67
Ich bin über die Schweizer Umweltpolitik informiert.	3.16
Ich beschäftige mich mit der Bekämpfung des Klimawandels.	3.32

6.2.2 Kenntnisse über Negativemissionstechnologien

Wie aus den eingegangenen Antworten in Abbildung 8 hervorgeht, werden die Kenntnisse über NET als gering eingeschätzt. Prozentual ausgedrückt wissen 41 Prozent der befragten Personen nur wenig über NET, 22 Prozent haben von NET gehört, wissen jedoch fast nichts darüber, 18 Prozent wissen einiges und 17 Prozent haben noch nie von NET gehört. Nur 2 Prozent gaben an, viel über NET zu wissen. Der Mittelwert auf einer Skala von 1 = *Ich weiss sehr viel über Negativemissionsansätzen* bis 5 = *Ich habe noch nie von Negativemissionsansätzen gehört* liegt gemäss Tabelle 4 bei 3.34. Daraus lässt sich schliessen, dass die Mehrheit der Teilnehmenden nur wenig über NET wissen respektive von NET zwar gehört haben, aber fast nichts darüber wissen. Abbildung 8 widerspiegelt die Verteilung zur besseren Veranschaulichung grafisch.

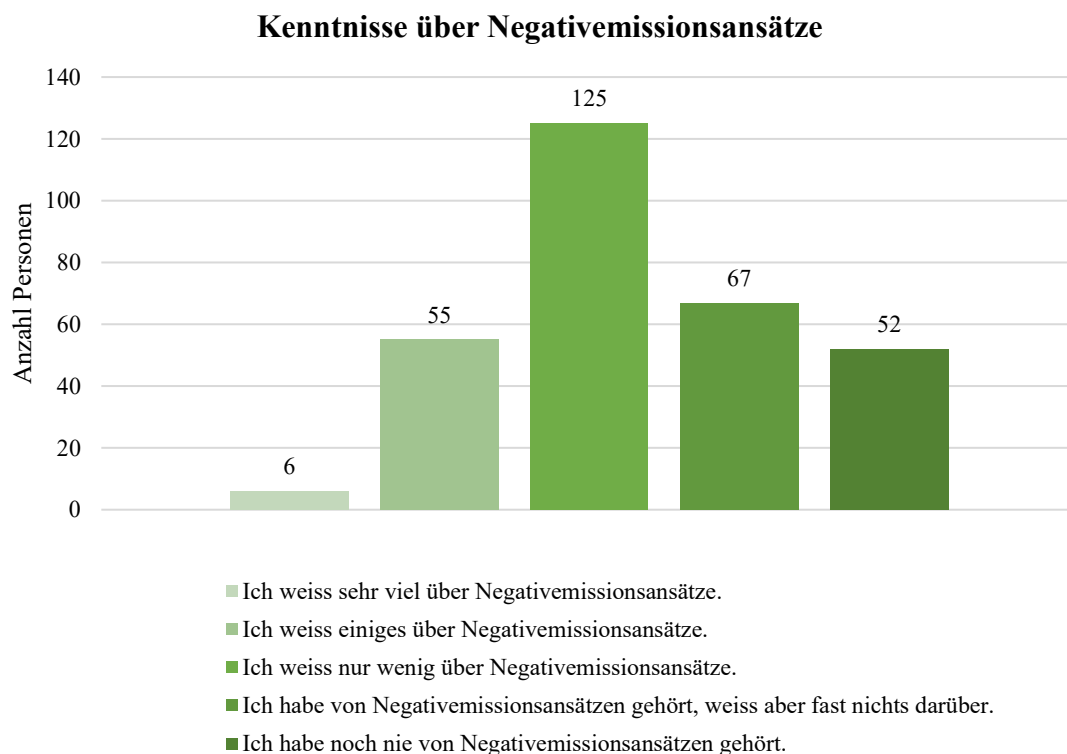


Abbildung 8: Kenntnisse über Negativemissionsansätze

Trotz vermehrter Angabe von wenig bis keine Kenntnisse über NET, gaben im Anschluss nur 23 Personen an, keine der aufgelisteten NET zu kennen. Gemäss der Tabelle 4 kennen die Teilnehmenden im Durchschnitt 2.51 der betroffenen Technologien. Dabei gaben insgesamt 86.9 Prozent respektive 265 Personen an, den Negativemissionsansatz Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung zu kennen, wodurch dieser als bekanntester Ansatz geltend gemacht werden kann. An zweiter Stelle kommt mit 44.9 Prozent die Bindung von Kohlenstoff im Boden (Bodenmanagement). Hingegen sind andere NET wie beispielsweise beschleunigte Verwitterungsprozesse eher unbekannt. Weitere Details sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Bekanntheit der Negativemissionsansätze (n = 305)

Bekanntheit der Negativemissionsansätze		
	Anzahl	Prozent
Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung	265	86.9
Langfristige Holznutzung, z. B. Bindung von Kohlenstoff im Holzbau	117	38.4
Bindung von Kohlenstoff im Boden (Bodenmanagement)	137	44.9
Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle	48	15.7
Verbrennung von Biomasse mit CO ₂ -Abscheidung und Speicherung (BECCS)	64	21
Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS)	119	39
Beschleunigte Verwitterungsprozesse (via Zement)	15	4.9
Keine der obgenannten Negativemissionsansätze sind mir bekannt.	23	7.5

6.2.3 Unterstützung von Negativemissionstechnologien

Bei der Unterstützung von FE als auch beim Einsatz von NET ist erkennbar, dass die Unsicherheit der befragten Personen eher hoch ist. Diese Unsicherheit bei der Unterstützung lässt sich teils auch durch die in Unterkapitel 6.2.2 thematisierte mangelnde Bekanntheit begründen. So wurde bei den Fragen zur Unterstützung von FE im Durchschnitt 92 Mal die Antwort «weiss nicht» gewählt, bei der Unterstützung des Einsatzes sind es deren 89 Mal. Neben «weiss nicht» konnten die Teilnehmenden von 1 = *stark ablehnen* bis 5 = *stark unterstützen* auswählen. Die «weiss nicht»-Antworten wurden als Nullwert in die Berechnung des gesamten Mittelwertes miteinbezogen. Die beiden Mittelwerte zur Unterstützung in Tabelle 4 zeigen auf, dass die Unterstützung des Einsatzes im Allgemeinen knapp höher liegt als diese der FE. Diese Erkenntnis trifft jedoch nicht auf jede individuelle Technologie zu. So ist die durchschnittliche Unterstützung von FE bei dem

Bodenmanagement sowie bei DACCS höher als die Unterstützung deren Einsatzes. Abbildung 9 zeigt ein Beispiel mit ausgeprägten Unterschieden. Generell sind die Differenzen jedoch minim. Die grösste Unterstützung erhielt in beiden Bereichen die Aufforstung, wohingegen die kleinste Unterstützung in beiden Bereichen die beschleunigten Verwitterungsprozesse trifft. Im Anhang befinden sich weitere detaillierte Analysen zu den unterschiedlichen Unterstützungsgraden. So werden im Anhang E weitere bildliche Darstellungen veranschaulicht. Der Anhang F zeigt die Häufigkeitstabelle zur Unterstützung der FE, der Anhang H zeigt diese bezüglich des Einsatzes. Eine deskriptive Statistik zur FE legt Anhang G dar, wohingegen der Anhang I auf die deskriptive Statistik des Einsatzes eingeht.

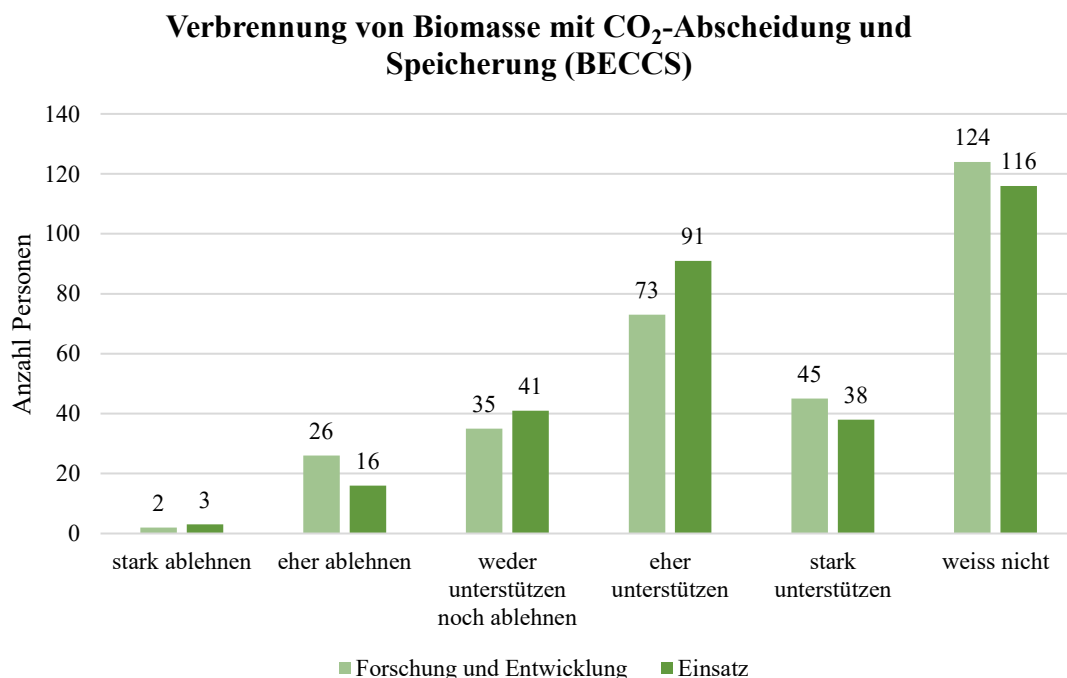


Abbildung 9: Unterschiede Unterstützung BECCS

Im Anhang J befindet sich zudem eine weitere Häufigkeitstabelle, welche auf verschiedene Anreize bezüglich der Finanzierung von NET eingeht. Im Durchschnitt erhielten dabei die Regulierungen in der Forstwirtschaft (z. B. Mindestziele der Wiederaufforstung) das grösste Interesse.

6.2.4 Vertrauen

Das Vertrauen in betroffene Akteure rund um das Thema Klimaschutz, wozu Regierungsorgane / amtliche Behörden, Non-Profit-Organisationen, die Wissenschaft und Forschung sowie die Industrie im Bereich Klimatechnologie gehören, erfährt markante Unterschiede. Der Grad des Vertrauens konnte auf einer Skala von 1 = *kein Vertrauen* bis 5 = *hohes Vertrauen* geltend gemacht werden. Der Wissenschaft und Forschung werden dabei mit 32.8 Prozent am meisten an hohem Vertrauen entgegengebracht. Non-Profit-Organisationen erhielten 13 Prozent, die Industrie 5 Prozent und die Regierungsorgane lediglich 1.6 Prozent an hohem Vertrauen. Abbildung 10 zeigt die Mittelwerte der jeweiligen Akteure grafisch auf. Die Teilnehmenden waren sich hinsichtlich des Vertrauens in die Akteure Industrie sowie Regierungsorgane / amtliche Behörden grösstenteils uneinig. Über 40 Prozent wählten bei diesen Akteuren die Option «teils-teils». Das Mittel des Vertrauens über alle Akteure hinweg wird in der Tabelle 4 mit 3.47 wiedergegeben, wodurch das gesamte Vertrauen der betroffenen Akteure in Richtung «eher hohes Vertrauen» interpretiert werden kann. Der Anhang K umfasst eine Häufigkeitstabelle mit ausführlicheren Angaben.

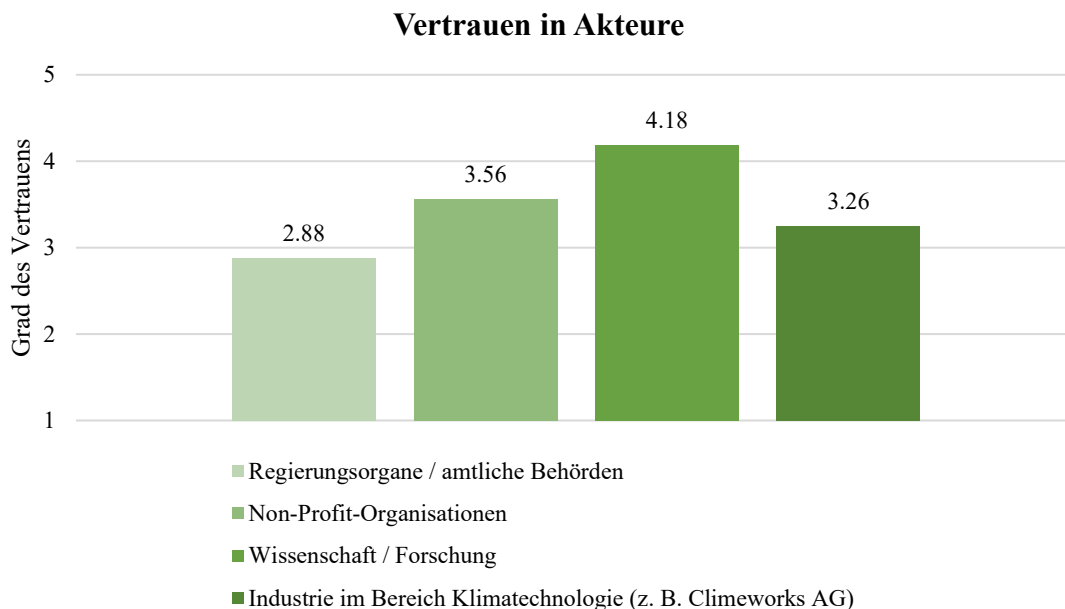


Abbildung 10: Vertrauen in Akteure

6.3 Hypothesen und Forschungsfragen

Nachfolgendes Unterkapitel wendet sich der Beantwortung der in Unterkapitel 4.2 aufgestellten Hypothesen (H1-H7) sowie der anschliessenden Beantwortung der dieser Arbeit zugrundeliegenden Forschungsfrage. Um zu testen, ob die Wahrnehmung von NET von verschiedenen Faktoren abhängig ist, wurden sowohl Korrelationen berechnet und t-Tests durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde 0.05 gewählt.

6.3.1 Auswertung der Hypothesen

H1: Die Ergebnisse der empirischen Forschung stellen fest, dass zwischen der generellen Sorge hinsichtlich des Klimawandels und der Unterstützung des Einsatzes von NET weder eine hohe noch eine signifikante Korrelation besteht. Dies aufgrund der Tatsache, dass der Korrelationskoeffizient (r) von $0.095 < 0.5$ ist und der p-Wert (p), zur Identifizierung des Signifikanzwertes, von $0.105 > 0.05$. H1 kann daher nicht bestätigt werden und wird verworfen.

H2: Durch die Beobachtung der Stichprobe ist zu erkennen, dass mittels $r = 0.244 < 0.5$ eine geringe Korrelation zwischen den Kenntnissen der NET und der Unterstützung der NET besteht. Dieser schwache Zusammenhang ist jedoch sogar auf dem Niveau von 0.01 mit $p = 0.000023$ signifikant. Nichtsdestotrotz wird H2 verworfen, da keine starke Korrelation ersichtlich ist.

H3: Um H3 zu beantworten, prüft der t-Test die Unterschiede zwischen den Mittelwerten zur Unterstützung der FE sowie deren bezüglich des Einsatzes einer Technologie. «Weiss nicht»-Antworten wurden dabei mit Nullwerten miteinberechnet. Es lässt sich herauslesen, dass kein grosser Unterschied zwischen FE (Mittelwert (M) = 4.426) und dem Einsatz ($M = 4.432$) bei der Aufforstung besteht respektive der Mittelwert der Forschung sogar minim grösser ist als jener der FE ($t(304) = -0.106$). Da $p = 0.458 > 0.05$, besteht kein signifikanter Unterschied und H3 wird bezüglich der Aufforstung verworfen.

Der t-Test zwischen der Unterstützung von FE ($M = 3.41$) und des Einsatzes ($M = 3.42$) bei der langfristigen Holznutzung kommt auf einen Wert von $t(304) = -0.122$ und $p = 0.451 > 0.05$. H3 muss für die langfristige Holznutzung verworfen werden.

Bei der Bindung von Kohlenstoff im Boden kann aufgrund von $p = 7.025E-5 < 0.05$ ein signifikanter Unterschied bemerkbar gemacht werden. Da $t(304) = -3.856$ und somit negativ ist, verläuft der signifikante Unterschied in die entgegengesetzte Richtung wie durch H3 aufgestellt wurde. Die Unterstützung des Einsatzes ($M = 3.423$) ist grösser als diese für FE ($M = 3.069$). H3 muss für die Bindung von Kohlenstoff im Boden verworfen werden.

Der Unterschied der Unterstützung von FE ($M = 2.357$) und des Einsatzes ($M = 2.354$) bei der Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle ist klein ($t(304) = 0.039$). Da $p = 0.485 > 0.05$ resultiert keine Signifikanz. H3 wird auch bei dieser Technologie verworfen.

H3 muss sowohl bei BECCS ($M_{FE} = 2.216$, $M_{Einsatz} = 2.33$, $t(304) = -1.325$, $p = 0.093 > 0.05$) als auch bei DACCS ($M_{FE} = 2.757$, $M_{Einsatz} = 2.748$, $t(304) = 0.135$, $p = 0.446 > 0.05$) verworfen werden.

Die Technologie der beschleunigten Verwitterungsprozesse kommt auf ein $p = 0.021 < 0.05$ und es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen FE ($M = 1.692$) und Einsatz ($M = 1.872$). Da $t(304) = -2.034$ und daher im Minus liegt, ist die Unterstützung des Einsatzes höher als jene der FE. H3 wird demzufolge verworfen.

H4: Eine hohe Korrelation zwischen dem Vertrauen in die beteiligten Akteure und einer Unterstützung von NET kann aufgrund des Wertes $r = 0.069 < 0.5$ ausgeschlossen werden. Die schwache Korrelation ist nicht signifikant, da $p = 0.238 > 0.05$. H4 wird deshalb verworfen.

H5: Hinsichtlich der Bildung können keine signifikanten Unterschiede der Unterstützung von NET zwischen Studierenden eines Bachelorstudiengangs ($M = 2.940$) oder jenen eines Masterstudiengangs ($M = 3.239$) beobachtet werden. Obwohl die Unterstützung mit längerem Bildungsweg zwar höher ist, besteht keine Signifikanz da $p = 0.109 > 0.05$. Der t-Wert beträgt dabei -1.609 . Ebenfalls keine hohe Korrelation besteht zwischen der Anzahl Semester mit der Unterstützung von NET. Die Korrelation bezüglich Anzahl Semester im Bachelorstudium weist Werte von $r = 0.033 < 0.5$ und $p = 0.610 > 0.05$ auf. Zwischen der Anzahl Semester im Masterstudium sowie der Unterstützung von NET ist eine

negative Korrelation erkennbar ($r = -0.036$). Dies bedeutet, dass zu Beginn eines Masterstudiums eine gering höhere Korrelation feststellbar ist als gegen Ende der Ausbildung. Der Zusammenhang ist jedoch geringfügig und nicht signifikant ($p = 0.787 > 0.05$). Da weder starke Korrelationen noch Signifikanzen aufgezeigt werden können, wird H5 verworfen.

H6: Bei der empirischen Untersuchung von der Unterstützung von NET zwischen Frauen ($M = 2.780$) und Männern ($M = 3.283$) wurde erkennbar, dass signifikante Unterschiede bestehen. Dabei konnte der t-Wert von -3.465 und $p = 6.37E-4 < 0.05$ eruiert werden. Als Folge der hergeleiteten Signifikanz kann H6 bestätigt werden, da Männer NET signifikant stärker unterstützen als Frauen.

H7: Zwischen der politischen Orientierung sowie der Unterstützung von NET kann keine hohe Korrelation festgestellt werden. Die Testung ergibt $r = -0.007 < 0.5$ und $p = 0.906 > 0.05$. Folglich wird H7 verworfen.

6.3.2 Beantwortung der forschungsleitenden Fragen

Auf Basis der gewonnenen Daten ist ersichtlich, dass sowohl die Bekanntheit als auch die Kenntnisse von NET eher gering einzuschätzen sind. Lediglich ein Fünftel der befragten Personen gab an, einiges bis viel über NET zu wissen, wohingegen knapp ein weiterer Fünftel noch nie von NET gehört hat. Die restlichen Teilnehmenden stufen ihr vorhandenes Wissen über die befragten Technologien von gering bis fast gar nichts ein. Den herausragendsten Bekanntheitsgrad der unterschiedlichen Technologien erreichten die Aufforstung, Wiederaufforstung und die Waldbewirtschaftung. 86.9 Prozent gaben an, diesen Negativemissionsansatz zu kennen. Keine weitere Technologie vermochte annähernd so stark wahrgenommen zu werden. Sechs von sieben untersuchten NET wurden von der Mehrheit der Teilnehmenden als unbekannt definiert. 7.5 Prozent gaben an, keine einzige Technologie zu kennen. Zusammenfassend kann das gemäss Forschungsfrage untersuchte Mass an Wahrnehmung von NET in der Schweiz als klein eingeordnet werden. Die quantitative Analyse macht erkennbar, dass die Ansätze für eine Steigerung negativer Emissionen in der Öffentlichkeit eher unbekannt und die subjektiven Kenntnisse gering sind. Trotz eher niedrigem Wissensstand hinsichtlich NET ist eine verbreitete

Unterstützung für FE als auch für deren Einsatz wahrnehmbar, bei grösstenteils unbekanntem Technologien zeigt sich jedoch eine auffallend starke Unsicherheit. Aus der Beobachtung lässt sich ausserdem herauslesen, dass sich die Teilnehmenden zwar Sorgen um die momentane Klimasituation machen, die tatsächliche Bekämpfung jedoch an Priorität verliert. Dies führt als Antwort auf T1 dazu, dass nicht nur die Kenntnisse, sondern auch das Interesse in Technologien zur Bekämpfung des Klimawandels noch nicht ausgeschöpft sind. Eine akribische Durchleuchtung der Fragebogen kommt zudem zum Schluss, dass die öffentliche Wahrnehmung nicht von expliziten Einflussfaktoren bestimmt wird. Es konnte einzig festgestellt werden, dass männliche Personen den Einsatz von NET signifikant stärker unterstützen als weibliche Personen. Daher kann T2 damit beantwortet werden, dass einzig der soziodemographische Faktor Geschlecht die öffentliche Wahrnehmung von NET in der Schweiz beeinflusst.

7 Diskussion

Der Einsatz von NET in den kommenden Jahrzehnten gilt als sehr wahrscheinlich, um die globalen Klimaziele zu erreichen und die Folgen des Klimawandels zu bekämpfen (Clarke et al., 2014; IPCC, 2018, S. 19). Die öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz gehören dabei zur wesentlichen Voraussetzung für die breite Einführung dieser Technologien und sollten daher berücksichtigt und diskutiert werden (Colvin et al., 2020, S. 26; Cummings et al., 2017, S. 248). Die vorliegende Studie untersuchte die Wahrnehmung von sieben verschiedenen NET, indem unter anderem das Ausmass deren Unterstützung in der Schweiz ermittelt wurde. Ausserdem wurde analysiert, ob bestimmte Faktoren die Wahrnehmung der Öffentlichkeit beeinflussen. Vergangene Forschungen bezogen sich dabei hauptsächlich auf Geoengineering im Generellen oder konzentrierten sich spezifisch auf die SRM-Technik (Wolske et al., 2019, S. 346). Da die Beobachtung der öffentlichen Wahrnehmung mit Fokus auf NET in der Schweiz als unerforscht gilt, konnten bisherige Forschungen mit der in dieser Arbeit durchgeführten Analyse erweitert werden. Die Untersuchung richtete sich nach NET, welche aufgrund der hiesigen Gegebenheiten einsetzbar sind oder wären, darunter die Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung, die langfristige Holznutzung, die Bindung von Kohlenstoff im Boden, die Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle, BECCS, DACCS sowie die beschleunigten Verwitterungsprozesse.

Im Einklang mit der vergangenen Forschung von Wenger et al. (2020, S. 13) kann im Allgemeinen keine starke Opposition gegen NET festgestellt werden. Wie erwartet, zeigte sich beim Negativemissionsansatz Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung der höchste Grad an Akzeptanz und Unterstützung, wodurch die Beobachtungen von Braun et al. (2018, S. 475), Gregory et al. (2016, S. 563), Jobin und Siegrist (2020, S. 1064) sowie Wenger et al. (2020, S. 12) bestätigt werden können. Es gilt jedoch darauf hinzuweisen, dass die Unentschlossenheit bei der Unterstützung aller weiteren untersuchten Technologien hoch war. Bei der belegten Unsicherheit in der Schweizer Öffentlichkeit ist eine Kongruenz zur Forschung von Merk et al. (2019b, S. 352) und Pidgeon und Spence (2017, S. 2 ff.) festzustellen, welche behaupten, dass eine hohe allgemeine Unkenntnis hinsichtlich NET zu Schwierigkeiten bei den Teilnehmenden geführt haben könnte, ob die Technologien unterstützt werden sollten oder nicht. Zusätzlich kann der Aussage von Merk et al. (2019b, S. 354) zugestimmt werden, welche besagt, dass die Meinung der Öffentlichkeit grösstenteils unklar ist, da kaum jemand über die

Methoden informiert ist. Nichtsdestotrotz führte das geringe Wissen nicht automatisch zu einer Ablehnung, was bereits Pidgeon et al. (2012, S. 4179) bestätigen konnte.

Bisherige Studien kamen zu der Erkenntnis, dass die öffentliche Unterstützung für FE höher ist als die Unterstützung für den Einsatz von NET (Jobin & Siegrist, 2020, S. 1064; Merk et al., 2019b, S. 353; Pidgeon & Spence, 2017, S. 5; Scheer and Renn, 2014, S. 307). Die Resultate der vorliegenden Forschung sind hinsichtlich dieser Behauptung inkongruent, da im Durchschnitt dem Einsatz von NET eine leicht höhere Unterstützung entgegengebracht wird als für deren FE. Die Unterstützung der FE ist nur bei der Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle leicht stärker als die des Einsatzes. Da die gewonnenen Resultate jedoch nicht als signifikant angesehen werden können, müssen die Erkenntnisse als reiner Zufall gedeutet werden. Die Unterstützung des Einsatzes von Kohlenstoffbindung im Boden als auch der Einsatz von Pflanzenkohle kann jedoch als signifikant stärker belegt werden als deren FE, wodurch die aufgestellte Vermutung widerlegt wird. Hingegen muss in Betracht gezogen werden, dass die Erkenntnisse weder als repräsentativ noch als generalisierbar betitelt werden können und daher nur auf die untersuchte Stichprobe zutreffen.

Der Literatur zufolge wird die öffentliche Wahrnehmung von NET massgebend von diversen Faktoren beeinflusst (Pidgeon et al., 2012, S. 4177). So kamen unter anderen Jobin und Siegrist (2020, S. 1066) oder Carlisle et al. (2020, S. 314) zu der Erkenntnis, dass die Sorge um den Klimawandel signifikant positiv mit der Unterstützung von NET korreliert. Wiederum andere Forschende zeigten auf, dass subjektive Kenntnisse, das Vertrauen in betroffene Institutionen oder soziodemographische Faktoren einen Einfluss auf die Wahrnehmung von NET haben (Campbell & Kay, 2014, S. 813; McCright & Dunlap, 2011, S. 175 ff.; Merk et al., 2015, S. 310; Pidgeon et al., 2012, S. 4188; Siegrist, 2000, S. 196). Übereinstimmend mit der Literatur wird das grösste Vertrauen der Wissenschaft und Forschung entgegengebracht (Cummings et al., 2017, S. 259). Ungeachtet dessen konnte der Grossteil der aufgestellten Behauptungen andererseits mit der diskutierten Arbeit nicht bestätigt werden. Ausschliesslich bei der bisherigen Feststellung einer Korrelation zwischen dem Geschlecht und der Unterstützung von NET wird auf Konformität gestossen. So können signifikante Unterschiede bei der Unterstützung zwischen Männern und Frauen dargelegt werden. Die Aussage von Pidgeon et al. (2012, S. 4187), dass im Allgemeinen die Unterstützung durch Männer stärker ist als durch Frauen, wird untermauert. Ansonsten konnten bei den untersuchten Faktoren nur äusserst schwache Korrelationen,

welche nicht als signifikant gewertet werden können, eruiert werden. Demzufolge wurde die Wahrnehmung von NET in der untersuchten Stichprobe nicht durch explizite Faktoren beeinflusst.

8 Konklusion

Die vorliegende Arbeit untersuchte die öffentliche Wahrnehmung von NET in der Schweiz und eruierte beeinflussende Faktoren. Dazu wurde eine quantitative Forschungsmethode gewählt, um in kurzer Zeit möglichst viele Meinungen analysieren zu können. Demnach liefert die dargelegte Studie als eine der ersten Forschungen empirische Aussagen hinsichtlich der Wahrnehmung in der Schweizer Öffentlichkeit mit dem Fokus auf NET.

8.1 Implikationen

Angesichts der angespannten Klimasituation und den vereinbarten, strategischen Zielsetzungen, bis ins Jahr 2050 klimaneutral zu sein, zeugt es von Dringlichkeit, sich mit der Bekämpfung des Klimawandels auseinanderzusetzen. Da das «Netto-Null-Ziel» mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht ohne technische Hilfe, wie der Unterstützung durch NET, erreicht werden kann, steigt die Signifikanz umso mehr, sich mit eben genannten Technologien vermehrt zu befassen. Im Fokus soll dabei die Sensibilisierung der Bevölkerung stehen, um eine erstrebenswerte Debatte zu lancieren. Es gilt, die Entwicklung der Schweizer Klimastrategie mit der Gewichtung auf einem raschen Einsatz und Ausbau von Negativemissionen gemeinsam nachhaltig zu gestalten. Vor dem Hintergrund der aus dieser Arbeit hervorgehenden empirischen Erkenntnissen zur Wahrnehmung von NET besteht Steigerungspotenzial hinsichtlich der Vermittlung von Informationen und der Einbeziehung der breiten Öffentlichkeit in die Thematik von neuartigen, zukünftig relevanten Technologien. Es besteht enormer Handlungsbedarf, damit nationale als auch globale Klimaziele innerhalb der nächsten 30 Jahre erreicht werden können. Die Unkenntnisse der Bevölkerung müssen je länger je mehr minimiert werden, um zielführende Diskussionen und eine rasche Entwicklung zu begünstigen. Zur Verbreitung von essenziellen Informationen kann dabei vermehrt auf die Wissenschaft und Forschung zurückgegriffen werden, denen die Schweizer Bevölkerung ein hohes Vertrauen entgegenbringt, was wiederum als bedeutende Determinante für Akzeptanz angesehen wird. Neben der Weitergabe von Wissen sollen zusätzlich auch Rahmenbedingungen für den erforderlichen Ausbau von NET geprüft werden, mit der Intention, die Klimaziele möglichst ressourceneffizient zu erfüllen.

8.2 Limitationen

Die Aussagekraft der durchgeführten quantitativen Umfrage ist eingeschränkt, weshalb von einer nicht-repräsentativen empirischen Forschung die Rede ist. So untersucht die explorative Studie lediglich Studierende der in der Deutschschweiz ansässigen ZHAW. Dabei konnten nur Studierende berücksichtigt werden, die im verwendeten Forschungsverteiler eingetragen waren. Weiter sind keine umfassenden Angaben zur Grundgesamtheit bekannt, was die Repräsentativität der gezogenen Stichprobe zusätzlich einschränkt. Hinzu kommt, dass die Rücklaufquote von 2,5 Prozent als sehr gering einzustufen ist. Dies könnte unter anderem dadurch begründet sein, da Studierende via den Forschungsverteiler fast täglich Einladungen zu Umfragen erhalten, die Teilnahme an der Umfrage freiwillig war und keine Gewinne verlost wurden. Als weitere Einschränkung kann die ungleiche Vertretung der unterschiedlichen Departemente der ZHAW in Betracht gezogen werden. Der Versandzeitpunkt des ersten Einladungsmails am Dienstag nach Ostern, welcher mit Ferienabwesenheiten gewisser Departemente verbunden werden kann, beeinflusst dies negativ. Es wurde eine reaktive Befragungsmethode gewählt. Die Befragungspersonen waren sich demnach bewusst, dass sie an einer wissenschaftlichen Erhebung teilnahmen, was die Aussagekraft der gewonnenen Daten zusätzlich schwächt. Auch wurden die Angaben keiner nachträglichen Überprüfung unterzogen, weshalb die Antworten als «sozial wünschenswert» gelten können und ohne eine genügend kritische Würdigung nicht gänzlich wahrheitsgetreu sind. Zusammenfassend sind die Ergebnisse der Umfrage als Anhaltspunkte zu betrachten und können weder auf die gesamte ZHAW respektive die ganze Schweiz bezogen, geschweige global verallgemeinert werden.

Die Abbruchquote von 34.26 Prozent muss ebenfalls kritisch hinterfragt werden. So wurde die Umfrage bei der ersten Frage bereits von 66 Teilnehmenden abgebrochen, was als einen Auslöser von Desinteresse wahrgenommen werden kann. Bei den spezifischen Fragen zur Unterstützung der unterschiedlichen NET (Frage vier und fünf, vgl. Anhang B) als auch bei der Anreizschaffung für NET (Frage sechs, vgl. Anhang B) haben zusätzliche 71 Teilnehmende die Befragung abgebrochen. Hier können zudem komplexe Fragestellungen und mangelndes Vorwissen die Ursache deuten.

Die Umfrage wurde nicht barrierefrei publiziert, wodurch bei ungenügenden Lesekompetenzen kein selbständiges Ausfüllen möglich war.

8.3 Weiterer Forschungsbedarf und Ausblick

Die geringe Lehre rund um die zukünftig unumgängliche Thematik der negativen Emissionen zeigt auf, dass in naher Zukunft erweiterte Forschungen erforderlich sind. Die vorliegende Studie gilt im Rahmen eines Innosuisse Flagship Projektes als erster Anhaltspunkt und kann als kleine Pilot-Studie gekennzeichnet werden. Als nächster Schritt wären Repliken der bereitliegenden Untersuchung anzuregen, in welchen nicht nur längere Beobachtungszeiträume gewählt, sondern auch verschiedenartige Bevölkerungsgruppen befragt werden sollen. Letztendlich soll das Ziel eine Beobachtung einer um ein Vielfaches grösseren Stichprobe sein, um eine Repräsentativität der Schweizer Bevölkerung zu erlangen. Wiederholende Beobachtungen sollen die Entwicklungen und allfällige Veränderungen der öffentlichen Meinung zum Bereich der Klimatechnologie protokollieren.

Literaturverzeichnis

- Banfi Frost, S., Betz, R., Bresch, D. N., Bruchez, P., Bucher, R., Faust, A., Fussen, D., Hintermann, B., Iten, R., Mathys, N. A., Michaelowa, A., Schleiniger R., Thalmann, P., & Weigt, H. (2019). Instrumente für eine wirksame und effiziente Klima- und Energiepolitik. *Swiss Academies Factsheets*, 14(4).
- Bellamy, R. (2018). Incentivize negative emissions responsibly. *Nature energy*, 3(7), 532-534. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0156-6>.
- Berekoven, L., Eckert, W., & Ellenrieder, P. (2009). *Marktforschung: Methodische Grundlagen und praktische Anwendung* (12. Auflage). Gabler.
- Beuttler, C., Keel, S. G., Leifeld, J., Schmid, M., Berta, N., Gutknecht, V., Wohlgemuth, N., Brodmann, U., Stadler, Z., Tinibaev, D., Wlodarczak, D., Honegger, M., & Stettler, C. (2019). *The Role of Atmospheric Carbon Dioxide Removal in Swiss Climate Policy – Fundamentals and Recommended Actions*. Report by Risk-Dialogue Foundation. Commissioned by the Federal Office for the Environment, Bern.
- Braun, C., Merk, C., Pönitzsch, G., Rehdanz, K., & Schmidt, U. (2018). Public perception of climate engineering and carbon capture and storage in Germany: survey evidence. *Climate Policy*, 18(4), 471-484. <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1304888>.
- Buck, H. J. (2016). Rapid scale-up of negative emissions technologies: social barriers and social implications. *Climatic Change*, 139(2), 155-167. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1770-6>.
- Bundesamt für Umwelt [BAFU] (2018a). *Internationale Klimapolitik: Kyoto-Protokoll*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klima--internationales/internationale-klimapolitik--kyoto-protokoll.html>, abgerufen am: 20.05.2022.
- Bundesamt für Umwelt [BAFU] (2018b). *Klimawandel und Auswirkungen*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimawandel.html>, abgerufen am: 20.05.2022.

- Bundesamt für Umwelt [BAFU] (2019). *Internationale Klimapolitik: Klimakonvention*.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klima--internationales/internationale-klimapolitik--klimakonvention.html>,
abgerufen am: 20.05.2022.
- Bundesamt für Umwelt [BAFU] (2021). Faktenblatt «Langfristige Klimastrategie».
- Bundesamt für Umwelt [BAFU] et al. (2020). *Klimawandel in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen*. Umwelt-Zustand Nr. 2013.
- Bundeszentrale für politische Bildung [bpb] (2022). *Externe Effekte*.
<https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/lexikon-der-wirtschaft/19316/externe-effekte/>, abgerufen am: 20.05.2022.
- Campbell, T. H., & Kay, A. C. (2014). Solution Aversion: On the Relation Between Ideology and Motivated Disbelief. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(5), 809-824. <http://dx.doi.org/10.1037/a0037963>.
- Carlisle, D. P., Feetham, P. M., Wright, M. J., & Teagle D. A. H. (2020). The public remain uninformed and wary of climate engineering. *Climatic Change*, 160(2), 303-322. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02706-5>.
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Le Quéré, C., Myneni, R. B., Piao, S., & Thornton, P. (2013). Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In T. F. Stocker, D. Quin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P. M. Midgley (Hrsg.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (S. 465-570). Cambridge University Press.
- Clarke, L. E. et al. (2014). *Assessing transformation pathways*. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Climeworks (2022). *Direct air capture (DAC+S) and carbon capture (CCS)*. <https://climeworks.com/what-is-direct-air-capture-and-storage>, abgerufen am: 20.05.2022.

- Colvin, R. M., Kemp, L., Talberg, A., De Castella, C., Downie, C., Friel, S., Grand, W. J., Howden, M., Jotzo, F., Markham, F., & Platow, M. J. (2020). Learning from the Climate Change Debate to Avoid Polarisation on Negative Emissions. *Environmental Communication*, 14(1), 23-35. <https://doi.org/10.1080/17524032.2019.1630463>.
- Corner, A., Pidgeon, N., & Parkhill, K. (2012). Perceptions of geoengineering: public attitudes, stakeholder perspectives, and the challenge of 'upstream' engagement. *WIREs Climate Change*, 3(5), 451-466. <https://doi.org/10.1002/wcc.176>.
- Corner, A., & Pidgeon, N. (2015). Like artificial trees? The effect of framing by natural analogy on public perceptions of geoengineering. *Climatic Change*, 130(3), 425-438. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1148-6>.
- Cox, E., Spence, E., & Pidgeon, N. (2020). Public perceptions of carbon dioxide removal in the United States and the United Kingdom. *Nature Climate Change*, 10(8), 744-749. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0823-z>.
- Creutzig, F., Breyer, C., Hilaire, J., Minx, J., Peters, G. P., & Socolow, R. (2019). The mutual dependence of negative emission technologies and energy system. *Energy & Environmental Science*, 12(6), 1805-1817. <https://doi.org/10.1039/C8EE03682A>.
- Cummings, C. L., Lin, S. H., & Trump, B. D. (2017). Public perceptions of climate geoengineering: a systematic review of the literature. *Climate Research*, 73(3), 247-264. <https://doi.org/10.3354/cr01475>.
- Der Bundesrat (2019). *Bundesrat will bis 2050 eine klimaneutrale Schweiz*. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-76206.html>, abgerufen am: 20.05.2022.
- Der Bundesrat (2020). *Von welcher Bedeutung könnten negative CO₂-Emissionen für die künftigen klimapolitischen Massnahmen der Schweiz sein?* Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 18.4211 Thorens Goumaz vom 12. Dezember 2018.
- Der Bundesrat (2021). *Langfristige Klimastrategie der Schweiz*. <https://biblio.parlament.ch/e-docs/1901451849.pdf>, abgerufen am: 20.05.2022.

- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Auflage). Springer.
- Echterhoff, G. (2010). Quantitative Auswertungsmethoden. In W. Hussy, M. Schreier, & G. Echterhoff (Hrsg.), *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor* (S. 165-184). Springer.
- Fajardy, M., Patrizio, P., Daggash, H. A., & Mac Dowell, N. (2019). Negative emissions: Priorities for Research and Policy Design. *Frontiers in Climate*, 1(6), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fclim.2019.00006>.
- Field, C. B., & Mach, K. J. (2017). Rightsizing carbon dioxide removal. *Science*, 2017(6339), 706-707. <https://doi.org/10.1126/science.aam9726>.
- Fischlin A., Buchter B., Matile L., Hofer P., & Taverna R. (2006). CO₂-Senken und -Quellen in der Waldwirtschaft – Anrechnung im Rahmen des Kyoto-Protokolls. *Umwelt-Wissen Nr. 0602*. Bundesamt für Umwelt.
- Forbes, M. S., Raison, R. J., & Skjemstad, J. O. (2006). Formation, transformation and transport of black carbon (charcoal) in terrestrial and aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 370(1), 190-206. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.06.007>.
- Forschungsinformationssystem (2019). *Negative externe Effekte*. <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/328914/>, abgerufen am: 20.05.2022.
- Fuss, S., Jones, C. D., Kraxner, F., Peters, G. P., Smith, P., Tavoni, M., van Vuuren, D. P., Canadell, J. G., Jackson, R. B., Milne, J. Moreira, J. R., Nakicenovic, N., Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Research priorities for negative emissions. *Environmental Research Letters*, 11(11), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/11/11/115007>.
- Fuss, S., Lamb, W. F., Callaghan, M. W., Hilaire, J., Creutzig, F., Amann, T., Beringer, T., de Oliveira Garcia, W., Hartmann, J., Khanna, T., Luderer, G., Nemet, G. F., Rogelj, J., Smith, P., Vicente, J. L. V., Wilcox, J., Dominguez, M. d. M. Z., & Minx J. C. (2018). Negative emissions – Part 2: Costs, potentials and side effects. *Environmental Research Letters*, 13(6), 1-47, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9f>.

- Gasser, T., Guivarch, C., Tachiiri, K., Jones, C. D., & Ciais P. (2015). Negative emissions physically needed to keep global warming below 2°C. *Nature communications*, 6(1), 1-7. DOI: 10.1038/ncomms8958.
- Gleitsmann, B., & Suthaus, C. (2021). *Wissenschaftliches Arbeiten im Wirtschaftsstudium. Ein Leitfaden zum Einstieg* (2. Auflage). UVK Verlag.
- Greenpeace (2019). *Internationale Klimakonferenzen*. <https://www.greenpeace.de/klimaschutz/klimakrise/internationale-klimakonferenzen>, abgerufen am: 20.05.2022.
- Gregory, R., Satterfield, T., & Hasell, A. (2016). Using decision pathway surveys to inform climate engineering policy choices. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 113(3), 560-565. <https://doi.org/10.1073/pnas.1508896113>.
- Honegger, M., Münch, S., Hirsch, A., Beuttler, C., Peter, T., Burns, W., Geden, O., Goeschl, T., Gregorowius, D., Keith, D., Lederer, M., Michaelowa, A., Pasztor, J., Schäfer, S., Seneviratne, S., Stenke, A., Patt, A., & Wallimann-Helmer, I. (2017). *Climate change, negative emissions and solar radiation management: It is time for an open societal conversation*. White Paper by Risk-Dialogue Foundation St. Gallen for the Swiss Federal Office for the Environment.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2005). *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). *Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021). *Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*.
- Jobin, M., & Siegrist, M. (2020). Support for the Deployment of Climate Engineering: A Comparison of Ten Different Technologies. *Risk Analysis*, 40(5), 1058-1078. <https://doi.org/10.1111/risa.13462>.
- Kemmler, A., Lübbers, S., Ess, F., Thormeyer, C., & Althaus, H. (2021). *Energieperspektiven 2050+. Exkurs Negativemissionstechnologien und CCS. Potenziale, Kosten und Einsatz*. Im Auftrag von Bundesamt für Energie (BFE).

- Kemper, J. (2015). Biomass and carbon dioxide capture and storage: A review. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 40, 401-430.
<https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2015.06.012>.
- Kraxner, F., Fuss, S., Krey, V., Best, D., Leduc, S., Kindermann, G., Yamagata, Y., Schepaschenko, D., Shvidenko, A., Aoki, K., & Yan, J. (2015). The Role of Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS) for Climate Policy. *Handbook of Clean Energy Systems*, 1-19.
<https://doi.org/10.1002/9781118991978.hces049>.
- Kuckartz, U., Ebert, T., Rädiker, S., & Stefer, C. (2009). *Evaluation online* (1. Auflage). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lal, R. (2004). Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, 304(5677), 1623-1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>.
- Markus, T., Schaller, R., Gawel E., & Korte, K. (2021). Negativemissionstechnologien als neues Instrument der Klimapolitik: Charakteristiken und klimapolitische Hintergründe. *Natur und Recht*, 43(2), 90-99. <https://doi.org/10.1007/s10357-021-3804-8>.
- Mayer, N. (2022). *Was sind die Ursachen für die globale Erwärmung?* https://www.futura-sciences.com/de/was-ursachen-globale-erwaermung_9183/, abgerufen am: 21.05.2022.
- McCright A. M., & Dunlap, R. E. (2011). The Politicization of Climate Change and Polarization in the American Public's Views of Global Warming, 2001-2010. *The Sociological Quarterly*, 52(2), 155-194. <https://doi.org/10.1111/j.1533-8525.2011.01198.x>.
- Merk, C., Pönitzsch, G., Kniebes, C., Rehdanz, K., & Schmitd, U. (2015). Exploring public perception of stratospheric sulfate injection. *Climatic Change*, 130(2), 299-312. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1317-7>.
- Merk, C., Pönitzsch, G., & Rehdanz, K. (2019a). Do climate engineering experts display moral-hazard behaviour? *Climate Policy*, 19(2), 231-243.
<https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1494534>.

- Merk, C., Klaus, G., Pohlers, J., Ernst, A., Ott, K., & Rehdanz, K. (2019b). Public perceptions of climate engineering. *GAIA – Ecological Perspectives of Science and Society*, 28(4), 348-355. <https://doi.org/10.14512/gaia.28.4.6>.
- Minx, J. C., Lamb, W. F., Callaghan, M. W., Bornmann, L., & Fuss, S. (2017). Fast growing research on negative emissions. *Environmental Research Letters*, 12(3), 1-11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5ee5>.
- Minx, J. C. et al. (2018). Negative emissions – Part 1: Research landscape and synthesis. *Environmental Research Letters*, 13(6), 1-29. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b>.
- Moosdorf, N., Renforth, P., & Hartmann, J. (2014). Carbon Dioxide Efficiency of Terrestrial Enhanced Weathering. *Environmental Science & Technology*, 48(9), 4809-4816. <https://doi.org/10.1021/es4052022>.
- National Centre for Climate Services (NCCS) (2021). *Grundlagen zum Klima*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/grundlagen-zum-klima.html>, abgerufen am: 21.05.2022.
- Nemet, G. F., Callaghan, M. W., Creutzig, F., Fuss, S., Hartmann, J., Hilaire, J., Lamb, W. F., Minx, J. C., Rogers, S., & Smith, P. (2018). Negative emissions – Part 3: Innovation and upscaling. *Environmental Research Letters*, 13(6), 1-30. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabff4>.
- Pidgeon, N., Corner, A., Parkhill, K., Spence, A., Butler, C., & Poortinga, W. (2012). Exploring early public responses to geoengineering. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 370(1974), 4176-4196. <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0099>.
- Pidgeon, N. F., & Spence, E. (2017). Perceptions of enhanced weathering as a biological negative emissions option. *Biology letters*, 13(4), 1-5. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2017.0024>.
- Raimi, K. T. (2021). Public perceptions of geoengineering. *Current Opinion in Psychology*, 42, 66-70. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.03.012>.
- Raithel, J. (2008). *Quantitative Forschung. Ein Praxiskurs* (2. Auflage). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Richter, K., Hofer, P., & Taverna, R. (2008). CO₂-Effekte der Holznutzung. *Werkstoff Holz*, 134(11), 32-37. <http://doi.org/10.5169/seals-108904>.
- Scheer, D., & Renn, O. (2014). Public Perception of geoengineering and its consequences for public debate. *Climatic Change*, 125, 305-318. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1177-1>.
- Schmidt, H. P. (2012). Pflanzenkohle, eine Schlüsseltechnologie zur Schliessung der Stoffkreisläufe. *Ithaka Journal*, (1), 75-79.
- Schweizerische Eidgenossenschaft (2020). *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2020-2025*. BBL, Verkauf Bundespublikationen.
- Siegrist, M. (2000). The Influence of Trust and Perceptions of Risks and Benefits on the Acceptance of Gene Technology. *Risk Analysis*, 20(2), 195-203. <https://doi.org/10.1111/0272-4332.202020>.
- Singh, N., Abiven, S., Torn, M. S., & Schmidt, M. W. I. (2011). Fire-derived organic carbon turnover in soils on a centennial scale. *Biogeosciences Discussions*, 8, 12179-12195. DOI: 10.5194/bgd-8-12179-2011.
- Smith, P. (2012). Soils and climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(5), 539-544. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.06.005>.
- Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E. A., Haberl, H., Harper, R., House, J., Jafari, M., Masera, O., Mbow, C., Ravindranath, N. H., Rice, C. W., Robledo Abad, C., Romanovskaya, A., Sperling, F., & Tubiello, F. N. (2014). Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel & J. C. Minx (Hrsg.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (S. 811-922). Cambridge University Press.
- Smith, P. et al. (2016). Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions. *Nature Climate Change* 6(1), 42-50. <https://doi.org/10.1038/nclimate2870>.

- SRF (2019). *Was ist Albedo und warum redet man immer öfter davon?*
<https://www.srf.ch/wissen/klimawandel/klimaerwaermung-was-ist-albedo-und-warum-redet-man-immer-oeffter-davon>, abgerufen am: 21.05.2022.
- Stein, P. (2014). Forschungsdesigns für die quantitative Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 135-152). Springer VS.
- Strefler, J., Amann, T., Bauner, N., Kriegler, E., & Hartmann, J. (2018). Potential and costs of carbon dioxide removal by enhanced weathering of rocks. *Environmental Research Letters*, 13(3), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa9c4>.
- Suter, F. (2016). *To use or not to use: Environmental effects of wood utilization in Switzerland* [Dissertation Nr. 23753]. ETH Zürich.
- Swiss Academies of Arts and Sciences (2018). Reverse emissions or influence solar radiation: Is «geoengineering» worthwhile, feasible and if so, at what price? *Swiss Academies Factsheets*, 13(4).
- Swiss Carbon Removal Platform (2022). *Negativemissionstechnologien*.
<https://www.carbon-removal.ch/de/carbon-removal-approaches/>, abgerufen am: 21.05.2022.
- Öko-Institut e. V., & Empa (2022). Faktenblatt (work in progress) «Negativemissionen (NET). Wie CCS und NET zu Netto-Null beitragen». Für die Stakeholderbefragung im Rahmen des Projekts «Negativ Emissionstechnologien» im Auftrag der TA-SWISS.
- United Nations (2022). *The Paris Agreement*. <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>, abgerufen am: 21.05.2022.
- United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] (2022a). *Integrated Assessment Models (IAMs) and Energy-Environment-Economy (E3) models*. <https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/response-measures/integrated-assessment-models-iams-and-energy-environment-economy-e3-models#eq-1>, abgerufen am: 21.05.2022.
- United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] (2022b). *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>, abgerufen am: 21.05.2022.

- United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] (2022c). *What is the Kyoto Protocol?* https://unfccc.int/kyoto_protocol, abgerufen am: 21.05.2022.
- Voss, R. (2020). *Wissenschaftliches Arbeiten: ... leicht verständlich!* (7. Auflage). UKV Verlag.
- Weichbold, M., (2014). Pretest. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 299-304). Springer VS.
- Wenger, A., Stauffacher, M., & Dallo, I. (2021). Public perception and acceptance of negative emission technologies – framing effects in Switzerland. *Climatic Change*, 167(3), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03150-9>.
- Wolske, K. S., Raimi, K. T., Campbell-Arvai, V., & Sol Hart, P. (2019). Public support for carbon dioxide removal strategies: the role of tampering with nature perceptions. *Climatic Change*, 152(3), 345-361. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02375-z>.
- Zero Emissions Platform [ZEP] and European Biofuels Technology Platform [EBTP] (2012). *Biomass with CO₂ Capture and Storage (Bio-CCS). The Way Forward for Europe*. European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants.

Anhang

Anhang A: Auskunft Informatik (ZHAW) zur Forschungsverteilerliste

AW: Empfängerzahl E-Mail-Verteiler



von Moos Dominic (vond)
An Sutter Daria (sutteda3)

Sie haben am 05.05.2022 09:42 auf diese Nachricht geantwortet.

Antworten Allen antworten Weiterleiten

Do 05.05.2022 09:00

Hallo Daria

Ich habe die aktuelle Empfängerzahl abklären lassen. Es sind zur Zeit 12'285 Empfänger drin.

Liebe Grüsse, Dominic

Anhang B: Fragebogen

*=Pflichtfrage

Willkommenstext

Geschätzte Studierende der ZHAW

Im Rahmen dieser Umfrage untersuche ich die Wahrnehmung von Negativemissionsansätzen unter den Studierenden der ZHAW. Mit meiner Bachelorarbeit möchte ich einen wertvollen Beitrag zur Forschung an Negativemissionstechnologien in der Schweiz leisten.

Die Beantwortung des Fragebogens dauert 5-10 Minuten. Damit die Umfrage erfolgreich ausgewertet werden kann, bitte ich dich, den Fragebogen vollständig und ehrlich auszufüllen. Alle Daten werden anonym erhoben, streng vertraulich behandelt und nur für wissenschaftliche Analysen verwendet.

Bei Fragen oder Anmerkungen darfst du dich gerne via folgende E-Mail bei mir melden: sutteda3@students.zhaw.ch.

Vielen Dank, dass du mit deiner Teilnahme meine Bachelorarbeit unterstützt!

Herzliche Grüsse

Daria Sutter

Items und Skalen	Antwortmöglichkeiten und Notizen
<p><i>1* Einstellung Klimawandel</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Für mich ist Klimaschutz wichtig für unsere Zukunft.- Ich weiss, was Klimawandel bedeutet.- Aus meiner Perspektive lässt sich der Klimawandel schon hier in der Schweiz spüren.- Aus meiner Perspektive ist Klimawandel ein natürlicher Vorgang, bei welchem die Menschheit nichts dagegen tun kann (wie bspw. während der Eiszeit).- Ich mache mir Sorgen über die momentane Situation des Klimas.- Ich mache mir Sorgen über globale Auswirkungen des Klimawandels.- Aus meiner Perspektive wird das Thema Klimawandel von den Medien übertrieben	<p>Bitte gib an, inwiefern du den folgenden Aussagen zustimmst.</p> <p><i>1 = trifft für mich überhaupt nicht zu</i> <i>2 = trifft für mich eher nicht zu</i> <i>3 = teils-teils</i> <i>4 = trifft für mich eher zu</i> <i>5 = trifft für mich voll und ganz zu</i></p>

<p>dargestellt, in Wirklichkeit ist es gar nicht so schlimm.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Für mich sind die jüngsten globalen Umweltkatastrophen auf den Klimawandel zurückzuführen. - Ich bin über die Schweizer Umweltpolitik informiert. - Ich beschäftige mich mit der Bekämpfung des Klimawandels. 	
<p><i>2* Individuelles Wissen</i> Wie viel, wenn überhaupt, weisst du deiner Meinung nach über Negativemissionsansätze?</p> <p><i>[Negativemissionsansätze umfassen natürliche und rein technische Ansätze, welche der Erdatmosphäre dauerhaft das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂) entziehen.]</i></p>	<p><i>Ich weiss sehr viel über Negativemissionsansätze.</i></p> <p><i>Ich weiss einiges über Negativemissionsansätze.</i></p> <p><i>Ich weiss nur wenig über Negativemissionsansätze.</i></p> <p><i>Ich habe von Negativemissionsansätzen gehört, weiss aber fast nichts darüber.</i></p> <p><i>Ich habe noch nie von Negativemissionsansätzen gehört.</i></p>
<p><i>3* Bekanntheit</i> Welche der folgenden Negativemissionsansätze sind dir bekannt? (Mehrfachauswahl möglich)</p>	<p><i>Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung</i></p> <p><i>Langfristige Holznutzung, z. B. Bindung von Kohlenstoff im Holzbau</i></p> <p><i>Bindung von Kohlenstoff im Boden (Bodenmanagement)</i></p> <p><i>Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzkohle</i></p> <p><i>Verbrennung von Biomasse mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (BECCS)</i></p> <p><i>Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS)</i></p>

	<p><i>Beschleunigte Verwitterungsprozesse (via Zement)</i></p> <p><i>Keine der obgenannten Negativemissionsansätze sind mir bekannt.</i></p>
<p><i>4* Unterstützung Forschung und Entwicklung</i> Inwieweit unterstützt du die weitere Forschung und Entwicklung dieser Negativemissionsansätze? (einzeln zu jedem Ansatz)</p>	<p><i>1 = stark ablehnen</i> <i>2 = eher ablehnen</i> <i>3 = weder unterstützen noch ablehnen</i> <i>4 = eher unterstützen</i> <i>5 = stark unterstützen</i> <i>6 = weiss nicht</i></p>
<p><i>5* Unterstützung Einsatz</i> Inwieweit würdest du den Einsatz folgender Negativemissionsansätze unterstützen? (einzeln zu jedem Ansatz)</p>	<p><i>1 = stark ablehnen</i> <i>2 = eher ablehnen</i> <i>3 = weder unterstützen noch ablehnen</i> <i>4 = eher unterstützen</i> <i>5 = stark unterstützen</i> <i>6 = weiss nicht</i></p>
<p><i>6 Anreize zur Umsetzung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Durch Subventionen bezahlt aus den Einnahmen einer Abgabe auf Treibhausgasemissionen (CO₂, Methan etc.) - Durch Subventionen bezahlt aus den Einnahmen einer Abgabe auf den Fleischkonsum - Durch Subventionen bezahlt aus den Einnahmen einer Abgabe auf Flugtickets - Durch Subventionen bezahlt aus dem allgemeinen Staatsbudget - Durch die Einführung eines Handelssystems für Negativemissionszertifikate - Durch Regulierungen im Baugewerbe (z. B. Emissionsgrenzwerte der Materialien) - Durch Regulierungen in der Forstwirtschaft (z. B. Mindestziele der Wiederaufforstung) - Durch Regulierungen in der Abfallbranche (z. B. Carbon Capture and Storage (CCS)) - Durch Selbstverpflichtung der grossen Emittenten (z. B. Zementwerke) zu Carbon Capture and Storage (CCS) 	<p>Wie sollen deiner Meinung nach Anreize für die Umsetzung von Negativemissionsansätzen geschaffen werden?</p> <p><i>1 = ich stimme überhaupt nicht zu</i> <i>2 = stimme ich eher nicht zu</i> <i>3 = teils-teils</i> <i>4 = stimme ich eher zu</i> <i>5 = ich stimme voll und ganz zu</i> <i>6 = weiss nicht</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> - Durch Informationskampagnen (z. B. im Agrarsektor zum Einsatz von Pflanzkohle) 	
<p>7* <i>Vertrauen in Akteure</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Regierungsorgane / amtliche Behörden</i> - <i>Non-Profit-Organisationen</i> - <i>Wissenschaft / Forschung</i> - <i>Industrie im Bereich Klimatechnologie (z. B. Climeworks AG)</i> 	<p>Wie viel Vertrauen hast du in die untenstehenden Akteure, wenn es um Klimaschutz geht?</p> <p>1 = kein Vertrauen 2 = wenig Vertrauen 3 = neutral 4 = hohes Vertrauen 5 = sehr hohes Vertrauen</p>
<p>8 <i>Politische Orientierung</i></p> <p>Wenn du an deine eigenen politischen Ansichten denkst, wo würdest du diese Ansichten auf dieser Skala einstufen?</p>	<p>Viele Leute verwenden die Begriffe «links» und «rechts», wenn es darum geht, unterschiedliche politische Einstellungen zu kennzeichnen. Wir haben hier einen Massstab, der von links nach rechts verläuft. Bitte stelle den Slider entsprechend ein.</p> <p>1 = links bis 10 = rechts</p>
<p>9* <i>Geschlecht</i></p> <p>Mit welchem Geschlecht identifizierst du dich?</p>	<p>Weiblich Männlich Anders / Divers Keine Äusserung</p>
<p>10* <i>Alter</i></p> <p>Wie alt bist du? <i>[Falls du dich dazu nicht äussern möchtest, tippe bitte die Zahl "99" ein.]</i></p>	<p>Bitte gib dein Alter in Jahren an:</p> <hr/>
<p>11* <i>Höchster Bildungsabschluss</i></p> <p>Welches ist der höchste Bildungsabschluss, über den du derzeit verfügst?</p>	<p>Gymnasiale Maturität / Berufsmaturität / Fachmaturität Höhere Fachschule (HF) Eidgenössischer Fachausweis (Berufsprüfung BP) Eidgenössisches Diplom (höhere Fachprüfung HFP) Bachelor Master Doktorat (PhD) Ausländisches Diplom Keine der aufgeführten Abschlüsse treffen auf mich zu.</p>
<p>12* <i>Studium</i></p>	<p>Bachelor Master</p>

Welchen Bildungsabschluss strebst du derzeit an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) an?	
<i>13* Organisationsform Bachelor</i> Welche Organisationsform ist für dein Bachelorstudium an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) zutreffend?	Vollzeit Teilzeit Notiz: Diese Frage wird nur angezeigt, wenn bei Frage 12 die Antwort «Bachelor» gewählt wurde.
<i>14* Organisationsform Master</i> Welche Organisationsform ist für dein Masterstudium an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) zutreffend?	Vollzeit Teilzeit Notiz: Diese Frage wird nur angezeigt, wenn bei Frage 12 die Antwort «Master» gewählt wurde.
<i>15* Aktuelles Studiumssemester</i> In welchem Semester deines Bachelorstudiums befindest du dich momentan?	1. Semester 2. Semester 3. Semester 4. Semester 5. Semester 6. Semester > 6. Semester Notiz: Diese Frage wird nur angezeigt, wenn bei Frage 13 die Antwort «Vollzeit» gewählt wurde.
<i>16* Aktuelles Studiumssemester</i> In welchem Semester deines Bachelorstudiums befindest du dich momentan?	1. Semester 2. Semester 3. Semester 4. Semester 5. Semester 6. Semester 7. Semester 8. Semester > 8. Semester Notiz: Diese Frage wird nur angezeigt, wenn bei Frage 13 die Antwort «Teilzeit» gewählt wurde.
<i>17* Aktuelles Studiumssemester</i> In welchem Semester deines Masterstudiums befindest du dich momentan?	1. Semester 2. Semester 3. Semester 4. Semester > 4. Semester

	Notiz: Diese Frage wird nur angezeigt, wenn bei Frage 14 die Antwort «Vollzeit» gewählt wurde.
<p><i>18* Aktuelles Studiumssemester</i> In welchem Semester deines Masterstudiums befindest du dich momentan?</p>	<p>1. Semester 2. Semester 3. Semester 4. Semester 5. Semester 6. Semester > 6. Semester</p> <p>Notiz: Diese Frage wird nur angezeigt, wenn bei Frage 14 die Antwort «Teilzeit» angewählt wurde.</p>
<p><i>19* Zugehöriges Departement</i> An welchem Departement der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) studierst du?</p>	<p>Departement Angewandte Linguistik Departement Angewandte Psychologie Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen Departement Gesundheit Departement Life Sciences und Facility Management School of Engineering School of Management and Law Departement Soziale Arbeit Anderes</p>

Schlusstext

Du bist am Ende der Umfrage angelangt. Vielen Dank für deine Teilnahme!

Anhang C: Häufigkeitstabelle Einstellung Klimawandel

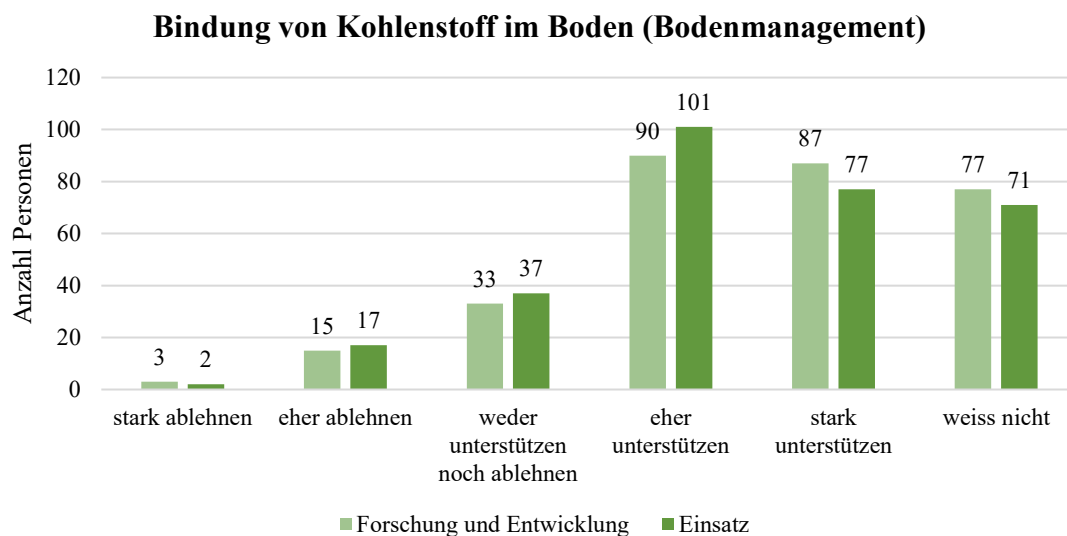
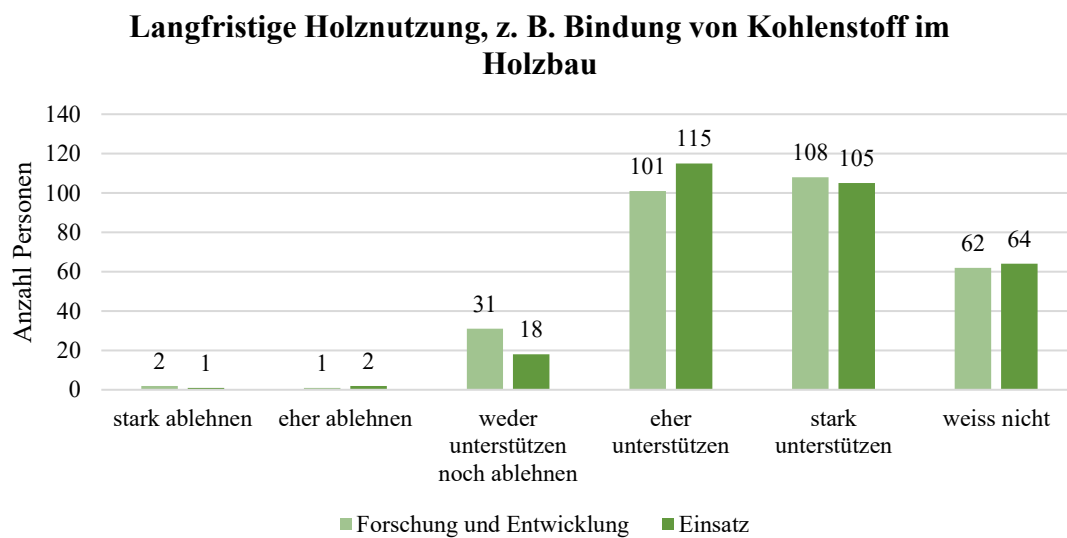
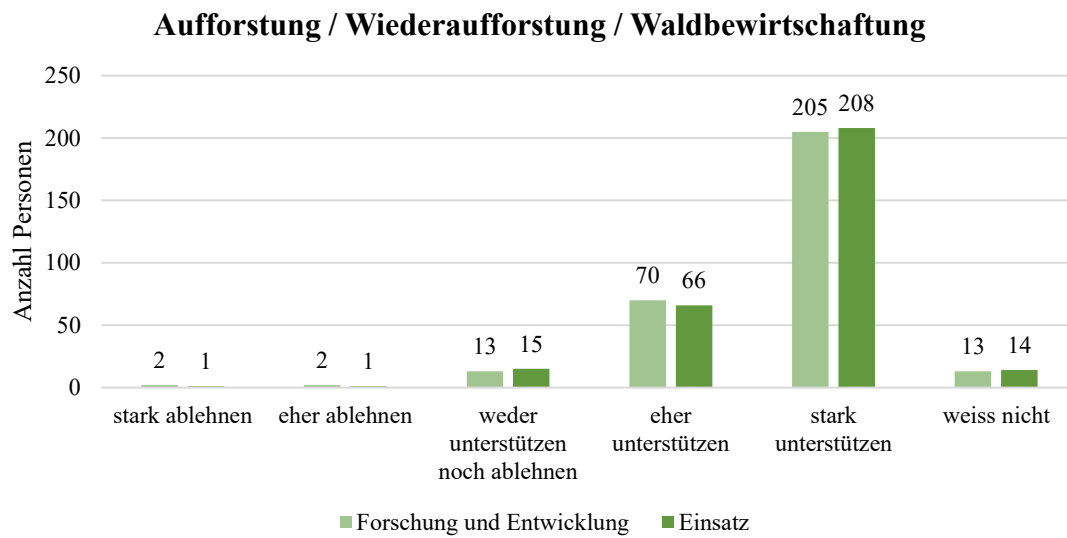
Einstellung zum Klimawandel		
	Anzahl	Prozent
Für mich ist Klimaschutz wichtig für unsere Zukunft.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	2	1
Trifft für mich eher nicht zu	8	3
Teils-teils	18	6
Trifft für mich eher zu	78	26
Trifft für mich voll und ganz zu	199	65
Ich weiss, was Klimawandel bedeutet.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	0	0
Trifft für mich eher nicht zu	2	1
Teils-teils	13	4
Trifft für mich eher zu	124	41
Trifft für mich voll und ganz zu	166	54
Aus meiner Perspektive lässt sich der Klimawandel schon hier in der Schweiz spüren.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	5	2
Trifft für mich eher nicht zu	15	5
Teils-teils	49	16
Trifft für mich eher zu	103	34
Trifft für mich voll und ganz zu	133	44
Aus meiner Perspektive ist Klimawandel ein natürlicher Vorgang, bei welchem die Menschheit nichts dagegen tun kann (wie bspw. während der Eiszeit).	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	126	41
Trifft für mich eher nicht zu	108	35
Teils-teils	54	18
Trifft für mich eher zu	14	5
Trifft für mich voll und ganz zu	3	1
Ich mache mir Sorgen über die momentane Situation des Klimas.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	4	1
Trifft für mich eher nicht zu	23	8
Teils-teils	49	16
Trifft für mich eher zu	121	40
Trifft für mich voll und ganz zu	108	35
Ich mache mir Sorgen über globale Auswirkungen des Klimawandels.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	5	2
Trifft für mich eher nicht zu	13	4
Teils-teils	31	10
Trifft für mich eher zu	110	36
Trifft für mich voll und ganz zu	146	48

	Anzahl	Prozent
Aus meiner Perspektive wird das Thema Klimawandel von den Medien übertrieben dargestellt, in Wirklichkeit ist es gar nicht so schlimm.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	164	54
Trifft für mich eher nicht zu	91	30
Teils-teils	31	10
Trifft für mich eher zu	13	4
Trifft für mich voll und ganz zu	6	2
Für mich sind die jüngsten globalen Umweltkatastrophen auf den Klimawandel zurückzuführen.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	5	2
Trifft für mich eher nicht zu	22	7
Teils-teils	94	31
Trifft für mich eher zu	131	43
Trifft für mich voll und ganz zu	53	17
Ich bin über die Schweizer Umweltpolitik informiert.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	13	4
Trifft für mich eher nicht zu	65	21
Teils-teils	107	35
Trifft für mich eher zu	99	32
Trifft für mich voll und ganz zu	21	7
Ich beschäftige mich mit der Bekämpfung des Klimawandels.	305	100
Trifft für mich überhaupt nicht zu	21	7
Trifft für mich eher nicht zu	51	17
Teils-teils	86	28
Trifft für mich eher zu	103	34
Trifft für mich voll und ganz zu	44	14

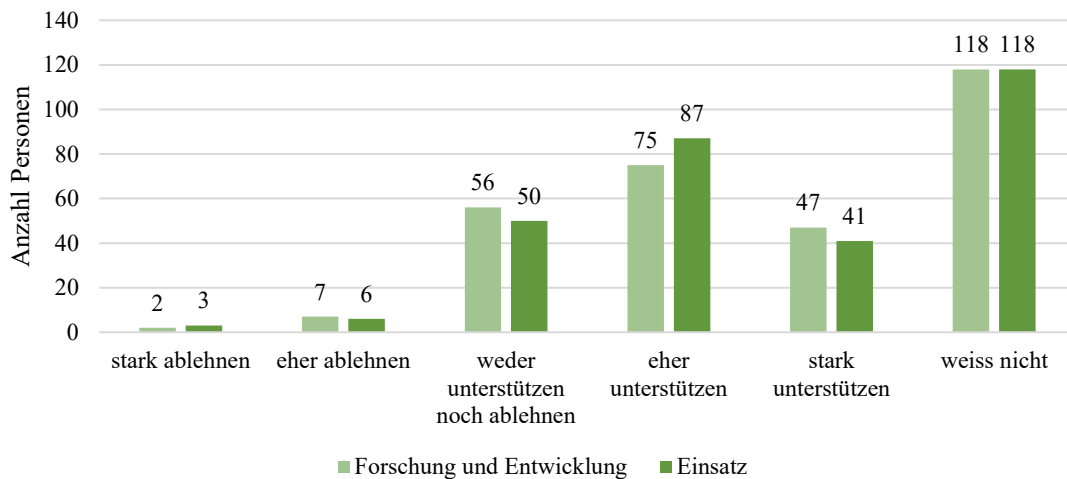
Anhang D: Deskriptive Statistik Einstellung Klimawandel

	Mittelwert	Standard- abweichung	Min	Max	Anzahl
Für mich ist Klimaschutz wichtig für unsere Zukunft.	4.52	0.778	1	5	305
Ich weiss, was Klimawandel bedeutet.	4.49	0.613	1	5	305
Aus meiner Perspektive lässt sich der Klimawandel schon hier in der Schweiz spüren.	4.13	0.963	1	5	305
Aus meiner Perspektive ist Klimawandel ein natürlicher Vorgang, bei welchem die Menschheit nichts dagegen tun kann (wie bspw. während der Eiszeit).	1.89	0.923	1	5	305
Ich mache mir Sorgen über die momentane Situation des Klimas.	4.00	0.968	1	5	305
Ich mache mir Sorgen über globale Auswirkungen des Klimawandels.	4.24	0.918	1	5	305
Aus meiner Perspektive wird das Thema Klimawandel von den Medien übertrieben dargestellt, in Wirklichkeit ist es gar nicht so schlimm.	1.71	0.951	1	5	305
Für mich sind die jüngsten globalen Umweltkatastrophen auf den Klimawandel zurückzuführen.	3.67	0.902	1	5	305
Ich bin über die Schweizer Umweltpolitik informiert.	3.16	0.980	1	5	305
Ich beschäftige mich mit der Bekämpfung des Klimawandels.	3.32	1.122	1	5	305

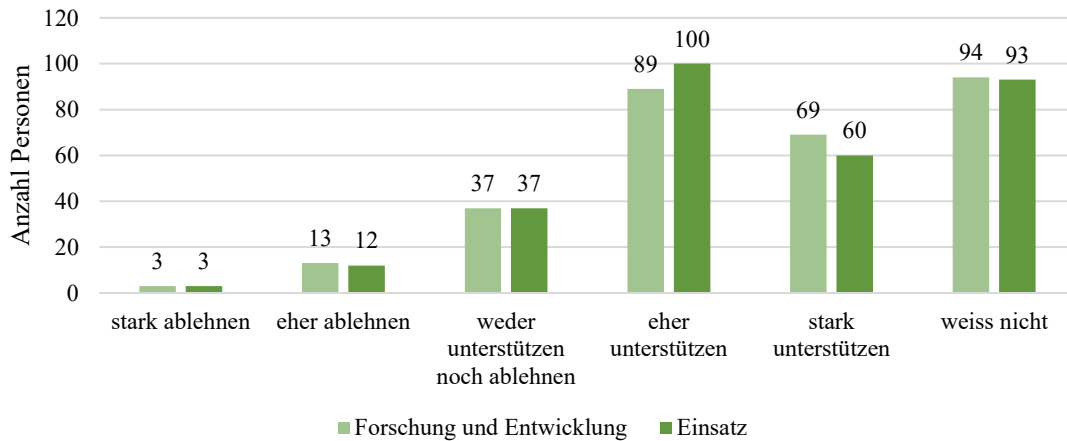
Anhang E: Unterschiede der Unterstützung



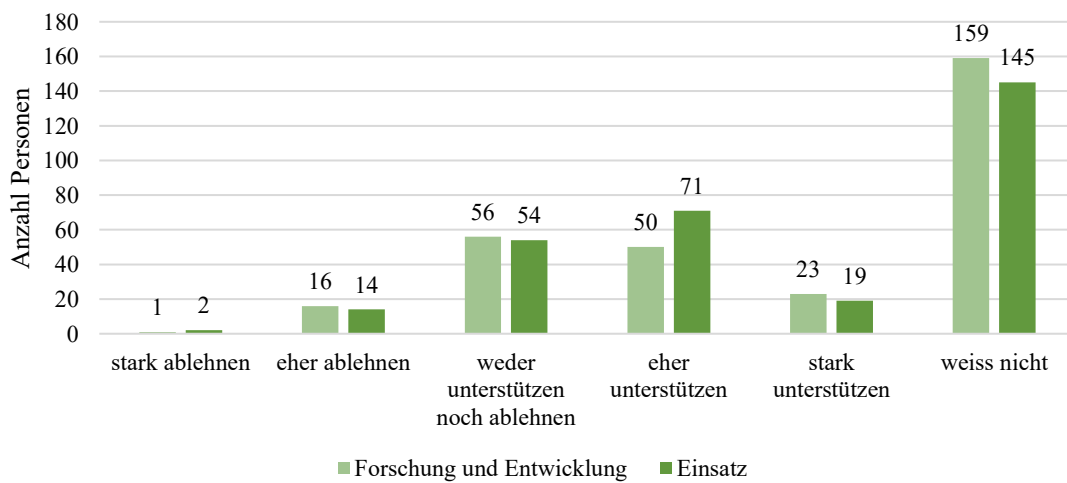
Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle



Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS)



Beschleunigte Verwitterungsprozesse (via Zement)



Anhang F: Häufigkeitstabelle Unterstützung Forschung und Entwicklung

Unterstützung von Forschung und Entwicklung		
	Anzahl	Prozent
Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung	305	100
stark ablehnen	2	1
eher ablehnen	2	1
weder unterstützen noch ablehnen	13	4
eher unterstützen	70	23
stark unterstützen	205	67
weiss nicht	13	4
Langfristige Holznutzung, z. B. Bindung von Kohlenstoff im Holzbau	305	100
stark ablehnen	2	1
eher ablehnen	1	0
weder unterstützen noch ablehnen	31	10
eher unterstützen	101	33
stark unterstützen	108	36
weiss nicht	62	20
Bindung von Kohlenstoff im Boden (Bodenmanagement)	305	100
stark ablehnen	3	1
eher ablehnen	15	5
weder unterstützen noch ablehnen	33	11
eher unterstützen	90	30
stark unterstützen	87	28
weiss nicht	77	25
Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle	305	100
stark ablehnen	2	1
eher ablehnen	7	2
weder unterstützen noch ablehnen	56	18
eher unterstützen	75	25
stark unterstützen	47	15
weiss nicht	118	39
Verbrennung von Biomasse mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (BECCS)	305	100
stark ablehnen	2	1
eher ablehnen	26	8
weder unterstützen noch ablehnen	35	11
eher unterstützen	73	24
stark unterstützen	45	15
weiss nicht	124	41

	Anzahl	Prozent
Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS)	305	100
stark ablehnen	3	1
eher ablehnen	13	4
weder unterstützen noch ablehnen	37	12
eher unterstützen	89	29
stark unterstützen	69	23
weiss nicht	94	31
Beschleunigte Verwitterungsprozesse (via Zement)	305	100
stark ablehnen	1	0
eher ablehnen	16	5
weder unterstützen noch ablehnen	56	19
eher unterstützen	50	16
stark unterstützen	23	8
weiss nicht	159	52

Anhang G: Deskriptive Statistik Unterstützung Forschung und Entwicklung

NET	Mittelwert	Standard- abweichung	Min	Max	Anzahl
Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung	4.62	0.671	1	5	291
Langfristige Holznutzung, z. B. Bindung von Kohlenstoff im Holzbau	4.28	0.764	1	5	243
Bindung von Kohlenstoff im Boden (Bodenmanagement)	4.07	0.953	1	5	228
Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle	3.84	0.881	1	5	187
Verbrennung von Biomasse mit CO ₂ -Abscheidung und Speicherung (BECCS)	3.73	1.025	1	5	181
Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS)	3.99	0.938	1	5	211
Beschleunigte Verwitterungsprozesse (via Zement)	3.53	0.911	1	5	146

(alle «weiss nicht»-Antworten wurden hier nicht berücksichtigt)

Anhang H: Häufigkeitstabelle Unterstützung Einsatz

Unterstützung des Einsatzes		
	Anzahl	Prozent
Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung	305	100
stark ablehnen	1	0
eher ablehnen	1	0
weder unterstützen noch ablehnen	15	5
eher unterstützen	66	22
stark unterstützen	208	68
weiss nicht	14	5
Langfristige Holznutzung, z. B. Bindung von Kohlenstoff im Holzbau	305	100
stark ablehnen	1	0
eher ablehnen	2	1
weder unterstützen noch ablehnen	18	6
eher unterstützen	115	38
stark unterstützen	105	34
weiss nicht	64	21
Bindung von Kohlenstoff im Boden (Bodenmanagement)	305	100
stark ablehnen	2	1
eher ablehnen	17	6
weder unterstützen noch ablehnen	37	12
eher unterstützen	101	33
stark unterstützen	77	25
weiss nicht	71	23
Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle	305	100
stark ablehnen	3	1
eher ablehnen	6	2
weder unterstützen noch ablehnen	50	16
eher unterstützen	87	29
stark unterstützen	41	13
weiss nicht	118	39
Verbrennung von Biomasse mit CO₂-Abscheidung und Speicherung (BECCS)	305	100
stark ablehnen	3	1
eher ablehnen	16	5
weder unterstützen noch ablehnen	41	13
eher unterstützen	91	30
stark unterstützen	38	13
weiss nicht	116	38

	Anzahl	Prozent
Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS)	305	100
stark ablehnen	3	1
eher ablehnen	12	4
weder unterstützen noch ablehnen	37	12
eher unterstützen	100	33
stark unterstützen	60	20
weiss nicht	93	30
Beschleunigte Verwitterungsprozesse (via Zement)	305	100
stark ablehnen	2	1
eher ablehnen	14	5
weder unterstützen noch ablehnen	54	18
eher unterstützen	71	23
stark unterstützen	19	6
weiss nicht	145	47

Anhang I: Deskriptive Statistik Unterstützung Einsatz

NET	Mittelwert	Standard- abweichung	Min	Max	Anzahl
Aufforstung / Wiederaufforstung / Waldbewirtschaftung	4.65	0.628	1	5	291
Langfristige Holznutzung, z. B. Bindung von Kohlenstoff im Holzbau	4.33	0.688	1	5	241
Bindung von Kohlenstoff im Boden (Bodenmanagement)	4.00	0.926	1	5	234
Speicherung des Kohlenstoffs in Pflanzenkohle	3.84	0.859	1	5	187
Verbrennung von Biomasse mit CO ₂ -Abscheidung und Speicherung (BECCS)	3.77	0.922	1	5	189
Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft und Speicherung (DACCS)	3.95	0.902	1	5	212
Beschleunigte Verwitterungsprozesse (via Zement)	3.57	0.859	1	5	160

(alle «weiss nicht»-Antworten wurden hier nicht berücksichtigt)

Anhang J: Häufigkeitstabelle Anreize zur Umsetzung

Anreize für die Umsetzung		
	Anzahl	Prozent
Durch Subventionen bezahlt aus den Einnahmen einer Abgabe auf Treibhausgasemissionen (CO₂, Methan etc.)		
	300	100
stark ablehnen	10	3
eher ablehnen	10	3
weder unterstützen noch ablehnen	26	9
eher unterstützen	120	40
stark unterstützen	126	42
weiss nicht	8	3
Durch Subventionen bezahlt aus den Einnahmen einer Abgabe auf den Fleischkonsum		
	300	100
stark ablehnen	41	14
eher ablehnen	42	14
weder unterstützen noch ablehnen	45	15
eher unterstützen	94	31
stark unterstützen	75	25
weiss nicht	3	1
Durch Subventionen bezahlt aus den Einnahmen einer Abgabe auf Flugtickets		
	298	100
stark ablehnen	17	6
eher ablehnen	16	5
weder unterstützen noch ablehnen	26	9
eher unterstützen	99	33
stark unterstützen	135	45
weiss nicht	5	2
Durch Subventionen bezahlt aus dem allgemeinen Staatsbudget		
	297	100
stark ablehnen	19	6
eher ablehnen	41	14
weder unterstützen noch ablehnen	67	23
eher unterstützen	113	38
stark unterstützen	47	16
weiss nicht	10	3
Durch die Einführung eines Handelssystems für Negativemissionszertifikate		
	295	100
stark ablehnen	24	8
eher ablehnen	56	19
weder unterstützen noch ablehnen	55	19
eher unterstützen	75	25
stark unterstützen	43	15
weiss nicht	42	14

	Anzahl	Prozent
Durch Regulierungen im Baugewerbe (z. B. Emissionsgrenzwerte der Materialien)	291	100
stark ablehnen	9	3
eher ablehnen	19	7
weder unterstützen noch ablehnen	39	13
eher unterstützen	134	46
stark unterstützen	76	26
weiss nicht	14	5
Durch Regulierungen in der Forstwirtschaft (z. B. Mindestziele der Wiederaufforstung)	289	100
stark ablehnen	3	1
eher ablehnen	13	5
weder unterstützen noch ablehnen	21	7
eher unterstützen	122	42
stark unterstützen	121	42
weiss nicht	9	3
Durch Regulierungen in der Abfallbranche (z. B. Carbon Capture and Storage (CCS))	289	100
stark ablehnen	4	1
eher ablehnen	6	2
weder unterstützen noch ablehnen	27	9
eher unterstützen	111	39
stark unterstützen	106	37
weiss nicht	35	12
Durch Selbstverpflichtung der grossen Emittenten (z. B. Zementwerke) zu Carbon Capture and Storage (CCS)	289	100
stark ablehnen	9	3
eher ablehnen	22	7
weder unterstützen noch ablehnen	34	12
eher unterstützen	92	32
stark unterstützen	87	30
weiss nicht	45	16
Durch Informationskampagnen (z. B. im Agrarsektor zum Einsatz von Pflanzenkohle)	286	100
stark ablehnen	6	2
eher ablehnen	14	5
weder unterstützen noch ablehnen	48	17
eher unterstützen	120	42
stark unterstützen	73	25
weiss nicht	25	9

Anhang K: Häufigkeitstabelle Vertrauen in Akteure

Vertrauen in Akteure		
	Anzahl	Prozent
Regierungsorgane / amtliche Behörden		
stark ablehnen	22	7
eher ablehnen	75	25
weder unterstützen noch ablehnen	131	43
eher unterstützen	72	24
stark unterstützen	5	1
Non-Profit-Organisationen		
stark ablehnen	7	2
eher ablehnen	31	10
weder unterstützen noch ablehnen	89	29
eher unterstützen	139	46
stark unterstützen	39	13
Wissenschaft / Forschung		
stark ablehnen	2	1
eher ablehnen	2	1
weder unterstützen noch ablehnen	34	11
eher unterstützen	167	55
stark unterstützen	100	32
Industrie im Bereich Klimatechnologie (z. B. Climeworks AG)		
stark ablehnen	10	3
eher ablehnen	37	12
weder unterstützen noch ablehnen	139	46
eher unterstützen	103	34
stark unterstützen	16	5