



Amt für Umwelt, Kanton Thurgau

---

# Potenzialstudie: Klimakompensationsprojekte im Kanton Thurgau

---

Schlussbericht

15. Juli 2022

Der Bericht bildet das geschätzte Potenzial gemäss rechtlichen Grundlagen vom *1. Juni 2022* ab

---

**Erarbeitet durch**

econcept AG / Gerechtigkeitsgasse 20 / 8001 Zürich  
www.econcept.ch / info@econcept.ch / + 41 44 286 75 75

**Autoren/innen**

Alexander Umbricht, MSc ETH in Umweltnaturwissenschaften, MAS ETH in MTEC  
David Schärer, MSc ETH in Umweltnaturwissenschaften  
Lisa Hämmerli, MSc ETH in Umweltnaturwissenschaften  
Reto Dettli, dipl. Masch. Ing. ETH, Dipl. NDS ETHZ in Betriebswissenschaften

# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1 Ausgangslage</b>	<b>7</b>
<b>2 Gesetzlicher Rahmen und Methodik</b>	<b>9</b>
2.1 Gesetzlicher Rahmen	9
2.2 Zusätzlichkeit	11
2.3 Methodik	14
<b>3 Potenziale</b>	<b>17</b>
Kategorie 1: Energieeffizienz (Angebotsseite)	19
Kategorie 2: Energieeffizienz (Nachfrageseite)	22
Kategorie 3: Erneuerbare Energie	24
Kategorie 4: Brennstoffwechsel	32
Kategorie 5: Transport	33
Kategorie 6: Methan (CH <sub>4</sub> )-Vermeidung	37
Kategorie 7: F-Gas- Reduktion	40
Kategorie 8: N <sub>2</sub> O-Reduktion	42
Kategorie 9: Speicherung von Kohlenstoff	44
<b>Anhang</b>	<b>49</b>
A-1 Berechnungen Kategorie 1	49
A-2 Berechnungen Kategorie 2	50
A-3 Berechnungen Kategorie 3	50
A-4 Berechnungen Kategorie 5	51
A-5 Berechnungen Kategorie 6	52
A-6 Berechnungen Kategorie 7	52
A-7 Berechnungen Kategorie 8	52
A-8 Berechnungen Kategorie 9	53
A-9 Literaturverzeichnis	55

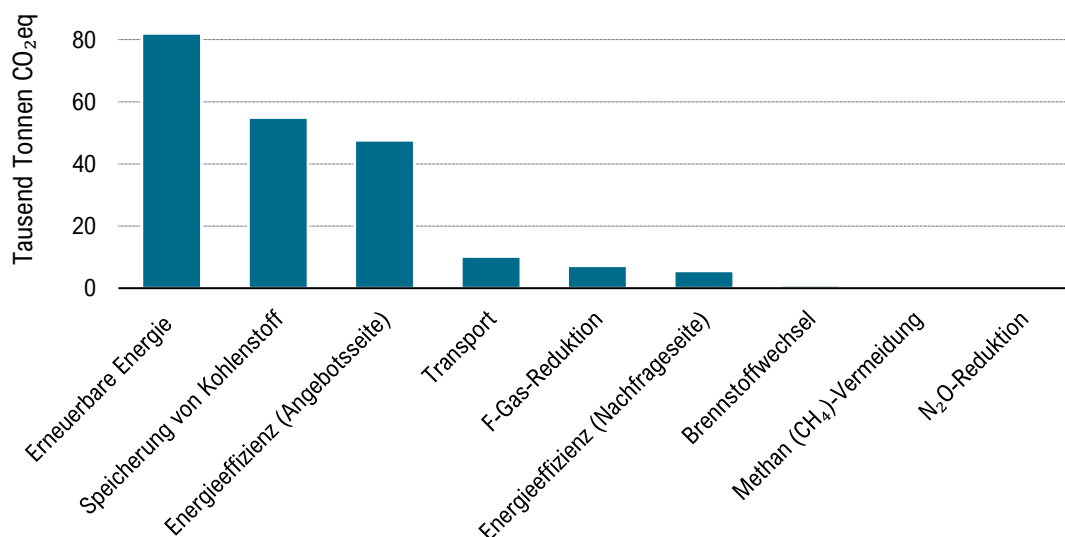
## Zusammenfassung

Der Kanton Thurgau will die Treibhausgasemissionen bis im Jahr 2050 auf Netto-Null reduzieren. Damit kommt er den Vorgaben des Bundesrates nach und schützt das Klima.

Ein geringer Teil der kantonalen Treibhausgasemissionen kann voraussichtlich durch Projekte gemindert werden, welche die sehr detaillierten Kriterien für *Projekte und Programme zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung* des Bundesamtes für Umwelt (BAFU, 2022a) erfüllen. Der Vorteil dieser Projekte ist, dass deren offiziell bescheinigte Treibhausgasreduktionen finanziell entschädigt werden können und somit Projekte aus wirtschaftlicher Sicht ermöglichen, die ansonsten nicht umsetzbar wären. Die vorliegende Studie quantifiziert das Potenzial dieser Massnahmen.

Die folgende Abbildung und die Tabelle auf der nächsten Seite zeigen die geschätzten Potenziale entsprechend der Kategorisierung BAFU per 1. Juni 2022 auf (BAFU, 2022b). Da die gesetzlichen Rahmenbedingungen und Verordnungen regelmässig überarbeitet und revidiert werden, handelt es sich bei Abschätzung des Kompensationspotenzial um eine Momentaufnahme.

Insgesamt könnten im Idealfall rund 15 Prozent der aktuellen jährlichen kantonalen Treibhausgasemissionen mittels der aufgeführten Massnahmen reduziert werden. Somit tragen Kompensationen bestenfalls einen geringen Teil zur Erreichung der Klimaziele bei. Die restlichen 85 Prozent der Treibhausgasemissionen müssen durch technologischen Fortschritt, Verwendung erneuerbarer Energien und Verhaltensänderungen in allen Sektoren reduziert werden. Diese Massnahmen werden in der *Klimastrategie des Kantons Thurgau*<sup>1</sup> adressiert.



**Abbildung 1** Geschätzte Potenziale gemäss Kategorisierung BAFU. Bei den angegebenen Potenzialen handelt es sich um grobe Abschätzungen. Entsprechend sind die Resultate mit grossen, nicht quantifizierbaren Unsicherheiten versehen.

<sup>1</sup> <https://umwelt.tg.ch/luft-und-klima/klima/klimastrategie.html/12624>

Das grösste Potenzial besteht beim Einsatz *erneuerbarer Energie*<sup>2</sup>; hier liegen zwei Fünftel des vorhandenen Potenzials. Die Kategorien *Speicherung von Kohlenstoff*<sup>3</sup> und *Energieeffizienz* weisen beide je mehr als 20 Prozent des Potenzials aus. Insgesamt bilden die drei Kategorien mit dem grössten Potenzial rund 90 Prozent des gesamten Potenzials ab.

Bei den angegebenen Potenzialen handelt es sich um Abschätzungen, die zum Teil mit grossen und nicht quantifizierbaren Unsicherheiten versehen sind.

<sup>2</sup> Insbesondere die Nutzung von Umweltwärme hat ein grosses Potenzial.

<sup>3</sup> Diese Kategorie wurde mit der überarbeiteten CO<sub>2</sub>-Verordnung per 1. Juni 2022 eingeführt.

Projekt- und Programmtyp	Potenzial pro Jahr Kompensationsprojekte
<b>Total</b>	<b>209 200 t CO<sub>2</sub>eq</b>
<b>1 Energieeffizienz (Angebotsseite)</b>	<b>47 600 t CO<sub>2</sub>eq</b>
1.1 Nutzung und Vermeidung von Abwärme	47 600 t CO <sub>2</sub> eq
<b>2 Energieeffizienz (Nachfrageseite)</b>	<b>5 600 t CO<sub>2</sub>eq</b>
2.1 Effizientere Nutzung von Prozesswärme beim Endnutzer oder Optimierung von Anlagen	0 t CO <sub>2</sub> eq
2.2 Energieeffizienzsteigerung in Gebäuden	5 600 t CO <sub>2</sub> eq
<b>3 Erneuerbare Energie</b>	<b>82 000 t CO<sub>2</sub>eq</b>
3.1 Nutzung von Biogas	10 200 t CO <sub>2</sub> eq
3.2 Wärmeerzeugung durch Verbrennung von Biomasse mit und ohne Fernwärme	4 600 t CO <sub>2</sub> eq
3.3 Nutzung von Umweltwärme	67 200 t CO <sub>2</sub> eq
3.4 Solarenergie	0 t CO <sub>2</sub> eq
3.5 Netzunabhängiger Stromeinsatz	0 t CO <sub>2</sub> eq
<b>4 Brennstoffwechsel</b>	<b>900 t CO<sub>2</sub>eq</b>
4.1 Brennstoffwechsel bei Prozesswärme	900 t CO <sub>2</sub> eq
<b>5 Transport</b>	<b>10 200 t CO<sub>2</sub>eq</b>
5.1 Effizienzverbesserung im Personentransport oder Güterverkehr	8 800 t CO <sub>2</sub> eq
5.2 Einsatz von flüssigen biogenen Treibstoffen	0 t CO <sub>2</sub> eq
5.3 Einsatz von gasförmigen biogenen Treibstoffen	1 400 t CO <sub>2</sub> eq
<b>6 Methan (CH<sub>4</sub>)-Vermeidung</b>	<b>700 t CO<sub>2</sub>eq</b>
6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methangas	300 t CO <sub>2</sub> eq
6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen	400 t CO <sub>2</sub> eq
6.3 Methanvermeidung durch Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft	0 t CO <sub>2</sub> eq
<b>7 F-Gas-Reduktion</b>	<b>7 200 t CO<sub>2</sub>eq</b>
7.1 Vermeidung und Substitution synthetischer Gase (HFC, NF <sub>3</sub> , PFC oder SF <sub>6</sub> )	7 200 t CO <sub>2</sub> eq
<b>8 N<sub>2</sub>O-Reduktion</b>	<b>100 t CO<sub>2</sub>eq</b>
8.1 Vermeidung und Substitution von N <sub>2</sub> O	100 t CO <sub>2</sub> eq
<b>9 Speicherung von Kohlenstoff</b>	<b>54 900 t CO<sub>2</sub>eq</b>
9.1 Speicherung von Kohlenstoff in Holz	8 400 t CO <sub>2</sub> eq
9.2 Speicherung von Kohlenstoff in Böden	46 400 t CO <sub>2</sub> eq
9.3 Speicherung von Kohlenstoff in nicht-organischen Materialien	100 t CO <sub>2</sub> eq
9.4 Speicherung von Kohlenstoff im Untergrund	0 t CO <sub>2</sub> eq

**Tabelle 1** Übersicht Kategorien und geschätztes Potenzial im Kanton Thurgau

# 1 Ausgangslage

Die Schweiz hat sich im Rahmen des Klimaabkommens von Paris dazu bekannt, die globale Erwärmung gegenüber der vorindustriellen Zeit auf maximal 2 °C zu beschränken. Ein Temperaturanstieg unter 1,5 °C wird angestrebt. Um die Temperaturziele zu erreichen, müssen die Treibhausgase bis spätestens 2050 auf Netto-Null<sup>4</sup> reduziert werden. Dieses Ziel strebt auch der Kanton Thurgau an.

Selbst in einem optimistischen Fall mit rasch fortschreitender Technologieentwicklung, Verhaltensänderungen und erfolgreichen griffigen Politikmassnahmen werden auch im Jahr 2050 weiterhin – wenn auch deutlich weniger – Treibhausgase emittiert; beispielsweise in der Landwirtschaft. Um die Klimaziele trotz dieser Resttreibhausgasemissionen zu erreichen, braucht es Massnahmen und Projekte, welche zu zusätzlichen Emissionsverminderungen führen oder der Atmosphäre Treibhausgase permanent entziehen.

Das Amt für Umwelt des Kantons Thurgau wurde von der Thurgauer Kantonalbank für eine Zusammenarbeit bezüglich CO<sub>2</sub>-Kompensationsprojekten angefragt. Das Amt für Umwelt lässt in dieser Zusammenarbeit eine Potenzialanalyse für CO<sub>2</sub>-Kompensationsprojekte durchführen. Die Ergebnisse kann die Thurgauer Kantonalbank für ihre Kompensationsvorhaben verwenden und stehen auch allen anderen Interessierten zur Verfügung.

Damit eine gute Qualität der CO<sub>2</sub>-Kompensationsprojekte garantiert und der Vorwurf von *Greenwashing*<sup>5</sup> vermieden werden, werden ausschliesslich Potenziale ausgewiesen, die den vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) vollzogenen Regeln für die Bescheinigung von freiwilligen Emissionsverminderungen im Inland (siehe Kapitel: 2 Gesetzlicher Rahmen) genügen.

Folgende Fragen stehen dabei im Zentrum:

- 1 Welche Anforderungen und Richtlinien müssen erfüllt werden, damit ein Kompensationsprojekt anerkannt wird?  
→ Abschnitt 2.1 *Gesetzlicher Rahmen*, Seite 9; Abschnitt 2.2 *Zusätzlichkeit*, Seite 11
- 2 Welche Arten von Kompensationsprojekten existieren bereits im Kanton Thurgau? Welche weiteren Arten bestehen?  
→ Projekte im Kanton Thurgau werden im *Kapitel 3 Potenziale* ab Seite 17 ausgewiesen.
- 3 Mit welcher Methodik werden die Potenziale für Kompensationsprojekte ermittelt?  
→ Abschnitt 2.3 *Methodik*, Seite 14

<sup>4</sup> Treibhausgasquellen erhöhen, Treibhausgasquellen reduzieren den Gehalt von Treibhausgasen in der Atmosphäre. Wenn die Treibhausgasquellen mindestens so viel Treibhausgas aus der Atmosphäre entfernen, wie die Treibhausgasquellen hinzufügen, erhöht sich der Treibhausgasanteil in der Atmosphäre nicht weiter. «Netto-Null» ist erreicht.

<sup>5</sup> Greenwashing bezeichnet den Versuch von Organisationen sich mittels Kommunikation und Marketing ein umweltfreundliches Image zu geben, ohne entsprechende Massnahmen im operativen Geschäft systematisch verankert zu haben.

Ziel ist eine Auslegeordnung, welche die Arten realisierbarer Kompensationsprojekte und deren Potenzial im Kanton Thurgau in einer groben Schätzung aufzeigt.

Detaillierte Abklärungen und Angaben zur Umsetzung der Projekte werden im Rahmen dieser Studie nicht erarbeitet.



## 2 Gesetzlicher Rahmen und Methodik

Für alle folgenden Ausführungen beziehen wir uns auf die CO<sub>2</sub>-Verordnung und die darauf aufbauenden Regelwerke mit Stand 1. Juni 2022<sup>6</sup>. Es ist davon auszugehen, dass bereits mit der nächsten Verordnungsänderung die Aussagekraft dieser Studie abnimmt. Im Zweifelsfall muss die CO<sub>2</sub>-Verordnung in der dannzumal gültigen Version zu Rate gezogen werden.

### 2.1 Gesetzlicher Rahmen

Das Bundesgesetz über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>7</sup> sieht die Bescheinigung von freiwilligen Emissionsverminderungen im Inland vor. Die Voraussetzungen sowie das Verfahren für die Ausstellung der Bescheinigungen<sup>8</sup> sind in der Verordnung über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>9</sup> bis Ende des Jahres 2030 geregelt<sup>10</sup>. Das BAFU vollzieht die Bestimmungen über die Bescheinigungen für Emissionsverminderungen im Inland.

#### Exkurs 1 – Bescheinigungen

Kompensationsprojekte führen zu Emissionsverminderungen. Diese Verminderungen werden vom BAFU bescheinigt. Gewisse Akteure, beispielsweise Treibstoffimporteure, sind gesetzlich verpflichtet einen Teil ihrer Treibhausgasemissionen zu kompensieren. Daher kaufen diese Akteure die ausgestellten Bescheinigungen der Kompensationsprojekte ab. Auch kaufen Firmen, staatliche Institutionen oder Private die Bescheinigungen auf freiwilliger Basis auf, um ihre Emissionen zu kompensieren.

<sup>6</sup> Die Verordnung wurde in den letzten Jahren durchschnittlich zweimal jährlich angepasst. Häufig sind die Anpassungen minimal, manchmal – z. B. im Juni 2022 – sind sie von grösserer Auswirkung.

<sup>7</sup> <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2012/855/de>

<sup>8</sup> Mittels eines vom BAFU definierten Verfahrens wird verifiziert, wie viele Tonnen Treibhausgasemissionen durch ein Emissionsminderungsprojekt oder -programm reduziert wurden. Die ermittelten Reduktionen werden bescheinigt. Eine Bescheinigung entspricht 1 t CO<sub>2</sub>eq und wird wie im Projekt/Programm definiert finanziell entschädigt. Die Bescheinigung gehört nachher dem Käufer der Bescheinigung.

<sup>9</sup> <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2012/856/de>

<sup>10</sup> Die Zukunft der Emissionsverminderungen ist aktuell nicht über das Jahr 2030 hinaus geregelt. Grundsätzlich könnte dieses Politikinstrument anschliessend weitergeführt oder auch gestrichen werden. Das werden die nächsten Jahre und die aktuelle Überarbeitung des CO<sub>2</sub>-Gesetzes zeigen.

Damit Emissionsverminderungen aus einem Projekt oder Programm<sup>11</sup> im Inland bescheinigt werden können, müssen sie unter anderem die folgenden Grundanforderungen erfüllen (BAFU, 2022a)<sup>12</sup>:

- 1 Es handelt sich nicht um
  - 1.1 Kernenergie
  - 1.2 Forschung und Entwicklung
  - 1.3 Information und Beratung
  - 1.4 biogener Brenn- und Treibstoff, ausser er erfüllt erhebliche Auflagen<sup>13</sup>
  - 1.5 Treibstoffwechsel zu Erdgasfahrzeugen<sup>14</sup>
  - 1.6 Wasserstoff, ausser er erfüllt erhebliche Auflagen<sup>15</sup>
  - 1.7 Pflanzenkohle, ausser sie erfüllt erhebliche Auflagen<sup>16</sup>
  - 1.8 Ersatz fossiler Heizkessel durch fossile Heizkessel
  - 1.9 Nutzungsverzicht oder Unternutzung
  - 1.10 Einsatz von Ad- und Absorptionstechniken, ausser zur dezentralen Nutzung von ausreichend verfügbarer Abwärme
- 2 Sie sind finanziell nur tragbar, das heisst wirtschaftlich<sup>17</sup>, dank den Erlösen aus der Emissionsminderung
- 3 Sie sind mindestens entsprechend dem Stand der Technik geplant und gebaut
- 4 Sie führen zu einer zusätzlichen Emissionsverminderung im Vergleich zu einer Referenzentwicklung
- 5 Die erzielten Emissionsverminderungen sind nachweis- und quantifizierbar
- 6 Die Emissionsverminderungen wurden nicht in einem Unternehmen<sup>18</sup> erzielt, das am Emissionshandelssystem<sup>19</sup> teilnimmt
- 7 Es besteht keine gesetzliche Verminderungspflicht für das Unternehmen. Treibhausgasverminderungen, die über die gesetzliche Pflicht hinausgehen, können wiederum bescheinigt und somit finanziell entschädigt werden.

<sup>11</sup> Im Unterschied zu einem Projekt, fasst ein Programm mehrere Vorhaben zusammen, die auch mit unterschiedlichen Technologien einen gemeinsamen Zweck verfolgen können.

<sup>12</sup> Sowohl die zugrundeliegende Verordnung als auch die hier zitierte Vollzugshilfe wurden am 1. Juni 2022, und somit wenige Tage vor der Fertigstellung dieses Berichts, in teilweise relevanten Punkten aktualisiert. Insbesondere im Bereich Senkenleistung bestehen daher mit Stand 23. Juni 2022 keine Erfahrungswerte.

<sup>13</sup> Artikel 12b Absätze 1 und 3 des Mineralölsteuergesetzes und dazugehörigen Ausführungsvorschriften

<sup>14</sup> ausgenommen Wechsel ganzer Flotten

<sup>15</sup> Nutzung ausschliesslich in Brennstoffzelle unter Einhaltung Artikel 19a, Buchstabe f MinöStV

<sup>16</sup> Maximal 8 Tonnen pro Hektare pro Kreditierungsperiode; muss der Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngern (DüV) entsprechen

<sup>17</sup> Wirtschaftlichkeit wird vom BAFU ausführlich definiert. Beispielsweise ist der kalkulatorische Zinssatz für Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit 3 Prozent anzunehmen.

<sup>18</sup> 2020 haben im Kanton Thurgau die Schweizer Zucker AG (Frauenfeld) und die Model AG (Weinfelden, Papierfabrik) am EHS teilgenommen (BAFU, 2022a)

<sup>19</sup> Das Emissionshandelssystem (EHS) ist ein marktwirtschaftliches Instrument zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, das sowohl von der Schweiz als auch von der EU genutzt wird.

Zum einen setzt es eine absolute Obergrenze für die in der Industrie erlaubten Emissionen, das sogenannte «cap». Zum anderen ermöglicht es mittels Handels von Emissionsrechten, dem sogenannten «trade», dass Emissionseinsparungen am günstigsten realisiert werden können.

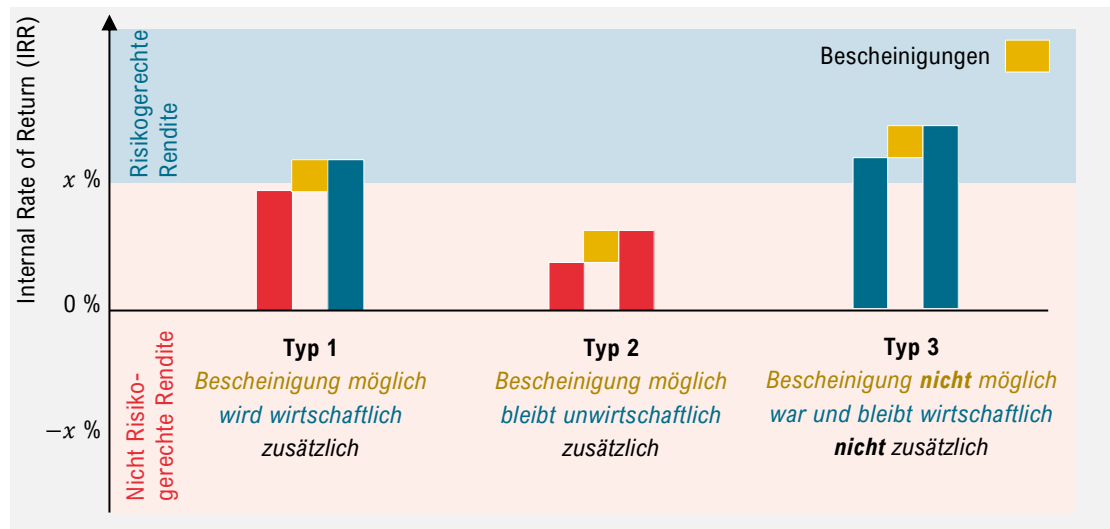
Nebst weiteren Kriterien, die für diese Potenzialanalyse aber nicht relevant sind, ist die sogenannte *Zusätzlichkeit* von zentraler Bedeutung.

## **2.2 Zusätzlichkeit**

Die Zusätzlichkeit umfasst zwei Kriterien, die beide erfüllt sein müssen: Die Wirtschaftlichkeit und die erzielte Emissionsreduktion.

### **2.2.1 Wirtschaftlichkeit**

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeit beschreibt die *Zusätzlichkeit* eines Projekts oder Programms die Bedingung, dass es nur mit dem Erhalt von Bescheinigungen gemäss BAFU-Richtlinien wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Damit sollen nur Projekte und Programme gefördert werden, welche tatsächlich auf finanzielle Unterstützung angewiesen sind; der sogenannte Mitnahmeeffekt soll ausgeschlossen werden. Abbildung 2 zeigt den Mechanismus dahinter:



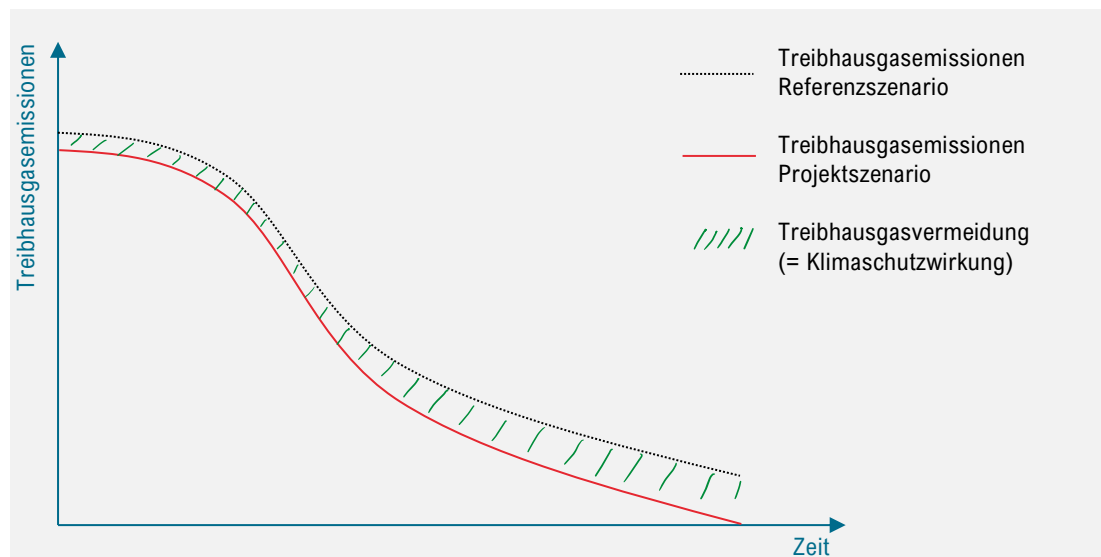
**Abbildung 2** Schematische Darstellung der *wirtschaftlichen* Zusatzlichkeit. Nur ein Projekt oder Programm, das dank der Bescheinigungen wirtschaftlich wird (Typ 1), erfüllt das Kriterium der Zusatzlichkeit und wird auch umgesetzt. Wirtschaftlich sind Projekte und Programme mit einer *Internal Rate of Return*<sup>20</sup> von mindestens  $x$  Prozent ( $x$  ist Projekt/Programm- bzw. Firmenspezifisch).

- **Typ 1** wird dank den Bescheinigungen wirtschaftlich, erfüllt das Kriterium der Zusatzlichkeit und wird durch die Erlöse aus einem Bescheinigungsverkauf auch umgesetzt.  
*Fiktives Beispiel:* Die Stadt Frauenfeld plant einen erneuerbaren Wärmeverbund. Dieser ist über die Lebensdauer betrachtet unwirtschaftlich. Dank dem Erlös aus den Bescheinigungen verbessert sich die Wirtschaftlichkeit derart, dass der Wärmeverbund nun wirtschaftlich betrieben werden kann. Somit ist die Zusatzlichkeit in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit gegeben und der Wärmeverbund berechtigt, Bescheinigungen für die Reduktion der Treibhausgasemissionen zu verkaufen.
- **Typ 2** wird auch mit Bescheinigungen nicht wirtschaftlich und wird deshalb nicht umgesetzt.  
*Fiktives Beispiel:* Die Stadt Kreuzlingen plant einen erneuerbaren Wärmeverbund. Dieser ist über die Lebensdauer betrachtet unwirtschaftlich. Dank dem Erlös aus den Bescheinigungen verbessert sich die Wirtschaftlichkeit deutlich, dennoch bleibt der Betrieb des Wärmeverbundes unwirtschaftlich. Trotzdem entscheidet sich die Stadt Kreuzlingen, den Wärmeverbund zu bauen. Somit ist die Zusatzlichkeit in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit gegeben und der Wärmeverbund berechtigt, Bescheinigungen für die Reduktion der Treibhausgasemissionen zu verkaufen.
- **Typ 3** ist bereits ohne Bescheinigung wirtschaftlich und deshalb nicht berechtigt.  
*Fiktives Beispiel:* Der Bau und Betrieb einer Photovoltaikanlage in Romanshorn ist über die Lebensdauer betrachtet und unter Berücksichtigung nationaler Förderinstrumente wirtschaftlich. Das heisst, die Betreiber der Photovoltaikanlage verdienen damit Geld, auch ohne weitere Unterstützungsmassnahmen. Die Zusatzlichkeit in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit ist somit nicht gegeben und die Photovoltaikanlage nicht berechtigt, Bescheinigungen für die Reduktion der Treibhausgasemissionen zu verkaufen.

<sup>20</sup> Die *Internal Rate of Return* (interne Zinsfluss) stellt den tatsächlichen Zinssatz dar, der mit einer Investition im Laufe ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer erzielt wird.

### 2.2.2 Geringe oder keine Emissionsverminderung

Die Gelder für Emissionsverminderungen werden pro reduzierter Tonne CO<sub>2</sub>eq<sup>21</sup> ausbezahlt. Zu diesem Zweck wird das Projektszenario (rote Linie in **Abbildung 3**) mit einem Referenzszenario (schwarz gepunktete Linie in **Abbildung 3**) verglichen. Als Referenz dient das Szenario, welches ohne Projektdurchführung am wahrscheinlichsten eintreten wird.



**Abbildung 3** Schematische Darstellung der Emissionsreduktion. Bescheinigungen können für die durch das Projekt oder Programm reduzierte Menge Treibhausgasemissionen (grün schraffierte Fläche) beansprucht werden.

Als Referenz dient das Szenario, welches ohne Projektdurchführung am wahrscheinlichsten eintreten wird.

*Beispiel 1: Der Bau und Betrieb einer Photovoltaikanlage für den Eigenverbrauch*

Der Eigenverbrauch (rote Linie) wird mit der Referenz (schwarze Linie), dem aus dem Netz bezogenen Strom, verglichen. Da der Schweizer Strommix eine geringe Treibhausgasintensität aufweist, wird die Emissionsverminderung gegenüber dem Referenzszenario im besten Falle gering ausfallen. Die grüne Fläche wird sehr klein und die Zusätzlichkeit in Bezug auf eine Emissionsreduktion ist nicht gegeben. Die Photovoltaikanlage ist nicht berechtigt, Bescheinigungen für die Reduktion der Treibhausgasemissionen zu verkaufen.

*Beispiel 2: Die Installation und der Betrieb einer Luft-Wasser-Wärmepumpe*

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe (rote Linie) wird mit der Referenz Ölheizung (schwarze Linie) verglichen. Über die Lebensdauer emittiert die Luft-Wasser-Wärmepumpe deutlich weniger Treibhausgase als die Ölheizung. Die grüne Fläche (Treibhausgasvermeidung) ist gross. Die Zusätzlichkeit in Bezug auf die Treibhausgasemissionen ist damit gegeben und die Luft-Wasser-Wärmepumpe berechtigt, Bescheinigungen für die Reduktion der Treibhausgasemissionen zu verkaufen.

<sup>21</sup> CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>eq) sind eine Masseinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase. Beispielsweise wird auch die deutlich stärkere Klimawirkung von Methan (CH<sub>4</sub>) beachtet.

## 2.3 Methodik

Die Potenziale werden von uns wie folgt grob geschätzt.

- 1 Als Grundlage dienen das CO<sub>2</sub>-Gesetz<sup>7</sup>, die CO<sub>2</sub>-Verordnung<sup>229</sup> und das Dokument *Projekte und Programme zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung*<sup>23</sup>. Nur Programme und Projekte, die durch den Bund definierten Kriterien genügen, werden in Betracht gezogen.

Der Bund teilt die möglichen Projekte und Programme in neun unterschiedliche Kategorien ein. Diese Kategorien sind wiederum in verschiedenen *Projekt- und Programmtypen* gruppiert.

- 2 Anschliessend konsultieren wir die *Liste registrierte Kompensationsprojekte*<sup>24</sup>. Diese listet für jede Kategorie bzw. jeden *Projekt- und Programmtyp* auf, ob und welche Projekte bzw. Programme seit Beginn vor rund einem Jahrzehnt seitens Privatwirtschaft erarbeitet wurden.

Falls zu einem *Projekt- und Programmtyp* keine Registrierungen vorhanden sind, gehen wir davon aus, dass entweder kein Potenzial vorhanden ist oder das Aufwand und Ertrag in einem derart schlechten Verhältnis zueinanderstehen, dass es sich nicht lohnt in diesem Bereich weiter nach Emissionsverminderungen zu suchen. Dies scheint plausibel, da insbesondere die Stiftung KliK<sup>25</sup> bis Ende dieses Jahrzehnts händeringend nach weiteren Kompensationsprojekten sucht, um die gesetzliche Kompensationspflicht der Treibstoffimporteure erfüllen zu können. Dies, obwohl beträchtliche finanzielle Mittel vorhanden sind.

### Exkurs 2 – Kategorie 9: Speicherung von Kohlenstoff

Per 1. Juni 2022 hat der Bundesrat bzw. das Bundesamt für Umwelt die CO<sub>2</sub>-Verordnung und die darauf aufbauenden Dokumente überarbeitet und veröffentlicht. Nebst vielen kleineren Änderungen im Allgemeinen wurde die Kategorie 9 deutlich erweitert. Neu gibt es mehr Möglichkeiten für Programme und Projekte zur Erhöhung der Senkenleistung.

Offensichtlich konnten in den sechs Tagen seit Bestehen der neuen Möglichkeiten keine Projekte und Programme registriert werden. Entsprechend werden wir in der Kategorie 9 das Fehlen von registrierten Projekten und Programmen nicht als «kein Potenzial vorhanden» interpretieren, sondern eine Abschätzung vornehmen.

<sup>22</sup> Version vom 1. Juni 2022

<sup>23</sup> [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/projekte-und-programme-zur-emissionsverminderung-und-erhoehung-der-senkenleistung-kop22.pdf.download.pdf/UV-1315-D\\_KOP2022.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/projekte-und-programme-zur-emissionsverminderung-und-erhoehung-der-senkenleistung-kop22.pdf.download.pdf/UV-1315-D_KOP2022.pdf)

<sup>24</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

<sup>25</sup> Die Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation (KliK) erfüllt im Auftrag der Treibstoffimporteure deren gesetzliche Pflicht, Teile der bei der Nutzung fossiler Treibstoffe entstehender CO<sub>2</sub>-Emissionen zu kompensieren. Dazu finanziert sie Klimaschutzprojekte in der Schweiz und im Ausland, welche den Vorschriften des CO<sub>2</sub>-Gesetzes genügen.

- 3 In den Kategorien und für die *Projekt- und Programmtypen*, für die Emissionsvermindierungen registriert sind, schätzen wir das Potenzial nach Möglichkeit anhand kantonalen Daten ab. Wo dies nicht möglich ist, rechnen wir mittels geeigneter Indikatoren von schweizerischen auf thurgauisches Potenzial um.
- 4 In allen Projekten und Programmen mit Einsatz von Biomasse beschränken wir die Überlegungen auf das im Kanton Thurgau vorhandene Biomassepotenzial.

Beispielsweise könnte für eine Holzschnitzelheizung zum Ersatz einer Ölheizung der notwendige Brennstoff aus anderen Kantonen oder gar Ländern geliefert werden. Wir betrachten in diesem Beispiel ausschliesslich das Holzschnitzelpotenzial innerhalb des Kantons Thurgau.

- 5 Grossverbraucher (siehe anschliessenden Exkurs) müssen zumutbare Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz realisieren. Viele der notwendigen Massnahmen senken die Treibhausgasemissionen deutlich, sind aber nicht für Kompensationsprojekte zugelassen, da die *Zusätzlichkeit* nicht gegeben ist. Daraus entstehende Potenzialreduktionen berücksichtigen wir zum Schluss.

### Exkurs 3 – Grossverbraucherartikel

Unternehmen mit einem jährlichen Wärmeverbrauch von mehr als fünf Gigawattstunden<sup>26</sup> (GWh) oder einem Elektrizitätsverbrauch von mindestens einer halben Gigawattstunde<sup>27</sup> werden im Kanton Thurgau und den meisten Kantonen der Schweiz verpflichtet, ihren Energieverbrauch zu analysieren und zumutbare<sup>28</sup> Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zu ergreifen. Die individuelle Zielvereinbarung nimmt dabei Rücksicht auf Wachstum, betriebliche Abläufe wie Wirtschaftlichkeit, Flexibilität sowie Planbarkeit und ermöglicht es den Unternehmen, die angestrebten Effizienzziele mit eigens für den Betrieb festgelegten Massnahmen zu erreichen.

Der Kanton Thurgau regelt die Grossverbraucher im kantonalen Energienutzungs-gesetz sowie in der dazugehörigen Verordnung (§14EnG; § 22 EnV).

*Für die Abschätzungen haben wir folgende Punkte nicht berücksichtigt*

- Nicht berücksichtigt sind die im Jahr 2021 teilweise mehr als verdoppelten Energiepreise. Diese verbessern die Wirtschaftlichkeit aller Klimaschutzmassnahmen welche direkt die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduzieren; und sie reduzieren so im Umkehrschluss das Potenzial für bescheinigungsfähige Emissionsreduktionen.

Das BAFU legt jährlich die Referenzenergiepreise für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen fest. Aktuell bilden diese die aktuellen Energiepreise nicht ab. Beispielsweise wird

<sup>26</sup> Entspricht etwa der Wärmeenergie von rund 500 000 Litern Erdöl.

<sup>27</sup> Entspricht etwa einem Drittel der mit dem Laufkraftwerk Murkart in Matzingen generierten Jahresstrommenge

<sup>28</sup> Zumutbar ist – im Sinne des Gesetzgebers – eine Massnahme dann, wenn die Payback-Dauer für Prozesse unter vier Jahren liegt. Für Massnahmen am Gebäude und an haustechnischen Einrichtungen beträgt die zumutbare Payback-Dauer acht Jahre.

ein Dieselpreis von 1.74 Franken pro Liter (BAFU, 2022c) angenommen, während er am 2. Juni 2022 an der Tankstelle bei 2.30 Franken pro Liter und somit gut 30 Prozent höher liegt (TCS, 2022).

econcept erwartet eine Anpassung der Referenzpreise per 2023 durch das BAFU und vermutet, dass die Energiepreise sich langfristig zumindest über dem Vor-Corona-Niveau einpendeln. Entsprechend wird das Potenzial für Emissionsminderungen abnehmen, weil mit dem höheren Energiepreis Projekte ohne Bescheinigungen wirtschaftlich sind.

- Die Biomasse kann für verschiedene Emissionsminderungsprogramme und -projekte genutzt werden; kann gleichzeitig aber nur einmal eingesetzt werden. Dies führt potenziell zu einer Überschätzung der biomasseabhängigen Emissionsverminderungspotenziale. Ähnliches gilt auch teilweise für technische Lösungen – eine Ölheizung wird in der Regel einmal durch eine erneuerbare Alternative ersetzt und beispielsweise nicht durch eine Wärmepumpe, einen Fernwärmeanschluss und eine Holz-schnitzelheizung.

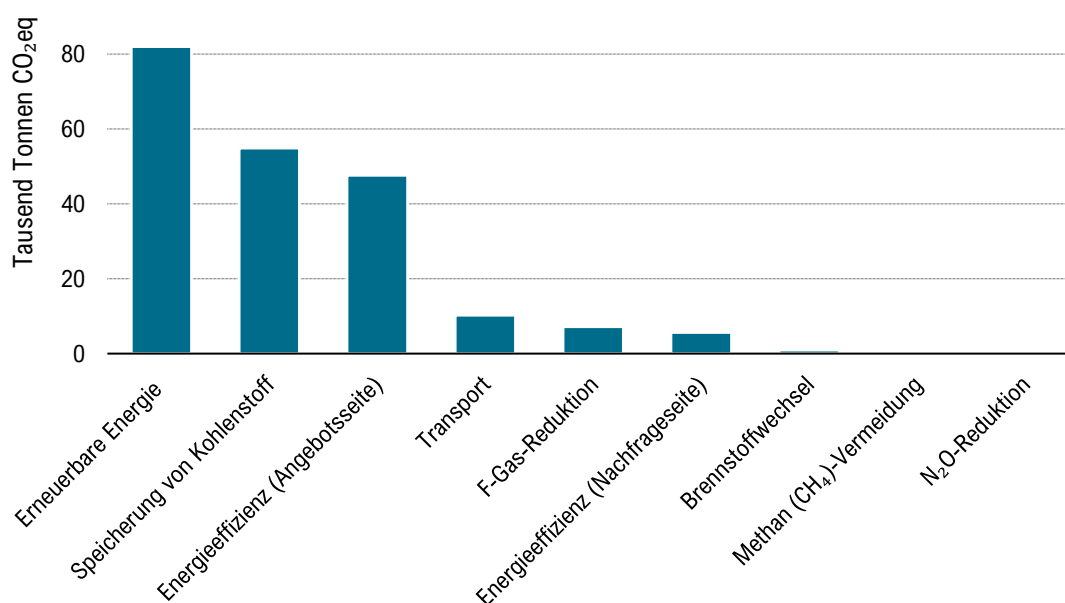
Im Allgemeinen können wir die gegenseitigen Wechselwirkungen der verschiedenen Programme und Projekte nicht abbilden.



### 3 Potenziale

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht aller Potenziale und weist die einzelnen Potenziale aus (ab Unterkapitel Kategorie 1). Zur Einordnung: Der Kanton Thurgau verursachte innerhalb seiner geografischen Grenzen im Jahr 2020 Treibhausgasemissionen im Umfang von geschätzt 1,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>eq (AFU, 2022).

Das BAFU sieht neun Kategorien vor, in denen Verminderungen bescheinigt und für die Kompensation von Emissionen genutzt werden können. Die folgende Abbildung und die Tabelle 2 auf der nächsten Seite zeigen die geschätzten Potenziale entsprechend der Kategorisierung BAFU per 1. Juni 2022 auf (BAFU, 2022b).



**Abbildung 4** Geschätzte Potenziale gemäss Kategorisierung BAFU. Bei den angegebenen Potenzialen handelt es sich um Abschätzungen, die mit zum Teil grossen, nicht quantifizierbaren Unsicherheiten versehen sind.

Alle geschätzten Potenziale erreichen eine Emissionsreduktion von 209 000 t CO<sub>2</sub>eq. Das sind lediglich 15 Prozent, welche im Rahmen von Projekten und Programmen zur Emissionsverminderung beitragen können. Selbst im besten Fall müssen 85 Prozent der im Kanton Thurgau verursachten Treibhausgasemissionen durch technologischen Fortschritt, Verwendung erneuerbarer Energien und Verhaltensänderungen in allen Sektoren reduziert werden. Diese Massnahmen werden in der *Klimastrategie des Kantons Thurgau*<sup>29</sup> adressiert

Das grösste Potenzial besteht beim Einsatz *erneuerbarer Energie*<sup>30</sup>; hier liegen zwei Fünftel des vorhandenen Potenzials. Die Kategorien *Speicherung von Kohlenstoff*<sup>31</sup> und *Energieeffizienz* weisen beide je mehr als 20 Prozent des Potenzials aus. Insgesamt bilden die drei Kategorien mit dem grössten Potenzial rund 90 Prozent des gesamten Potenzials ab.

<sup>29</sup> <https://umwelt.tg.ch/luft-und-klima/klima/klimastrategie.html/12624>

<sup>30</sup> Insbesondere die Nutzung von Umweltwärme hat ein grosses Potenzial.

<sup>31</sup> Diese Kategorie wurde mit der Überarbeiteten CO<sub>2</sub>-Verordnung per 1. Juni 2022 eingeführt.

Projekt- und Programmtyp	Potenzial pro Jahr Kompensationsprojekte
<b>Total</b>	<b>209 200 t CO<sub>2</sub>eq</b>
<b>1 Energieeffizienz (Angebotsseite)</b>	<b>47 600 t CO<sub>2</sub>eq</b>
1.1 Nutzung und Vermeidung von Abwärme	47 600 t CO <sub>2</sub> eq
<b>2 Energieeffizienz (Nachfrageseite)</b>	<b>5 600 t CO<sub>2</sub>eq</b>
2.1 Effizientere Nutzung von Prozesswärme beim Endnutzer oder Optimierung von Anlagen	0 t CO <sub>2</sub> eq
2.2 Energieeffizienzsteigerung in Gebäuden	5 600 t CO <sub>2</sub> eq
<b>3 Erneuerbare Energie</b>	<b>82 000 t CO<sub>2</sub>eq</b>
3.1 Nutzung von Biogas	10 200 t CO <sub>2</sub> eq
3.2 Wärmeerzeugung durch Verbrennung von Biomasse mit und ohne Fernwärme	4 600 t CO <sub>2</sub> eq
3.3 Nutzung von Umweltwärme	67 200 t CO <sub>2</sub> eq
3.4 Solarenergie	0 t CO <sub>2</sub> eq
3.5 Netzunabhängiger Stromeinsatz	0 t CO <sub>2</sub> eq
<b>4 Brennstoffwechsel</b>	<b>900 t CO<sub>2</sub>eq</b>
4.1 Brennstoffwechsel bei Prozesswärme	900 t CO <sub>2</sub> eq
<b>5 Transport</b>	<b>10 200 t CO<sub>2</sub>eq</b>
5.1 Effizienzverbesserung im Personentransport oder Güterverkehr	8 800 t CO <sub>2</sub> eq
5.2 Einsatz von flüssigen biogenen Treibstoffen	0 t CO <sub>2</sub> eq
5.3 Einsatz von gasförmigen biogenen Treibstoffen	1 400 t CO <sub>2</sub> eq
<b>6 Methan (CH<sub>4</sub>)-Vermeidung</b>	<b>700 t CO<sub>2</sub>eq</b>
6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methangas	300 t CO <sub>2</sub> eq
6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen	400 t CO <sub>2</sub> eq
6.3 Methanvermeidung durch Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft	0 t CO <sub>2</sub> eq
<b>7 F-Gas-Reduktion</b>	<b>7 200 t CO<sub>2</sub>eq</b>
7.1 Vermeidung und Substitution synthetischer Gase (HFC, NF <sub>3</sub> , PFC oder SF <sub>6</sub> )	7 200 t CO <sub>2</sub> eq
<b>8 N<sub>2</sub>O-Reduktion</b>	<b>100 t CO<sub>2</sub>eq</b>
8.1 Vermeidung und Substitution von N <sub>2</sub> O	100 t CO <sub>2</sub> eq
<b>9 Speicherung von Kohlenstoff</b>	<b>54 900 t CO<sub>2</sub>eq</b>
9.1 Speicherung von Kohlenstoff in Holz	8 400 t CO <sub>2</sub> eq
9.2 Speicherung von Kohlenstoff in Böden	46 400 t CO <sub>2</sub> eq
9.3 Speicherung von Kohlenstoff in nicht-organischen Materialien	100 t CO <sub>2</sub> eq
9.4 Speicherung von Kohlenstoff im Untergrund	0 t CO <sub>2</sub> eq

**Tabelle 2** Übersicht Kategorien und geschätztes Potenzial im Kanton Thurgau

## Kategorie 1: Energieeffizienz (Angebotsseite)

### Typ 1.1 Nutzung und Vermeidung von Abwärme

Abwärme ist der nach dem Stand der Technik nicht vermeidbare Wärmeverlust aus Energieumwandlungs- oder chemischen Prozessen (u. a. Kehrlichtbrennungsanlagen). Ausgenommen ist Heizwärme aus Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen.

Bekanntete Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>32</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diverse Wärmeverbunde ab ARA und KVA (→ Beispiele b und e)</li> <li>– Programm Nahwärmeverbunde</li> <li>– Niedertemperatur-Abwärme (→ Beispiel c)</li> <li>– Industrielle Hochtemperatur-Abwärme (→ Beispiel a)</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Dampfnutzung in der Industrie	<p><b>Verminderungspotenzial Dampfnutzung Industrie:</b></p> <p>In der Schweiz gibt es für diese Art von Projekten ein Programm. Dieses geht schweizweit von einem Reduktionspotenzial von 13 000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr aus (KliK, 2017a). Umgerechnet auf den Kanton Thurgau ergeben sich so rund 400 t CO<sub>2</sub>eq Kompensationspotenzial.</p> <p>Das Bundesamt für Energie (BFE) erfasst schweizweit und somit auch für den Kanton Thurgau das relevante Wärmeangebot. Im Kanton Thurgau werden nebst den 17 kommunalen ARA (separat behandelt in <i>Nutzung der Abwärme von Abwasserreinigungsanlagen (ARA)</i>) und der KVA in Weinfelden (separat behandelt in <i>Nutzung der Abwärme aus Kehrlichtverwertungsanlagen (KVA)</i>) keine weiteren relevanten Wärmeangebote erfasst. (BFE, 2022a)</p> <p>Das lässt darauf schliessen, dass 400 t CO<sub>2</sub>eq das obere Limit des Kompensationspotenzials ausmachen.</p>	< 400 t CO <sub>2</sub> eq/a

<sup>32</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/1-1.html>

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
b Nutzung der Abwärme von Abwasserreinigungsanlagen (ARA)	<p><b>Verminderungspotenzial Nutzung Klärwasser nach ARA:</b></p> <p>Im Kanton Thurgau befinden sich 17 kommunale ARA. Diese behandeln jährlich Abwasser im Umfang von 37,5 Milliarden Litern (AFU, 2020a). Würde die Abwärme aus dem geklärten Wasser dieser Anlagen vollständig genutzt, könnten damit geschätzt jährlich maximal 19 000 Tonnen CO<sub>2</sub>eq fossiler Heizungen eingespart werden. Die Nutzung der Abwärmequellen bedingt eine genügend hohe Bebauungsdichte.</p> <p>Bei Liegenschaften ausserhalb der Bauzone ohne Anschluss an die Schmutzwasserkanalisation wird das häusliche Abwasser in dezentralen Kleinkläranlagen gereinigt. Gesamthaft waren 2020 im Kanton Thurgau 94 Kleinkläranlagen in Betrieb (AFU, 2020a). Aufgrund der geringen und unregelmässig anfallenden Klärwasser sowie der Tatsache, dass diese Anlagen per Definition ausserhalb grösserer Siedlungsgebiete liegen, ergibt sich für Kleinkläranlagen kein relevantes Potenzial.</p>	< 19 000 t CO <sub>2</sub> eq/a
c Rückgewinnung von nicht-nutzbarer Prozesswärme	<p><b>Verminderungspotenzial Rückgewinnung:</b></p> <p>Niedertemperaturabwärme (z. B. Rücklaufwärme) aus Industrie und Energiewirtschaft kann zur Heizung bestehender und neuer Gebäude genutzt werden.</p> <p>Ein schweizweites Programm versucht dieses Potenzial zu nutzen. Insgesamt wird das Potenzial als sehr begrenzt eingeschätzt. (KliK, 2016a)</p>	< 200 t CO <sub>2</sub> eq/a
d Nutzung von Abwärme aus bestehenden Atomkraftwerken	Keine Atomkraftwerke im Kanton Thurgau und den umliegenden Kantonen.	-

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
e Nutzung der Abwärme aus Kehrichtverwertungsanlagen (KVA)	<p><b>Verminderungspotenzial Abwärmenutzung KVA:</b></p> <p>Im Kanton Thurgau gibt es eine KVA in Weinfelden. Sie verbrannte im Jahr 2020 rund 150 000 Tonnen Abfall und konnte 228 GWh klimaneutraler<sup>33</sup> Energie verkaufen (KVA Thurgau, 2021a).</p> <p>Im Vergleich mit den Bestwerten anderer KVA könnte die KVA Weinfelden den Wärmeabsatz erhöhen und zusätzlich maximal 28 000 Tonnen CO<sub>2</sub>eq bei fossilen Heizungen einsparen.</p> <p>Aktuell wird der Ersatz der KVA in zehn bis fünfzehn Jahren geplant. Aussagen zu den Potenzialen einer neuen Anlage können aufgrund des Planungsstandes nicht gemacht werden. Grundsätzlich gilt: Das mit Abstand grösste Potenzial einer KVA liegt bei CCS<sup>34</sup>, welches aber nicht Teil der vom BAFU vorgesehenen Emissionsverminderungen ist und somit anderweitig finanziert werden muss.</p> <p>Unabhängig vom Neubau der KVA wird die technische und wirtschaftliche Machbarkeit geprüft, Fernwärme von der KVA bis in den Raum Kreuzlingen/Konstanz zu führen. Dafür könnten mittels Bescheinigungen für die CO<sub>2</sub>-Reduktion weitere Einnahmen generiert werden.</p>	< 28 000 t CO <sub>2</sub> eq/a
f Bessere Wärmedämmung bei Energie erzeugenden Anlagen	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
<b>Total</b>		<b>&lt;&lt; 47 600 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

### Fazit

Die grössten noch vorhandenen Potenziale für Emissionsverminderungen liegen in der Kategorie 1 Energieeffizienz (Angebotsseite) bei den ARAs und der KVA. Dies ist insofern von Vorteil, da sowohl Standorte als auch Betreiber bekannt sind.

Insgesamt ist das Potenzial geringer als 47 600 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/Jahr. Dies entspricht aktuell rund 3 Prozent der Thurgauer Treibhausgasemissionen.

<sup>33</sup> Abwärme aus KVA gilt rechnerisch als klimaneutral bzw. CO<sub>2</sub>-frei, da die Wärme unabhängig von ihrer Nutzung anfällt. Grundsätzlich gehören KVA aktuell zu den grössten Treibhausgasemittenten der Schweiz.

<sup>34</sup> Carbon Capture and Storage (CCS) scheidet CO<sub>2</sub> technisch aus den Verbrennungsgasen ab. Anschliessend wird es dauerhaft in Gesteinsschichten eingelagert. Da in einer KVA auch biogenes Material verbrannt wird, kann eine KVA zu einer technischen CO<sub>2</sub>-Senke werden.

## Kategorie 2: Energieeffizienz (Nachfrageseite)

### Typ 2.1 Effizientere Nutzung von Prozesswärme beim Endnutzer oder Optimierung von Anlagen

Die Produktion wird so modifiziert, dass dasselbe Produkt mit einem geringeren Ausstoss von Treibhausgasen erzeugt werden kann.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>35</sup>	keine
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Energetische Prozessintegration	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
b Absenken des Temperaturniveaus	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
c Präzisere Zuführung von Prozesswärme	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
d Bessere Wärmedämmung von Transportleistungen	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
<b>Total</b>		<b>0 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Gemäss BAFU<sup>35</sup> gibt es in der Schweiz keine registrierten Projekte oder Programme des Typs 2.1. Das Potenzial von CO<sub>2</sub>-Kompensationen des Kantons Thurgau im Bereich effizientere Prozesswärmenutzung des Endnutzers und Anlagenoptimierung wird daher ebenfalls als nicht relevant eingeschätzt.

<sup>35</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

## Typ 2.2 Energieeffizienzsteigerung in Gebäuden

Definierte Zustände des Gebäudes (z. B. bestimmte Raumtemperatur, Luftfeuchte oder Helligkeit) werden effizienter, d. h. mit weniger Treibhausgasemissionen erreicht. In der ganzen Schweiz sind mehrere Programme dieser Kategorie umgesetzt.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>36</sup>	– Diverse Programme der Gebäudeautomation (→ Beispiel b)
Im Kanton Thurgau	keine

### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Energetische Sanierung bei Altbauten	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
b Verbesserung der Gebäudeautomation	<p><b>Verminderungspotenzial Gebäudeautomation</b></p> <p>Zurzeit laufen mehrere Programme für die Steigerung der Energieeffizienz in der Schweiz. Auch Vorhaben innerhalb des Kantons Thurgau können im Rahmen dieser Programme umgesetzt werden. Bezüglich Laufzeit und Umfang variieren die einzelnen Programme voneinander. Die Kreditierungsperiode vieler Programme endete im Jahr 2021. Ob diese Programme weitergeführt werden, ist den Autoren nicht bekannt. Daher werden diese Programme für die Potenzialabschätzung nicht berücksichtigt.</p> <p>Eine Übersicht des entsprechenden Projekts und der Programme ist Anhang A-2 gegeben.</p> <p>Werden die Emissionsverminderungen der Programme auf die Thurgauer Bevölkerung heruntergerechnet, ergibt sich ein jährliches Potenzial für den Kanton Thurgau von rund 5 600 t CO<sub>2</sub>eq.</p>	5 600 t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Total</b>		<b>5 600 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

### Fazit

Die umgesetzten Programme zielen auf eine Steigerung der Gebäudeeffizienz mittels Automation. Sie stellen eine Ergänzung zu den kantonalen Mustervorschriften dar. Heruntergerechnet auf die Thurgauische Bevölkerung, beträgt das Potenzial der CO<sub>2</sub>-Kompensation rund 5 600 t CO<sub>2</sub>. Dies entspricht weniger als einem halben Prozent der Treibhausgasemissionen des Kantons im Jahr 2020.

<sup>36</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

### Kategorie 3: Erneuerbare Energie

#### Typ 3.1 Nutzung von Biogas

Nutzung von Strom und/oder Wärme, der/die mit Biogas aus biogenen Ausgangsprodukten in industriellen oder landwirtschaftlichen Biogasanlagen hergestellt wird. Alternativ zur Strom- und/oder Wärmeproduktion kann das Biogas aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeist werden.

Wird nur die Methanreduktion geltend gemacht, fällt das Projekt unter den Typ 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>37</sup>	– Kompogas-Anlage (→ Beispiel a)
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Nutzung von Biogas für die Produktion von Wärme und Strom	<p><b>Verminderungspotenzial Nutzung Biogas für Produktion von Wärme und Strom:</b></p> <p>Das Potenzial für die Nutzung von Biogas im Kanton Thurgau liegt bei ungefähr 100 GWh pro Jahr<sup>38</sup>. Somit könnte beispielsweise Erdgas in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) substituiert werden. Die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen betragen rund 10 200 t CO<sub>2</sub> (Anhang A-3).</p> <p>Das entsprechende Potenzial für CO<sub>2</sub>-Kompensationen beinhaltet nur unwirtschaftliche Projekte und liegt daher unter dem angegebenen Wert.</p>	<< 10 200 t CO <sub>2</sub> eq/a
b Aufbereitung von mit Abfällen hergestelltem Biogas und dessen Einspeisung ins Erdgasnetz	<p>Die Einspeisung von Biogas benötigt einen Anschluss an das Erdgasnetz. Ist dieser gegeben bzw. realisierbar, ist die Einspeisung von Biogas meistens rentabel. Das Potenzial von CO<sub>2</sub>-Kompensationen aus dieser Kategorie ist dementsprechend nicht vorhanden.</p> <p>Biogas muss nicht zwingend ins Erdgasnetz eingespeist werden. Für weitere Möglichkeiten zu Biogas verweisen wir auf Typ 6.2.</p>	-
<b>Total</b>		<b>&lt;&lt; 10 200 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

<sup>37</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

<sup>38</sup> Gemäss einer Studie, in Auftrag gegeben der Konferenz Kantonalen Energiefachstellen (EnFK, 2018), beträgt das Produktionspotenzial von landwirtschaftlichem Biogas schweizweit ungefähr 4.4 TWh pro Jahr. Wird das Potenzial von eingespeistem Biogas und das bereits genutzte Potenzial abgezogen, beträgt das Biogaspotenzial für die Wärme und Stromerzeugung noch rund 2.05 GWh pro Jahr. Heruntergerechnet auf den Kanton Thurgau relativ zur landwirtschaftlichen Nutzfläche (BFS, 2021) ergibt sich ein Potenzial von ungefähr 100 GWh Biogas pro Jahr.



*Fazit*

Die Einspeisung von Biogas benötigt einen Anschluss an das Erdgasnetz. Ist dieser gegeben bzw. realisierbar, ist die Einspeisung von Biogas meistens rentabel und daher nicht zusätzlich. Das gilt auch für das noch ungenutzte Potenzial von Biogas aus Abfällen; dieses kann aufgrund der grossen Nachfrage wahrscheinlich rentabel ins Gasnetz eingespeist werden (EnFK, 2018).

Die Menge CO<sub>2</sub>, welche durch die Verwendung von Biogas aus der Landwirtschaft in einem Blockheizkraftwerk eingespart werden kann, beträgt rund 10 200 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr. Nur ein geringer Anteil davon erfüllt das Kriterium der Unwirtschaftlichkeit und zählt zum Potenzial für CO<sub>2</sub>-Kompensationen.

### Typ 3.2 Wärmeezeugung durch Verbrennung von Biomasse mit und ohne Fernwärme

Ersatz von mit fossiler Energie produzierter Wärme durch erneuerbar produzierte Wärme aus Biomasse in sanierten oder neu erstellten Wärmeezeugungsanlagen.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>39</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diverse Wärmeverbunde (→ Beispiele a und b)</li> <li>– Programme für Holzheizungen (→ Beispiel c)</li> <li>– Bau und Betrieb von Holzheizwerken (→ Beispiel a)</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 0015 Wärmeverbund Fischingen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektlaufzeit: bis 2020</li> <li>– Erwartete jährliche Emissionsverminderungen 0 t CO<sub>2</sub>eq</li> </ul> </li> <li>– 0171 Prozesswärme aus Holz Biotta und BioFresh                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektlaufzeit bis 2024</li> <li>– Erwartete jährliche Emissionsverminderungen rund 2 800 t CO<sub>2</sub>eq</li> </ul> </li> </ul>

#### Abschätzung Potenziale

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Installation neuer Hackschnitzelanlage als Ersatz fossiles Heizwerk zur Versorgung bestehender Bauten	<p><b>Verminderungspotenzial durch Hackschnitzelanlagen:</b></p> <p>Im Kanton Thurgau wurde ein Projekt dieser Kategorie umgesetzt. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine neue Energiezentrale inklusive Energiespeicher und Holzschnittzellager gebaut mit einem jährlichen Potenzial von rund 2 800 t CO<sub>2</sub>eq. Werden die schweizweiten Programme hinzugezählt ergeben sich 3 600 t CO<sub>2</sub>eq Potenzial für diese Kategorie.</p> <p>Der Ersatz von fossilen Heizwerken ist aufgrund der Energie- und Klimapolitik auch von unwirtschaftlichen Heizungen zukünftig wahrscheinlich. Daher ist das Potenzial höher eingeschätzt.</p>	> 3 600 t CO <sub>2</sub> eq/a
b Bau einer neuen Heizzentrale samt Fernwärmenetz zur Substitution der dezentralen Wärmeversorgung bestehender Bauten	<p><b>Verminderungspotenzial durch Bau einer Heizzentrale</b></p> <p>Schweizweit laufen zwei Programme, welche Wärmeverbunde mit bestehenden Bauten fördern. Heruntergerechnet auf den Kanton Thurgau ergibt sich ein Potenzial von rund 800 t CO<sub>2</sub>eq. Die Laufzeit für Bescheinigung des im Thurgau realisierten Wärmeverbundprojekts lief im Jahr 2020 aus. Darum sind aus diesem Projekt keine Bescheinigungen von Kompensationen mehr erhältlich.</p> <p>Der Ersatz von fossilen Heizwerken ist aufgrund der Energie- und Klimapolitik auch von unwirtschaftlichen Heizungen zukünftig wahrscheinlich. Daher ist das Potenzial höher eingeschätzt.</p>	>>800 t CO <sub>2</sub> eq/a

<sup>39</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
c Um-/Aufrüstung/Ersatz bestehender Bauten mit Wärme- produktion aus erneuerbarer Energie	<p><b>Verminderungspotenzial durch Um-/Aufrüstung/Ersatz</b></p> <p>Gemäss der Liste der registrierten Projekte und Programme sind Kompensationsprojekte oder -programme in dieser Kategorie am zahlreichsten. Schweizweit laufen mehrere Programme, welche die Um- und Aufrüstung oder den Ersatz von Heizungen in bestehenden Bauten fördern. Heruntergerechnet auf den Kanton Thurgau ergibt sich ein Potenzial von rund 200 t CO<sub>2</sub>eq.</p> <p>Der Ersatz von fossilen Heizwerken ist aufgrund der Energie- und Klimapolitik auch von unwirtschaftlichen Heizungen zukünftig wahrscheinlich. Daher ist das Potenzial höher eingeschätzt.</p> <p><i>Hinweis: Das Reduktionspotenzial beim Heizungsersatz ist deutlich grösser als das Kompensationspotenzial. Beim Kompensationspotenzial sind Kriterien wie Wirtschaftlichkeit, gesetzliche Rahmenbedingungen (beispielsweise Verbote) und andere Mitnahmeeffekte mitberücksichtigt, die das Kompensationspotenzial verringern. Beispielsweise ist in vielen Fällen bei den Gaspreisen im Frühjahr 2022 der Umstieg von einer Gasheizung auf eine Holzpelletsheizung über die Lebensdauer der Heizung gerechnet wirtschaftlich und das Kompensationspotenzial ist mangels fehlender Zusätzlichkeit null.</i></p> <p><i>Falls der Ersatz von Heizungen durch fossile Systeme in einem Kanton verboten ist, wird die mit der Umstellung auf ein erneuerbares System erfolgte Treibhausgasreduktion dem Reduktionspotenzial nicht aber dem Kompensationspotenzial zugerechnet.</i></p>	>>200 t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Total</b>		<b>&gt;&gt; 4 600 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

### Fazit

Bis ins Jahr 2030 können noch weitere Projekte oder Programme lanciert werden. Eine Abschätzung wie viele Projekte oder Programme in diesem Zeitraum noch umgesetzt werden oder wie gross deren Potenzial von CO<sub>2</sub>-Kompensation ist, sprengt den Rahmen dieser Studie.

Gemäss den zurzeit laufenden Projekten und Programmen beträgt das Kompensationspotenzial rund 4 600 t CO<sub>2</sub>eq. Optimalerweise stammt die Biomasse, welche von Thurgauer Holzheizungen gebraucht wird aus dem Kanton. Im Kanton Thurgau können zusätzlich zur heutigen Produktion 52 000 m<sup>3</sup> Energieholz gewonnen werden (DVI TG, 2017). Damit könnten potenziell maximal 34 000 Tonnen CO<sub>2</sub>eq substituiert werden. Ein Teil dessen wird bereits durch die Bioenergie Frauenfeld AG reduziert. Die Emissionsverminderungen, welche von Projekten im Kanton Thurgau und von schweizweiten Programmen, generiert werden, benötigen weniger Energieholz als der Wert von 52 000 t.

### Typ 3.3 Nutzung von Umweltwärme

Ersatz von mit fossiler Energie produzierter Wärme durch Wärme aus Boden, Wasser, Luft.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>40</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Diverse Wärmeverbunde (→ Beispiel a)</li> <li>– Programme für Wärmepumpen (→ Beispiel a)</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 0219 Geothermie in Gewächshäusern                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Programmlaufzeit: bis 2027</li> <li>– Erwartete jährliche Emissionsverminderungen: rund 2 000 t CO<sub>2</sub>eq</li> </ul> </li> </ul>

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Installation einer Wärmepumpe als Ersatz für eine fossil betriebene Heizung	<p><b>Verminderungspotenzial Nutzung von Umweltwärme</b></p> <p>Zurzeit laufen mehrere Programme für die Nutzung von Umweltwärme in der Schweiz. Auch Vorhaben innerhalb des Kantons Thurgau können im Rahmen dieser Programme umgesetzt werden. Bezüglich Laufzeit und Umfang variieren die einzelnen Programme voneinander.</p> <p>Zusätzlich ist ein Projekt dieser Kategorie im Kanton Thurgau umgesetzt. Eine Übersicht des entsprechenden Projekts und der Programme ist Anhang A-3 gegeben.</p> <p>Werden die Emissionsverminderungen der Programme auf die Thurgauer Bevölkerung herunter gerechnet und das Projekt 0219 hinzugerechnet, ergibt sich ein jährliches Potenzial für den Kanton Thurgau von 2 800 t CO<sub>2</sub>eq.</p> <p>Bis ins Jahr 2030 können noch weitere Projekte oder Programme lanciert werden. Gemäss einer Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben des Departements für Inneres und Volkswirtschaft des Kanton Thurgaus (CSD Ingenieure, 2021) könnten 347 200 MWh Wärme von Rhein und Bodensee jährlich genutzt werden.</p> <p>Angenommen diese Wärme ersetzt Wärme aus Erdgas- und Ölheizungen könnten jährlich rund 64 400 t CO<sub>2</sub>eq gespart werden. Das Potenzial für Kompensationen liegt aufgrund der Zusätzlichkeit unter diesem Wert.</p>	<p>2 800 t CO<sub>2</sub>eq/a</p> <p>&lt;&lt;64 400 t CO<sub>2</sub>eq/a</p>
<b>Total</b>		<b>&lt;&lt;67 200 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

In der Schweiz werden einige Programme zur Nutzung von Umweltwärme durchgeführt. Auch Vorhaben, welche sich im Kanton Thurgau befinden, können an diesen Programmen teilnehmen. Zusammengenommen mit thurgauischen Projekten dieser Kategorie liegt das Potenzial ungefähr bei 2 800 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/Jahr. Dies entspricht aktuell rund 2 Promille der Thurgauer Treibhausgasemissionen. Je nach Planung und Umsetzung weiterer

<sup>40</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

Projekte im Kanton, kann dieses Potenzial stark ansteigen. Aussagen über diesen potenziellen Anstieg können aufgrund mangelnder Daten zurzeit nicht gemacht werden. Das grösste Potenzial liegt allerdings im Ersatz fossiler Heizungen durch Wärmeverbunde mit See- und Flusswasser. Das Kompensationspotenzial dieser Verbunde beträgt rund 67 000 t CO<sub>2</sub>eq jährlich.

### Typ 3.4 Solarenergie

Diese Kategorie umfasst Projekte und Programme, mittels welchen fossile Energien durch Solarenergie substituiert werden. In der ganzen Schweiz sind zurzeit weder Projekte noch Programme dieser Kategorie umgesetzt.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>41</sup>	keine
Im Kanton Thurgau	keine

#### Potenzialabschätzung

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Installation von thermischen Solaranlagen und Photovoltaikanlagen	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
<b>Total</b>		<b>0 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Zurzeit sind keine Projekte und Programme dieser Kategorie im Kanton Thurgau und in der Schweiz umgesetzt. Die Gründe dafür sind vielfältig:

- Solarwärme:
  - Vorschriften zur Energieeffizienz in Gebäuden
- Solarstrom
  - Geringer CO<sub>2</sub>-Fussabdruck des Schweizer Strommixes (Referenz für die Berechnung der Emissionsverminderung)
  - Wirtschaftlicher Bau und Betrieb von PV-Anlagen über die Lebensdauer und in Anbetracht anderer Fördermittel und daher ist die Zusätzlichkeit für diese Projekte nicht gegeben.

<sup>41</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

### Typ 3.5 Netzunabhängiger Stromeinsatz

Ersatz oder Effizienzsteigerung von fossilbasierter, netzunabhängiger, mobiler Stromerzeugung (z. B. Dieselmotoren) durch den Einsatz von netzunabhängigem, vorwiegend erneuerbarem Strom. Explizit nicht in diesen Projekttyp fallen Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen. In der ganzen Schweiz sind zurzeit weder Projekte noch Programme dieser Kategorie umgesetzt.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>42</sup>	keine
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Einsatz von Batterien, um den Verbrauch an fossilen Treibstoffen durch dezentrale, fossil betriebene Generatoren zu reduzieren	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
b Ersatz von mobilen, fossil betriebenen Generatoren durch Brennstoffzellen	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
<b>Total</b>		<b>0 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Gemäss BAFU<sup>42</sup> gibt es in der Schweiz keine registrierten Projekte oder Programme des Typs 3.5. Das Potenzial von CO<sub>2</sub>-Kompensationen des Kantons Thurgau im Bereich Netzunabhängiger Stromeinsatz wird daher ebenfalls als nicht relevant eingeschätzt.

<sup>42</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

## Kategorie 4: Brennstoffwechsel

### Typ 4.1 Brennstoffwechsel bei Prozesswärme

Diese Kategorie umfasst Wechsel von einem CO<sub>2</sub>-intensiven Brennstoff zu einem weniger CO<sub>2</sub>-intensiven Brennstoff. Zurzeit werden zwei Projekte und ein Programm dieser Kategorie in der Schweiz umgesetzt. Das Programm hat zum Ziel die Recyclingquote von Kunststoff mittels einer Sammellogistik zu erhöhen. Gemäss der Kompensationsstelle wird dieses Programm zu der Kategorie 4.1 gezählt und deshalb auch in diesem Bericht im entsprechenden Kapitel behandelt.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>43</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ersatz von fossilem Dampferzeuger (→ Beispiel a)</li> <li>– Kunststoffrecycling von Haushalten</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	keine

### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Wechsel zu CO <sub>2</sub> -neutralen Brennstoff	<p><b>Verminderungspotenzial Nutzung von Umweltwärme</b></p> <p>Das Programm «0172 InnoRecycling Haushaltskunststoff» ermöglicht eine Sammel- und Logistikkette, welche die Recyclingquote von Haushaltskunststoffen erhöht. Das Programm läuft noch bis ins Jahr 2023. Die Betreiber erwarten eine Emissionsreduktion von rund 27 000 t CO<sub>2</sub>eq jährlich. Umgerechnet auf die Bevölkerung des Kantons Thurgaus ergibt dieser Wert ein Potenzial von 900 t CO<sub>2</sub>eq pro Jahr.</p> <p>Im Kanton Thurgau wird ein weiteres Projekt (KUHbag) umgesetzt, welches die Recyclingquote von Kunststoff erhöht. Allerdings handelt es sich bei KUHbag nicht um ein Klimakompensationsprojekt und daher erzielt es keine Bescheinigungen.</p> <p>Bis ins Jahr 2030 können noch weitere Projekte oder Programme lanciert werden. Eine Abschätzung wie viele Projekte oder Programme in diesem Zeitraum noch umgesetzt werden oder wie gross deren Potenzial von CO<sub>2</sub>-Kompensation ist, sprengt den Rahmen dieser Studie.</p>	900 t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Total</b>		<b>900 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

### Fazit

Umgerechnet auf die Thurgauer Bevölkerung können mit dem Programm 0172 rund 900 Tonnen CO<sub>2</sub> kompensiert werden. Ob noch weitere Projekte oder Programme in dieser Kategorie geplant sind, ist nicht bekannt.

<sup>43</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>



## Kategorie 5: Transport

### Typ 5.1 Effizienzverbesserung im Personentransport oder Güterverkehr

Wechsel von einer CO<sub>2</sub>-intensiven Transportform von Personen oder Gütern zu einer weniger CO<sub>2</sub>-intensiven Transportform.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>44</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Steigerung des Reifendrucks (→ Beispiel c)</li> <li>– Umrüstung Schiffsmotoren auf Batterien (→ Beispiel c)</li> <li>– Ersatz Dieselbusse mit Elektro- bzw. Hybridbussen (→ Beispiel d)</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Verkehrsverlagerung von der Strasse auf die Schiene	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
b Verkehrsvermeidung	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
c Flottenmanagement	<p><b>Verminderungspotenzial durch Flottenmanagement</b></p> <p>Schweizweit laufen zwei Programme im Bereich des Flottenmanagements. Das eine steigert den Reifendruck von Privatfahrzeugen, um Treibstoffeinsparungen und somit Emissionsverminderungen zu erreichen. Das andere ersetzt die fossilen Antriebe von Schiffen mit Batterien. Heruntergerechnet auf den Kanton Thurgau ergibt sich ein Potenzial von ungefähr 300 t CO<sub>2</sub>eq.</p>	300 t CO <sub>2</sub> eq/a
d Einsatz von Hybridfahrzeugen	<p><b>Verminderungspotenzial mit Elektro- und Hybridfahrzeugen</b></p> <p>Im Kanton Thurgau sind 114 Busse für den Linienverkehr eingelöst. Gemäss dem Kompensationsprogramm von myclimate können mit einem Elektrobus jährlich durchschnittlich 75 Tonnen CO<sub>2</sub> gespart werden. Bezogen auf die komplette Busflotte des Kantons Thurgaus ergibt sich ein jährliches Potenzial von rund 8 500 Tonnen CO<sub>2</sub>. Ein Ersatz der Dieselbusse durch Hybridbusse weist ein jährliches Kompensationspotenzial von rund 2 000 Tonnen CO<sub>2</sub> auf.</p>	8 500 t CO <sub>2</sub> /a
<b>Total</b>		<b>8 800 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

<sup>44</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

*Fazit*

Die Kategorie Effizienzverbesserung bei Personen oder Güterverkehr weist eine beschränkte Anzahl von laufenden schweizweiten Programmen auf. Ob noch die bereits ausgelaufenen Programme verlängert werden, ist gemäss Kenntnisstand der Autoren, noch nicht klar. Bis ins Jahr 2030 könnten auch im Kanton Thurgau noch weitere Projekte oder Programme lanciert werden. Eine Abschätzung wie viele Projekte oder Programme in diesem Zeitraum noch umgesetzt werden oder wie gross deren Potenzial von CO<sub>2</sub>-Kompensation ist, sprengt den Rahmen dieser Studie.

## Typ 5.2 Einsatz von flüssigen biogenen Treibstoffen

### Einsatz von Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>45</sup>	– Förderung von Herstellung und Import von Biotreibstoff (→ Beispiel a)
Im Kanton Thurgau	keine

### Einschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Bau und Betrieb einer Anlage zur Herstellung von flüssigem biogenem Treibstoff und Verwendung dessen in der Schweiz	<b>Verminderungspotenzial durch biogene Treibstoffe</b>  Schweizweit laufen drei Programme, welche den Import und die Verwendung von biogenen Treibstoffen fördern. Dabei sollen fossiler Diesel und Benzin mit Biodiesel, Bioethanol und HEFA <sup>46</sup> ersetzt werden. Die Ersatzprodukte müssen alle aus Abfällen stammen. Die Programmbetreiber schätzen die Emissionsverminderung ab dem Jahr 2022 auf 1,4 Mio. t CO <sub>2</sub> eq. Da es sich bei diesen Programmen um importierten biogenen Treibstoff handelt, ist das Potenzial gemäss der Methodik (siehe 2.3) dieser Studie nicht vorhanden.	0 t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Total</b>		<b>0 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

### Fazit

Das Reduktionspotenzial durch die Verwendung von biogenen Treibstoffen ist gemäss den registrierten Kompensationsprogrammen sehr gross. In Realität wurden für diese Art von Programmen nur ein Bruchteil (≈ 10 %) von Bescheinigungen ausgestellt als vorab angenommen. Des Weiteren werden die verwendeten Biotreibstoffe mehrheitlich im Ausland produziert.

<sup>45</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

<sup>46</sup> HEFA: Hydrierte pflanzliche und tierische Öle und Fette

### Typ 5.3 Einsatz von gasförmigen biogenen Treibstoffen

Einsatz von gasförmigen Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>47</sup>	– Verwendung von H <sub>2</sub> in Bussen und schweren Nutzfahrzeugen (→ Beispiel a)
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Einsatz von Wasserstoff als Treibstoff in Fahrzeugen	<p>Verminderungspotenzial durch Verwendung von gasförmigen Treibstoffen</p> <p>Schweizweit laufen zwei Programme, welche die Verwendung von «grünem» Wasserstoff<sup>48</sup> fördern. Ziel dieser Programme ist die Verbreitung von einerseits Bussen und schweren Nutzfahrzeugen (SNF) betrieben mit Wasserstoff zu erhöhen. Die erwartenden Emissionsreduktionen betragen schweizweit jährlich rund 44 400 t CO<sub>2</sub>eq. Wobei das Programm, welches KVA.betriebene SNF fördert, über 98 % des Potenzials abdeckt. Heruntergerechnet auf den Kanton Thurgau ergibt sich ein Verminderungspotenzial von rund 1 400 t CO<sub>2</sub>eq.</p>	1 400 t CO <sub>2</sub> eq
<b>Total</b>		<b>1 400 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Das grösste Potenzial in dieser Kategorie liegt im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge. Aktuell werden diese Fahrzeuge meistens mit fossilem Diesel betrieben. Programme und Projekte, welche Personenwagen betrieben mit gasförmigen Treibstoffen aus erneuerbaren Quellen fördern, sind keine bekannt.

<sup>47</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

<sup>48</sup> Grüner Wasserstoff bezeichnet Wasserstoff, welcher mit Strom aus erneuerbaren Quellen generiert wurde.

## Kategorie 6: Methan (CH<sub>4</sub>)-Vermeidung

### Typ 6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung von Methangas

Fassung und energetische Nutzung oder Vernichtung von Methan auf Deponien und in Kläranlagen

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>49</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Programm zur Behandlung von methanhaltigen Abluftströmen auf kommunalen Kläranlagen (→ Beispiel c)</li> <li>– Deponiegasprogramm (→ Beispiel a)</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	Der Verband KVA Thurgau nimmt (Deponie Kehlhof) am Deponiegasprogramm teil. Damit konnten beispielsweise 2017 gut 2500 t CO <sub>2</sub> eq reduziert werden.

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Zerstören von Methan auf Deponien (bspw. mittels Schwachgasfackel)	Der Kanton Thurgau verfügt über acht Deponien: (2x Typ A, 2x Typ B, 3x mit Kompartimenten vom Typ A und B, 1x Typ E). (AFU, 2021b) Da die Deponie Kehlhof bereits am Deponiegasprogramm teilnimmt, bleibt kein weiteres Potenzial übrig.	-
b Vermeiden von Methan aus Deponien mittels Aerobisierung (allenfalls kombiniert mit Schwachgasfackel)	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
c Zerstören oder vermeiden von Methan in landwirtschaftlichen Betrieben oder in Kläranlagen	<b>Verminderungspotenzial Methan</b> Auf kommunalen Kläranlagen wird Methan emittiert. Insgesamt sind Kläranlagen für 0,3 % der gesamten Treibhausgasemissionen, beziehungsweise 2,8 % der gesamten Methanemissionen der Schweiz verantwortlich. Insbesondere die anaerobe Schlammbehandlung (Faulung) ist Treiber der Methanemissionen. Hier liegt das relevante Potenzial beim Schlammstapel: Mit einer Abdeckung können die Emissionen reduziert und die Menge nutzbaren Klärgases erhöht werden (south pole, 2021a). Das schweizweite Potenzial (south pole, 2014a) haben wir auf thurgauische Werte umgerechnet.	< 300 t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Total</b>		<b>&lt; 300 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Da die Deponie Kehlhof bereits an einem Emissionsverminderungsprogramm der Stiftung KLIK teilnimmt, verbleibt ein Potenzial von maximal 300 Tonnen CO<sub>2</sub>eq jährlich, bzw. (0,2 Promille der Treibhausgasemissionen Kanton Thurgau).

<sup>49</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/6-1.html>

## Typ 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen

Methanvermeidung durch Produktion von Biogas aus biogenen Ausgangsprodukten anstatt anaeroben Zerfalls. Wenn auch Strom- und/oder Wärme produziert werden, dann wird dies dem Projekttyp 3.1 *Nutzung von Biogas* zugeordnet.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>50</sup>	– Programm zur Emissionsreduktion durch landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz
Im Kanton Thurgau	keine

### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Bau und Betrieb von Biogasanlagen ohne Emissionsverminderungen aus der Nutzung des Biogases/Methans	<p><b>Verminderungspotenzial Methan</b></p> <p>Häufig wird Gülle und Mist in offenen Lagerstätten unter aeroben Bedingungen gelagert. Dabei entsteht das Treibhausgas Methan, das in die Atmosphäre entweichen kann. Wird der Hofdünger stattdessen einer Biogasanlage zugeführt, kann der Vergärungsprozess gezielt anaerob gesteuert und das entstehende Methan in gasdichten Behältern gesammelt werden. Das Methan kann dann in einem nachgeschalteten Motor, z. B. einem Blockheizkraftwerk, zur Produktion von Strom und Wärme genutzt werden (Ökostrom Schweiz, 2018).</p> <p>Das Emissionsverminderungspotenzial ist begrenzt, denn alle bestehenden offenen Behälter für die Lagerung von flüssigem Hof- und Recyclingdünger müssen abgedeckt werden<sup>51</sup>. Die 400 t CO<sub>2</sub>eq/a sind aus im <i>Programm zur Emissionsreduktion durch landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz</i> ermittelten und mithilfe der nutzbaren Landwirtschaftsfläche auf den Kanton Thurgau umgerechnet.</p> <p>Im Thurgau gibt es nur noch wenige offene Güllager. Für die betroffenen Landwirte gilt eine ordentliche Sanierungsfrist von 5 Jahren. Somit müssen spätestens 2027 alle offenen Güllager gedeckt sein (Landwirtschaftsamt, 2021a).</p>	400 t CO <sub>2</sub> eq/a
<b>Total</b>		<b>400 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

### Fazit

Das viel grössere Biogaspotenzial wird unter «Typ 3.1 Nutzung von Biogas» auf Seite 24 abgebildet. Hier ist das Potenzial mit rund 400 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr begrenzt und macht etwa 0,4 Promille der Thurgauer Treibhausgasemissionen aus.

<sup>50</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/6-2.html>

<sup>51</sup> Je nach Art der Abdeckung und der Herkunft (Schwein, Rind) werden die Methanemissionen um bis zu 60 Prozent reduziert. (Kupper, et al., 2020)

### Typ 6.3 Methanvermeidung durch Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft

Methanvermeidung durch modifizierte Fütterung von Wiederkäuern

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>52</sup>	keine
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Einsatz von Futterzusätzen in der Milchproduktion	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
<b>Total</b>		<b>0 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Zurzeit sind keine Projekte und Programme dieser Kategorie im Kanton Thurgau und in der Schweiz umgesetzt. Gemäss unserer Einschätzung ist hier kein Potenzial für Emissionsvermindierungen vorhanden.

<sup>52</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

## Kategorie 7: F-Gas- Reduktion

### Typ 7.1 Vermeidung und Substitution synthetischer Gase (HFC, NF<sub>3</sub>, PFC oder SF<sub>6</sub>)

Aktivitäten, die zur Vermeidung und Substitution der besonders klimaschädlichen synthetischen Gase führen.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>53</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Klimaschutzprogramm Verminderung von Kältemittlemissionen Programmmodul 1: Vorzeitiger Ersatz von stationären HFKW-Kälteanlagen (→ Beispiel a)</li> <li>– Ersatz von stationären HFCKW-Kälteanlagen anstelle einer Umrüstung auf HFKW (→ Beispiel b)</li> <li>– Programm klimafreundliche Kälte, Programmmodul 3: Förderung von CO<sub>2</sub>-Verbundkälteanlagen für kleine Verkaufsformate (→ Beispiel b)</li> <li>– Programm klimafreundliche Kälte, Modul 4: Kältemittelwechsel in bestehenden HFKW-Anlagen (→ Beispiel b)</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Vermeidung von Lecks in Kühlanlagen von Supermärkten oder Eishallen	<p><b>Verminderungspotenzial Ersatz von synthetischen Gasen:</b></p> <p>Synthetischen Gase sind häufig klimawirksam und werden als Kältemittel, als elektrische Isolatoren und als Lösungsmittel sowie bei der Herstellung von Schaumstoffen verwendet. Die dabei entstehenden ungewollten Emissionen in die Atmosphäre tragen relevant zum Klimawandel bei. Im Jahr 2020 wurden 1,56 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>eq in der Schweiz der Atmosphäre hinzugefügt. (BAFU, 2022e)</p> <p>Rechnet man diese Werte auf den Kanton Thurgau um, resultiert ein Potenzial von maximal 7 200 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Jahr.</p> <p>Dieses liegt deutlich höher, als die aktuell umgesetzten Programme zur Emissionsverminderung vermuten lassen.</p>	<< 7 200 t CO <sub>2</sub> eq/a
b Ersatz von HFCs durch alternative Kühlmittel		
c Ersatz von SF <sub>6</sub> durch SO <sub>2</sub> in einer Magnesiumgiesserei	Die drei schweizweit relevanten Magnesium-Giessereien befinden sich nicht im Kanton Thurgau (GV, kein Datum).	-
d Einsparung und Substitution von CO <sub>2</sub> als Rohstoff in der Industrie	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
<b>Total</b>		<b>&lt;&lt; 7 200 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

<sup>53</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/7-1.html>



*Fazit*

Grundsätzlich ist das Klimaschutzpotenzial durch die Reduktion synthetischer Gase beträchtlich. Im Idealfall könnten rund 7 200 Tonnen CO<sub>2</sub>eq jährlich reduziert werden (0,5 Prozent der Thurgauer Treibhausgasemissionen). Jedoch ist aufgrund der bereits lancierten Programme davon auszugehen, dass das tatsächlich realisierbare Potenzial deutlich tiefer liegt.

## Kategorie 8: N<sub>2</sub>O-Reduktion

### Typ 8.1 Vermeidung und Substitution von N<sub>2</sub>O

Aktivitäten in der Landwirtschaft und der Abwasserbehandlung, die zur Vermeidung und Substitution von N<sub>2</sub>O führen

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>54</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Programm zur Reduktion von Lachgas-Emissionen in der Schweizer Landwirtschaft – Ammonium stabilisierter Mineraldünger (→ Beispiel a)</li> <li>– Reduktion von Lachgas-Emissionen in der biologischen Abwasserreinigung (→ Beispiel b)</li> </ul>
Im Kanton Thurgau	keines

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Einsparung und Ersatz von Düngemittel in der Landwirtschaft z. B. durch Umstellung auf extensive Landwirtschaft <sup>55</sup>	<p><b>Verminderungspotenzial Ersatz von Düngemittel</b></p> <p>Schweizweit gibt es ein einziges Programm, dass sich diesem Potenzial annimmt.</p> <p>Die Anwendung herkömmlicher mineralischer Stickstoff-Dünger in der Landwirtschaft führt zu erheblichen Lachgasemissionen, einerseits bei der Nitrifikation und andererseits bei der Denitrifikation. Der Zusatz von Wirkstoffen zum Dünger hemmt den bakteriellen Nitrifikationsprozess. Dadurch werden die Lachgas-Emissionen gesenkt.</p> <p>Zusätzlich wird Biokohle ein grosses Potenzial zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit der Düngung attestiert. Das Potenzial von Biokohle wird im Kapitel «Typ 9.2 Speicherung von Kohlenstoff in Böden» abgehandelt.</p>	< 100 t CO <sub>2</sub> eq/a
b Zerstörung von N <sub>2</sub> O durch thermische Oxidation durch Installation einer zusätzlichen Behandlungsstufe in ARAs	<p><b>Verminderungspotenzial Zerstörung N<sub>2</sub>O</b></p> <p>Schweizweit gibt es ein einziges Programm, dass sich diesem Potenzial annimmt.</p> <p>Auf Kläranlagen mit einem Verfahren zur Nitrifikation des Ammonium-Stickstoffs im Abwasser entstehen bedeutende Lachgasemissionen. Die EAWAG konnte nachweisen, dass durch eine zusätzliche Behandlung der Rückläufe aus der Schlammbehandlung die Lachgasemissionen deutlich reduziert werden.</p> <p>Gleichzeitig ist eine Anpassung der Gewässerschutzverordnung mit einem gesetzlichen Grenzwert für Nitrit in Vorbereitung. Wird dieser umgesetzt, ist zukünftig mit einer deutlichen Senkung der Lachgas-Emissionen aus Kläranlagen zu rechnen (Eawag, 2022a; WAK N, 2020). Durch die gesetzliche Regelung ist davon auszugehen, dass die Zusätzlichkeit der Projekte nicht mehr gegeben und somit das Kompensationspotenzial nicht vorhanden ist.</p>	-
<b>Total</b>		<b>&lt; 100 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

<sup>54</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/8-1.html>

<sup>55</sup> Den Autoren dieses Berichtes ist bewusst, dass die Umstellung auf extensive Bewirtschaftung umstritten ist, da Lebensmittel sonst potenziell aus dem Ausland importiert werden müssen. Sie halten sich aber an die Beispiele und Kategorisierung des BAFU.

*Fazit*

Insgesamt ist das Potenzial für Emissionsreduktionen in dieser Kategorie praktisch inexistent. Dies liegt unter anderem an einer durch das nationale Parlament angestossene Gesetzesänderung und somit deutliche Reduktion für den Grenzwert von Nitrit.

## Kategorie 9: Speicherung von Kohlenstoff

### Typ 9.1 Speicherung von Kohlenstoff in Holz

Schweizer Holz wird vermehrt verwendet (nicht verbrannt) um CO<sub>2</sub> im Holz zu binden.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>56</sup>	– Programm: Anrechnung der Senkenleistung von Schweizer Holz als CO <sub>2</sub> -Kompensationsmassnahme (→ Beispiel a)
Im Kanton Thurgau	keine

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Zusätzliche Produktion von Schnittholz Holzwerkstoffprodukten mit Schweizer Holz	<b>Verminderungspotenzial zusätzliche Holzproduktion</b>  Schweizweit konnten im Jahr 2020 Emissionen von knapp 530 000 Tonnen CO <sub>2</sub> eq reduziert werden. Es ist davon auszugehen, dass das Reduktionspotenzial ähnlich bleibt.  Die Schweiz ist zu rund 31 % mit Wald bedeckt, der Kanton Thurgau nur mit gut 21 %. Entsprechend ist das Potenzial des Waldes im Kanton Thurgau verhältnismässig begrenzt.	< 8 400 t CO <sub>2</sub> eq/a
b Waldpflegemassnahmen, die die Waldverjüngung fördern	Kein Projekt oder Programm in dieser Kategorie bekannt.	-
<b>Total</b>		<b>&lt; 8 400 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Die grössten noch vorhandenen Potenziale für Emissionsverminderungen liegen beim Typ *Speicherung von Kohlenstoff in Holz* bei der zusätzlichen Produktion von Schnittholz für Holzwerkstoffprodukte.

Insgesamt ist das Potenzial geringer als 8 400 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/Jahr. Dies entspricht aktuell rund 0,6 Prozent der Thurgauer Treibhausgasemissionen.

<sup>56</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/1-1.html>

## Typ 9.2 Speicherung von Kohlenstoff in Böden

Mit gezielten Aktivitäten im Bereich der Landwirtschaft soll die Speicherung von Kohlenstoff im Boden verstärkt werden.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>57</sup>	keine (da erst seit 1. Juni 2022 möglich)
Im Kanton Thurgau	keine (da erst seit 1. Juni 2022 möglich)

### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Wiedervernässung von Mooren	<p><b>Senkenpotenzial Wiedervernässung von Mooren</b></p> <p>Ein von myclimate mit der WSL entwickeltes Programm geht davon aus, dass pro Hektare neu wiedervernässtem Moor über 50 Jahre knapp 1000 t CO<sub>2</sub>eq reduziert werden können. Die Renaturierung beinhaltet die Wiedervernässung von momentan entwässerten (drainierten) Mooren. Dazu werden mit einer einmaligen baulichen Massnahme bestehende Drainagegräben rückgängig gemacht, um so den natürlichen Wasserstand des Moors wiederherzustellen (myclimate, 2020a).</p> <p>Der Kanton Thurgau verfügt – im Vergleich zu anderen Kantonen – über wenige Hochmoore; gemäss Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore sind es zwei Moore mit einer Hochmoorfläche von zusammen rund 1,5 Hektaren.</p>	< 1 400 t CO <sub>2</sub> eq/a
b Einsatz von Pflanzenkohle als Dünger <sup>58</sup>	<p><b>Senkenpotenzial Pflanzenkohle als Dünger</b></p> <p><i>(Pflanzenkohle ist im allgemein üblichen Sprachgebrauch kein Dünger, sondern ein pflanzenverfügbarer Nährstoff – das BAFU hat sich dennoch für diese Bezeichnung entschieden)</i></p> <p>Gemäss BAFU dürfen maximal 1,1 Tonnen Pflanzenkohle<sup>59</sup> pro Jahr und Hektare ausgebracht werden. Der Kanton Zürich geht davon aus, dass eine Ausbringung von bis zu 0,5 Tonnen Pflanzenkohle pro Hektar und Jahr technisch möglich ist (INFRAS, 2020a). In einer Tonne Pflanzenkohle ist gleichzeitig das Äquivalent von 2,9 Tonnen CO<sub>2</sub> gebunden (iwb, 2020a).</p> <p>Allgemein ist zu bemerken, dass hier noch wenige praktische Erfahrungen im westeuropäischen Kontext bestehen. Allgemein ist die Ausbringung von Pflanzenkohle umstritten, da sie auch zu unerwünschten Verunreinigungen der Böden führen kann. (INFRAS, 2020a)</p>	< 26 900 t CO <sub>2</sub> eq/a

<sup>57</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

<sup>58</sup> Den Autoren dieser Studie ist bewusst, dass Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes im Boden nicht einer Düngung der Pflanzen gleichkommt. Pflanzenkohle ist im allgemein üblichen Sprachgebrauch kein Dünger, sondern ein pflanzenverfügbarer Nährstoff. Das BAFU hat sich dennoch für diese Bezeichnung entschieden. econcept übernimmt dennoch die Formulierung seitens BAFU um konsistent mit der Nomenklatur des BAFUs zu bleiben.

<sup>59</sup> Diese muss auch die Regeln gemäss Düngerverordnung DüV erfüllen.

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
<p>c Anpassung der Bodenbewirtschaftung</p>	<p><b>Senkenpotenzial Anpassung Bodenbewirtschaftung</b></p> <p>Die Einführung einer klimafreundlichen nachhaltigen Bodenbewirtschaftung sieht abhängig von Region, landwirtschaftlicher Tätigkeit und Bodentyp unterschiedlich aus.</p> <p>Grundsätzlich gilt: Kohlenstoff gelangt über abgestorbene Pflanzenreste und Bodenlebewesen in den Boden, wo Pilze und Bakterien sie in teilweise anorganische Endprodukte zerlegen. Bei der Humifizierung werden aus organischer Substanz und ihren Abbauprodukten Huminstoffe aufgebaut. Damit wird Kohlenstoff im Boden gebunden. Je stabiler diese Huminstoffe sind, umso fester und länger bleibt der Kohlenstoff als organische Bodensubstanz (OBS) gebunden.</p> <p>Intensive Landwirtschaft beeinträchtigt die Bodenfunktionen. Hohe Düngung und saure Böden führen zusätzlich zu starken Emissionen von Klimagasen. Massnahmen, die Treibhausgasemissionen vermindern oder zu einer erhöhten Kohlenstoffaufnahme führen, sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Rückführung von Biomasse in den Boden</li> <li>– Schonende Bodenbearbeitung und Befahrung</li> <li>– Permanente Bodenbedeckung, besonders bei Obst- und Rebbau</li> <li>– Vielfältige Fruchtfolge mit Zwischenfrüchten und Leguminosen</li> <li>– Reduktion von Stickstoffdüngung</li> <li>– Kalkung versauerter Flächen</li> </ul> <p>(Cercle Sol, 2019a)</p> <p>Die Wirkung der Massnahmen kann aktuell nur schlecht beziffert werden. Mehrere Forschungsprojekte untersuchen die Klimaschutzwirkung diverser Massnahmen in schweizerischen Landwirtschaftsböden. Eines der Pilotprojekte geht davon aus, dass pro Hektare und Jahr eine Tonne CO<sub>2</sub> gebunden werden kann (WOZ, 2020). Ähnliche Werte nimmt eine Studie von Infrac für den Kanton Zürich an (INFRAS, 2020a).</p>	<p>&lt; 18 300 t CO<sub>2</sub>eq/a</p>
<p><b>Total</b></p>		<p><b>&lt; 46 600 t CO<sub>2</sub>eq/a</b></p>

*Fazit*

Mit dieser neuen Kategorie ermöglicht das BAFU Emissionsverminderungsprojekte und -programme mit viel Potenzial, aber noch wenig soliden wissenschaftlichen Grundlagen. Das Potenzial ist grundsätzlich hoch, insbesondere bei der Nutzung von Pflanzenkohle als Dünger<sup>55</sup>.

Insgesamt ist das Potenzial geringer als 46 600 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/Jahr. Dies entspricht aktuell rund 3 Prozent der Thurgauer Treibhausgasemissionen.

### Typ 9.3 Speicherung von Kohlenstoff in nichtorganischen Materialien

Mittels gezielter Verfahren soll Kohlenstoff mineralisiert werden und somit dauerhafte in Feststoff gespeichert werden.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>60</sup>	keine (da erst seit 1. Juni 2022 möglich)
Im Kanton Thurgau	keine (da erst seit 1. Juni 2022 möglich)

#### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a Speicherung von Kohlenstoff in Beton	<p><b>Senkenpotenzial Kohlenstoff in Beton</b></p> <p>Langfristig wird das theoretische Senkenpotenzial von Abbruchbeton der Schweiz im Jahr 2050 bis zu 2,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> betragen. Praktisch ist aber davon auszugehen, dass das Speicherpotenzial deutlich kleiner sein wird (Bundesrat, 2022a).</p> <p>Aktuell soll mit einem Pilotprojekt unter der Leitung der ETH Zürich die Speicherung von CO<sub>2</sub> in Beton optimiert werden. Dabei spricht der Bundesrat (2022a) bis 2030 von 500 Tonnen speicherbares CO<sub>2</sub> pro Jahr.</p>	< 100 t CO <sub>2</sub> eq/a
b Einsatz von Pflanzenkohle als Isoliermaterial	<p><b>Senkenpotenzial Pflanzenkohle als Isoliermaterial</b></p> <p>Hierzu konnten keine Studien gefunden werden. Es hat den Anschein, dass entsprechende Verfahren sich aktuell mehrheitlich in der Pilotphase befinden.</p>	unbekannt
<b>Total</b>		<b>&lt; 100 t CO<sub>2</sub>eq/a</b>

#### Fazit

Den hier aufgeführten Verfahren wird zwar langfristig ein grosses Potenzial zugeschrieben, aktuell befinden sie sich aber mehrheitlich in der Pilotphase. Insgesamt ist das Potenzial geringer als 100 Tonnen CO<sub>2</sub>eq/Jahr, wobei die Unsicherheit sehr gross ist.

<sup>60</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>

## Typ 9.4 Speicherung von Kohlenstoff im Untergrund

Kohlenstoff soll in einer Gesteinsschicht gebunden werden, sodass er nicht mehr an die Oberfläche bzw. in die Atmosphäre gelangen kann.

Bekannte Projekte und Programme	
In der Schweiz <sup>61</sup>	keine (da erst seit 1. Juni 2022 möglich)
Im Kanton Thurgau	keine (da erst seit 1. Juni 2022 möglich)

### Abschätzung Potenzial

Relevante Beispiele	Beschreibung	Potenzial
a CO <sub>2</sub> -Speicherung in einem salinen Grundwasserleiter	Wird mangels Möglichkeiten in der Schweiz in erster Linie im Ausland verfolgt.	-
<b>Total</b>		-

### Fazit

Kurz- bis mittelfristig ist kein relevantes Potenzial in der Schweiz vorhanden.

<sup>61</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>



# Anhang

## A-1 Berechnungen Kategorie 1

### 1.1 Nutzung und Vermeidung von Abwärme

Dampfnutzung in der Industrie	
	Treibhausgasemissionen
Potenzial Schweiz	7'000 t CO <sub>2</sub> eq
Potenzial Thurgau	200 t CO <sub>2</sub> eq
Differenz	6'800 t CO <sub>2</sub> eq

**Annahmen**  
Konstant pro Person

Dampfnutzung in der Industrie	
	Treibhausgasemissionen
Potenzial Schweiz	13'000 t CO <sub>2</sub> eq
Potenzial Thurgau	400 t CO <sub>2</sub> eq
Differenz	12'600 t CO <sub>2</sub> eq

**Annahmen**  
Konstant pro Person

Nutzung Abwärme ARA			
	Endenergie	Treibhausgas-Intensität	Treibhausgas-emissionen
Potenzial Abwärme ARA	85 GWh	39.6 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	3'400 t CO <sub>2</sub> eq
- genutzte Abwärme	0 GWh		0 t CO <sub>2</sub> eq
Potenzial substituierte fossile Wärme	85 GWh	264.6 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	22'500 t CO <sub>2</sub> eq
Differenz			-19'100 t CO <sub>2</sub> eq

**Annahmen**  
Potenzial: 0.3 MWh/Einwohnerwert (gemäss Kanton Zürich)  
Fossile Heizungen: 50 % Erdgas, 50 % Heizöl EL

Nutzung Abwärme KVA						
	2020	Nutzungsgrad KVA TG	Nutzungsgrad "Best in Class"	Max Wärmenutzung KVA TG	Differenz	Einsparpotenzial Treibhausgasemissionen
Wärmenutzung KVA	185 GWh	40.4%	63.9%	293 GWh	108 GWh	28'000 t CO <sub>2</sub> eq
Stromnutzung KVA	51 GWh	13.7%	26.3%	99 GWh	47 GWh	-1'000 t CO <sub>2</sub> eq
Potenzial substituierte fossile Wärme	134 GWh		0.0%			
Differenz						1 t CO <sub>2</sub> eq

**Annahmen**  
Quelle: Rytec

Quellen: (KliK, 2017a) (KliK, 2016a), (BFE, 2021b), (BFE, 2020a)

## A-2 Berechnungen Kategorie 2

### 2.2 Energieeffizienzsteigerung in Gebäuden

Nationale Programme				
Programm	Laufzeit	jährliche		Anteil Thurgau
		Laufzeit	Emissionsverminderung	
0029 Förderprogramm Gebäudeautomation	2021		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0084 Warmwassersparprogramm	2021		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0122 Heizungsfernsteuerungen für Ferienwohnungen und Ferienhäuser	2021		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0123 Programm zur beschleunigten Effizienzsteigerung von bestehenden Heizsystemen	2021		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0134 Programm zur Emissionsverminderung mittels elektronischem Heizkörperthermostat: living eco by Danfoss	2021		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0146 Energo CO <sub>2</sub>	2022		160'000.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	5'200.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0149 Programm Wandbrausen Schweiz	2022		4'200.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	100.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0188 Programm Heizungssteuerung eGain	2024		2'800.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	100.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0241 Programm Heizungssteuerung ECCO2	2027		5'000.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	200.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
Total				5'600 t CO <sub>2</sub> eq/GWh

Quellen: (BAFU, 2022d)

## A-3 Berechnungen Kategorie 3

### 3.1 Nutzung Biogas

Biogas aus der Landwirtschaft	Endenergie	Treibhausgas-	Treibhausgas-	Treibhausgas-
		Intensität Biogas	Intensität Erdgas	emissionen
Zusätzliches Produktionspotenzial CH	4.10 TWh / a	21.6 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	126.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	428'000 t CO <sub>2</sub> eq
Potenzial nicht eingespeistes Biogas CH	2.05 TWh / a	21.6 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	126.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	214'000 t CO <sub>2</sub> eq
Potenzial nicht eingespeistes Biogas TG	0.10 TWh / a	21.6 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	126.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	10'200 t CO <sub>2</sub> eq

#### Annahmen

Biogas ersetzt Erdgas in BHKW  
Eingespeistes Biogas ist rentabel

Quellen: (treeze, 2017a), (EnFK, 2018), (BFS, 2021)

### 3.2 Wärmeerzeugung durch Verbrennung von Biomasse mit und ohne Fernwärme

Projekt / Programm	Standort	Laufzeit	jährliche		
			Laufzeit	Emissionsverminderungen	
0015 Wärmeverbund Fischigen	Schweiz	2020		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0108 Impulsprogramm Fernwärmedichtung	Schweiz	2021		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0118 Förderprogramm mobile Heizungen	Schweiz	2020		0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0166 Programm Nahwärmeverbunde: Teil 5 Wärmeerzeugung mit einer Biomassefeuerung	Schweiz	2023		26'000.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	800.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0167 Programm Nahwärmeverbunde: Teil 6 Erweiterung eines bestehenden Fernwärmenetzes	Schweiz	2023		26'000.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	800.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0171 Prozesswärme aus Holz Biotta & BioFresh	Thurgau	2024		2'800.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	2'800.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0226 Programm automatische Pelletheizungen Schweiz	Schweiz	2026		800.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0228 Förderprogramm Holzheizungen Schweiz	Schweiz	2027		6'300.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	200.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
0245 Programm Heizungsersatz in Gewächshäusern Schweiz	Schweiz	2027		500.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	0.0 t CO <sub>2</sub> eq/GWh
Total					4'600 t CO <sub>2</sub> eq/GWh

Quellen: (BAFU, 2022d)

### 3.3 Nutzung von Umweltwärme

Umweltwärme		Standort	Laufzeit	jährliche	
				Emissionsverminderungen	Anteil Thurgau
0155 Wärmepumpenprogramm	Schweiz	Schweiz	2022	2'100 t CO <sub>2</sub> eq	100 t CO <sub>2</sub> eq
0162 Programm Nahwärmeverbunde:					
Teil 1 Wärmenutzung aus Wasser	Schweiz	Schweiz	2023	11'100 t CO <sub>2</sub> eq	400 t CO <sub>2</sub> eq
0242 Wärmepumpen-Programm für					
Miet-Wohnobjekte	Schweiz	Schweiz	2027	2'600 t CO <sub>2</sub> eq	100 t CO <sub>2</sub> eq
0250 Förderprogramm					
Wärmepumpen Schweiz	Schweiz	Schweiz	2027	5'800 t CO <sub>2</sub> eq	200 t CO <sub>2</sub> eq
0219 Geothermie in Gewächshäusern	Thurgau	Thurgau	2027	2'000 t CO <sub>2</sub> eq	2'000 t CO <sub>2</sub> eq
Total					2'800 t CO <sub>2</sub> eq

Quellen: (BAFU, 2022d)

### 3.4 Solarwärme

	Endenergie	Treibhausgas- Intensität	Treibhausgas- emissionen
Potenzial Solarwärme	736 GWh	26.5 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	19'515 t CO <sub>2</sub> eq
- installierte Solarwärme	24 GWh		
Potenzial substituierte fossile Wärme	713 GWh	264.6 t CO <sub>2</sub> eq/GWh	188'550 t CO <sub>2</sub> eq
Differenz			-169'035 t CO <sub>2</sub> eq

#### Annahmen

Fossile Heizungen: 50 % Erdgas, 50 % Heizöl EL

Solar: 50 % Röhrenkollektoren, 50 % Flachkollektoren

Quellen: (BFE, 2021b), (BFS, 2021a)

## A-4 Berechnungen Kategorie 5

### 5.1 Effizienzverbesserung bei Personentransport oder Güterverkehr

		Standort	Laufzeit	jährliche	
				Emissionsverminderung	Anteil Thurgau
0018 CO <sub>2</sub> -					
Emissionskompensationsprogramm ACTS	Schweiz	Schweiz	2019	0 t CO <sub>2</sub> eq	0 t CO <sub>2</sub> eq
0022 EnAW Programm für Umlagerung					
Strasse auf Bahn	Schweiz	Schweiz	2021	0 t CO <sub>2</sub> eq	0 t CO <sub>2</sub> eq
0023 CO <sub>2</sub> -					
Emissionskompensationsprogramm					
Planzer	Schweiz	Schweiz	2019	0 t CO <sub>2</sub> eq	0 t CO <sub>2</sub> eq
0025 EnAW Programm für elektrische SNF	Schweiz	Schweiz	2020	0 t CO <sub>2</sub> eq	0 t CO <sub>2</sub> eq
0031 Elektro- und Hybridbusse	Schweiz	Schweiz	2021	0 t CO <sub>2</sub> eq	0 t CO <sub>2</sub> eq
0137 Programm: Optimierung Reifendruck	Schweiz	Schweiz	2022	9'300 t CO <sub>2</sub> eq	300 t CO <sub>2</sub> eq
00253 Programma elettrificazione navi	Schweiz	Schweiz	2028	500 t CO <sub>2</sub> eq	0 t CO <sub>2</sub> eq
Total					300 t CO <sub>2</sub> eq

Quellen: (BAFU, 2022d)

## A-5 Berechnungen Kategorie 6

### 6.1 Abfackelung bzw. energetische Nutzung CH<sub>4</sub>

#### Zerstören oder vermeiden von Methan in landwirtschaftlichen Betrieben oder in Kläranlagen

	Menge
Synthetische Gase Schweiz	8'286 t CO <sub>2</sub> eq
Synthetische Gase Thurgau total	300 t CO <sub>2</sub> eq

#### Annahmen

Pro-Kopf-Emissionen schweizweit konstant

### 6.2 Methanvermeidung aus biogenen Abfällen

#### Methanvermeidung aus biogenen Abfällen

	Menge
Potenzial Schweiz	9'100 t CO <sub>2</sub> eq/a
Synthetische Gase Thurgau total	400 t CO <sub>2</sub> eq/a

#### Annahmen

Potenzial pro Landwirtschaftsfläche konstant

## A-6 Berechnungen Kategorie 7

### 7.1 Vermeidung/Substitution synth. Gase

	Menge
Synthetische Gase Schweiz	1'559'650 t CO <sub>2</sub> eq
Synthetische Gase Thurgau total	50'300 t CO <sub>2</sub> eq
Synthetische Gase Thurgau jährlich	7'200 t CO <sub>2</sub> eq/a

#### Annahmen

Pro-Kopf-Emissionen schweizweit konstant  
Lauffrist entsprechend BAFU-Vorgaben bis 2030

Quellen: (BAFU, 2022e)

## A-7 Berechnungen Kategorie 8

### 8.1 N<sub>2</sub>O-Reduktion

#### Einsparung und Ersatz von Düngemittel in der Landwirtschaft

	Menge
N <sub>2</sub> O Gase Schweiz Landwirtschaft	3'000 t CO <sub>2</sub> eq
N <sub>2</sub> O Thurgau Landwirtschaft	100 t CO <sub>2</sub> eq

#### Annahmen

Emissionen schweizweit pro Fläche Landwirtschaft konstant

Quellen: (BAFU, 2022b)

## A-8 Berechnungen Kategorie 9

### 9.1 Speicherung von Kohlenstoff in Holz

	Menge
CO <sub>2</sub> -Reduktion Waldwirtschaft schweizweit 2020	527'340 t CO <sub>2</sub> eq
Potenzial CO <sub>2</sub> -Reduktion Waldwirtschaft Thurgau	8'400 t CO <sub>2</sub> eq

#### Annahmen

Potenzial pro Hektare Holz konstant

#### Quellen:

<https://www.waldschweiz.ch/de/wissen/schweizer-wald/zahlen-und-fakten>

<https://forstamt.tg.ch/thurgauer-wald/zahlen-zum-thurgauer-wald.html/6910>

[ma/klima-kop-bis-2016/0055-verifizierungsbericht-2020-publication.pdf.download.pdf/0055-verifizierungsbericht-2020-publication.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/klima-kop-bis-2016/0055-verifizierungsbericht-2020-publication.pdf.download.pdf/0055-verifizierungsbericht-2020-publication.pdf)

### 9.2 Speicherung von Kohlenstoff in Böden

#### Wiedervernässung von Mooren

	Hochmoor	Hochmoorumfeld
Barchetsee	0.39 ha	8.87 ha
Hudelmoos	1.07 ha	38.56 ha
Total	1.46 ha	47.43 ha
<b>Potenzielle Reduktion</b>	<b>1'400 t CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>nicht bezifferbar</b>

#### Annahmen Senkenleistung

Hochmoorfläche: 974.7 t CO<sub>2</sub>/ha

Hochmoorumfeld: nicht bezifferbar

#### Quellen:

<https://www.waldschweiz.ch/de/wissen/schweizer-wald/zahlen-und-fakten>

<https://forstamt.tg.ch/thurgauer-wald/zahlen-zum-thurgauer-wald.html/6910>

<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/klima-kop-bis-2016/0055-verifizierungsbericht-2020-publication.pdf.download.pdf/0055-verifizierungsbericht-2020-publication.pdf>

[https://www.myclimate.org/fileadmin/user\\_upload/myclimate\\_-\\_home/01\\_Information/05\\_Climate\\_protection\\_projects/0\\_Klimaschutzprojekte/Schweiz-7823/200129-PDD\\_Moorprogramm\\_7823-DE-v3.pdf](https://www.myclimate.org/fileadmin/user_upload/myclimate_-_home/01_Information/05_Climate_protection_projects/0_Klimaschutzprojekte/Schweiz-7823/200129-PDD_Moorprogramm_7823-DE-v3.pdf)

SwissTopo

[https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/klima/klimaschutz/grundlagenbericht\\_senken\\_zertifikate.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/klima/klimaschutz/grundlagenbericht_senken_zertifikate.pdf)

#### Pflanzenkohle als Dünger

	Landwirtschaftliche Fläche	Ackerland
Thurgau	49'433 ha	18'290 ha
Möglicher Einsatz Pflanzenkohle		9'145 t
<b>Potenzielle Reduktion</b>		<b>26'900 t CO<sub>2</sub>eq</b>

#### Annahmen Senkenleistung

Pflanzenkohle technisch möglich 0.5 t/ha

CO<sub>2</sub>-Intensität Pflanzenkohle 2.9 t CO<sub>2</sub>/ t PK

#### Quellen:

<https://statistik.tg.ch/themen-und-daten/wirtschaft-und-arbeit/unternehmen-und-betriebe/landwirtschaft.html/6701>

<https://www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/pflanzenkohle-klimapositive-energie-mit-co2-speicherung.html>

[https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/klima/klimaschutz/grundlagenbericht\\_senken\\_zertifikate.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/klima/klimaschutz/grundlagenbericht_senken_zertifikate.pdf)

Anpassung der Bodenbewirtschaftung		
	Landwirtschaftliche Fläche	Ackerland
Thurgau	49'433 ha	18'290 ha
<b>Potenzielle Reduktion</b>		<b>18'300 t CO<sub>2</sub>eq</b>

Annahmen Senkenleistung	
Pflanzkohle erlaubt pro Jahr	1.0 t/ha

Quellen:

<https://statistik.tg.ch/themen-und-daten/wirtschaft-und-arbeit/unternehmen-und-betriebe/landwirtschaft.html/6701>

[https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/landw-zentrum-ebenrain/files/humusaufbau/woz-artikel-20200618.pdf/@download/file/woz\\_artikel\\_20200618.pdf](https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/landw-zentrum-ebenrain/files/humusaufbau/woz-artikel-20200618.pdf/@download/file/woz_artikel_20200618.pdf)

## A-9 Glossar

BAFU	Bundesamt für Umwelt
ARA	Abwasserreinigungsanlage
Bescheinigungen	Kompensationsprojekte führen zu Emissionsverminderungen. Diese Verminderungen werden vom BAFU bescheinigt. Gewisse Akteure, beispielsweise die Treibstoffimporteure, sind gesetzlich verpflichtet einen Teil ihrer Treibhausgasemissionen zu kompensieren. Daher kaufen diese Akteure die ausgestellten Bescheinigungen der Kompensationsprojekte ab. Auch kaufen Firmen, staatliche Investitionen oder Private die Bescheinigungen auf freiwilliger Basis auf, um ihre Emissionen zu kompensieren.
BFE	Bundesamt für Energie
CCS	Carbon Capture and Storage (CCS) scheidet CO <sub>2</sub> technisch aus den Verbrennungsgasen ab. Anschliessend wird es dauerhaft eingelagert. Da in einer KVA auch biogenes Material verbrannt wird, kann eine KVA zu einer technischen CO <sub>2</sub> -Senke werden.
CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub> -Äquivalente (CO <sub>2</sub> eq) sind eine Masseinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase. Beispielsweise wird auch die deutlich stärkere Klimawirkung von Methan (CH <sub>4</sub> ) beachtet.
EHS	Das Emissionshandelssystem (EHS) ist ein marktwirtschaftliches Instrument zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, das sowohl von der Schweiz als auch von der EU genutzt wird.  Zum einen setzt es eine absolute Obergrenze für die in der Industrie erlaubten Emissionen, das sogenannte «cap». Zum anderen ermöglicht es mittels Handels von Emissionsrechten, dem sogenannten «trade», dass Emissionseinsparungen am günstigsten realisiert werden können.
Greenwashing	Greenwashing bezeichnet den Versuch von Organisationen sich mittels Kommunikation und Marketing ein umweltfreundliches Image zu geben, ohne entsprechende Massnahmen im operativen Geschäft systematisch verankert zu haben.
Interna Rate of Return (IRR)	Die Internal Rate of Return, auch interner Zinsfluss genannt, stellt den tatsächlichen Zinssatz dar, der mit einer Investition im Laufe ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer erzielt wird.
KVA	Kehrrichtverbrennungsanlage bzw. Kehrrichtverwertungsanlage
Netto-Null	Treibhausgasquellen erhöhen, Treibhausgassenken reduzieren den Gehalt von Treibhausgasen in der Atmosphäre. Wenn die Treibhausgassenken mindestens so viel Treibhausgas aus der Atmosphäre entfernen, wie die Treibhausgasquellen hinzufügen, erhöht sich der Treibhausgasanteil in der Atmosphäre nicht weiter. «Netto-Null» ist erreicht.
Programm	Im Unterschied zu einem Projekt, fasst ein Programm mehrere Vorhaben zusammen, die auch mit unterschiedlichen Technologien einen gemeinsamen Zweck verfolgen können.
Projekt	Ein einzelnes Projekt zur Verminderung der Treibhausgasemissionen.
Zusätzlichkeit	Die Zusätzlichkeit umfasst zwei Kriterien, die beide für Kompensationsprojekte gemäss BAFU erfüllt sein müssen: Die Wirtschaftlichkeit und die erzielte Emissionsreduktion.

## A-10 Literaturverzeichnis

- AFU. (2020a). *Abwasserreinigungsanlagen im Thurgau*. Amt für Umw. Kanton Thurgau.
- AFU. (2021b). *Deponien und Deponieplanung*. Von Amt für Umwelt:  
[https://umwelt.tg.ch/abfall-und-boden/abfall/abfallplanung-und-abfallbericht/deponien-und-deponieplanung.html/12443#js-accordion\\_control--01](https://umwelt.tg.ch/abfall-und-boden/abfall/abfallplanung-und-abfallbericht/deponien-und-deponieplanung.html/12443#js-accordion_control--01) abgerufen
- AFU. (2022). *Thurgauer Klimastrategie*. (Amt für Umw. Kanton Thurgau) Abgerufen am 05. April 2022 von Amt für Umwelt: <https://umwelt.tg.ch/luft-und-klima/klima/klimastrategie.html/12624>
- BAFU. (12. 04 2022a). *Emissionshandelsregister*. (B. f. (BAFU), Herausgeber, & Schweizerische Eidgenossenschaft) Abgerufen am 12. 04 2022 von Emissionshandelsregister:  
<https://www.emissionsregistry.admin.ch/crweb/public/reporting/allocation/list.action>
- BAFU. (2022a). *Projekte und Programme zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung*. Ittigen: Bundesamt für Umwelt (BAFU). Abgerufen am 02. Juni 2022 von [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/projekte-und-programme-zur-emissionsverminderung-und-erhoehung-der-senkenleistung-kop22.pdf.download.pdf/UV-1315-D\\_KOP2022.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/projekte-und-programme-zur-emissionsverminderung-und-erhoehung-der-senkenleistung-kop22.pdf.download.pdf/UV-1315-D_KOP2022.pdf)
- BAFU. (2022b). *Anhang L der Mitteilung «Projekte und Programme zur Emissionsverminderung und Erhöhung der Senkenleistung» - Zulässige und ausgeschlossene Projekt- und Programmtypen*. Geschäftsstelle Kompensation. Ittigen: Bundesamt für Umwelt - BAFU. Von [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/anhang-l-zulaessige-und-ausgeschlossene-projekt-und-programmtypen.pdf.download.pdf/Anhang\\_L\\_Zulaessige-Ausgeschlossene\\_Projekt-Programmtypen\\_2022\\_DE.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/anhang-l-zulaessige-und-ausgeschlossene-projekt-und-programmtypen.pdf.download.pdf/Anhang_L_Zulaessige-Ausgeschlossene_Projekt-Programmtypen_2022_DE.pdf) abgerufen
- BAFU. (2022c). *Anhang C: Projekte zur Emissionsverminderung im Inland - Energiepreise*. Ittigen: Bundesamt für Umwelt BAFU. Von [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/Anhang\\_C-\\_Energiepreise\\_-\\_KOP\\_Mitteilung\\_Energiepreise\\_2022\\_d\\_f.pdf.download.pdf/Anhang\\_C-\\_Energiepreise\\_-\\_KOP\\_Mitteilung\\_Energiepreise\\_2022\\_d\\_f.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uv-umwelt-vollzug/Anhang_C-_Energiepreise_-_KOP_Mitteilung_Energiepreise_2022_d_f.pdf.download.pdf/Anhang_C-_Energiepreise_-_KOP_Mitteilung_Energiepreise_2022_d_f.pdf) abgerufen
- BAFU. (2022d). *Liste registrierte Kompensationsprojekte*. Abgerufen am 03. 06 2022 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte.html>
- BAFU. (11. April 2022e). *Emissionen synthetischer Gase*. Von Bundesamt für Umwelt BAFU: [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2\\_Statistik\\_Daten.xlsx.download.xlsx/CO2-Statistik-2022-04\\_DE.xlsx](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2_Statistik_Daten.xlsx.download.xlsx/CO2-Statistik-2022-04_DE.xlsx) abgerufen
- BFE. (2020a). *Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren*. Ittigen: Bundesamt für Energie (BFE). Von <https://rytec.ch/wp->



content/uploads/2021/01/Schlussbericht\_Berechnung\_2020\_BAFU\_BFE\_VBSA\_v03b.pdf abgerufen

BFE. (2021b). *Statistik Sonnenenergie - Referenzjahr 2020*. Ittigen: Bundesamt für Energie (BFE). Von <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/teilstatistiken.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRtaW4uY2gvZGUvcHVibGJjYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTA1Mzk=.html> abgerufen

BFE. (04. Januar 2022a). *Wärme- und Kälteangebot*. Von Bundesamt für Energie BFE: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/geoinformation/geodaten/thermische-netze/waerme-und-kaelteangebot.html> abgerufen

BFS. (2021). *Landwirtschaftsbetriebe, Beschäftigte, Nutzfläche nach Kanton*. Abgerufen am 20. 5 2022 von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/landforstwirtschaft.assetdetail.22644544.html>

BFS. (1. September 2021a). *Bevölkerung*. Abgerufen am 05. April 2022 von Bundesamt für Statistik: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.assetdetail.18344197.html>

Bundesrat. (2022a). *CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung (CCS) und Negativemissionstechnologien (NET)*. Bernd: Der Bundesrat. Von <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/71551.pdf> abgerufen

Cercle Sol. (2019a). *Faktenblatt Boden und Klimawandel*. Cercle Sol. Von <https://www.ag.ch/media/kanton-aargau/bvu/umwelt-natur/boden/boden-und-klimawandel/cerclesol-faktenblatt-boden-klimawandel-2019-d.pdf> abgerufen

CSD Ingenieure. (2021). *Machbarkeitsstudie Thermische Nutzung Bodensee und Rhein*.

DVI TG. (2017). *Nutzung Energieholz - Aktueller Stand*. Frauenfeld: Departement für Inneres und Volkswirtschaft, Energie. Von [https://energie.tg.ch/public/upload/assets/48877/Energieholzkonzept\\_2017.pdf?fp=1](https://energie.tg.ch/public/upload/assets/48877/Energieholzkonzept_2017.pdf?fp=1) abgerufen

Eawag. (20. Januar 2022a). *News - Eawag*. Von Eawag - das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs: <https://www.eawag.ch/de/news-agenda/news-plattform/news/klimaschutz-in-der-abwasserreinigung> abgerufen

EnFK. (2018). *Einspeisepotenzial von erneuerbarem Gas in das Schweizer Gasnetz bis 2030*.

GV. (kein Datum). *Magnesium-Legierungen*. (Giesserei-Verband der Schweiz) Abgerufen am 23. Mai 2022 von Giesserei-Verband der Schweiz: <https://giesserei-verband.ch/werkstoff/magnesium-legierungen/>

INFRAS. (2020a). *Negative Emissionen und Treibhausgas-Zertifikatehandel*. Zürich: Kanton und Stadt Zürich. Von [https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/klima/klimaschutz/grundlagenbericht\\_senken\\_zertifikate.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/klima/klimaschutz/grundlagenbericht_senken_zertifikate.pdf) abgerufen

- iwb. (31. Juli 2020a). *Pflanzenkohle: Klimapositive Energie mit CO<sub>2</sub>-Speicherung - Energie-Experten*. (E. Experten, Herausgeber) Abgerufen am 02. Juni 2022 von Der Blog für mehr Energieeffizienz: <https://www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/pflanzenkohle-klimapositive-energie-mit-co2-speicherung.html>
- KliK. (2016a). *Programm Nahwärmeverbunde: Niedertemperatur-Abwärme*. Zürich: Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation KliK.
- KliK. (2017a). *Programm Nahwärmeverbunde: Teil 4 Industrielle Hochtemperatur-Abwärme*. Zürich: Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation KliK. Von [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/klima-kop-bis-2016/0165-Programm-Nahwaermeverbunde-Teil-4-Industrielle-Hochtemperatur-Abwaerme.pdf.download.pdf/0165\\_Programmbeschreibung\\_geschw%C3%A4rzt.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/klima-kop-bis-2016/0165-Programm-Nahwaermeverbunde-Teil-4-Industrielle-Hochtemperatur-Abwaerme.pdf.download.pdf/0165_Programmbeschreibung_geschw%C3%A4rzt.pdf) abgerufen
- Kupper, T., Häni, C., Neftel, A., Kincaid, C., Bühler, M., Amon, B., & VanderZaag, A. (15. September 2020). Ammonia and greenhouse gas emissions from slurry storage - A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Von <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880920301481?via%3Dihub#tblfn0075> abgerufen
- KVA Thurgau. (2021a). *Jahres- und Managementbericht 2020*. Weinfelden: Verband KVA Thurgau. Von [https://www.kvatg.ch/fileadmin/user\\_upload/www.kvatg.ch/PDF\\_s\\_KVA/Jahresbericht\\_e/KVA\\_JB\\_2020\\_low.pdf](https://www.kvatg.ch/fileadmin/user_upload/www.kvatg.ch/PDF_s_KVA/Jahresbericht_e/KVA_JB_2020_low.pdf) abgerufen
- Landwirtschaftsamt. (16. März 2021a). *Massnahmenplan Ammoniak: Feste Abdeckung von Gülle Lagern*. Frauenfeld, Thurgau, Schweiz. Von <https://landwirtschaftsamt.tg.ch/public/upload/assets/110969/Massnahmenplan%20Ammoniak%20Feste%20Abdeckung%20von%20G%C3%BClle%20Lagern.pdf> abgerufen
- myclimate. (2020a). *Programm Hochmoor-Renaturierung Schweiz*. Zürich: Stiftung myclimate Schweiz. Von [https://www.myclimate.org/fileadmin/user\\_upload/myclimate\\_-\\_home/01\\_Information/05\\_Climate\\_protection\\_projects/0\\_klimaschutzprojekte/Schweiz-7823/200129-PDD\\_Moorprogramm\\_7823-DE-v3.pdf](https://www.myclimate.org/fileadmin/user_upload/myclimate_-_home/01_Information/05_Climate_protection_projects/0_klimaschutzprojekte/Schweiz-7823/200129-PDD_Moorprogramm_7823-DE-v3.pdf) abgerufen
- Ökostrom Schweiz. (2018). *Programm zur Emissionsreduktion durch landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz*. Winterthur: Genossenschaft Ökostrom Schweiz. Von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/6-2.html#accordion1654595531280> abgerufen
- south pole. (2014a). *Beschreibung für Projekte zur Emissionsverminderung in der Schweiz*. Zürich: South Pole Suisse AG. Von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/verminderungsmassnahmen/kompensation/inland/registrierte-projekte/6-1.html#accordion1654591464238> abgerufen

- south pole. (25. Juni 2021a). *Methanschlupf-Reduktion*. Von South Pole macht Klimaschutz:  
<https://www.southpole.com/de/news/methanschlupf-reduktion> abgerufen
- TCS. (02. Juni 2022). *Aktueller Diesel- und Benzinpreis in der Schweiz*. Abgerufen am 02. Juni 2022 von Touring Club Schweiz: damit Sie immer weiterkommen:  
<https://www.tcs.ch/de/camping-reisen/reiseinformationen/wissenswertes/fahrkosten-gebuehren/benzinpreise.php>
- treeze. (2017a). *Umweltkennwerte und Primärenergiefaktoren von Energiesystemen*. Uster: Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB). Abgerufen am 05. April 2022 von  
[https://treeze.ch/fileadmin/user\\_upload/downloads/Publications/Case\\_Studies/Energy/563-Energiesysteme-v1.0.pdf](https://treeze.ch/fileadmin/user_upload/downloads/Publications/Case_Studies/Energy/563-Energiesysteme-v1.0.pdf)
- WAK N. (2020). *Motion: Reduktion der Stickstoffeinträge aus den Abwasserreinigungsanlagen*. Bern: Kommission für Wirtschaft und Abgaben WAK Nationalrat. Von <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20204261> abgerufen
- WOZ. (2020). Wenn die Bank in Humus anlegt. *WOZ Die Wochenzeitung*, 6. Von [https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/landw-zentrum-ebenrain/files/humusaufbau/woz-artikel-20200618.pdf/@@download/file/woz\\_artikel\\_20200618.pdf](https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/landw-zentrum-ebenrain/files/humusaufbau/woz-artikel-20200618.pdf/@@download/file/woz_artikel_20200618.pdf) abgerufen