

Energieeffizienz- und Klimaschutzmassnahmen in der Gewächshausproduktion



Übersicht über Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und des Klimaschutzes in der Gewächshausproduktion

Dezember 2016

Priska Stierli
AgroCleanTech Verein
c/o Schweizer Bauernverband
Belpstrasse 26
3007 Bern

Mit finanzieller Unterstützung von:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landwirtschaft BLW
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO



fenaco
natürlich nah
de la terre à la table

Energieeffizienz- und Klimaschutzmassnahmen im Gemüsebau

Mit einem Anteil von 12 % der gesamtschweizerischen Treibhausgas(THG)-emissionen ist die Landwirtschaft gefordert, selber einen Beitrag zu leisten, um zur Reduktion dieser Emissionen und damit zu den Reduktionszielen der Schweiz beizutragen. Da die Flächenverfügbarkeit in der Schweiz gering ist, werden die vorhandenen Flächen intensiv genutzt, weshalb der direkte Energieverbrauch pro ha genutzter Landwirtschaftsfläche verglichen mit der EU rund 2.5 mal höher ist. Dieser hohe Energieverbrauch hängt unter anderem mit der energieintensiven Produktion in Gewächshäusern zusammen. Der Brennstoffverbrauch von landwirtschaftlichen Gewächshäusern betrug 2012 etwa 23 % vom direkten Energieverbrauch der Landwirtschaft und die Flächen im gedeckten Anbau haben gemäss dem Verband der Schweizer Gemüseproduzenten in den vergangenen Jahren stark zugenommen. [1]

Im vorliegenden Bericht und der Tabelle im Anhang (Tabelle 1) werden verschiedene Massnahmen aufgelistet, die im gedeckten Gemüsebau zur Energieeffizienz-Steigerung oder zur Verbesserung einer klimafreundlichen Produktion umgesetzt werden können. Dabei werden Aspekte des THG-Reduktionspotenzials, der Wirtschaftlichkeit und der Umsetzbarkeit aufgrund einer eigenen Einschätzung beurteilt. Ziel der Projektabklärung ist es, einen Überblick über vorhandene Massnahmen und ihre Relevanz gewinnen zu können.

Massnahmen bei Konstruktion & Einrichtung

Mit der Wahl der richtigen **Gewächshaushülle** kann bis zu 50 % Energie eingespart werden. Eine Auswahl an möglichen Materialien ist in Tabelle 1 mit den entsprechenden Wärmedurchgangswerten (U-Wert) aufgeführt. Für Warmhäuser (Beheizung auf +10 °C und mehr von Oktober bis März) ist ein U-Wert von max. 2.4 W/m²K vorgeschrieben. Bei dem gewählten Material sollte darauf geachtet werden, dass trotz geringen Wärmedurchgangswerten eine möglichst hohe Lichtdurchlässigkeit besteht. Mit der Kombination von **Isolierglas, zwei Schirmen und Verdunklung** lässt sich ein U-Wert von 1.1 W/m²K erzielen, was gemäss aktuellem Stand der Technik einem sehr guten Wert entspricht.[2]

Gemäss einer Faustregel, kann mit 1 % mehr Licht etwa 1 % mehr Ertrag (Photosynthese) erzielt werden. Die **Optimierung des Lichteinfalls** kann daher zu einer Effizienzsteigerung führen, da mit gleichem Input mehr Ertrag erwirtschaftet wird. Die Gewächshaushülle sollte daher aus Materialien mit hoher Lichtdurchlässigkeit bestehen, die mögliche Wärmeverluste gleichzeitig gering hält. Eine kurzfristige Verbesserung bringt oft bereits eine regelmässige Reinigung der Scheiben. [3]

Ein **Energieschirm** (Abbildung 1) ist ein Gewebe mit eingenähten Aluminiumstreifen, welche den Durchgang von langwelliger Strahlung verhindern. Sie reduzieren Wärmeverluste in der Nacht und können tagsüber allenfalls auch zur Beschattung der Kulturen verwendet werden. Gleichzeitig muss darauf geachtet werden, dass sie im Ruhezustand einen möglichst geringen Lichtverlust bewirken, wenn keine Beschattung stattfinden soll. Das Einsparpotenzial liegt in einem 18 °C-Gewächshaus bei über 40 %. Eine Nachrüstung zahlt sich bereits nach wenigen Jahren aus. Transparente Tagesschirme ermöglichen eine Einsparung von rund 10 % der Heizenergie. Es sollten regelmässige Kontrollen der Energieschirme auf Löcher/Lücken durchgeführt werden, da die Schirme durch Schäden ihre hohe Wirkung einbüßen können. [4]



Abbildung 1: Energieschirm. Quelle: www.hortuna.ch

Um die Wärme, die sich unterhalb des Daches ansammelt, besser im Raum zu verteilen und damit zu den Kulturen zu befördern, können hochwertige **Deckenventilatoren** eingesetzt werden (Abbildung 2). Mit ihnen wird die warme Luft nach unten befördert und es kommt zu einer besseren Verteilung im gesamten Raum. Im Sommer können die Ventilatoren über die Firstlüftung auch zur Kühlung genutzt werden. Die Wirtschaftlichkeit der Massnahme muss gemäss Aussage eines Lieferanten spezifisch beurteilt werden. [5, 6]



Abbildung 2: Deckenventilator.
Quelle: www.hortuna.ch

Mit Massnahmen wie dem **Abdichten der Türen, Scheiben und Lüftungsklappen** lassen sich zwischen 5 % und 25 % der Wärmeverluste vermeiden. Solche Massnahmen sind rasch realisierbar und zahlen sich sofort wirtschaftlich aus. Die Kosten zum Abdichten einer Tür belaufen sich auf etwa CHF 300.-. Ein Beispiel: In einem 18 °C-Gewächshaus lassen sich durch Reduktion der Wärmeverluste bei den Türen etwa 11'000 kWh pro Jahr sparen. [4]

Als Folge einer besseren Abdichtung kann eine höhere Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus resultieren. Mit **Luftentfeuchtung durch Kondensation** kann die Belüftung reduziert werden und es kommt zu weniger Wärmeverlusten. Die Luft wird zuerst einem Verdampfer zugeführt, in welchem ein Teil des Wasserdampfs kondensiert. Die daraus resultierende kalte Luft wird anschliessend einem Kondensator zugeführt, woraus warme und trockene Luft strömt. Dadurch wird weniger Energie für die Belüftung und Heizung benötigt. Durch Reduktion der Heizleistung im Frühjahr und einem kompletten Verzicht auf die Heizung im Sommer konnte in einem Versuch in Frankreich fast 50 % der Wärmeenergie eingespart werden. [7]

Mit der **Klimasteuerung** kann die benötigte Lüftungsenergie ebenfalls verringert werden, indem der Heizungssollwert gesenkt und der Lüftungssollwert erhöht wird. Auf diese Weise lassen sich etwa 5 % bis 10 % der Energie pro Kultur einsparen. Es gilt aber zu beachten, dass dieses Klimamanagement generative Pflanzenstadien fördern kann. [8]

Die **Heizleitungen** in der Heizzentrale zu dämmen vermindert den Wärmeverlust. Dieser wird auf mindestens 50% geschätzt. Die Kosten für eine fachgerechte Dämmung kostet zwischen CHF 40.- und 90.- pro Laufmeter. Bei Neubauten sollte eine gute Isolation des Verteilnetzes berücksichtigt werden. Wo der Lichteinfluss nicht relevant ist, können mit zusätzlicher Isolation zwischen Heizrohren und Glas zwischen 20 % bis 70 % Energieeinsparungen erzielt werden. Es kann z.B. eine Noppenfolie an Steh- und Giebelwänden angebracht werden. Die Kosten können je nach Umsetzung der Massnahme stark variieren. [4].

Die **Genauigkeit/Platzierung von Messfühlern** kann sofort zu Einsparungen führen. Messfühler sollten möglichst nahe bei bzw. oberhalb der Kultur platziert werden, damit entsprechend den Bedürfnissen der Kultur geheizt wird. Jedes Grad höhere Raumtemperatur verursacht etwa 7 % mehr CO₂-Emissionen. Eine regelmässige Kontrolle (bei jeder neuen Kultur) der Messfühler (Abweichung max. +/- 0.2 °C) kann in einem 18 °C-Gewächshaus zu Einsparungen von > 20'000 kWh führen. [4]

Möglichkeiten in der Energieerzeugung

Eine Möglichkeit, um Energie bei einer neueren Öl- oder Gasheizung einzusparen, ist die Nachrüstung eines **Abgaswärmetauschers**. Das Einsparpotenzial liegt bei rund 7 %. Die Kosten sind mit bis zu CHF 30'000.- jedoch vergleichsweise hoch und die Nachrüstung damit nicht immer wirtschaftlich. [4]

Erneuerbare Energien können je nach gewählter Technologie zu erheblichen Treibhausgasreduktionen führen. Die Wärmeerzeugung durch Holz, Wärmepumpen oder mit solaren Systemen ermöglicht je nach Technologie eine fast vollständige Reduktion der Treibhausgasemissionen. Es empfiehlt sich vor allem bei einem Neubau oder der Erneuerung der Heizung auf erneuerbare Energien umzusteigen. Die Wirtschaftlichkeit ist stark vom jeweils gewählten System abhängig. Die Kosten einer Schnitzelfeuerung können sich inkl. Feinstaubfilter, Schnitzelsilo und neuem Gebäude für den Kessel z.B. auf rund CHF 630'000 belaufen, während eine Pellet-Feuerung in einem bestehenden Gebäude und ohne Feinstaubfilter bei gleicher Leistung etwa CHF 180'000.- kostet. [4]

In den Niederlanden wird das **Gewächshaus zum Energiekollektor**, indem überschüssige Solarenergie in einem Wasserspeicher im Boden (Aquifer) aufgefangen und im Winter zur Beheizung des Gewächshauses genutzt wird. Mit einem weiteren Speicher, welcher kaltes Wasser enthält, wird das Gewächshaus im Sommer gekühlt und das erwärmte Wasser wird in den Warmwasserspeicher geleitet. Bei einer Grösse von einem Drittel der Gewächshausfläche können mit diesem System rund 20 % bis 30 % Energie eingespart werden. Voraussetzung dafür ist aber, dass ein geeigneter Wasserspeicher vorhanden ist. [8]

Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen können zur Stromproduktion und gleichzeitig zur Beheizung (Abwärme) und Düngung (CO₂) genutzt werden. Die Investitions- wie auch die Betriebskosten sind aber relativ hoch. In den Niederlanden existieren Fördermittel und ein attraktives Energiehandelssystem, so dass es für die Gemüseproduzenten interessant ist, trotz hoher Kosten in eine WKK-Anlage zu investieren. [9, 10]

Massnahmen bei der Kühlung (Lager)

Bei der **Wärmerückgewinnung aus der Kühlung** wird die Wärme aus dem Kühlkreislauf mit einem Plattentaucher abgefangen und in einen Wasserspeicher weitergeleitet. Sie kann dann z.B. zur Beheizung von Büroräumen genutzt werden. Bei einem Neubau der Kühlanlage machen die Zusatzkosten für ein solches System weniger als 10 % aus. [11]

Die **Effizienz einer Kühlanlage** kann durch regelmässige Reinigung der Lamellen des Kühlers stark verbessert werden. Ein Schmutzfilm kann den Stromverbrauch für den Kühler um bis zu 30 % erhöhen. Beim Ersatz von Kühlanlagen sollte zudem auf die Auszeichnung „Leistungsgarantie Kälteanlagen“ geachtet werden. [12].

In der Wahl des richtigen **Kältemittels** liegen bis zu 13 % Einsparpotenzial und ein vorzeitiger Ersatz des Kältemittels wird allenfalls von der Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kopensation KliK finanziell gefördert. [13]

Fazit & Ausblick

Im gedeckten Anbau lässt sich oftmals bereits viel mit kleineren Massnahmen wie der korrekten Platzierung des Messfühlers oder einer regelmässigen Reinigung des Daches erreichen. Im Leitfaden Energieoptimierungen für Gärtnereibetriebe [4] sind viele der in diesem Bericht gelisteten Massnahmen detailliert beschrieben und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in verschiedenen Umsetzungsvarianten aufgeführt. Der Leitfaden ist somit ein wichtiges Instrument für Gewächshausproduzenten.

Massnahmen, die sich leicht umsetzen lassen und sich wirtschaftlich neutral oder sogar positiv auswirken sind für die Umsetzung in der Praxis zu empfehlen. Dazu gehören eine korrekte Platzierung der Messfühler, eine regelmässige Reinigung der Scheiben für eine bessere Lichtausnutzung oder die Reparatur von defekten Energieschirmen, denn solche Massnahmen sind direkt wirksam und bedeuten in der Regel nur geringen Aufwand. Es ist jedoch zu beachten, dass die Wirtschaftlichkeit einzelner Massnahmen sich je nach Art des Gewächshauses (z.B. 18 °C- oder 12 °C-Gewächshaus) stark unterscheiden kann.

Ein erhebliches Potenzial besteht in der Produktion und Nutzung erneuerbarer Energie. Die Schweiz bietet aber nicht bei allen Technologien attraktive Bedingungen. Mit WKK Anlagen könnten die Gewächshausproduzenten viele Haushalte mit Strom beliefern und gleichzeitig dabei entstehende Wärme und CO₂ nutzen. Die Technologie gilt aber wegen den tiefen Strompreisen aktuell nicht als wirtschaftlich.

Eine dichte Gewächshaushülle und die Verwendung von Energieschirmen sind wichtige Komponenten, um Wärmeverluste auf ein Minimum zu beschränken, müssen aber in Bezug auf die Regelung der Luftfeuchtigkeit und auf die Belichtung abgestimmt werden, um ein Optimum zu erreichen.

Tabelle 1: Übersicht Massnahmen gedeckter Gemüsebau (GH = Gewächshaus) mit qualitativer Einschätzung des Reduktionspotenzials (bezogen auf eingesparte CO₂-Äquivalente) und der Wirtschaftlichkeit (mittel-positiv: Investitionen können in der zu erwartenden Lebensdauer abgeschrieben, negativ: Rückzahldauer nicht innerhalb der zu erwartenden Lebensdauer möglich, variabel: wegen unterschiedlichen Ausführung keine klare Bewertung möglich). Es gilt zu beachten, dass Wirtschaftlichkeit wie auch Reduktionspotenzial bei jeder Massnahme individuell nach jeweiliger Situation im einzelnen Fall/Gewächshaus zu beurteilen sind.

Bereich	Bezeichnung	Beschreibung	Potenzial THG Einsparung	Wirtschaftlichkeit	Umsetzbarkeit/Hürden
Konstruktion & Einrichtung	Abdeckmaterial und Wärmedämmung	Durch Verminderung des Wärmeverlustes können geschätzte Energieeinsparungen von bis zu 50% erzielt werden. Thermografische Auswertungen [2] ergaben folgende U-Werte in [W/m ² K]: <ul style="list-style-type: none"> • Floatglas, einfach 6 • Floatglas, Isolierglas 3 • PMMA-Stegdoppelplatten 16 mm 2.5 • Einfachglas + Tagesschirm 3.98 • Einfachglas + Tagesschirm + Energieschirm 2.56 • Isolierglas + Tagesschirm + Energieschirm 1.81 • Isolierglas + 2 Schirme + Verdunklung 1.10 • u.w. 	mittel	variabel	Investitionen
	Lichteinfall optimieren	1% mehr Licht = 1% mehr Ertrag bzw. 1% weniger Energie => regelmässige Reinigung der Scheiben [3]	mittel	neutral - positiv	Sensibilisierung/Verhalten Produzent
	Energieschirm	Die Verwendung von Energieschirmen in der Nacht kann je nach Material zu unterschiedlichen Einsparungen führen. Die Massnahme kann sich bereits für mittelwarme Kulturen lohnen. Bei warmen bis sehr warmen Kulturen könnte allenfalls sogar die Installation eines 2. Energieschirms in Betracht gezogen werden. Das Einsparpotenzial liegt in einem 18 °C-Gewächshaus bei über 40 %. Eine Nachrüstung zahlt sich bereits nach wenigen Jahren aus. [4]	mittel	neutral - positiv	Investitionen
	Deckenventilatoren	Energieeinsparung bis zu 50 %. Wärmerückführung vom Dachbereich an den Boden; homogenes Klima im GH; im Sommer zur Kühlung nutzbar (über Firstlüftung). [5, 6]	mittel	neutral - positiv	Sensibilisierung/Verhalten Produzent
	Dichtigkeit Türen, Scheiben und Lüftungsklappen	Wärmeverluste bei undichten Türen, Scheiben und Lüftungsklappen können beachtlich sein und zahlen sich nach Ausführung direkt wirtschaftlich aus. Die Heizkosten können dadurch um rund 5 % bis 25 % reduziert werden. Die Investitionskosten liegen je nach Massnahme bei CHF 600.- bis 1500.-. [4]	mittel	neutral - positiv	Sensibilisierung/Verhalten Produzent

Bereich	Bezeichnung	Beschreibung	Potenzial THG Einsparung	Wirtschaftlichkeit	Umsetzbarkeit/Hürden
	Luftentfeuchtung durch Kondensation	Mit einem Entfeuchter kann die Belüftung und damit der Wärmeverlust reduziert werden. Die Luft wird auf einer kalten Fläche kondensiert. In einem Versuch konnte 47 % der Wärmeenergie eingespart werden. [7]	hoch	neutral	Investitionen
	Klimasteuerung	Wärmeverluste durch Lüftung verhindern durch Senkung des Heizungssollwerts und Erhöhung des Lüftungssollwerts. Damit sind Energieeinsparungen für die gesamte Kultur von 5 % bis 10 % möglich. [8]	mittel	neutral	Sensibilisierung/Verhalten Produzent
	Isolation der Heizleitungen	Wärmeverluste bei Heizleitungen können durch geeignete Isolation um 50 % vermindert werden. Bei der Isolation zwischen Heizrohren und Glas (wo Licht irrelevant) variiert die Einsparung zwischen 20 % bis 70 % je nach Massnahme (Noppenfolie an Steh- und Giebelwänden, Dämplatten an Fundamenten oder zwischen Sockel und Tischkante usw.) [4]	mittel	neutral - positiv	Sensibilisierung/Verhalten Produzent
	Genauigkeit und Platzierung Messfühler	Pro Grad Raumtemperatur kann der CO ₂ -Ausstoss um rund 7 % erhöht werden. Kontrolle und Korrektur der Messfühler kann relativ einfach vorgenommen werden. [4]	mittel	neutral	Sensibilisierung/Verhalten Produzent
Energieerzeugung	Abgaswärmetauscher	Wenn genügend Platz vorhanden ist, kann bei neueren Öl- oder Gasheizungen ein Abgaswärmetauscher nachgerüstet werden. Das Energiesparpotenzial liegt bei rund 7 %. Die Kosten sind aber vergleichsweise hoch und belaufen sich je nach Grösse zwischen CHF 25'000.- und 40'000.-. [4]	gering	neutral - positiv	Investitionen
	Erneuerbare Energie	Die Nutzung von erneuerbaren Energien kann, je nach verwendeter Energiequelle, zu einer fast vollständigen CO ₂ -Einsparung führen (z. B. gilt Holz als CO ₂ -neutral). [4]	hoch	variabel	Investitionen
	Gewächshaus als Energiekollektor	Besteht überschüssige Solarenergie kann diese in einem natürlichen Wasserspeicher im Boden in weniger als 300 m Tiefe aufgefangen und im Winter als Wärmequelle zur Beheizung des Gewächshauses verwendet werden. Dieses System ermöglicht in Holland Energieeinsparungen von 20 % - 30 % bei einem Drittel der Fläche des Gewächshauses. [8] Dazu sind zwei Speicher nötig, um im Sommer das kalte Wasser zur Kühlung zu nutzen und in	mittel	neutral	Investitionen

Bereich	Bezeichnung	Beschreibung	Potenzial THG Einsparung	Wirtschaftlichkeit	Umsetzbarkeit/Hürden
		den warmen Speicher leiten zu können, während der Prozess im Winter umgedreht wird. Die im Sommer gespeicherte übertrifft die Energiemenge, welche im Winter benötigt wird.			
	Wärmerückgewinnung aus Kühlung	Plattentauscher fängt Wärme aus dem Kühlkreislauf ab und transportiert sie in einen Warmwasserspeicher (rund 54 °C). Diese Wärme wird für die Beheizung von Büro, Garderoben und Duschen genutzt. Es erfolgt ein zusätzliches Aufheizen des Wassers mit Wärme aus einer Stückholzfeuerung; Kosten WRG rund CHF 10'000.- (von Gaugele Suisse SA). [11]	mittel	neutral - positiv	Sensibilisierung/Verhalten Produzent
	Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen	Abwärme und CO ₂ , die als Nebenprodukte der Stromproduktion entstehen, können zur Beheizung und Düngung in den Gewächshäusern verwendet werden. WKK sind kurzfristig zeitlich flexibel einsetzbar und können daher nach dem Strombedarf ausgerichtet werden. Mittels Wärmespeicher kann die Wärme zwischengespeichert werden, bis sie benötigt wird. Betriebs- und Kapitalkosten sind jedoch relativ hoch. Verringerung der THG-Emissionen Vgl. Abwärmenutzung statt Heizöl: 11 % bei Gurken, 10 % bei Salat. [9, 10, 14]	mittel - hoch	negativ - neutral	Investitionen
Kühlung	Effiziente Kältetechnik	Regelmässige jährliche Reinigung der Lamellen des Kühlers, verhindert einen zu starken Schmutzfilm darauf und kann daher einen erhöhten Stromverbrauch (von bis zu 30 %) verhindern. Bei Ersatz von Kühlanlagen sollte bei der Einholung von Offerten jeweils die „Leistungsgarantie Kälteanlagen“ angefordert werden. Sie macht Offerten vergleichbar, gibt Kosten über die gesamte Lebensdauer einer Anlage an und auch, ob das eingesetzte Kältemittel nachfüllbar und umweltverträglich ist (Treibhauspotenzial). [12]	mittel	neutral - positiv	Sensibilisierung/Verhalten Produzent
	Kältemittel	Das Einsparpotenzial bei der Wahl eines effizienten Kältemittels liegt bei 13 %. Wird ein wenig umweltverträgliches Kältemittel eingesetzt, kann dies mit Hilfe von Förderbeiträgen des Programms der Stiftung Klimaschutz und CO ₂ -Kompensation KLIK vorzeitig ersetzt werden. [13]	mittel	neutral - positiv	Sensibilisierung/Verhalten Produzent

Quellen & weiterführende Informationen

- [1] Latsch, A., & Anken, T. (2015). Landwirtschaftlicher Energieverbrauch in der Schweiz. Agroscope Transfer.
- [2] Tantau, H. J. (2013). Heat requirement of greenhouses including latent heat flux. *Landtechnik*, 68(1).
- [3] Ludwig R. (2016). Energieeffizienz im Gartenbau. Schulungsunterlagen (*unveröffentlicht*).
- [4] Jardin Suisse (2013). Leitfaden Energieoptimierung für Gärtnereibetriebe.
- [5] Deckenventilatoren. (n.d.). Abgerufen auf <http://www.air-heater.com/de/deckenventilatoren-und-energiesparsysteme.html> am 19.12.2016
- [6] Umluftventilatoren für Gewächshäuser. (n.d.). Abgerufen auf <http://gewaechshaus-ventilatoren.de/> am 19.12.2016
- [7] Gilli, C. (2010). Luftentfeuchtung im gedeckten Anbau: Im Gewächshaus Energie einsparen dank Luftentfeuchter. *Der Gemüsebau*, 2010(2).
- [8] Gilli, C. (2007). Gewächshäuser und Energie: Getestete Lösungen in Frankreich und Holland. *Der Gemüsebau*, 2007(1).
- [9] VSE (2016). Wärme-Kraft-Kopplung (WKK). Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen.
- [10] Weber, T. (2013). Energiestrategie des Bundes: Fluch oder Segen? *Der Gemüsebau*, 2013(2).
- [11] Eppenberger, D. (2016). Wenn der Kühler zur Heizung wird. *Der Gemüsebau*, 2016(5).
- [12] Lang, T. (2013). Effizientes Kühlen senkt Kosten im Gemüsebau. *Der Gemüsebau*, 2013(4).
- [13] Energie-Agentur der Wirtschaft EnAW. (n.d.). Kühlraum. Schulungsunterlagen (*unveröffentlicht*).
- [14] Marton, S., & Wettstein, D. (2010). Ökobilanz von Gewächshausgurken und Salaten.