



BÄUERLICHE
ERZEUGERGEMEINSCHAFT
SCHWÄBISCH HALL



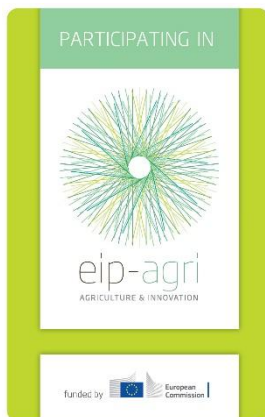
Schwäbisch-Hällisches
Qualitätsschweinefleisch g.g.A.

Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit (EIP- AGRI)“

Operationelle Gruppe: Climate Fair Pork

Projekttitle: Klimafreundliche Schweinefleischerzeugung entlang der
Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller

Abschlussbericht 2025



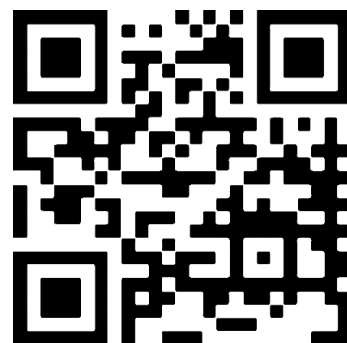
EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des ländlichen Raums - ELER
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM
UND VERBRAUCHERSCHUTZ



www.mepl.landwirtschaft-bw.de

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Zusammenfassung des Projektvorhabens.....	1
1.2	Allgemeine Ausgangslage bzw. Problemstellung des geplanten Projektes	1
1.3	Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall	2
1.4	Produktionsbedingungen Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A... 4	
1.5	Vorstudie zum Projekt.....	5
1.6	Projektziele.....	6
1.7	Mitglieder der OPG	7
1.8	Partner außerhalb der OPG	8
1.9	Projektlaufzeit	8
1.10	Budget	8
1.11	Verwendung der Zuwendung	8
1.12	Aufgabenverteilung des Vorhabens	9
1.13	Ablauf des Vorhabens	11
1.14	Aufgaben der einzelnen am Projekt mitwirkenden Akteure	12
2	Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen	13
2.1	Arbeitsgruppe „Treibhausgasbilanzierung und Optimierung“	13
2.1.1	Verifizierung der Klimabilanz für SH-Qualitätsschweinefleisch g.g.A	13
2.1.2	Bodenanalysen - Studie zur Bestimmung Kohlenstoffvorrats (Agrimaco, Niederlande mit Unterstützung des Instituts für Bodenbiologie der Universität Hohenheim).....	17
2.1.3	Aufbereitung der Flächendaten und Auswertung der Bodenuntersuchungen der Agrimaco-Studie (von Dipl. Ing. agr. Thomas Wehinger)	25
2.1.4	Erhebung des Energieverbrauchs bei Schlachtung und Vermarktung (Projektmanagement Baden-Württemberg – PM-BW).....	28
2.1.5	Vergleich der CO ₂ -Bilanz zwischen der Betäubung mit CO ₂ und der Elektrobetäubung	28
2.1.6	Vergleich der stofflichen Verwertung von Schlachtabfällen mit deren Verbrennung.....	29
2.1.7	THG-Emissionen des Transports der Tiere und der Produkte	29
2.1.8	Gesamtenergieverbrauch der BESH AG.....	30
2.1.9	Optimierung der THG-Bilanz durch stoffliche Verwertung und Umstellung des Fuhrparks auf CNG (Ökoprojekte Gronbach und IBBK)	31
2.1.10	Wirtschaftlichkeit – Erlöse und Kosten	32
2.2	Arbeitsgruppe „Fütterungsstrategien“	35
2.3	Arbeitsgruppe „Wissenstransfer“	49

3	Ergebnisse der OPG in Bezug auf die weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OPG nach Abschluss des geförderten Projekts	53
3.1	den besonderen Mehrwert des Formates einer OPG für die Durchführung des Projektes	53
3.2	Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	54
3.3	Ergebnisse des Innovationsprozesses	54
3.4	Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen	58
3.5	Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Zielen	59
3.6	Nutzen der Ergebnisse für die Praxis	59
3.7	Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit	60
3.8	Kommunikations- und Disseminationskonzept	61
	Abbildungsverzeichnis	62
	Tabellenverzeichnis	63
	Quellen	64
	Anhang 1 Methodische Auseinandersetzung mit Klima-Berechnungstools	65
1	Zusammenfassung	1
2	Hintergrund Landwirtschaft klimarelevante Gase - global und Deutschland	1
3	Untersuchungsrahmen und Methoden	3
4	Ergebnisse	3
4.1	Vor- und Nachteile von Klimarechnern	3
4.2	Klimarechner im Vergleich	5
4.3	Allgemeine und spezifische Bewertung der Anwendung von BEK/ TEKLa	7
4.3.1	Transparenz	7
4.3.2	Nebenernteprodukte	7
4.3.3	Gutschriften durch den Anbau von Zwischenfrüchten	7
4.3.4	Annahmen in der Bilanzierung	8
4.3.5	Ergebnisdarstellung	8
4.3.6	Vergleich von und zu Betrieben	8
4.3.7	Gesamtbetrieblicher Ergebnisbericht	9
4.3.8	Auswertung ist stark abhängig vom Berater	9
4.4	Berechnungen	9
4.4.1	Studien zu CO ₂ equivalenten der Mastschweinehaltung	9
4.4.2	Projektergebnisse: Vergleich von CO ₂ eq. verschiedener Produktionssysteme ...	13
5	Fazit	15
5.1	Zusammenfassung methodischer Erkenntnisse	15
5.1.1	Algorithmen	15

5.1.2	Humus	15
5.1.3	Zwischenfrüchte und Erntenebenprodukte.....	16
5.1.4	N-Düngung und Wirtschaftsdünger	16
5.2	Potentiale des Ökologischen Landbaus	16
5.2.1	Einordnung der Ergebnisse in einen systemischen Kontext -Langzeitwirkungen von Anbau- und Ernährungssystemen.....	16
5.2.2	Produktivität des Ökologischen Landbaus	17
6	Literatur	18
Anhang 2: OPG „Climate Fair Pork“ Ergebnisse der Klimabilanzierung für das Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A		
1	Zusammenfassung	1
2	Einführung und Ziele	3
2.1	Zusammenfassung der Erzeugungsrichtlinien der EGZ Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.	4
3	Methode der CFP-Quantifizierung.....	5
3.1	Funktionelle und deklarierte Einheit und Referenzfluss	5
3.2	Systemgrenzen	5
3.2.1	Art der Inputs und Outputs des Systems als Elementarflüsse	5
3.2.2	Liste von wichtigen Prozessmodulen.....	6
3.9	Datenerfassung und Datenquellen.....	7
3.9.1	Datenerfassung	7
3.9.2	LEL – Deckungsbeitragsrechnungen für Pflanzenproduktion konventionell und ökologisch wirtschaftender Betriebe	7
3.9.3	Berechnungsstandard für einzelbetrieblicher Klimabilanz in der Landwirtschaft.	8
3.9.4	Datenquellen.....	9
3.9.5	Auswahl der Betriebe	9
3.9.6	Standardverfahren – Datenquellen	9
3.9.7	Datenerhebung	10
3.10	Liste der betrachteten Treibhausgase	11
3.11	Charakterisierungsfaktoren	15
3.12	Abschneidekriterien und Abschneidungen.....	15
3.13	Allokationsverfahren	16
3.13.1	Umgang mit Strom	17
3.13.2	Umgang mit Landnutzungsänderung	17
3.14	Zeitbezogene emittierte und entzogene THG-Mengen	17
3.15	Datenbeschreibung – Entscheidungen und Datenqualität	18

EIP-Agri Climate Fair Pork - Abschlussbericht

3.15.1	Funktionelle Einheit	18
3.15.2	Vollständigkeit	18
3.15.3	Konsistenz und Transparenz	18
3.15.4	Datenqualität	18
4	Ergebnisse der Auswertung.....	19
4.1	Tabellarische Darstellung der Ergebnisse /Zusammenfassung	19
4.2	Grafische Darstellung der Ergebnisse	22
4.3	Offenlegung und Rechtfertigung der Werthaltung.....	22
4.4	Untersuchungsrahmen und modifizierter Untersuchungsrahmen	23
4.5	Beschreibung der Lebenswegabschnitte	23
4.6	Bewertung des Einflusses alternativer Anwendungsprofile und Szenarien auf das Endergebnis	23
4.7	Zeitlicher Gültigkeitsbereich für den der CFP repräsentativ ist.....	23
4.8	Verweisung auf die PKR (PCR) oder sonstige Anforderungen	23
4.9	Beschreibung der Leistungsverfolgung.....	23
5	Übereinstimmung mit Anhang B – Kriterien für auf dem CFP basierende Vergleiche verschiedener Produkte	23
6	Empfehlungen zur vergleichenden Footprint-Kommunikation	23
7	Literaturliste	24

1 Einleitung

1.1 Zusammenfassung des Projektvorhabens

Das Projekt analysiere zunächst den Ist-Zustand der süddeutschen Schweinefleischerzeugung hinsichtlich der klimarelevanten CO₂ Emissionen im Gesamtprozess vom Acker bis zum Teller am Beispiel des Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A..

Die Ziele des Projektes waren das Produktionsverfahren für die Schweinefleischerzeugung auf den Prüfstand zu stellen, innovative Maßnahmen zu identifizieren und das Qualitätsprogramm weiterzuentwickeln. Der fachliche Ansatz des Projektes fokussiert sich auf die Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall und das Qualitätsfleischprogramm Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. mit dem Ziel transferierbare Ergebnisse zu generieren.

Die genetische Grundlage für die erzeugten Produkte stellt die alte Rasse, das Schwäbisch-Hällische Schwein, dar. Die erzeugten Produkte stehen für hohe Standards in der Tierhaltung und der Produktion. Es wurden produktspezifische Klimabilanzen (Carbon Foot Print) erstellt und einer CO₂-Zertifizierung unterzogen mit entsprechendem Audit.

Im Rahmen des Projektes sollte ein Logo entstehen, um klimafreundlich erzeugtes Fleisch als solches zu kennzeichnen. Durch das Vermarktungsetikett „Climate Fair“ konnte gemeinsam mit Ecoland e.V. ein Warenzeichen für klimafreundliche Produkte entstehen.

In einem umfangreichen Schulungsprogramm wurden Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in den verschiedenen Produktionsbereichen der Wertschöpfungskette vorgestellt und mit Praxisbeispielen untermauert. Durch den Wissenstransfer wurde eine Breitenwirkung in Richtung CO₂-klimafreundlicher Produktionsverfahren in der Schweinefleischerzeugung in Süddeutschland erzielt werden.

1.2 Allgemeine Ausgangslage bzw. Problemstellung des geplanten Projektes

Schweinefleisch wird neben anderen Fleischarten in der öffentlichen Meinung zunehmend als klimaschädliches Lebensmittel wahrgenommen. Dies führte in den letzten Jahren zu einem kontinuierlichen Rückgang des Schweinefleischkonsums und damit zur Schwächung der bäuerlichen Erzeugerstrukturen, so auch im Land Baden-Württemberg.

Tierhaltung allgemein und damit auch die Schweinehaltung ist jedoch unverzichtbare Bestandteile einer bäuerlich geprägten betrieblichen Kreislaufwirtschaft, sowohl in ökologischen wie in konventionellen Betrieben.

Insoweit gilt es, die Produktionsverfahren für die Schweinefleischerzeugung auf den Prüfstand zu stellen und mit innovativen Maßnahmen zu verbessern und weiter zu entwickeln mit Blick und unter Abbildung und Einbeziehung der gesamten Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller, um die Akzeptanz dieses wertigen Lebensmittels wiederherzustellen.

Mit reinen Marketingmaßnahmen ist es jedoch nicht getan. Schweinefleisch muss auf den Prüfstand einer Klimabilanz und mögliche CO₂ Einsparungen sind anzustreben und umzusetzen. Neben der CO₂ Bilanz sind weitergehende Kriterien und Sachverhalte wie Tierwohl, tierschutzgerechte Schlachtung und Ganztierverwertung einhergehende Themen welche es zu verbessern und umzusetzen gilt.

Innovatives Potential des Projektes

Das innovative Potential des Projektes liegt in der ganzheitlichen Betrachtung der verschiedenen Produktionsverfahren im Bereich der Schweinefleischerzeugung entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit unterschiedlichen Absatzkanälen, vom Futter bis zum Fleisch und die daraus geplante Entwicklung eines „Klimazertifikats“ mit einem Vermarktungsetiket. Das Projekt soll einen entscheidenden Beitrag zu den aktuellen Herausforderungen in den Bereichen Landwirtschaft zu Klimaschutz, Ressourcenschutz und Ressourceneffizienz sowie zum Tierwohl leisten und somit die Produktion zukunftsfähig gestalten.

Projektbeschreibung:

- Klimabewertung der Schweinefleischerzeugung entlang der gesamten Wertschöpfungskette unter Betrachtung des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsschweinefleisches g.g.A.
- Ermittlung und Validierung der CO₂-Emissionen
- Erarbeitung eines Maßnahmenkataloges zur Minimierung der CO₂-Emissionen
- Zertifizierung einer klimafreundlichen bzw. CO₂ neutralen Schweinefleischerzeugung
- Wissenstransfer mittels Schulungen, Workshops, Beratung, Tagungen, etc.
- Entwicklung von marketingstützenden Maßnahmen und Marktanalysen von klimafreundlichen Schweinefleisch

1.3 Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall

Die Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall (kurz: BESH) wurde im Jahr 1988 mit dem Ziel gegründet, die fast ausgestorbene Schwäbisch-Hällische Rasse am Leben zu erhalten und ihre Existenz durch die Vermarktung des hochwertigen Schweinefleisches zu sichern. Die Vermarktung des Fleisches der Schwäbisch-Hällischen Schweine auf dem Schweinefleischmarkt war anfangs erschwert. Partner, die infrage kamen, lehnten es ab, den notwendigen Premiumpreis für die alte Rasse zu bezahlen. Somit traf das Unternehmen die Entscheidung, die gesamte Wertschöpfungskette selbst zu organisieren. Heute ist eine Unternehmensgruppe entstanden, zu der ein Erzeugerschlachthof und Fleischverarbeitungsunternehmen gehören mit verschiedenen Qualitätsfleischprogrammen von Schwein, Rind und Lamm und die BESH hat sich als Qualitätsführer etabliert. Innerhalb weniger Jahre etablierte sich bei Fleischfachgeschäften, Partner der Feinkostsparte, gehobene Gastronomie, ausgewählte Betriebsrestaurants und qualitätsbewussten Verbraucherkreisen das Fleisch der Schwäbisch-Hällischen Schweine als Premiumprodukt. Die BESH w.V. ist dabei aber weiterhin ein KMU (Klein- und Mittelständisches Unternehmen) nach EU- Definition geblieben. Mit ihrer Struktur als wirtschaftlicher Verein, in dem nur Landwirte Mitglieder werden können und jedes Mitglied eine Stimme hat, ist sie basisdemokratisch organisiert.



Abbildung 1: Schwäbisch-Hällische Mastschweine auf der Weide.

Bei der Erzeugung waren von Anfang an nicht nur die Rasse ausschlaggebend, sondern auch die traditionelle Produktion in der Region rund um Schwäbisch Hall. Diese Voraussetzungen sowie Tierschutzanforderungen sind von Anfang an in den Erzeugerrichtlinien verbindlich festgeschrieben. Dabei sind gemäß Spezifikation die artgerechte Tierhaltung, regionale Fütterung, kurze Transportwege und ein Verzicht auf eine CO₂-Betäubung für alle Schwäbisch-Hällischen sichergestellt. Um diese Erzeugung zu schützen, strebte die BESH die Eintragung des Fleisches und der Produktionsweise als geschützte geographische Angabe an, was sie im Jahr 1998 erreichte. Für eine ständig steigende Anzahl von landwirtschaftlichen Betrieben ist die Erzeugung von Schwäbisch-Hällischem Qualitätsschweinefleisch g.g.A. die Existenzgrundlage für ihren Hof geworden. Mit steigender Vermarktung des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsfleisches g.g.A. können mehr landwirtschaftliche Betriebe einsteigen, was zu einem nachhaltigen, integrativen Wachstum der Betriebe in der Region sowie der vor- und nachgelagerten Infrastruktur führt und weitere Arbeitsplätze im geographischen Gebiet schafft.



Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.

Abbildung 2: Logo Schwäbisch Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.



Abbildung 3: EU-Kennzeichnung "geschützte geografische Angabe" (g.g.A., engl. PGI).

Die Regionalvermarktung und das Schwäbisch-Hällische Qualitätsfleischprogramm g.g.A. genießen national und international als beispielhafte Modelle hohes Ansehen und werden auch über die internationale Zusammenarbeit in anderen Ländern adaptiert.

Mit der Zahl der Schwäbisch-Hällischen Schweine in der Erzeugung steigt auch die Zuchtbasis im Herdbuch der Hällischen Rasse, welche auf der Roten Liste der bedrohten Tierarten steht. Hierdurch wird ein aktiver Beitrag zum Erhalt dieser bedeutenden tiergenetischen Ressource geleistet. Zudem hat die Schweinehaltung eine jahrhundertealte Tradition in der Region um Schwäbisch Hall. So trägt die Produktion zu dem Erhalt des Kulturgutes der traditionellen Schweinefleischproduktion bei.

1.4 Produktionsbedingungen Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.

Die Produktion der Schwäbisch-Hällischen Tiere ist von der EU als „geschützte geographische Angabe“ (g.g.A nach 2081/92) seit dem 17. Februar 1998 eingetragen. Die Tiere müssen aus dem Landkreis Schwäbisch-Hall bzw. aus den 5 umliegenden Landkreisen Hohenlohe, Main-Tauber, Ansbach, Ostalb und Rems-Murr stammen. Diesem Schutz liegen die verbindlichen Erzeugerrichtlinien für Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. aus kontrollierter und artgerechter Erzeugung zugrunde. Die strengen Erzeugerrichtlinien legen fest, welche Anforderungen an Rasse, Herkunft, Qualität und Fütterung gestellt werden. Jeder Mitgliedsbetrieb sowie die Schlachtung und Verarbeitung werden regelmäßig durch neutrale Stellen kontrolliert. Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. stammt direkt von Hohenloher Bauern, ohne Zwischenhandel.

Alle Tiere der Erzeugergemeinschaft werden im Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall geschlachtet, wodurch kurze Transportwege und humane Bedingungen bei der Schlachtung garantiert werden können wie beispielsweise der ein Verzicht auf eine CO₂-Betäubung.

Artgerechte Haltung

Schwäbisch-Hällische Landschweine leben artgerecht in hellen, luftigen Ställen, wo möglich, haben die Tiere Auslauf ins Freie. Die Schweine werden in großen Buchten in Gruppen gehalten. Stroheinstreu kommt dem natürlichen Erkundungstrieb sowie dem Wohlbefinden der Tiere zugute. Die robuste Rasse ist auch für die Freilandhaltung geeignet. Die Weideschweine leben von Frühjahr bis Herbst auf großen Flächen im Hohenloher Land und werden mit Eicheln gemästet.

Regionales Futter

Schwäbisch-Hällische Landschweine bekommen während der Mast Getreide wie Weizen, Gerste und Triticale vom eigenen Hof oder von anderen regionalen Betrieben. Viele Betriebe

setzten auf heimische Eiweißträger. Der Zukauf von Soja ist nur aus Europa zulässig. Gentechnik, Wachstumsförderer und Antibiotika sind verboten. Bei Erkrankungen werden bevorzugt Naturheilverfahren eingesetzt.

Ausgezeichneter Geschmack

Das Fleisch der Schwäbisch-Hällischen ist von besonderer Qualität und hat einen nussigen Geschmack. Die feine Marmorierung macht Kotelett, Schnitzel und Co. saftig und zart. Dank der festen Speckauflage eignet sich das Fleisch hervorragend für Braten. Vom Rüssel bis zum Schwänzle - das ganze Tier verwerten - das gebietet der Respekt vor dem Lebewesen. Alle Schweine, deren Fleisch als Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. in den Handel kommt, werden im Erzeugerschlachthof der Bäuerlichen Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall tierschutzgerecht geschlachtet. Nach den Kontrollen beginnt die Grob- und Feinerlegung. Neben den klassischen Teilstücken wie Filet, Schnitzel und Kotelett wird hier auch Wert auf besondere Zuschnitte sogenannter unedler Teile gelegt. Die Zerleger im Erzeugerschlachthof besitzen das Knowhow für diese nun wieder in Mode kommenden Schnitte. Denn Echt-Hällisches Kronfleisch, Kachelfleisch oder Secreto spielen im gehobenen Metzgerhandwerk eine immer größere Rolle. In der nahegelegenen Wurstmanufaktur werden schlachtwarmes Schweinefleisch, Fettbacke und Maske, Herz und Nieren verwurstet - wie es früher beim Hausschlachten der Hohenloher Hausmetzger gang und gäbe war, verfeinert mit ökologischen Naturgewürzen aus Partnerschaftsprojekten mit Kleinbauern in Indien und Afrika.

1.5 Vorstudie zum Projekt

Die Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall arbeitet schon viele Jahre am Thema „Klimafreundliche Fleischerzeugung“. Gemeinsam mit der Universität für Bodenkultur Wien (Boku Wien) und dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) stellte die BESH die tirische Produktion bereits auf den Prüfstand.

Die Studie konnte zeigen, das Bio-Qualitätsfleisch des Schwäbisch-Hällischen Schweins einen um 49 % geringeren und Fleisch des Schwäbisch-Hällischen Schweins von Premiumbetrieben 31 % geringeren CO₂-Fußabdruck gegenüber industriell erzeugtem Schweinefleisch aufweist. Um das zu erreichen, erhalten die Tiere gentechnikfreies Futter, Erbsen, Bohnen und Soja aus der Region und von der Donau, sie werden artgerecht gehalten, haben kurze Transportwege in den Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall und werden dort CO₂-frei geschlachtet. Die gesamten Schlachttiere werden verwertet, vom Rüssel bis zum Schwänzle, die Abfälle in einer dafür zugelassenen Biogasanlage stofflich verwertet anstatt der Verbrennung zugeführt.

Neben der Futtermittelverwertung sowie den Rationen unterscheiden sich vor allem auch die Herkünfte der Futtermittel und den damit verbundenen Umweltwirkungen, besonders jene der wichtigen Eiweißfuttermittel auf der Basis von Sojabohnen. Die höchsten CO₂-eq Emissionen stammen aus der Futtermittelbereitstellung sowie von den Stall- und Wirtschaftsdüngeremissionen, wobei letztere vor allem mit dem Gülleanteil steigen. Der Transport von Lebeltieren verursachte im Vergleich zu den landwirtschaftlichen Verfahrensschritten eine geringe Umweltwirkung. Durch den Vorteil der regionalen Futtermittelproduktion, Verzicht auf Tropensoja und Einstreu als Wirtschaftsdüngersysteme konnte in der Studie eine deutliche Reduktion des CO₂-Fußabdrucks gezeigt werden.

1.6 Projektziele

Das Projektdesign fokussiert methodisch auf die Entwicklung eines "Best Practice" Modells welches beispielhaft für eine klimafreundliche - CO₂-neutrale Schweinefleischerzeugung steht und dieses sodann als Leuchtturmprojekt in die Breite wirkt, durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit sowie Bildungs-, Schulungs- und Beratungsangebote in die Zielgruppen landwirtschaftlicher Erzeuger, Erzeugerorganisationen und Vermarkter bzw. allen Akteuren entlang der Erzeugungs- und Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller.

So wird eine maximale Breitenwirkung auf Grundlage der Projektergebnisse in die breite Land- und Ernährungswirtschaft in Baden-Württemberg und bundesweit erzielt. Hieraus wird ein erheblicher Innovationsschub und Umsetzungsprozess der Projektergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis erwartet.

Wesentliche Projektergebnisse werden die CO₂ optimierte Produktion und damit klimafreundliche Erzeugung und Vermarktung von Schweinefleisch entlang der gesamten Wertschöpfungskette sein:

- Darstellung des CO₂-Fußabdrucks im Rahmen der Futtermittelerzeugung und -versorgung in der Schweinehaltung
- Evaluierung der genetischen Varianz bezüglich der Verdauung rohfaserreicher Grundfuttermittels
- Wirkungen einer regional organisierten und operierenden Schweinefleischproduktion auf die CO₂-Bilanz entlang der gesamten Kette vom Futter über Haltung, Transporte, Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung
- Verbesserung der Vermarktungssituation von Schweinefleisch mittels Klimazertifizierung und Kennzeichnung von klimafreundlich bzw. CO₂ neutral erzeugtem Schweinefleisch
- Entwicklung und Verbreitung zukunftsfähiger Methoden im Bereich der Schweinefleischerzeugung als Entwicklungsschub für die heimische Landwirtschaft
- Verbesserung der Verbraucherakzeptanz für das wertige Lebensmittel Schweinefleisch durch klimafreundliche Weiterentwicklung der Produktionsweise und deren Kommunikation an die Endverbraucher
- Wissenstransfer mittels Schulung, Beratung, Workshops, Tagungen und Managementberatung
- Zertifizierung bzw. Gruppenzertifizierung CO₂ neutraler bzw. klimapositiver Schweinefleischerzeugung
- Marketingunterstützung durch Entwicklung und Einführung einer Kennzeichnung für klimapositiv bzw. CO₂-neutral erzeugtes Schweinefleisch
- Maßnahmenkatalog zur Vermeidung bzw. Minimierung des CO₂-Ausstoßes in den Bereichen
- Weiterentwicklung und zukunftsfähiges Aufstellen der Schweinefleischproduktion entlang der Wertschöpfungskette in Baden-Württemberg und benachbarten Bundesländern

1.7 Mitglieder der OPG

Lead:

- Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall w.V.

Landwirtschaft:

- Landwirtschaftlicher Beratungsdienst Schwäbisch Hall e.V.
- Eberhardt GbR
- Peter Leonhard
- Fetzer Agrar GbR
- Sonnenhof GbR
- Albrecht Löblein
- Züchtervereinigung Schwäbisch Hällisches Schwein

Wissenschaft und Forschung:

- Akademie für ökologische Land- und Ernährungswirtschaft Schloss Kirchberg
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
- Hochschule Weinhstefan-Triesdorf

Vermarktungsunternehmen:

- Regionalmarkt Hohenlohe
- Biohotel Schloss Kirchberg

Verarbeitungsunternehmen

- Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall
- Wurst- und Schinkenmanufaktur GmbH
- Echt Hällische Wurst- und Schinkenspezialitäten
- Vertriebsgesellschaft mbH BESH v.W.
- Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall
- Erzeugerorganisation Ecoland e.V. – Verband für ökologische und klimaresiliente Land- und Ernährungswirtschaft
- Verband der Landwirte im Nebenerwerb Baden-Württemberg e.V.

Andere

- Ökoprojekte Gronbach, Biogasanlagen

1.8 Partner außerhalb der OPG

Externe Partner in der Projektdurchführung involviert waren innerhalb der einzelnen Arbeitspakete:

Datenerhebung, Zertifizierung, Validierung	Versuch	Wissenstransfer
<ul style="list-style-type: none">• Biokontrollinstitut (BKI)• Universität Hohenheim• IBBK Fachgruppe Biogas GmbH• PM-BW – Werner Schuhkraft• Agrimaco, Niederlande• Control Union Certifications	<ul style="list-style-type: none">• Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg (LSZ)• Noller Futtermittel• Universität Hohenheim (FG Tiergenetik und Züchtung)• Erzeugergemeinschaft Qualitätsferkel (EGQF)	<ul style="list-style-type: none">• Biokontrollinstitut (BKI)• IBBK Fachgruppe Biogas GmbH• PM-BW• Carsten Krüger Film- und Fernsehproduktions GmbH

1.9 Projektlaufzeit

Die Projektlaufzeit des Projektes „Klimafreundliche Schweinefleischerzeugung entlang der Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller“ begann laut Zuwendungsbescheid am 08.Mai 2023 und endete am 31. Dezember 2024.

1.10 Budget

Das im Rahmen des Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit (EIP-AGRI)“ beantragte Budget betrug 489.000,00€.

1.11 Verwendung der Zuwendung

Die Zuwendungen wurden für folgende Kosten der Zusammenarbeit verwendet:

- Personalausgaben für den Projektkoordinator
- Pauschale allgemeine Betriebskosten (in Höhe von 15% der Personalausgaben für den Projektkoordinator)
- Reisekosten bei den Akteurinnen und Akteuren der OPG
- Personalausgaben bei den Akteurinnen und Akteuren
- Sachausgaben, insbesondere Öffentlichkeitsarbeit
- Sachleistungen bei den beteiligten land- und forstwirtschaftlichen Unternehmen
- projektbezogene Aufträge an Dritte
- Kosten für projektbegleitende Studien
- Projektbegleitende Studien in der Form von Aufträgen an Dritte

1.12 Aufgabenverteilung des Vorhabens

Projektteil/ Arbeitspakete	Aufgabe	Beteiligte OPG	Beteiligte ≠ OPG	Geplantes Ziel
Datenerhebung, Zertifizierung, Validierung, Vermarktung	Entwicklung Kriterienkatalog	BESH, Hochschule Weihenstephan Triesdorf	Bio-Kontroll-Institut	Definierung der Systemgrenzen des THG-Produktfußabdruckes, Evaluierungsrahmen zur Messung des THG-Produktfußabdruckes
	Datenerfassung	BESH, Hochschule Weihenstephan Triesdorf	Bio-Kontroll-Institut	Relevante Daten innerhalb der definierten Systemgrenzen sind erfasst
	Erstellung THG-Fußabdruck	BESH, Hochschule Weihenstephan Triesdorf	Bio-Kontroll-Institut	Finalisierte Berechnung des THG- Produktfußabdrucks
	Zertifizierung	BESH		Zertifizierung durch den TÜV Süd des THG-Produktfußabdruckes
	Methodenentwicklung: Klimaneutralität bei landwirtschaftlichen Produkten	Hochschule Weihenstephan Triesdorf		Anwendbarer Maßnahmenkatalog zur Vermeidung, Reduzierung, Sequestrierung, Internalisierung und Kompensierung von THG entlang der Produktwertschöpfungskette
	Vermarktung und Kommunikation	Hochschule Weihenstephan Triesdorf		Zum Projekt beitragende Ergebnisse einer Studie/(Markt)forschung zur Zahlungsbereitschaft und die Erwartungen von Verbraucher:innen an Labelling und Kommunikation in Bezug auf klimaneutrale Schweinefleischproduktion

EIP-Agri Climate Fair Pork - Abschlussbericht

Projektteil/ Arbeitspakete	Aufgabe	Beteiligte OPG	Beteiligte ≠ OPG	Geplantes Ziel
Versuch	1. Versuchsdurchlauf	Koordination: ZVSH	Versuchsdurchführung: LSZ Boxberg, Schlacht- Mastleistungserfassung: LSZ Boxberg Uni Hohenheim	Vergleich der Mast- und Schlachtleistung von Schwäbisch-Hällischen Schweinen mit Masthybriden bei unterschiedlichen Rationen. Feststellung und Validierung der CO ₂ -Bilanz von SH-Schweinen.
	2. Versuchsdurchlauf			
	Statistische Auswertung			
	Wissenschaftliche Veröffentlichung	ZVSH	Uni Hohenheim	Auswertung der Versuchsdaten und Verbreitung der Daten in Form von Fachartikeln/Papern
Wissenstransfer	Kick-Off-Meeting	Akademie Schloss Kirchberg, BESH, Hochschule Weihenstephan Triesdorf	Referenten aus Wissenschaft und Praxis	Hintergründe sowie Ergebnisse des Projekts zu klimafreundlicher Erzeugung/Produktion werden den AkteurInnen entlang der gesamten Wertschöpfungskette „Schweinefleisch“ vermittelt. Die TN der Veranstaltungen lernen Maßnahmen kennen, wie CO ₂ -Emissionen eingespart und verringert werden können.
	Workshop			
	Mid-Term-Meeting			
	Pressekonferenz			
	Abschlusskonferenz			
	Entwicklung von Lehr- und Schulungsmaterialien	Akademie Schloss Kirchberg		Maßnahmen zur Verringerung und Einsparung von CO ₂ -Emissionen entlang der Wertschöpfungskette entsprechend der Projektergebnisse werden verständlich und übersichtlich auf Informationsblättern sowie in Bewegtbild den AkteurInnen in den Bereichen Futter + Haltung, Verarbeitung/Inwertsetzung sowie Vermarktung + Labeling zugänglich gemacht
Organisation	Abrechnungen	BESH		--
	Sitzungen mit den Mitgliedern der OPG	BESH		Koordination der Arbeitspakete, Kommunikation, Zwischenstandpräsentationen

1.13 Ablauf des Vorhabens

Jahr		2023					2024												2025	
Projektmonat		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Datenerhebung, Zertifizierung, Validierung, Vermarktung	Entwicklung Kriterienkatalog																			
	Datenerfassung																			
	Erstellung THG-Fußabdruck																			
	Zertifizierung																			
	Methodenentwicklung: Klimaneutralität bei landwirtschaftlichen Produkten																			
	Vermarktung und Kommunikation																			
Versuch	1. Versuchsdurchlauf																			
	2. Versuchsdurchlauf																			
	Statistische Auswertung																			
Wissenstransfer	Kick-Off-Meeting																			
	Workshop																			
	Mid-Term-Meeting																			
	Pressekonferenz																			
	Abschlusskonferenz																			
Organisation	Abrechnung																			
	Sitzungen mit den Mitgliedern der OPG																			

1.14 Aufgaben der einzelnen am Projekt mitwirkenden Akteure

Die Verantwortlichen der LSZ Boxberg, Uni Hohenheim und Züchtervereinigung Schwäbisch Hällisches Schwein (ZVSH) sind an der Planung, Durchführung und Auswertung des Versuchs beteiligt. Die Verantwortlichen der ZVSH und LSZ waren eng im Austausch bezüglich Einstellungszeiträume, Mastdauer und Fütterung der Tiere. Die Versuchstiere wurden täglich von den Stallmitarbeitern begutachtet und mögliche Veränderungen, Probleme oder Schlachtungen direkt mit weiteren Projektpartnern besprochen. Die Schlachtung fand im Schlachthaus in Boxberg statt, im Rahmen der Schlachtleistungsprüfung gemeinsam mit dem Team der ZVSH und des Landwirtschaftlichen Beratungsdienstes (LBD), um alle Parameter erfassen zu können. Die finalen Daten der Mast und der Fleischqualitätsparameter wurden von Wissenschaftlern der Universität Hohenheim ausgewertet. Gemeinsam mit der ZVSH soll im weiteren Verlauf ein wissenschaftlicher Artikel entstehen.

Die Informationen, die durch den Versuch generiert werden, flossen in die gesamte CO₂-Bilanzierung ein. Die Daten der CO₂-Emissionen der einzelnen Bereiche von Futtererzeugung, Transport, Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung werden von der Bäuerlichen Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall (BESH) zusammen mit dem Bio-Kontrollinstitut (BKI), ZVSH, LBD und Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall erhoben und ausgewertet. Das BKI wurde von den Projektpartnern beauftragt die Datenerhebung durchzuführen und zu Validieren. Hierfür wurden Daten gemeinsam mit OPG-Mitgliedern aus den entsprechenden Bereichen erhoben. Das BKI sichtet entsprechende Programme und Berechnungsmethoden zur Berechnung der Emissionsdaten, um die CO₂-Bilanzierung der gesamten Wertschöpfungskette vornehmen zu können. Die BESH ist als schirmspannender Organisationskopf und Lead-Partner eng mit den Vermarktungsakteuren wie bspw. dem Regionalmarkt Hohenlohe oder Kumpel & Keule sowie mit der Gastronomie des Restaurants Mohrenköpfe und dem des Biohotels Schloss Kirchberg vernetzt. Somit konnten Kommunikationsstrukturen und -wege für die Durchführung von Messungen im entsprechenden Abschnitt der Wertschöpfungskette oder Maßnahmen zur besseren Vermarktung CO₂-bilanzierter Schweinefleischprodukte stets effizient und wirksam gewährleistet werden.

Der LBD ist gemeinsam mit der Akademie Schloss Kirchberg an der Aufbereitung und Verbreitung der Erkenntnisse an Praktiker beteiligt. Da die Akademie Schloss Kirchberg mit den anderen Akteuren der OPG eng verbunden ist und über ein weitläufiges Netzwerk zu anderen Instituten, Bildungseinrichtungen, landwirtschaftlichen Betrieben, lebensmittelvermarktenden Unternehmen und Verbänden sowie FachreferentInnen verfügt, wurde die Zusammenarbeit zwischen den Akteurinnen und Akteuren bei der Durchführung des Konzepts zur Wissens- und Informationsverarbeitung nochmals verstärkt bei der Inwertsetzung der Projektergebnisse. Die Akademie Schloss Kirchberg war für die Umsetzung und Planung aller Veranstaltungen hauptverantwortlich und leistete hierdurch einen wichtigen Beitrag für den Wissenstransfer.

Die BESH koordinierte gemeinsam mit der Verantwortlichen der ZVSH die Arbeit der Akteure und steht im engen Kontakt mit allen Beteiligten.

2 Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen

2.1 Arbeitsgruppe „Treibhausgasbilanzierung und Optimierung“

Die Arbeitsgruppe „Datenerhebung, Zertifizierung, und Validierung“ der Klimabilanz umfasst die folgenden Akteure (OGG-Mitglieder und Dienstleister):

BESH w.V. (als Träger der gesamten Maßnahme

- Bio-Kontroll Institut verantwortlich für die Datenerhebung und Auswertung der Klimabilanz der Erzeugerbetriebe des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsschweinefleisch g.g.A.
- Control Union – für die Verifizierung der THG-Bilanzierung bzw. den Vergleich verschiedener Produktionsstandards
- Agrimaco (Niederlande) und Universität Hohenheim zur Auswertung der Bodenkohlenstoffanalyse und Berechnung der Kohlenstoffvorräte in den landw. Betrieben mit Hilfe von Remote Sensing.
- IBBK Fachgruppe Biogas GmbH

2.1.1 Verifizierung der Klimabilanz für SH-Qualitätsschweinefleisch g.g.A

Im Vorfeld zur eigentlichen Bilanzierungsstudie, wurde eine umfassende Analyse vorhandener Klima-Bilanzierungstools für die Landwirtschaft durchgeführt. In Anhang 1 zum Ergebnisbericht der Studie zum CO₂-Fussabdruck wird diese detaillierte Auseinandersetzung dargestellt, dabei werden im Besonderen das tatsächlich verwendete TEKLa-Tool beschrieben.

Der Bericht "Climate Fair Pork – Ergebnisse der Klimabilanzierung für das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A." untersucht die Treibhausgasemissionen (THGE) für verschiedene Produktionsstandards von Schweinefleisch und zielt darauf ab, eine datengestützte Umweltaussage (Green Claim) für das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. zu erstellen. Dies geschieht durch einen Vergleich mit dem gesetzlich verbindlichen Mindeststandard der Schweinefleischerzeugung in Deutschland. Die Studie betrachtet die THGE von drei unterschiedlichen Produktionssystemen:

Der „Mindeststandard“ dient als Referenzverfahren und orientiert sich an der „Guten Fachlichen Praxis“ und den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen. Dieser Standard ist unter anderem gekennzeichnet durch den Einsatz von nicht-zertifiziertem Import-Soja, bei dem eine entwaldungsfreie Erzeugung bisher nicht sicher geprüft werden kann, sowie durch den Einsatz von gentechnisch verändertem Importsoja. Zudem beinhaltet er die Einhaltung des Mindeststandards für Tierwohl (Stufe 1: Stallhaltung) und den Einsatz aller zugelassener Betriebsmittel (Dünger und Pflanzenschutzmittel). Es besteht keine Verpflichtung zum Einsatz nachwachsender Energie im eigenen Betrieb.

Das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. (Premium) basiert auf den Erzeugungsrichtlinien der EZG Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.. Diese Richtlinien legen Wert auf stressresistente, vitale und gesunde Schwäbisch-Hällische Landrasse Schweine und erlauben ausschließlich klassische Tierzuchtmethoden bei einem Verbot von Gentechnik. Die Betriebe werden durch die Erzeugergemeinschaft beraten und betreut, mit dem Ziel einer tiergerechten und qualitätsorientierten Betriebsführung. In der Tierhaltung sind tiergerechte Haltungsformen unter Einhaltung der Tierschutzgesetze Pflicht.

Vollspaltenböden und der prophylaktische Einsatz von Medikamenten ist untersagt. In der Fütterung werden betriebsübliche pflanzliche Futtermittel zur Förderung der Tiergesundheit und Fleischqualität eingesetzt, wobei gentechnisch veränderte Futtermittel oder Pflanzen verboten sind. Der Tiertransport zum Schlachtbetrieb ist auf maximal 8 Stunden begrenzt, zum Schlachthof Schwäbisch Hall sogar auf maximal 2 Stunden. Die Schlachtung erfolgt ausschließlich im Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall oder durch Hausschlachtung der Erzeuger zur Qualitätssicherung.

Das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. (Bio) muss zusätzlich zu den Richtlinien der Erzeugergemeinschaft mindestens die Anforderungen der VO (EU) 2018/848 für ökologischen Landbau erfüllen.

Die Methode der CFP-Quantifizierung berechnet das Emissionsminderungspotenzial in g CO₂eq bzw. kg CO₂eq pro kg Lebendgewicht von Schlachtschweinen des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsschweinefleischs g.g.A. als Hof- und Bilanz und vergleicht dieses mit dem Mindeststandard. Die Systemgrenzen der Studie sind gemäß dem Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) definiert. Die Art der Inputs und Outputs des Systems werden als Elementarflüsse dargestellt, wobei der THG-Rucksack mit den THG aus Umsetzungsprozessen im Betrieb addiert wird. Als Input dienen zugekaufte Betriebsmittel wie Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel oder Futtermittel. Der Umsetzungsprozess umfasst die Emissionen im Betrieb während der Produktion. Der Output ist das Produkt, in diesem Fall die lebenden Tiere, die an den Schlachtbetrieb verkauft werden.

Die Studie betrachtet folgende Prozessmodule:

- Pflanzenbau – zur Erzeugung der eigenen Futtermittel auf dem Betrieb
- Ferkelerzeugung – zur Erzeugung von Ferkeln bis ca. 10 kg Lebendgewicht
- Ferkelaufzucht – zur Erzeugung von Ferkeln mit ca. 30 kg Lebendgewicht
- Schweinemast – zur Erzeugung der schlachtreifen Tiere mit ca. 125 kg Lebendgewicht

Die Daten zur Berechnung der THGE basiert auf einzelbetriebliche Daten von 5 Bio- und 5 Premium-Betrieben, die mit Hilfe von Berechnungstools der Landesanstalt für Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung Schwäbisch Gmünd (LEL), der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LKN) und dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) verarbeitet wurden.

Die Betriebsdaten wurden mit einem nicht-standardisierten Erhebungsbogen abgefragt und mit vorhandenen digitalen Daten (z.B. integrierten Kontrollsystem FIONA und der Ackerschlagkartei) der einzelnen Betriebe validiert. Für das Standardverfahren wurden Produktionskennzahlen und Leistungsdaten aus der Datenbankressource von InterPIG verwendet. Die THGE der selbst erzeugten Futtermittel für das Standardverfahren wurden von den Daten der BESH-Premium-Betriebe abgeleitet, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Bei der Berechnung der Emissionen wurden verschiedene Treibhausgase für die einzelnen Produktionsabschnitte berücksichtigt. Emissionen aus Schlachtung und Transport wurden in dieser Vergleichsstudie nicht berücksichtigt, da keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Verarbeitungs- und Vermarktungssystemen erwartet werden. Eine

Vorstudie aus dem Jahr 2021 zeigte, dass die Emissionen auf dem Schlachthof bei allen Verfahren gleich sind und die absoluten Emissionswerte der Transporte nach der Schlachtung einen sehr geringen Anteil von ca. 0,5% der gesamten THGE ausmachen, weshalb die Unterschiede als nicht signifikant betrachtet werden.

Im Pflanzenbau werden die THGE organischer Dünger aus der Tierhaltung entsprechend den Ausbringungsmengen verteilt. Die Allokation der THGE von selbst erzeugten Futtermitteln basiert auf den Futtermittelrationen, und die THGE der einzelnen Verfahrensschritte der Tierproduktion werden dem jeweils nächsten Produktionsschritt zugeordnet. Der Umgang mit Strom sieht vor, dass der privat genutzte Anteil vom Gesamtverbrauch abgezogen und der betrieblich verwendete Strom proportional auf die einzelnen Prozessmodule verteilt wird. Selbst erzeugter Strom aus Photovoltaik-Anlagen wird berücksichtigt. Landnutzungsänderungen sind in Deutschland aufgrund von Subventionsbedingungen und Waldgesetzen nahezu unmöglich. Die Landnutzungsänderung durch die Verwendung von nicht-zertifiziertem Soja im Standardverfahren wird jedoch durch einen spezifischen THGE-Parameter in der BEK-Parameterdatei berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Auswertung zeigen einen deutlichen Unterschied in den THGE der Mastschweineerzeugung zwischen dem Standard und den Systemen des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsschweinefleischs g.g.A.. Die mit der Anzahl der erzeugten Tiere gewichteten Parameter verdeutlichen die Unterschiede in beispielsweise eingesetztem Kraftfutter, Sojaanteil, Einstreu, Stromverbrauch und den resultierenden Treibhausgasemissionen.

- Der CO₂-Fußabdruck der Mastschweineerzeugung (Lebendgewicht LG) beträgt für den Standard 4,59 kg CO₂e/kg LG .
- Für die Premium-Betriebe liegt dieser Wert durchschnittlich bei 2,00 kg CO₂e/kg LG, was einer Veränderung von -56,5% gegenüber dem Standard entspricht.
- Für die Bio-Betriebe beträgt der durchschnittliche CO₂-Fußabdruck 2,22 kg CO₂e/kg LG, was einer Veränderung von -51,6% zum Standard bedeutet.

Insgesamt liegen die THGE der Schweinemast bei der EZG Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. im Vergleich zum Referenzsystem um 53% niedriger.

Basierend auf diesen Ergebnissen lautet die vergleichende Footprint-Kommunikation bzw. der „Green Claim“:

Das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. vermindert Treibhausgase um 55% gegenüber dem gesetzlich geltenden Mindeststandard.

Die Studie wurde durch ein unabhängiges Institut ohne jegliche Beanstandungen nach DIN 14064-3 und DIN ISO 14067 verifiziert



Abbildung 4: Testat der Verifizierung der THG-Emissionen

2.1.2 Bodenanalysen - Studie zur Bestimmung Kohlenstoffvorrats (Agrimaco, Niederlande mit Unterstützung des Instituts für Bodenbiologie der Universität Hohenheim)

Die Studie dokumentiert die Ergebnisse der Bodenanalysen, die Agrimaco aus den Niederlanden im Oktober 2024 im Auftrag der OPG Climate Fair Pork durchgeführt hat, um die Gehalte an organischem Kohlenstoff (SOC) für ein Projektgebiet zu erstellen, das aus 164,9 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche der beteiligten Betriebe bestand.

Die Studie dient dem Vergleich der Bodenkohlenstoffgehalte der Premium- und der Bio-Betriebe, die sich an der Studie zum CO₂-Fussabdruck des Schwäbisch Hällischen Qualitätsschweinefleisch g.g.A. beteiligten und als Benchmark für zukünftige Projekte zur Treibhausgasbilanz und Kohlenstoffsequestrierung im Rahmen der OPG Climate Fair Pork.

Dabei wurde Remote Sensing (Auswertung von Satelliten-Daten) und Bodenanalysen auf den Flächen kombiniert. Darüber hinaus werden die Ergebnisse des Infrarot-Scanners von SoilCare mit den Ergebnissen der Bodenanalysen der Universität Hohenheim verglichen.

Letztere Methode zur Bestimmung von organischem Bodenkohlenstoff entspricht zwar der gängigen und anerkannten Praxis – ist jedoch mit relativ hohen Kosten verbunden. Die Methodik kombiniert Fernerkundung mit Hilfe von Satellitendaten und On-Site Scanner und verspricht relativ zuverlässige Ergebnisse zu einem wesentlich geringeren Preis.

Zunächst findet sich im Folgenden die Zusammenfassung des Berichts der Firma AGRIMACO. Am Ende des Abschnitts findet sich eine kurze Auswertung der Bodenanalysen und die Berechnung des Kohlenstoffgehalts mit Hilfe der Äquivalenten Bodenmasse Methode (Equivalent Soil Mass Approach). Die weitere Aufbereitung der Untersuchungsergebnisse und die Erstellung von Kartenmaterial zur weiteren Verwendung im CFP-Projekt wurde von Dipl. Ing. agr. Thomas Wehinger im Rahmen der Tätigkeit für die OPG übernommen.

Die hier verwendete Nummerierung der Überschriften entspricht dem eigentlichen Projektbericht (in englischer Sprache) und wird daher zur besseren Nachvollziehbarkeit beibehalten.

Einführung

Die zunehmende Bedeutung von SOC als Schlüsselfaktor für nachhaltige Landwirtschaft und Klimaanpassung unterstreicht die Notwendigkeit genauer und aktueller SOC-Grundlagen. Dieses Projekt zielt darauf ab, eine detaillierte Bewertung von SOC und verwandten Bodenparametern im Projektgebiet zu liefern. Die Hauptziele waren:

- Etablierung einer SOC-Grundlage für das Projektgebiet.
- Erstellung von SOC-Grundlagenkarten zur visuellen Darstellung der Kohlenstoffverteilung.
- Messung, Berechnung und Berichterstattung der Bodendichte (BD) und anderer verwandter Bodenparameter.

Zu den wichtigsten Aktivitäten des Projekts gehören:

- Die Beprobung von 165 Hektar Ackerland nahe Stuttgart mittels einer stratifizierten Stichprobenmethode (135 Proben) unter Verwendung der SoilCASTOR-Methodik und eines AgroCares Handheld NIR Scanners.
- Die Schulung von Unterstützungspersonal in der Handhabung der von Agrimaco bereitgestellten Soft- und Hardware für die Probenahme.
- Die Verarbeitung und der Transport der Proben zur Laboranalyse.
- Die Berichterstattung der SOC-Grundlage, der SOC-Kartierung des Projektgebiets, der BD und aller Scannerergebnisse mit entsprechenden Statistiken.
- Die Bereitstellung eines Datensatzes, einschließlich einer Webkarte der Ergebnisse und der kombinierten Datensätze pro Probenpunkt sowie Rasterdaten zu SOC%-, SOM%- und SOC-Grundlagen, die von NMI erstellt wurden.

Materialien & Methodik

Projektgebiet

Das Projekt wurde in Baden-Württemberg einem ausgewählten Pilotgebiet durchgeführt. Die Feldgrenzen für das Projektgebiet wurden von Landwirten als Auszug der FIONA-Daten bezogen und in einer kombinierten Datenbank mittels der Python-Bibliothek Geopandas erstellt. Ursprünglich umfasste das Projektgebiet 167 Hektar, jedoch wurde eine Fläche aufgrund zu nasser Bodenbedingungen ausgeschlossen, sodass die endgültige Projektfläche 164,9 Hektar betrug.

Probenahmendesign

Das stratifizierte Probenahmendesign wurde vom Nutrient Management Institute (NMI) in Wageningen, Niederlande (<https://www.soilcastor.com/>), entwickelt. Es wurde eine bedingte Hypercube-Sampling-Strategie (cLHS) (Minasny & McBratney 2006) verwendet, um die unterschiedlichsten Standorte unter Berücksichtigung aller zuvor bekannten Satellitendaten auszuwählen. Ziel dieser Methodik ist es, eine Grundlage mit 95%iger Konfidenz und Präzision zu erreichen und gleichzeitig die zusätzlichen Kosten für Bodenprobenahme und -analyse zu minimieren. Durch die Auswahl von Probenahmestellen mit möglichst unterschiedlichen Bodenbedingungen soll die größte Variabilität der Bodenbedingungen mit einer minimalen Anzahl von Proben erfasst werden. Das Probenahmendesign mit 135 Probenahmepunkten (Abbildung 5) wurde von NMI bereitgestellt und von Agrimaco verarbeitet. Jeder Probenahmepunkt erhielt eine eindeutige Probennummer und wurde in eine interaktive Webkarte integriert, die mit Geopandas und Folium Python-Paketen erstellt wurde, um die Lokalisierung der Probenahmepunkte im Feld zu ermöglichen.

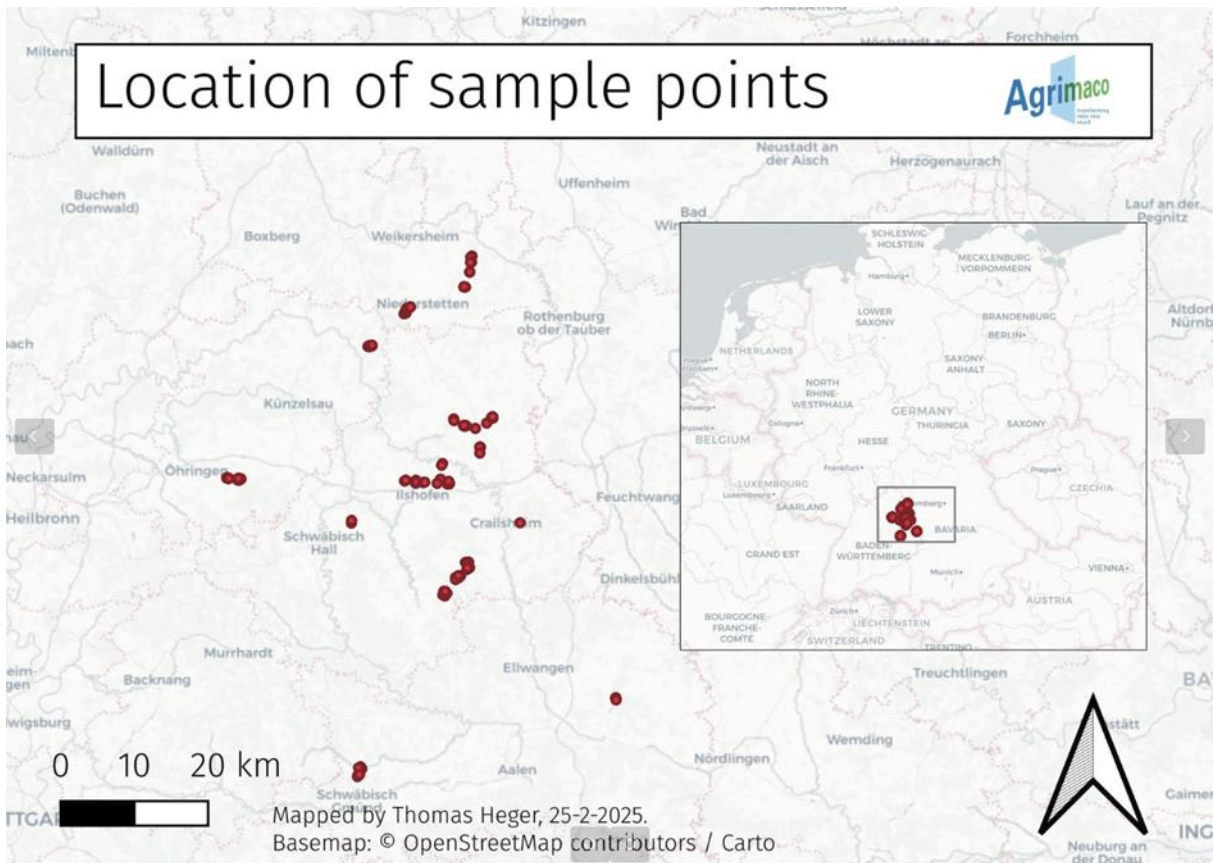


Abbildung 5: Übersichtskarte zu den Beprobungspunkten; Quelle: Agrimaco

Probenahmeverfahren

Die 135 Bodenproben wurden mit einer innovativen Bodenprobenahmemethode von aESTI (einem Schwesterunternehmen von Agrimaco) entnommen, die darauf abzielt, die Genauigkeit der Probenahme zu verbessern und die Arbeitskosten zu senken. An jedem Probenahmepunkt wurden fünf Bohrkern mit einem Durchmesser von 20 mm aus dem 0-30 cm Oberbodenhorizont nach Entfernung der Vegetation entnommen. Diese fünf Kerne wurden gleichmäßig im Muster der Punkte auf einem Würfel verteilt (einer in der Mitte, vier in 4¼ m Entfernung von der Mitte in jeder Himmelsrichtung). Die Teilproben wurden manuell vermischt, bis sie homogen waren, und sichtbare Pflanzenreste, Steine und andere Verunreinigungen wurden entfernt. Die Mischprobe wurde dann mindestens fünfmal mit dem AgroCares Series E NIR Scanner (Version 2022) gescannt, in einem Probenbeutel deponiert und während des Transports zum Labor gekühlt.



Abbildung 6: Probenahmen und Soilcare-Scanner



Abbildung 7: Wiegen der Proben direct nach der Probenahme

Analyse

Laboranalyse

Alle Proben wurden im Labor der Universität Hohenheim analysiert. Die Proben wurden auf das Vorhandensein von Karbonaten getestet. Falls Karbonate gefunden wurden, wurden diese Proben einer Salzsäurebegasungsbehandlung unterzogen, um die SOC-Messung durch nicht-organischen Kohlenstoff zu vermeiden. Die Messung des organischen Kohlenstoff- und Stickstoffgehalts erfolgte mit dem Elementar VARIO MAX CUBE (Abbildung 8). Es wurden auch mehrere Kalibrationsproben analysiert, und die Daten wurden in Excel berichtet.



Abbildung 8: Trocknung, wiegen, zerkleinern und Analyse der Proben an der Universität Hohenheim; Quelle: eigene Bilder

Vergleich von Scanner- und Laborergebnissen

Für alle Probenahmepunkte wurde ein Vergleich zwischen dem mit dem Scanner und dem im Labor bestimmten Kohlenstoffgehalt durchgeführt. Die Analyse erfolgte mit Geopandas und Numpy, und die Ergebnisse wurden mit Matplotlib grafisch dargestellt.

SOC-Berechnung (SoilCASTOR)

Die Ergebnisse des AgroCares NIR LED Handheld Scanners wurden vom Nutrient Management Institute unter Verwendung der SoilCASTOR-Methodik verarbeitet. SoilCASTOR ist ein neuartiger Ansatz, der Satellitendaten, direkte bodennahe Fernerkundungsmessungen und maschinelles Lernen kombiniert, um Bodengehalte an organischem Kohlenstoff-Grundlagenschätzungen zu liefern (Van der Voort, 2023). Dies führte zu räumlich expliziten Schätzungen der SOC-Konzentration (g/kg), der organischen Bodensubstanzkonzentration (SOM) (g/kg) und der SOC-Grundlage (t/ha) in Form von drei Rasterdaten mit einer räumlichen Auflösung von 10 x 6,5 m, die das gesamte Projektgebiet abdecken. Die SOM-Raster werden aus den SOC-Rastern durch einen Umrechnungsfaktor berechnet.

Rohdichte- und Bodenmassenbestimmung

Nach der Probenahme wurde das Brutto-Nassgewicht der Probe mit einer tragbaren Waage (± 3 g Genauigkeit) bestimmt. Der Bodenwassergehalt wurde aus dem AC Scanner Datensatz entnommen, wobei der Wassergehalt als der zuverlässigste Scannerwert gilt (AgroCares 2022). Aufgrund der nassen Bodenbedingungen war eine genaue Bestimmung des theoretischen Volumens der Bodenproben schwierig. Das tatsächlich ausgehobene Probenvolumen wird aufgrund von Verschmierungen von Boden an der Außenseite des Probenkerns auf 80% des theoretischen Probenvolumens geschätzt. Dieser Korrekturfaktor (80%) basiert auf begrenzten Feldversuchen von Agrimaco in den Niederlanden, die

Unterschiede zwischen dem Standardringtest und der in diesem Projekt angewandten Methodik zur Bestimmung der Rohdichte zeigten:

- Offene 3 cm Bohrung: Überausgrabung von 2,87% (n=14)
- Massive 3 cm Bohrung: Unterausgrabung von 2,67% (n=17)
- Massive 2 cm Bohrung: Unterausgrabung von 20% (n=17)

Die ersten Prozentsätze basieren auf einem Forschungsprojekt für das Netherlands Space Office (NSO), die letzteren beiden auf einem Forschungsprojekt für die Provinz Drenthe. Es wird darauf hingewiesen, dass eine weitere Überprüfung dieser Korrekturfaktoren notwendig ist, sie aber die besten verfügbaren Anhaltspunkte für die Anwendung eines Korrekturfaktors darstellen. Die Bodendichte (BD) wurde daher mit folgender Formel geschätzt:

$$BD = M_s / (0.8 * (5 * \pi * 1^2 * 30) * (1 - fw))$$

Wobei:

BD = Bodendichte der Probe (g/cm³)

M_s = Gesamtmasse der Bodenprobe (g)

fw = Wasseranteil der Probe, abgeleitet aus dem Scanner-Wassergehalt (dimensionslos)

0,8 = oben vorgeschlagener Korrekturfaktor

5 = Anzahl der Teilproben, aus denen die Mischprobe bestand. Der Radius des Bohrkerns betrug 1 cm und die Tiefe 30 cm.

Ergebnisse

Statistik der Bodendichte

Trotz der Schwierigkeiten bei der Rohdichtemessung konnte für alle Probenahmepunkte die Rohdichte berechnet werden. Die Statistiken für alle 135 gesammelten Proben sind in Tabelle 1 (im Bericht als Tabelle 2 bezeichnet) dargestellt. Die mittlere Rohdichte für das Projektgebiet wurde auf 1,19 g/cm³ geschätzt.

Statistik der Bodenparameter

An allen 135 Proben wurden drei verschiedene Messungen durchgeführt:

- Mit dem AgroCares Scanner
- Im Labor mit dem Elementar
- Die Masse der Bodenproben mit einer elektronischen Waage

Tabelle 2 (im Bericht) fasst die gesammelten Daten zusammen. Phosphor und Kalium zeigten die größte Variation, während pH-Wert, SOM, SOC und Stickstoff eher geringe Variationen aufwiesen.

Vergleich von Labor- und Scannerergebnissen

Die mit dem Scanner und im Labor gemessenen SOC-Gehalte unterschieden sich signifikant, und es zeigte sich eine geringe Korrelation zwischen den beiden Werten (Abbildung 3 im Bericht). Es wurde jedoch eine Korrelation zwischen dem Laborwert und der Differenz zwischen Labor- und Scannerwert festgestellt (Abbildung 4 im Bericht).

Anhang 1 (Korrelationsmatrix im Bericht) zeigt eher geringe Korrelationen zwischen Scanner und Labor in Bezug auf Stickstoff und SOM/SOC-Parameter. Hohe Korrelationen innerhalb der Scannerdaten wurden für folgende Parameter festgestellt:

- SOM und SOC (da der Scanner SOC misst und SOM berechnet wird)
- CEC und K
- Fe und Al

Diese Korrelationen werden als nicht überraschend bewertet.

SOC-Grundlage + Statistik

Die von NMI unter Verwendung von SoilCASTOR berechnete SOC-Grundlage ist in Tabelle 1 (im Bericht als Tabelle der SoilCASTOR-Baseline bezeichnet) dargestellt. Die durchschnittliche SOC-Grundlage in der 0-30 cm Oberbodenschicht des Projektgebiets beträgt 56,6 Tonnen C/ha (95% Konfidenzintervall (KI): 53,6 – 59,8 t/ha). Die gesamte organische Kohlenstoffgrundlage für das Projektgebiet wird auf 9.337 tC geschätzt. Dies entspricht 208 tCO₂-Äquivalenten/ha (95% KI: 197 – 219 tCO₂eq) und 34.267 tCO₂eq für das gesamte Projektgebiet. Das angepasste Projektgebiet (164,91 ha) unterscheidet sich von dem ursprünglich ausgewählten Projektgebiet (166,9 ha) aufgrund des Ausschlusses eines Feldes wegen extrem nasser Bodenbedingungen.

SOC-Karten

Die von NMI durch Fernerkundung und Bodenerkundung erstellten Rasterdaten liefern eine räumlich explizite Schätzung der SOC/SOM-Konzentration und der SOC-Grundlage in den oberen 30 cm des Bodenprofils. Jedes Pixel in diesen Rastern repräsentiert 10 mal 6,5 Meter im Feld. In einigen Feldern zeigen die Raster eine signifikante Heterogenität in SOM, SOC und den Kohlenstoffgrundlagen. Zum Beispiel variiert die SOC-Konzentration für das in Abbildung 5 (im Bericht) gezeigte Feld zwischen 9,7 und 30,1 g/kg mit starken Unterschieden zwischen benachbarten Pixeln. Diese Heterogenität ist auch in den Kohlenstoffgrundlagen-Rastern sichtbar (34,8 - 98,3 t/ha für dieselben Pixel). In anderen Feldern ist die Verteilung der SOC-Konzentration und -Grundlage jedoch relativ homogen, mit Grundlagenwerten für das in Abbildung 6 gezeigte Feld, die zwischen 35 und 73 t/ha variieren. Der Kohlenstoff in diesem Feld scheint gleichmäßiger verteilt zu sein, mit graduelleren Unterschieden zwischen benachbarten Pixeln. Schließlich können in einigen Feldern Artefakte der Fernerkundung beobachtet werden. Im in Abbildung 7 (im Bericht) gezeigten Feld sind beispielsweise deutliche Nord-Süd-Linien erkennbar. Der Abstand zwischen diesen Linien beträgt 60 Meter, was darauf hindeutet, dass das Artefakt auf einer starken Modellgewichtung von Landsat 1-5 Satellitendaten mit einer räumlichen Auflösung von 60 Metern beruhen könnte. Im Gesamtdatensatz sind diese Arten von Artefakten jedoch selten. Zusammen mit dem Bericht wird eine HTML-Webkarte bereitgestellt, die die Rasterdaten, die Probenpunktdaten und die Feldgrenzen interaktiv darstellt (Anhang 1 im Bericht). Diese Datei kann auf Telefonen und Computern durch Öffnen mit einem Internetbrowser verwendet werden.

Diskussion & Schlussfolgerungen

Bodenbedingungen

Aufgrund der nassen Bodenbedingungen und des gewählten Probenahmebohrers mit einem Durchmesser von 2 cm kam es zu einer deutlichen Unterausgrabung des Bohrlochs, was zu einem geringeren Volumen führte, als unter trockenen Bedingungen ausgegraben worden wäre. Obwohl keine relevante Literatur zu maximalen Bodenfeuchtegehalten für zuverlässige Rohdichtemessungen gefunden werden konnte, wird geschlossen, dass:

Die Rohdichtemessung nur unter günstigen trockenen Bodenbedingungen durchgeführt werden kann. Der massive 2 cm Bohrer nicht zuverlässig genug ist und zukünftig der 3 cm Bohrer verwendet werden sollte. Es wird festgestellt, dass weitere Forschung erforderlich ist, um den maximal zulässigen Bodenwassergehalt für die Durchführung zuverlässiger Rohdichtemessungen zu bestimmen.

Scanner- & Laborzuverlässigkeit

Die Korrelation zwischen den mit dem AgroCares NIR Scanner analysierten SOC-Gehalten und denen des Labors (mittels Elementar-Gerät analysiert) war sehr gering. Der Unterschied zwischen diesen beiden Analysen war nur stark mit den Elementar-Analysen korreliert, was auf eine starke prädiktive Aussagekraft des Labors gegenüber dem Scanner und nicht umgekehrt hindeutet. Trotzdem wird erwartet, dass auch das Labor eine gewisse Verzerrung aufweisen kann. Die Genauigkeit des AgroCares NIR Scanners wird in der wissenschaftlichen Literatur mit R^2 -Werten über 0,8 für alle getesteten Parameter außer K und P veröffentlicht (Kok, 2024). Es wird zitiert, dass die gewählte DL-Modellarchitektur sowie die Kalibrierungs- und Validierungsverfahren die Entwicklung robuster und genauer Modellvorhersagen für eine Reihe agronomisch relevanter Bodeneigenschaften ermöglichten. Es wird jedoch angemerkt, dass aus den in dieser Arbeit berichteten Abbildungen ersichtlich ist, dass Vorhersagen in den unteren Bereichen des Kohlenstoffgehalts (0-100 g/kg) weniger genau und zufälliger verteilt erscheinen. Da die Labor-SOC-Bereiche in diesem Projekt zwischen 9,4 und 33,2 g/kg liegen, wird erwartet, dass die Labor-Scanner-Korrelation schlechter ist als die dort berichteten 0,8. Ebenso basiert die SoilCASTOR-Baselinemethodik, die zur Erstellung der Rasterdaten und der Baseline für das gesamte Projekt verwendet wird, auf einer wissenschaftlich fundierten Methodik (Van der Voort 2023). In ihrem Bericht schlagen Van der Voort et al. vor, dass trotz beträchtlicher Fehler in den Scannerergebnissen (konservativ auf 30% geschätzt, d. h. der Fehler folgt einer Normalverteilung mit einer Standardabweichung von 30%; somit liegt die Mehrheit (68,3%) der Proben in einem Fehlerbereich zwischen -30% und +30%) genaue Schätzungen des Kohlenstoffbestands vorgenommen werden können. Die Ergebnisse des in diesem Projekt durchgeführten Labor-/Scannervergleichs wurden NMI/AgroCares präsentiert, die den Unterschied als Ergebnis eines Unterschieds zwischen zwei Labormethodiken (der in Hohenheim verwendeten und der von AgroCares zur Schulung des Scanneralgorithmus verwendeten) erklären. Jüngste Erkenntnisse zur Laborgenauigkeit von Brinton et al. (2025) zeigen, dass die Ergebnisse von Bodenkohlenstoffmessungen derselben Probe in verschiedenen Labors stärker variieren können als die Messungen verschiedener Proben, die im selben Labor analysiert wurden. Daher schlagen sie vor, die Proben mit genau derselben Methodik zu analysieren, um Veränderungen im Zeitverlauf zu messen. Obwohl diese Erklärung nicht vollständig zufriedenstellend ist, wird eingeräumt, dass auch der Elementar

VARIO MAX CUBE einen Zuverlässigkeitsbereich aufweist und einen gewissen Fehler verursachen wird. Trotz der Probleme mit der Genauigkeit des Scanners wird erwartet, dass die in diesem Projekt gelieferte Baseline und die Rasterdaten die in der wissenschaftlichen Literatur zur Unterstützung von SoilCASTOR beanspruchte Genauigkeit aufweisen.

Schlussfolgerungen

In diesem Projekt wurde eine Bodengehalte an organischem Kohlenstoff-Grundlage für 165 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche in Baden-Württemberg und Bayern bestimmt. Die resultierenden Bodenkarten geben Einblicke in die räumliche Verteilung des Kohlenstoffs in den untersuchten Feldern. Zudem wurde eine Bodengehalte an organischem Kohlenstoff-Grundlage von 9.337 Tonnen Kohlenstoff ermittelt, was 34.267 Tonnen CO₂-Äquivalenten entspricht. Die Leistung des AgroCares Handheld Scanners und des zugrunde liegenden Algorithmus lag unter den Erwartungen, die durch die wissenschaftliche Literatur gesetzt wurden. Es wird der Schluss gezogen, dass weitere Forschung erforderlich ist, um die Anwendbarkeit des AgroCares Handheld Scanners für die genaue Bestimmung des organischen Kohlenstoffgehalts von Bodenproben zu unterstützen. Die Daten deuten darauf hin, dass der Scanner möglicherweise nicht die Genauigkeitsstandards erfüllt, um den organischen Kohlenstoffgehalt in Projekten, in denen ein begrenzter Bereich von Kohlenstoffkonzentrationen erwartet wird, angemessen zu quantifizieren.

2.1.3 Aufbereitung der Flächendaten und Auswertung der Bodenuntersuchungen der Agrimaco-Studie (von Dipl. Ing. agr. Thomas Wehinger)

Die Ergebnisse der Agrimaco-Studie wurden mit Hilfe einer beschreibenden Statistik weiter ausgewertet und mit einem Geografischen Informationssystem (QGIS) grafisch aufbereitet. Die Flächendaten der Betriebe wurden aus FIONA exportiert (shapefiles) und in QGIS eingelesen. Die Flurstücksgrenzen wurden aus dem GEO-Portal des Landes Baden-Württemberg als Layer eingepflegt. Die Rasterdaten wurden mit Hilfe von Satellitendaten extrapoliert Auszug der grafischen und in das QGIS-Projekt eingebettet.

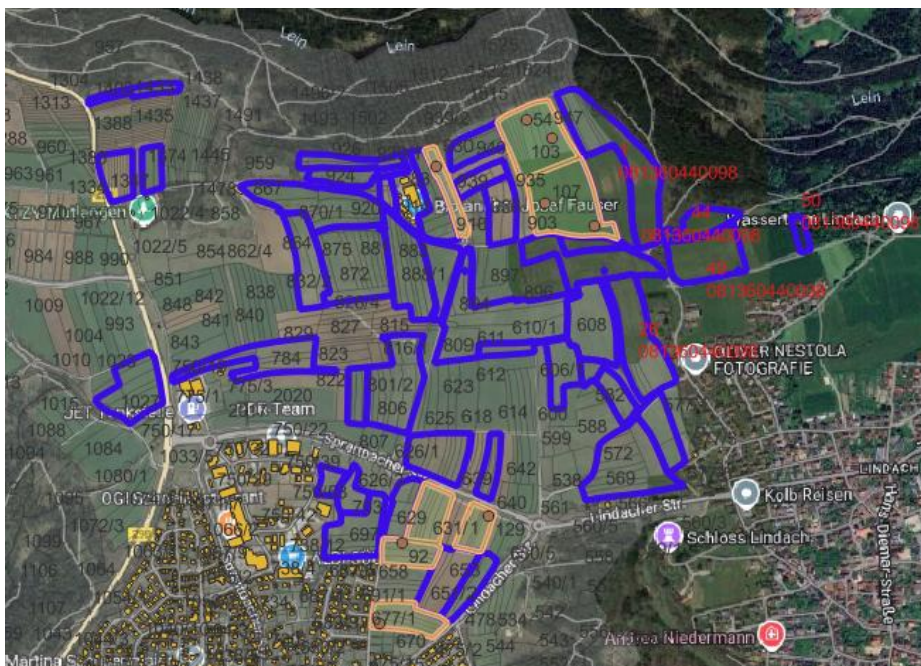


Abbildung 9: Aufbereitung der Flächendaten – LF und beprobte Flächen (orangene Linien)

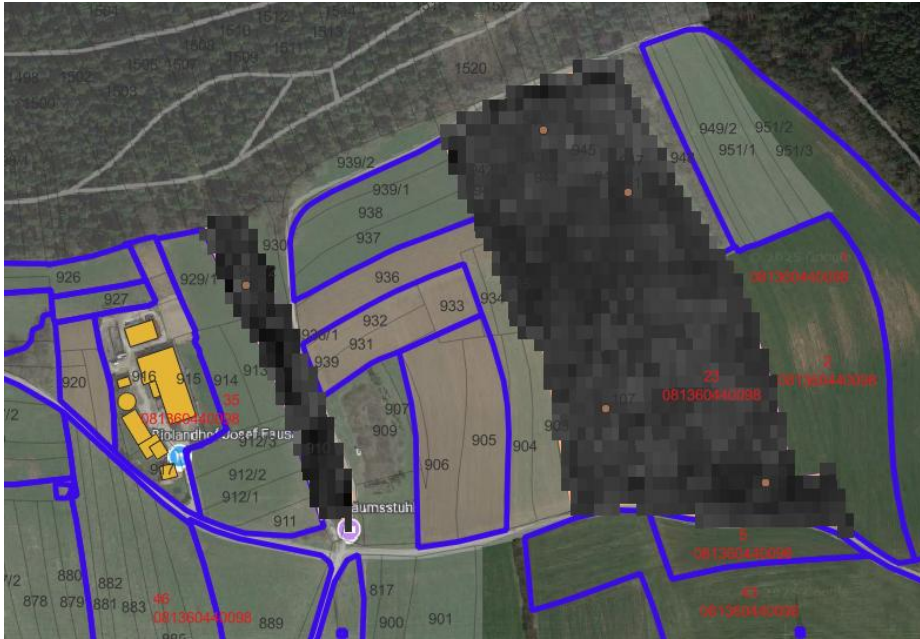


Abbildung 10: Darstellung des Bodenkohlenstoffvorrats als Raster

Die unterschiedlichen Ergebnisse des Agrocare-Scanners und der Analysen an der Universität Hohenheim implizieren eine relativ geringe Übereinstimmung und damit eine beschränkte Aussagekraft. Gleichwohl zeigt sich in den Ergebnissen der Universität Hohenheim ein Unterschied zwischen dem Kohlenstoffvorrat zwischen den Premium-Betrieben und den Bio-Betrieben, wie er im Folgenden dargelegt wird.

Tabelle 1: Vorrat an Bodenkohlenstoff ohne und mit der Korrektur des Bodenhorizonts nach dem Equivalent Soil Mass Approach (ESM-Ansatz)

Betrieb Nr.	Bodendichte (g/cm ³)	C-Stock_Scanner in t/ha	C-Stock_Lab t/ha	Soil mass in t/ha (Scanner)	Soil mass in t/ha (LAB)	Soil mass in t/ha (Scanner)	Soil mass in t/ha (LAB)	C-Stock in t/ha (Scanner)	C-Stock_t/ha_(LAB)	
Bio01	1,39	72,7	53,0	4.134	4.177	4.134	4.177	72,71	53,04	
Bio02	1,28	68,5	59,0	3.843	3.850	3.843	3.850	68,53	58,97	
Bio03	1,13	60,8	58,9	3.389	3.394	3.389	3.394	60,84	58,90	
Bio04	1,29	68,2	65,5	3.864	3.857	3.864	3.857	68,15	65,51	
Bio05	1,31	66,4	54,5	3.941	3.934	3.941	3.934	66,42	54,47	
Pre01	1,04	45,9	42,4	3.112	3.107	3.600	3.625	53,09	49,46	
Pre02	1,15	60,5	45,1	3.467	3.460	4.010	4.036	70,00	52,64	
Pre03	1,11	56,3	57,1	3.315	3.325	3.835	3.879	65,08	66,61	
Pre04	1,14	57,1	60,8	3.400	3.433	3.932	4.005	66,08	70,98	
Pre05	1,07	53,2	37,6	3.224	3.223	3.729	3.760	61,55	43,88	
								C-Stock mit ESM-Methode		
Bio	1,28	67,8	61,0	3.849	3.852	3.849	3.852	67,80	60,95	
Pre	1,11	56,0	46,8	3.321	3.322	3.841	3.876	64,72	54,62	
								Unterschied in % (non-ESM and ESM)		
								15,67%	16,67%	
		Depth (cm)	Depth (cm)	Depth (cm)	Depth (cm)	Depth (cm)	Depth (cm)			
		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3			
		geänderte Höhe der Ebene				0,347	0,35	< new soil depth		
		Difference in C t/ha (Non-ESM)						Difference in C t/ha (mit ESM)		
		11,85	14,14					3,08	6,34	
		factor C-CO ₂ eq						factor C-CO ₂ eq		
		3,67	3,67					3,67	3,67	
		Difference in CO₂eq t/ha (ohne ESM)						Difference in CO₂eq t/ha (mit ESM)		
		43,49	51,89					11,31	23,25	

Die Interpretation der Ergebnisse müssen im Licht der Unzulänglichkeiten, bedingt durch die hohe Bodenfeuchte mit großer Vorsicht interpretiert werden.

Der Unterschied der im Boden gespeicherten CO₂-Äquivalente in t/ha ohne die Korrektur der Horizonttiefe impliziert einen auf der Basis der AgroCare-Scanner Daten berechneten, um 43,49 t/ha CO₂eq höheren Kohlenstoffvorrat in den Böden der Biobetriebe. Basierend auf den Daten der Ergebnisse der Universität Hohenheim sind dies gar 51.89 t/ha CO₂eq.

Dabei wird der Unterschied der geschätzten Bodendichte von 1,28 g/cm³ bei den Biobetrieben und 1,11 g/cm³ bei den Premiumbetrieben ignoriert.

Mit einer Korrektur der Horizonttiefe mit dem ESM-Ansatz von 30 cm auf 35 cm bei den Premiumbetrieben verringert sich der Unterschied auf 11.31 t CO₂eq/ ha bei Verwendung der AgroCare-Scanner-Daten bzw. 23.25 t CO₂eq/ha bei Verwendung der Daten der Universität Hohenheim. In der Annahme, dass die Ergebnisse der Universität Hohenheim die relativ genaueren Werte liefert, ließe dies einen erheblichen Unterschied zwischen dem Bodenkohlenstoff der Bio-Betriebe zu den Premium-Betrieben vermuten.

In diesem Fall reduziert die Anwendung des ESM-Ansatzes den Unterschied erheblich. Diese Werte sollten in zukünftigen Untersuchungen überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden.

Anhang 1 – Excel-Auswertung der Bodenanalysen (nur digital verfügbar)

Anhang 2 – QGIS-Datensatz zu den Bodenuntersuchungen (nur digital verfügbar)

2.1.4 Erhebung des Energieverbrauchs bei Schlachtung und Vermarktung (Projektmanagement Baden-Württemberg – PM-BW)

Im Rahmen des Projekts erfolgte ein Vergleich des CO₂-Fußabdrucks zwischen der Regionalschlachtung der BESH und der konventionellen Schlachtung in der Fleischindustrie, unter besonderer Berücksichtigung der Treibhausgase der Logistik. Zunächst wird das Referenzsystem der industriellen Verarbeitung und Vermarktung von Schweinefleisch gemäß gesetzlicher Mindeststandards dargestellt. Anschließend werden die Daten zur CO₂-Bilanz bei konventioneller Schlachtung mit CO₂-Betäubung und bei Schlachtung mit Elektrobetäubung am Erzeugerschlachthof SHA erfasst und verarbeitet. Zudem werden die Emissionen des Erzeugerschlachthofs Schwäbisch Hall und deren Verteilung auf verschiedene Produkte analysiert.

2.1.5 Vergleich der CO₂-Bilanz zwischen der Betäubung mit CO₂ und der Elektrobetäubung

Ein wesentlicher Punkt ist der Vergleich der CO₂-Bilanz zwischen der Betäubung mit CO₂ und der Elektrobetäubung. Die CO₂-Betäubung ist in großen Schlachtbetrieben weit verbreitet. Dabei werden Schweine in Gondeln in eine Grube mit hoher CO₂-Konzentration abgesenkt. Die CO₂-Konzentration und die Verweilzeit spielen eine entscheidende Rolle. Der CO₂-Fußabdruck dieser Methode hängt stark von der Herkunft des verwendeten CO₂ ab; CO₂ aus fossilen Brennstoffen führt zu einem höheren Fußabdruck. Die EU hat Mindeststandards für die CO₂-Konzentration und die Haltezeit festgelegt.

Die elektrische Betäubung betäubt die Tiere durch elektrischen Strom, der durch das Gehirn fließt und sofortige Bewusstlosigkeit verursacht. Eine gut funktionierende Elektrobetäubung führt schnell zur Bewusstlosigkeit. Obwohl die elektrische Betäubung energieintensiv sein kann, hängt der CO₂-Fußabdruck von der Energiequelle ab; erneuerbare Energien können ihn erheblich reduzieren.

Die Berechnungen im Rahmen des Projekts zeigen, dass der CO₂-Verbrauch bei der Betäubung mit Elektroschock etwa 1000-mal geringer ist als bei der CO₂-Betäubung. Die CO₂-Emissionen pro Schwein betragen bei der CO₂-Betäubung ca. 0,7 kg. Dies entspricht CO₂-Emissionen bei einem Lebendgewicht (LG) von 125 kg pro Schwein von 0,0056 kg CO₂/kg LG und ist damit relativ zu den Emissionen bei der Erzeugung von 2,0 bis 4,6 kg CO₂eq/kg LG mit 0,27% bis 0,12% vernachlässigbar.

Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass die die CO₂-Emissionen bei Elektrobetäubung nur ca. 0,0007 kg CO₂eq/Tier betragen und damit um ein vielfaches geringer sind.

2.1.6 Vergleich der stofflichen Verwertung von Schlachtabfällen mit deren Verbrennung

Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts ist der Vergleich der stofflichen Verwertung von Schlachtabfällen mit deren Verbrennung. Die Fleischindustrie produziert erhebliche Mengen an tierischen Nebenprodukten. Diese Nebenprodukte können in Biogasanlagen verwertet oder in spezialisierten Betrieben weiterverarbeitet werden und stellen ein hohes Rohstoffpotenzial dar, beispielsweise für Biodiesel, Dünger oder in der chemischen Industrie. Die stoffliche Verwertung im Kreislauf trägt zur Schonung natürlicher Ressourcen bei.

Die Verwertung von tierischen Nebenprodukten in Biogasanlagen ist gemäß EU-Verordnung für Material der Kategorien 2 und 3 (mittleres und geringes Risiko) zulässig. Durch Vergärung kann Gas gewonnen werden. Eine Studie der IBBK Fachgruppe Biogas GmbH zeigt, dass die Reststoffe der BESH allein für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage nicht ausreichen. In Kombination mit kommunalen Abfällen und weiteren Reststoffen kann jedoch ausreichend Biogas produziert werden, um den Strom- und Wärmebedarf des Schlachthofs zu 100% zu decken (ohne Dampf). Berechnungen zeigen, dass durch die Verwertung von Reststoffen in einer Biogasanlage erhebliche Mengen an CO₂-Äquivalenten eingespart werden können, insbesondere bei der Einbeziehung zusätzlicher Reststoffe aus der Region.

Im Vergleich dazu verursacht die Entsorgung von Schlachtabfällen über eine Tierkörperverwertungsanlage CO₂-Emissionen. Basierend auf dem Energieverbrauch eines regionalen Verwertungsbetriebes ergibt sich eine CO₂-Emission von 220 kg CO₂e pro Tonne verwerteter Rohware. Für die im Schlachthof Schwäbisch Hall anfallenden Schlachtabfälle resultiert dies in einer jährlichen CO₂-Emission von ca. 506 Tonnen. Der Vergleich zeigt, dass die Verwertung in einer Biogasanlage in Kombination mit weiteren Substraten ein deutlich höheres Potenzial zur Treibhausgaseinsparung bietet als die herkömmliche Entsorgung.

2.1.7 THG-Emissionen des Transports der Tiere und der Produkte

Ein weiterer wichtiger Aspekt der klimafreundlichen Schweinefleischerzeugung sind die Transportwege. Der Import und Export von Schweinefleisch in Deutschland verursacht erhebliche Treibhausgasemissionen. Regional erzeugte und verbrauchte Lebensmittel mit kurzen Transportwegen führen zu deutlich geringeren Emissionen. Das Projekt vergleicht den CO₂-Fußabdruck der Regionalschlachtung der BESH mit der konventionellen Schlachtung unter Berücksichtigung des Transports vom Bauernhof zum Schlachthof und vom Schlachthof zum Vertriebszentrum.

Die Berechnungen des THG-Ausstoßes der BESH-Logistik im Jahr 2023 basieren auf dem tatsächlichen Kraftstoffverbrauch des eigenen Fuhrparks für Fleisch und Lebendvieh sowie auf Schätzungen für Speditionen und Selbstabholer. Die Gesamtmenge der CO₂-Emissionen aller Strecken betrug ca. 1.921,5 Tonnen. Es wird davon ausgegangen, dass die Transportstrecken im Rahmen der regionalen Schlachtung deutlich kürzer sind (durchschnittlich 25 km) als bei der konventionellen industriellen Schlachtung (angenommene Vergleichsdistanzen von 100 km und 200 km). Die Berechnungen zeigen, dass sich die CO₂-Emissionen bei längeren Transportstrecken erheblich erhöhen.

Tabelle 2: CO₂ -Emissionen durch Dieserverbrauch für den Transport mit LKWs

Beschreibung	kg CO ₂ e (25 km) BESH	kg CO ₂ e (100 km)	kg CO ₂ e (200 km)
BESH Fuhrpark Lebendvieh	170.876	683.504	1.367.008
BESH Fuhrpark Fleisch	995.868	3.983.472	7.966.944
Spedition	169.685	678.740	1.357.480
Selbstabholer	585.069	2.340.276	4.680.552
Summe	1.921.498	7.685.992	15.371.984

Quelle: Berechnungen PM-BW

2.1.8 Gesamtenergieverbrauch der BESH AG

Die Daten von 2018 bis 2023 zeigen den jährlichen Energieverbrauch und die Schlachtmengen. Der Gesamtenergieverbrauch der BESH beträgt ca. 9 GWh pro Jahr, wobei der Energieverbrauch pro Tonne Schlachtgewicht tendenziell steigt. Die detaillierte Aufschlüsselung des Energieverbrauchs im Jahr 2023 und der entsprechenden CO₂-Emissionen (Scope 1 und 2) zeigt einen Ist-CO₂-Äquivalent-Ausstoß von 3.654 Tonnen pro Jahr. Daraus resultieren THG-Emissionen in Höhe von 0,145 kg CO₂eq/ kg Lebendgewicht. Diese entspricht einem Anteil von ca. 7,2 % der Treibhausgasemissionen der Erzeugung bei den Premiumbetrieben mit 2,00 kg CO₂eq/kg LG bis 3,1% der Standard Erzeugung mit 4,59 kg CO₂eq/kg LG.

Tabelle 3: Energieverbrauch in der BESH – Schwäbisch-Hall in den Jahren 2018-2023

Jahr	Strom (kWh)	Gas (kWh)	Heizöl (kWh)	Wärme (kWh)	Gesamt Energiever- brauch (kWh)	Schlacht- mengen (t)	Energie pro t SG KWh/t
2018	3.915.037	4.960.868	119.310	44.000	9.039.215	21.674,53	417,04
2019	3.756.993	5.043.289	152.760	45.423	8.998.465	20.197,30	445,53
2020	3.676.600	5.051.251	130.820	38.284	8.896.955	19.355,55	459,66
2021	3.688.687	5.429.532	194.300	45.819	9.358.338	19.458,87	480,93
2022	3.701.518	5.378.024	136.060	38.142	9.253.744	18.658,07	495,96
2023	3.584.900	5.275.000	99.900	33.981	8.993.781	16.775,60	536,12

Tabelle 4: Energieverbrauch im Jahr 2023 und CO₂-Emissionen

	Scope 1			Scope 2		Summe t CO ₂ eq	
	Gas	Diesel*	Heizöl	Strom	Wärme		
Verbrauch in kWh	5.275.000	396.434	99.900	3.584.900	33.981		
CO ₂ Faktoren	0,201	2,512	0,288	0,435	0,280		
gesamt kg CO ₂ e	1.060.275	995.868	28.771	1.559.432	9.515	3.654	
Schlachtgewicht						16.775	
Lebendgewicht						x 1,5	25164
kg CO ₂ eq/ kg LG							0,145

*Dieselverbrauch: Eigener Fuhrpark Fleisch

Es ist davon auszugehen, dass die THG-Emissionen durch die Logistik und die Verarbeitung von Fleisch relativ stark proportional zu den Schlachtmengen bzw. den vermarkteten Produkten einhergeht. Dabei machen die Transportwege ca. 30% des gesamten Energiebedarfs für Logistik und Verarbeitung aus. Eine Änderung der THG-Emissionen aufgrund verringerter Distanzen führt daher zu einer relativ geringen Veränderung bei den Gesamtemissionen und ist angesichts der oben dargelegten Relationen der THG-Emissionen der Erzeugung zu den THG-Emissionen der Verarbeitung und Vermarktung damit als gering einzuschätzen.

Die Ergebnisse des Projekts "Climate Fair Pork" liefern somit wertvolle Erkenntnisse und konkrete Daten zur Weiterentwicklung einer klimafreundlicheren Schweinefleischerzeugung entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

2.1.9 Optimierung der THG-Bilanz durch stoffliche Verwertung und Umstellung des Fuhrparks auf CNG (Ökoprojekte Gronbach und IBBK)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie „Optimierung der CO₂-Bilanz durch die stoffliche Verwertung von Schlachtabfällen in einer Biogasanlage“ zusammengefasst.

Die Studie wurde im Auftrag der Operationellen Gruppe „Climate Fair Pork“ von der Ökoprojekte Gronbach GmbH und der IBBK Fachgruppe Biogas GmbH erstellt. Ziel des Berichts war die Prüfung der Wirtschaftlichkeit und der technischen Machbarkeit des Neubaus einer Biogasanlage zur Verwertung der anfallenden Reststoffe des BESH-Schlachthofs sowie weiterer organischer Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie, Gastronomie, Kommunen und der Landwirtschaft in der Region Schwäbisch Hall.

Es werden zwei Hauptszenarien der Biogasverwertung untersucht:

A: die Strom- und Wärmeerzeugung über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) und

B: die Produktion von Biomethan zur Netzeinspeisung oder als Fahrzeugtreibstoff.

Dabei wird die Möglichkeit der Nutzung der im BHKW entstehenden Wärme zur Prozesswärme für die Hygienisierung der Abfälle hervorgehoben.

Für die geplante Anlage ist ein Durchsatz von ca. 20.000 t/a an Substraten vorgesehen. Diese sollen sich aus ca. 7.000 t/a Schlacht- und Lebensmittelreststoffen (davon 2.000 t/a aus dem BESH-Schlachthof) und weiteren ca. 13.000 t/a Speiseresten, Lebensmittelabfällen, Mist, Gülle und Bioabfällen aus der Region zusammensetzen. Der Bericht geht von einem Biogasertrag von 150 Nm³/t Substratmix aus, was zu einer jährlichen Biogasproduktion von 3 bis 4 Mio. m³ führen könnte. Daraus könnten 6 bis 8 Mio. kWh/a Strom erzeugt werden. Für eine flexible Fahrweise des BHKWs ist eine installierte elektrische Leistung von mindestens 1.700 kWel vorgesehen. Alternativ würde die Biomethanherzeugung bei 205 bis 275 Nm³/h liegen.

Die geplante Anlage soll verschiedene Komponenten umfassen, darunter Anlagen zur Substrataufbereitung und Störstoffabscheidung, Pasteurisierungstanks, einen Haupt- und Nachgärbehälter mit einem Gesamtvolumen von 5.500 m³ und ein Gärrestlager. Die Investitionskosten für die Biogasanlage werden auf 15 bis 18 Mio. € geschätzt. Die technische Auslegung wird in 11 dargelegt.

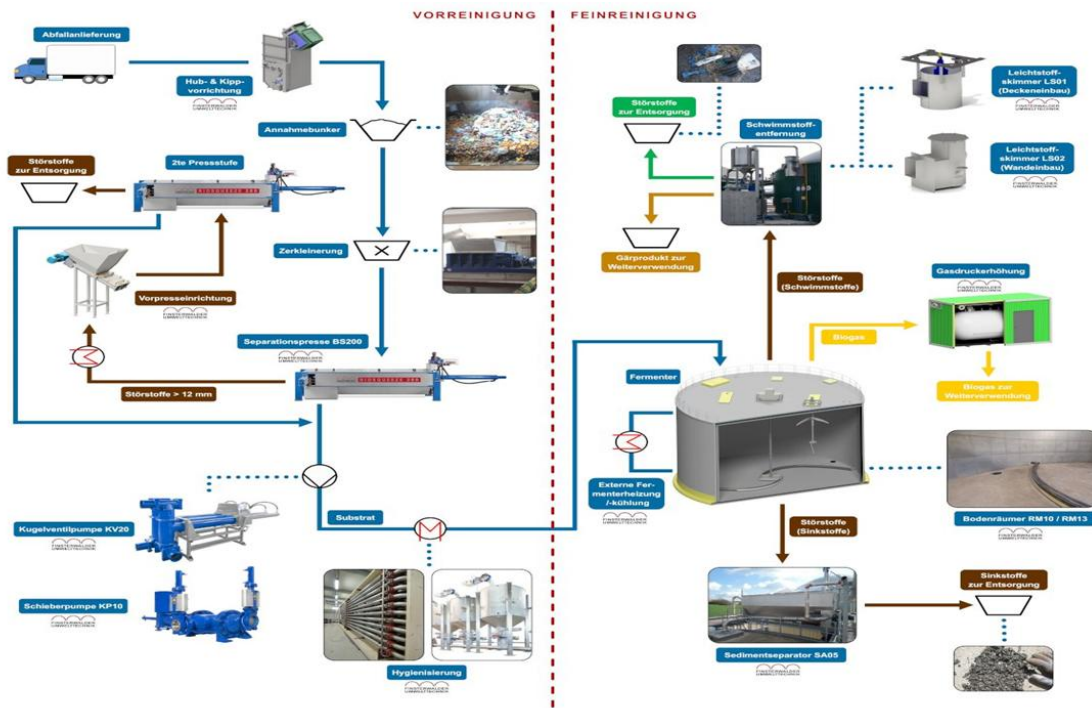


Abbildung 11: Verfahrensschema einer Vergärungsanlage für feste und flüssige Abfälle nach FITEC-Technologie

Eine vergleichbare Anlagen gibt es bereits in Lana in Südtirol



Abbildung 12: Beispiel einer Vergärungsanlage für feste und flüssige Abfälle nach FITEC-Technologie

2.1.10 Wirtschaftlichkeit – Erlöse und Kosten

Bei der Strom- und Wärmeerzeugung werden jährliche Gesamteinnahmen von 2,4 bis 2,7 Mio. € (ohne Wärme und Gärprodukte) erwartet, während bei der Biomethanherzeugung 3,7 bis 4,7 Mio. € pro Jahr möglich wären. Die Betriebskosten werden unter anderem durch den BHKW- bzw. Biomethanaufbereitungsbetrieb, den allgemeinen Anlagenbetrieb (8% der

Investitionssumme/a), Abschreibung und Kapitaldienst (13% der Investitionssumme/a) sowie Personalkosten bestimmt.

Eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsberechnung auf Basis eines fiktiven Substratmixes deutet auf eine Kapitalamortisationszeit von ca. 10,3 Jahren hin, wobei der Gewinn stark von der Direktvermarktung des Stroms und den Entsorgungsgebühren abhängt. Der Bericht betont die Wichtigkeit der Einbindung der Kommune und des Landkreises Schwäbisch Hall, da die Entsorgungsgebühren einen wesentlichen Teil der Einnahmen ausmachen könnten.

Die Biogasanlage könnte einen signifikanten Beitrag zur THG-Minderung leisten, wobei die Höhe von den eingesetzten Substraten und dem Jahr der Inbetriebnahme abhängt. Für die geplante Anlage wird eine deutliche THG-Minderung im Vergleich zu fossilen Energieträgern erwartet. Bei der Nutzung der BESH-eigenen Reststoffe könnte die THG-Emission des Biogasstroms sogar negativ ausfallen (-251 g CO₂eq/kWh).

Tabelle 5: Energieverbrauch BESH 2023, THG-Emissionen und Einsparpotenziale durch „NUR BESH“ bzw. „BESH + weitere Substrate“

Energieträger	Emissionen BESH 2023 kWh	CO₂- Emission [t]	CO₂-Emission Biogas/Biomethan [t]	CO₂-Einsp. [t]
Strom	5.099.788	2.218	(-843) - 244	(3.061) - 1.974
Gas	5.276.539	1.061	(-255) - 74*	(1316) - 986*
Heizöl	504.430	145	(-35) - 10	(180) - 135
Nah-/ Fernwärme	454.884	109	(-26) - 8	(135) - 101
Diesel	4.907.856	1.305	39**	1.266**
Gesamtsumme:	16.243.497	4.838		(5.958) - 4462

*bei Rohgasnutzung zur Dampferzeugung **Bei Zukauf nachhaltiges Biomethan in SHA;
Quelle: Berechnungen der IBBK

Die CO₂-Minderung durch Einsatz von Biogas & Biomethan addieren sich wie folgt:

Biogas BHKW-Strom & Wärme: (3.376) - 2.210 t CO₂eq/a

Zusätzlich durch Ersatz von Erdgas & Kraftstoff: (2.582) - 2.252 t CO₂eq/a

Darüber hinaus werden mögliche Kosteneinsparungen für den BESH-Schlachthof durch die Nutzung von Biogas und Biomethan analysiert. Das größte Einsparpotenzial wird im Ersatz von Diesel durch Bio-CNG gesehen (ca. 253.000 € pro Jahr). Auch der Ersatz anderer Energieträger durch Biogas könnte zu erheblichen Kostensenkungen führen.

Tabelle 6: Energieverbrauch BESH 2023, Kosten und Einsparpotenziale

Energieträger	kWh	IST gesamt [€]	Kosten, Spez. Kosten, IST [ct/kWh]	Kosten Spez. Kosten IST [ct/kWh]	Spez. Kosten Biogas* [ct/kWh]
Strom	5.099.788	1.033.504,44	20		aus BHKW: 20
Gas	5.276.539	412.096,67	8		Rohgas: 6–7
Heizöl	504.430	44.277,84	9		Rohgas: 6–7
Nah-/ Fernwärme	454.884	49.731,84	11		aus BHKW: 8
Diesel	4.907.856	744.583,57	15		Biomethan: 10
Gesamtsumme:	16.243.497	2.284.194,36			

*Oder Biomethan real, Biogas geschätzt

Zusammenfassend kommt der Bericht zu dem Schluss, dass die Erzeugung von Biogas und Biomethan in Kombination mit dem Reststoffpotenzial im Landkreis Schwäbisch Hall eine interessante Möglichkeit darstellt, die Energieversorgung des Schlachthofs nachhaltiger zu gestalten und fossile Kraftstoffe zu ersetzen.

Die Kosten bei 100% Ersatz von Diesel durch Bio-CNG der Stadtwerke SHA betragen $4.907.856 \text{ kWh/a} \times 0,1 \text{ €/kWh} = 490.786 \text{ €/a}$. Die Einsparungen der Kraftstoffkosten durch Bio-CNG belaufen sich auf ca. 253.000 €/a.

Die Abhängigkeit von unsicheren Förderbedingungen würde durch den Direktverkauf von Energie und die Einnahmen aus Abfallgebühren reduziert. Der Bericht empfiehlt, das Projekt weiter zu verfolgen und unter Einbeziehung der regionalen Akteure eine Detailplanung zu erstellen. Die Nutzung der im Schlachthof anfallenden Reststoffe allein ist hingegen als nicht wirtschaftlich sinnvoll zu betrachten. Die übergeordneten Ziele umfassen die Verwertung regionaler Reststoffe, die Finanzierung des Anlagenbetriebs, die nachhaltige Energieversorgung des BESH-Schlachthofs, die Reduktion von Treibhausgasemissionen und die Generierung wirtschaftlicher Vorteile für die Region.

2.2 Arbeitsgruppe „Fütterungsstrategien“

Mastversuch mit Schwäbisch-Hällischen Schweinen und konventioneller Dreirassenkreuzung unter verschiedenen Fütterungsstrategien

Fachgebiet für Tiergenetik und Züchtung, Institut für Nutztierwissenschaften, Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland

Vorbemerkung

Das Fachgebiet Tiergenetik und Züchtung der Universität Hohenheim wurde mit der statistischen Auswertung der Daten des genannten Mastversuches sowie der ersten Interpretation der Ergebnisse betraut. Der Autor R.W. hat dies übernommen und in Abstimmung mit dem Autor J.B. diesen Abschlussbericht verfasst. Die Daten wurden von den Partnern des Projektes "Climate Fair Pork" den Autoren übermittelt. Beide Autoren waren nicht an der umfangreichen Versuchsdurchführung inkl. Datengewinnung und -aufbereitung beteiligt.

Einleitung

Die Schweinefleischerzeugung steht vor vielfältigen Herausforderungen. Ein kontinuierlicher Rückgang des Schweinefleischkonsums führt zur Schwächung bäuerlicher Erzeugerstrukturen. Gleichzeitig ist die Tierhaltung unverzichtbar für eine betriebliche Kreislaufwirtschaft, sowohl in ökologischen als auch in konventionellen Betrieben. Dies erfordert innovative Ansätze für eine nachhaltige Schweinefleischerzeugung.

Vor diesem Hintergrund wurde das Projekt "Climate Fair Pork" im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft "Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit" (EIP-AGRI) initiiert. Das Projekt zielt darauf ab, die Produktionsverfahren in der Schweinefleischerzeugung entlang der gesamten Wertschöpfungskette – vom Acker bis zum Teller – zu analysieren und zu optimieren. Im Fokus steht dabei das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A., das auf der alten Nutztier rasse des Schwäbisch-Hällischen Schweins basiert. Diese Rasse zeichnet sich durch ihre Robustheit und gute Anpassungsfähigkeit an extensive Haltungssysteme aus.

Als Teil dieses umfassenden Projekts wurde ein Mastversuch durchgeführt, der die Mastleistung und Fleischqualität von reinrassigen Schwäbisch-Hällischen Schweinen im Vergleich zu modernen Kreuzungstieren mit Pietrain als Vatterasse untersucht. Ein besonderer Fokus lag dabei auf dem Einfluss unterschiedlicher Rohfasergehalte in der Futtermittelration, da die Fütterung einen wesentlichen Einfluss auf die Nachhaltigkeit der Schweinefleischproduktion und die CO₂-Emissionen hat. Zudem sollte das Potential einer alten Rasse bezüglich der Verwertung von alternativen Futtermitteln analysiert und die Frage geklärt werden, ob alte Rassen einen verlängerten Verdauungstrakt aufweisen und daher rohfaserreiche Ration besser verwerten können.

Neben klassischen Mastleistungsparametern und Schlachtkörpermerkmalen wurden in dieser Studie auch die Fleischqualität sowie anatomische Merkmale wie die Darmlänge erfasst. Die Untersuchung dieser verschiedenen Parameter ermöglicht eine umfassende Bewertung der beiden genetischen Herkünfte unter verschiedenen Fütterungsregimen. Die Ergebnisse sollen

dazu beitragen, die Eignung des Schwäbisch-Hällischen Schweins für eine klimafreundliche und qualitätsorientierte Schweinefleischerzeugung zu bewerten und optimale Fütterungsstrategien zu entwickeln. Dies fügt sich in das übergeordnete Projektziel ein, durch die Entwicklung und Umsetzung von CO₂-minimierenden Maßnahmen die süddeutsche Schweinefleischerzeugung nachhaltiger zu gestalten.

Material und Methoden

Material

Versuchsübersicht

Im Rahmen des Projektes Climate Fair Pork wurde ein Mastversuch mit 138 Schweinen durchgeführt, der die Eignung verschiedener genetischer Herkünfte für eine klimafreundliche Schweinefleischerzeugung untersuchte. Der Versuch verglich Schwäbisch-Hällische Schweine (n=69) mit Kreuzungstieren aus der Dreirassenkreuzung Pietrain × (Deutsche Landrasse × Deutsches Edelschwein) (n=69) unter zwei verschiedenen Fütterungsregimen. Die eine Gruppe erhielt eine normale Futtermischung, während die andere mit einem erhöhten Rohfaseranteil gefüttert wurde. Der Versuch wurde in drei Durchgängen an der Prüfungsanstalt Boxberg durchgeführt. Neben klassischen Mastleistungsmerkmalen wurden auch die Schlachtkörper- und Fleischqualität sowie anatomische Merkmale wie die Darmlänge erfasst. Insgesamt wurden 38 verschiedene Merkmale pro Tier erhoben. Die Prüfung begann bei einem Gewicht von etwa 31 kg und wurde bis zum Erreichen des Mastendgewichts durchgeführt.

Die Tabellen 7 und 8 zeigen die Zusammensetzung des Vormastfutters und des Endmastfutters sowohl für die Versuchsgruppe, als auch für die Kontrollgruppe.

Tabelle 7: Zusammensetzung Vormastfutter

Kontrolle	Versuch
32 % Weizen	12,5 % Luzernegrünmehl
23 % Mais	37,1 % Weizen
22,2% Sojaex.schrotfutter	14,0 % Mais
14 % Gerste	16,2 % Sojaex.schrotfutter
0,5 % Pflanzenöl	7,0 % Sojabohnen, dampferhitzt
1,3 % Calciumcarbonat	5,0 % Gerste
0,5 % Natriumchlorid	0,5 % Pflanzenöl
0,2 % Monocalciumphosphat	0,7 % Calciumcarbonat
	0,5 % Natriumchlorid
	0,3 % Monocalciumphosphat

Tabelle 8: Zusammensetzung Endmastfutter

Kontrolle	Versuch
26 % Weizen	20 % Luzernegrünmehl
10 % Mais	20,5 % Weizen
11% Sojaex.schrotfutter	10 % Mais
45 % Gerste	8,5 % Sojaex.schrotfutter
5% Roggen	5 % Sojabohnen, dampferhitzt
0,5 % Pflanzenöl	5% Roggen
0,7 % Calciumcarbonat	27 % Gerste
0,5 % Natriumchlorid	1,5 % Pflanzenöl
0,3 % Monocalciumphosphat	1,7 % Calciumcarbonat
	0,5 % Natriumchlorid
	0,3 % Monocalciumphosphat



Abbildung 13: Endmastfutter: links Versuchsration, rechts Kontrollration

Versuchstiere

Die Versuchstiere stammten aus zwei verschiedenen Betrieben und repräsentierten zwei genetische Herkünfte. Eine Gruppe von 69 Schweinen der Rasse Schwäbisch-Hällisches Schwein stammte aus dem Betrieb Eberhardt GbR. Die zweite Gruppe bestand aus 69 Kreuzungstieren mit Pietrain als Vaterrasse, die aus der Population der LSZ Boxberg stammen. Bei den Kreuzungstieren stammten die Muttertiere aus der Kreuzung zwischen Deutscher Landrasse und Deutschem Edelschwein. Die Elterntiere der Kreuzungsschweine gehörten überwiegend dem Verband SZV (German Genetic) an, während die Eltern der Schwäbisch-Hällischen Schweine aus den Verbänden ZVSH und SZV stammten. Bei der Einstellung in die Mast waren die Schweine durchschnittlich 79 Tage alt und 31 kg schwer. Alle Versuchstiere waren Kastraten.

Haltung und Versuchsablauf

Der Mastversuch wurde in drei aufeinanderfolgenden Durchgängen mit jeweils 45, 45 und 48 Tieren durchgeführt. Die Tiere wurden in vier Buchten mit jeweils 5-14 Mastschweinen gehalten. Innerhalb jeder genetischen Herkunft wurden die Tiere zufällig einer von zwei Fütterungsgruppen zugeordnet. Die Versuchsgruppe erhielt eine Ration mit Luzernegrünmehl, während die Kontrollgruppe mit einer klassischen Mastration gefüttert wurde.

Von den ursprünglich eingestellten Tieren beendeten acht die Prüfung nicht regulär - ein Kreuzungstier und sieben Schwäbisch-Hällische Schweine. Diese Tiere wiesen eine Schwanzverletzung (dreimal), Lahmheit (zweimal) oder sonstige Befunde (dreimal) auf und wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Wie Tabelle 9 zeigt, waren die Gruppengrößen der Tiere, die den Versuch beendet hatten, annähernd gleich:

Tabelle 9: Anzahl Tiere je Prüfgruppe, die die Prüfung regulär beendet haben.

	Pix(DLxDE)	SH
Rohfaser erhöht	33	29
Rohfaser normal	35	33

Familienstruktur

Die Anzahl der Nachkommen der Elterntiere war ungleichmäßig verteilt: Die Mütter hatten zwischen einem und sechs Ferkel in der Prüfung, mit einem Durchschnitt von 2,36 Nachkommen. Bei den Vätern variierte die Nachkommenzahl stärker, sie reichte von einem bis zu 13 Ferkeln, bei einem Mittelwert von 3,94 Nachkommen. Diese Familienstruktur wurde in der statistischen Auswertung berücksichtigt, indem sowohl ein zufälliger Effekt des Vaters als auch ein zufälliger Effekt der Mutter in das Modell aufgenommen wurden. Dabei wurde angenommen, dass die Effekte der Elterntiere unabhängig voneinander sind.

Merkmalerfassung

An jedem Tier wurden 38 verschiedene Merkmale erfasst, die sich in fünf Kategorien einteilen lassen: Mastleistungsmerkmale, Futtermittelverwertung, Schlachtkörpermerkmale, Fleischqualitätsmerkmale und Darmlängenmessungen. Die Mastleistungsmerkmale umfassten unter anderem die täglichen Zunahmen in verschiedenen Lebensabschnitten sowie das Mastendgewicht. Bei den Schlachtkörpermerkmalen wurden neben der Schlachtkörperlänge und dem Schlachtkörpergewicht auch verschiedene Speckmaße und der Magerfleischanteil bestimmt. Die Fleischqualität wurde unter anderem durch pH-Werte zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Schlachtung, die Fleischhelligkeit, den intramuskulären Fettgehalt und das Fettsäuremuster charakterisiert. Als anatomische Besonderheit wurden die Längen verschiedener Darmabschnitte (Dünndarm, Blinddarm, Dickdarm) gemessen. Eine detaillierte Beschreibung aller erfassten Merkmale findet sich in Tabelle 10. Der Datensatz war vollständig: es gab keine Tiere mit fehlenden Beobachtungen.

Tabelle 10: Übersicht über die gemessenen Merkmale

	Erläuterung
mastengew	Stallendgewicht, extrapoliertes Gewicht aus Kontrollwiegung und Schlachtwiegung (in der Regel am Mittwoch vor der Schlachtung am Montag)
ptz	Prüftagszunahme, Zunahme ich Gewichtsabschnitt von 30 kg bis Mastendgewicht
ltz	Lebenstagszunahme, Geburt bis Schlachtung
nltz	Nettoliebenstagszunahme, Schlachtgewicht / Schlachtalter
anzftage	Anzahl Futtertage
fuverb	Futtermittelverbrauch im Prüfabschnitt
fuverw	Futtermittelverwertung
tgl. futtermenge	Tägliche Futtermenge
ausschlachtung	Ausschlachtung
smw	Schlachtkörpergewicht, warm
skl	Schlachtkörperlänge
fabauch	Fleischanteil im Bauch (Gruber Formel)
mfabonn04	Magerfleischanteil nach Bonner Formel 2004
rspw	Rückenspeckdicke über dem Widerrist
rspr	Rückenspeckdicke über der Mitte
rspl	Rückenspeckdicke über der Lende
avgspeck	mittlere Rückenspeckdicke
spmd	Speckmaß D
spmb	Speckmaß B
rmf	Rückenmuskelfläche
feffl	Fettfläche über dem Rückenmuskel
ffv	Fleisch-Fett-Verhältnis
ph1_kotelett	pH-Wert im Kotelett, 45 min post mortem
ph1_schinken	ph-Wert im Schinken, 45 min post mortem
ph2_kotelett	pH-Wert im Kotelett, 24 Stunden post mortem
ph2_schinken	ph-Wert im Schinken, 24 Stunden post mortem
lf2_kotelett	Leitfähigkeit im Kotelett, 24 h pm
lf2_schinken	Leitfähigkeit im Schinken, 24 h pm
tsv	Tropfsaftverlust
imf	Intramuskulärer Fettgehalt
sfa	Auch wenn die Abkürzung sfa "saturated fatty acids" suggeriert, handelt es sich hier laut Merkmalsbeschreibung um einfach ungesättigte Fettsäuren
mufa	mehrfach ungesättigte Fettsäuren
pufa	vielfach ungesättigte Fettsäuren
iodzahl	Jodzahl
fleischhelligkeit	Fleischhelligkeit, gemessen mit Opto-Gerät
Dünndarm	Gemessene Dünndarmlänge (vom Magen bis Blinddarm)
Blinddarm	Gemessene Blinddarmlänge
Colon	Gemessene Länge des Dickdarms (vom Blinddarm bis After)

Methoden

Explorative Datenanalyse

Die Verteilung der Rohdaten wurde zunächst mittels Boxplots visualisiert. Boxplots zeigen den Median als horizontale Linie innerhalb einer Box, die vom ersten (25%) bis zum dritten Quartil (75%) reicht und damit den Interquartilsabstand darstellt. Die "Whisker" erstrecken sich bis zum Minimum bzw. Maximum der Daten, sofern diese Werte nicht weiter als das 1,5-fache des Interquartilsabstands von der Box entfernt liegen. Darüber hinaus gehende Werte werden als einzelne Punkte dargestellt. Zusätzlich wurden die Einstallgewichte und -alter der beiden genetischen Herkünfte mittels t-Tests verglichen.

Datenaufbereitung

Für die statistische Analyse wurden zunächst in einem zweifaktoriellen linearen Modell mit den Faktoren Rasse und Fütterungsgruppe sowie deren Interaktion für jedes Merkmal die Schiefe der Residuenverteilung berechnet. Merkmale, deren Residuen eine absolute Schiefe größer als 1,0 aufwiesen, wurden so transformiert, dass die Schiefe der transformierten Merkmale kleiner als 1,0 war. Die transformierten Daten wurden für die statistischen Tests verwendet, während die Schätzung der Gruppenmittelwerte auf Basis der Rohdaten erfolgte.

Nach der Transformation wurden Ausreißer identifiziert. Als Ausreißer wurden Beobachtungen definiert, deren Residuen mehr als drei Standardabweichungen vom Mittelwert abwichen. Diese Beobachtungen wurden aus dem Datensatz entfernt und das Modell wurde anschließend neu angepasst.

Die Merkmale "Anzahl Futtertage" und "Futterverbrauch im Prüfabschnitt" wurden wegen zu starker Abweichung von der Normalverteilung von der statistischen Analyse ausgeschlossen. Das Merkmal "Mastendgewicht" wurde ebenfalls ausgeschlossen, da das Modell nicht konvergierte.

Statistisches Modell

Die Auswertung erfolgte mit einem gemischten linearen Modell der Form:

$$y = X b + Z u + e$$

Dabei ist b der Vektor der fixen Effekte und u der Vektor der normalverteilten Zufallseffekte. Die fixen Effekte umfassten die Faktoren Rasse (Schwäbisch-Hällisches Schwein vs. Pietrain \times (DL \times DE)) und Fütterungsgruppe (normaler vs. erhöhter Rohfasergehalt), sowie anfänglich deren Interaktion. Als zufällige Effekte wurden die Einflüsse der Bucht, des Durchgangs (1, 2 oder 3), des Vaters und der Mutter berücksichtigt. Es wurde angenommen, dass die Zufallseffekte unabhängig sind. Das Modell wurde mit der Funktion lmer() aus dem R-Paket lme4 angepasst.

Statistische Auswertung

Die Residuen des angepassten Modells wurden mit dem Shapiro-Test auf Normalverteilung geprüft. Da sich zeigte, dass die Interaktion zwischen Rasse und Fütterungsgruppe für kein Merkmal signifikant war, wurde sie für die weiteren statistischen Auswertungen aus dem Modell entfernt. Anschließend wurde mittels F-Test (ANOVA Typ II) geprüft, ob die Hauptfaktoren Rasse und Fütterungsgruppe einen signifikanten Effekt auf das jeweilige Merkmal hatten.

Die Schätzung der Gruppenmittelwerte erfolgte mit demselben gemischten linearen Modell, jedoch auf Basis der untransformierten Daten. Für diese Analyse wurde das Modell mit Interaktionsterm verwendet, um potenzielle, wenn auch nicht signifikante Wechselwirkungen zwischen Rasse und Fütterung zu berücksichtigen.

Ergebnisse

Ausgangssituation

Die beiden genetischen Herkünfte unterschieden sich bereits bei der Einstallung signifikant. Die Kreuzungstiere waren mit durchschnittlich 76 Tagen Alter und 32 kg Gewicht deutlich jünger ($P = 6,824e-10$) und schwerer ($P = 2,333e-05$) als die Schwäbisch-Hällischen Schweine, die im Mittel 82 Tage alt und 29 kg schwer waren. Da diese Unterschiede rassetypisch sein dürften, wurden das Alter und das Gewicht bei der Einstallung nicht als erklärende Variablen ins Modell genommen.

Verteilung der Rohdaten

Aus Platzgründen werden hier nicht alle erstellten Boxplots wiedergegeben. Abbildung 14 zeigt beispielhaft die Verteilung der Rohdaten für Prüftagszunahme, Futterverwertung, Ausschlachtung und einfach ungesättigte Fettsäuren.

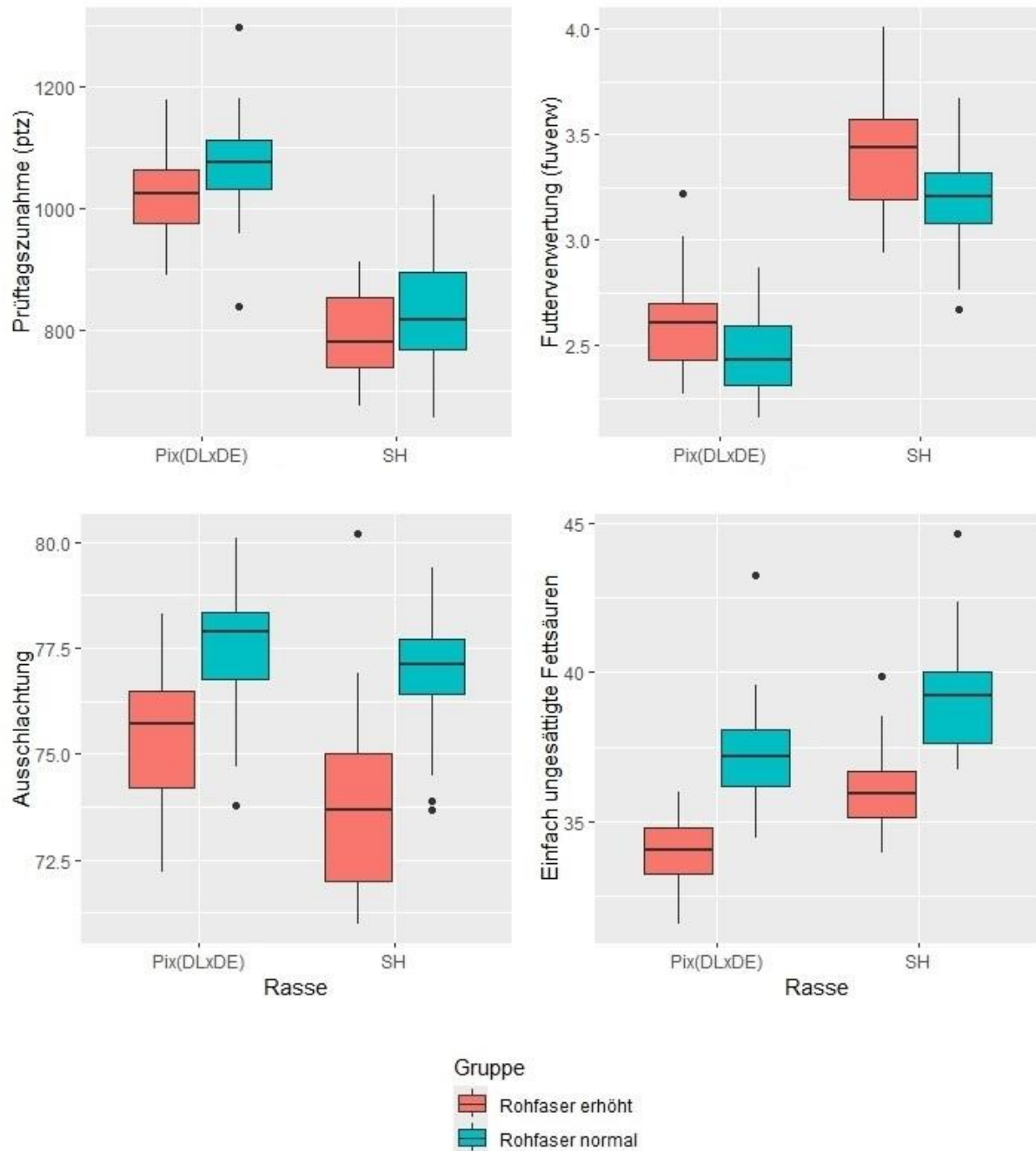


Abbildung 14: Boxplots der Versuchsergebnisse für 4 ausgewählte Merkmale.

Modellprüfung

Tabelle 11 zeigt, dass die Residuen der meisten Merkmale nach der Transformation normalverteilt waren ($P > 0,05$). Lediglich bei den Merkmalen Tropfsaftverlust ($P = 0,024$), Fleischhelligkeit ($P = 0,038$) und pH2-Schinken ($P = 0,008$) verblieben leichte Abweichungen von der Normalverteilung. Die Anzahl der identifizierten Ausreißer variierte zwischen null und zehn pro Merkmal, wobei das Fleisch-Fett-Verhältnis (10 Ausreißer) und der Fleischanteil im Bauch (7 Ausreißer) die höchsten Zahlen aufwiesen. Für keines der

untersuchten Merkmale wurde eine signifikante Interaktion zwischen Rasse und Fütterungsgruppe gefunden ($P > 0,05$).

Tabelle 11: P-Werte für die Tests auf Normalverteilung (>0.01 ist OK), für die Interaktion zwischen Rasse und Gruppe, für die Rasse und für die Fütterungsgruppe.

Merkmal	P-Werte				Ausreißer
	Normalverteilung	Interaktion	Rasse	Gruppe	Anzahl
ptz	0.550	0.404	0.000	0.094	0
ltz	0.178	0.489	0.000	0.167	1
nltz	0.069	0.616	0.000	0.026	0
fuverw	0.745	0.383	0.000	0.005	0
tgl. futtermenge	0.704	0.691	0.596	0.217	3
ausschlachtung	0.275	0.255	0.080	0.000	1
smw	0.114	0.204	0.002	0.000	3
skl	0.825	0.357	0.000	0.788	0
fabauch	0.160	0.313	0.000	0.033	7
mfabonn04	0.909	0.095	0.000	0.078	6
rspw	0.322	0.394	0.000	0.043	0
rspr	0.529	0.285	0.000	0.013	0
rspl	0.364	0.416	0.000	0.054	4
avgspeck	0.400	0.347	0.000	0.013	1
spmd	0.076	0.184	0.000	0.021	4
spmb	0.090	0.096	0.000	0.069	5
rmf	0.087	0.616	0.000	0.243	6
fevl	0.267	0.667	0.000	0.014	4
ffv	0.469	0.537	0.000	0.161	10
ph1_kotelett	0.773	0.576	0.057	0.054	3
ph1_schinken	0.490	0.846	0.058	0.156	1
ph2_kotelett	0.089	0.533	0.780	0.452	1
ph2_schinken	0.008	0.576	0.759	0.191	1
lf2_kotelett	0.339	0.522	0.000	0.848	4
lf2_schinken	0.303	0.306	0.786	0.085	2
tsv	0.024	0.177	0.065	0.047	2
imf	0.059	0.915	0.001	0.426	0
sfa	0.750	0.472	0.000	0.000	2
mufa	0.548	0.853	0.896	0.000	1
pufa	0.131	0.462	0.000	0.000	1
iodzahl	0.456	0.267	0.000	0.000	1
fleischhelligkeit	0.038	0.641	0.187	0.095	0
Dünndarm	0.113	0.071	0.002	0.302	2
Blinddarm	0.492	0.380	0.062	0.670	0
Colon	0.685	0.701	0.035	0.354	0

Rassenunterschiede

Die Rasse hatte auf viele der Merkmale einen hoch signifikanten Einfluss ($P < 0,001$). Die P-Werte der Tests sind in Tabelle 11 zu sehen. Die Kreuzungstiere zeigten höhere Prüftagszunahmen (1026-1096 g vs. 787-808 g) und eine bessere Futterverwertung (2,44-2,58 vs. 3,21-3,42). Der Magerfleischanteil lag bei den Kreuzungstieren mit 58,9-59,8% deutlich über dem der Schwäbisch-Hällischen Schweine mit 45,5-47,7%. Die Gruppenmittelwerte aller Merkmale sind in Tabelle 12 gezeigt.

Tabelle 12: Gruppenmittelwerte der verschiedenen Merkmale

	Hoher Rohfaseranteil		Normaler Rohfaseranteil	
	SH	Pix(DLxDE)	SH	Pix(DLxDE)
ptz	787	1026	808	1096
ltz	608	740	618	767
nltz	453	556	475	590
anzftage	108	84	105	82
fuverb	241	224	459	143
fuverw	3.42	2.58	3.21	2.44
Taegl_futtermenge	2.68	2.65	2.60	2.61
ausschlachtung	73.8	75.2	77.0	77.5
smw	85.1	89.2	90.5	93.1
skl	102.7	98.0	102.3	98.6
fabauch	47.2	59.0	45.4	57.8
mfabonn04	47.7	59.8	45.5	58.9
rspw	4.38	3.18	4.64	3.30
rspr	2.30	1.69	2.63	1.85
rspl	2.82	1.06	3.09	1.26
avgspeck	3.16	1.97	3.45	2.13
spmd	3.88	2.77	4.40	3.01
spmb	2.05	1.03	2.40	1.08
rmf	36.1	50.8	37.0	53.9
fevl	25.2	15.4	27.1	16.6
ffv	1.53	3.38	1.37	3.23
ph1_kotelett	6.41	6.46	6.43	6.52
ph1_schinken	6.56	6.62	6.60	6.66
ph2_kotelett	5.43	5.42	5.41	5.42
ph2_schinken	5.52	5.51	5.48	5.50
lf2_kotelett	2.80	3.50	2.82	3.39
lf2_schinken	3.38	3.33	3.65	3.35
tsv	1.07	1.39	1.59	1.69
imf	1.76	1.35	1.82	1.38
sfa	36.1	33.9	39.0	37.1
mufa	46.7	46.6	48.1	48.2
pufa	17.3	20.2	12.3	14.6
iodzahl	71.6	76.8	63.5	67.7
fleischhelligkeit	67.3	69.5	65.7	66.4
Dünndarm	20.9	22.1	20.7	23.4
Blinddarm	0.27	0.30	0.27	0.29
Colon	5.09	5.47	5.24	5.54

Fütterungseffekte

Die Fütterung beeinflusste vor allem die Fettsäurezusammensetzung und einige Schlachtkörpermerkmale signifikant (Tabelle 11). Der erhöhte Rohfaseranteil führte bei beiden Gruppen zu:

- Einer verringerten Ausschachtung ($P < 0,001$)
- Einem geringeren Schlachtkörpergewicht ($P < 0,001$)
- Einem veränderten Fettsäuremuster ($P < 0,001$)
- Einer höheren Iodzahl ($P < 0,001$)

Auch auf andere Merkmale hatte die Fütterung einen signifikanten Effekt. Die konkreten Mittelwerte aller Merkmale sind in Tabelle 12 dargestellt.

Diskussion

Überblick und methodische Aspekte

Die vorliegende Studie untersuchte die Unterschiede zwischen Schwäbisch-Hällischen Schweinen und Kreuzungstieren mit Pietrain als Vatterasse unter zwei verschiedenen Fütterungsregimen. Ein zentrales Ergebnis der statistischen Analyse war das Fehlen signifikanter Interaktionen zwischen Rasse und Fütterungsgruppe für alle untersuchten Merkmale. Dies bedeutet, dass beide genetische Herkünfte in ähnlicher Weise auf die Erhöhung des Rohfasergehalts in der Ration reagierten. Diese Erkenntnis ist von großer praktischer Bedeutung, da sie zeigt, dass Fütterungsstrategien zur CO₂-Reduktion bei beiden Genotypen gleichermaßen anwendbar sind.

Die statistische Auswertung erforderte für einige Merkmale Datentransformationen, um die Voraussetzungen des gemischten linearen Modells zu erfüllen. Trotz dieser Transformationen zeigten drei Merkmale (Tropfsaftverlust, Fleischhelligkeit und pH₂-Schinken) weiterhin leichte Abweichungen von der Normalverteilung. Diese Abweichungen sind jedoch im Kontext der hohen Anzahl untersuchter Merkmale als unkritisch zu bewerten. Die Anzahl der identifizierten Ausreißer variierte zwischen den Merkmalen, wobei besonders beim Fleisch-Fett-Verhältnis (10 Ausreißer) und beim Fleischanteil im Bauch (7 Ausreißer) eine höhere Anzahl an extremen Werten auftrat. Dies könnte auf die biologische Variabilität dieser Merkmale, auf messtechnische Herausforderungen oder auf die Merkmalsdefinition zurückzuführen sein.

Die Einbeziehung der zufälligen Effekte von Bucht, Durchgang, Vater und Mutter in das statistische Modell ermöglichte es, wichtige Umwelt- und genetische Einflüsse zu berücksichtigen. Dabei ist bemerkenswert, dass die Väter mit durchschnittlich 3,94 Nachkommen und die Mütter mit 2,36 Nachkommen in der Prüfung vertreten waren.

Bewertung des Versuchsdesigns

Ein bemerkenswerter Aspekt des Versuchsdesigns waren die unterschiedlichen Einstallgewichte und -alter der beiden genetischen Herkünfte. Die Kreuzungstiere waren bei der Einstellung mit durchschnittlich 76 Tagen und 32 kg signifikant jünger und schwerer als die Schwäbisch-Hällischen Schweine mit 82 Tagen und 29 kg. Diese Unterschiede wurden als rassetypisch eingestuft und nicht als Kovariablen in das Modell aufgenommen. Dennoch könnten sie einen Einfluss auf die späteren Leistungsunterschiede gehabt haben und sollten bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Die Verteilung der Tiere auf vier Buchten mit 5-14 Mastschweinen und die Durchführung des Versuchs in drei Durchgängen ermöglichte es, Umwelteffekte statistisch zu berücksichtigen. Buchteneffekte könnte es gegeben haben, weil die unterschiedliche Gruppengröße in den Buchten die sozialen Interaktionen und damit das Futteraufnahmeverhalten beeinflusst haben könnten.

Mastleistung und Futterverwertung

Die deutlich höheren Tageszunahmen der Kreuzungstiere (>1000g) im Vergleich zu den Schwäbisch-Hällischen Schweinen (ca. 800g) entsprechen den erwarteten Leistungsunterschieden zwischen modernen Fleischrassen und traditionellen Rassen. Diese Unterschiede spiegeln die divergierenden Zuchtziele und die unterschiedlichen Selektionsintensitäten wider: Während bei den Kreuzungstieren mit Pietrain als Vaterrasse die Optimierung der Mastleistung im Vordergrund stand, wurde bei den Schwäbisch-Hällischen Schweinen möglicherweise auf eine ausgewogene Kombination verschiedener Merkmale selektiert.

Die Futterverwertung zeigte mit 2,5 kg Futter pro kg Zuwachs bei den Kreuzungstieren gegenüber 3,3 kg bei den Schwäbisch-Hällischen Schweinen ebenfalls deutliche Unterschiede. Der erhöhte Rohfaseranteil in der Ration führte bei beiden Genotypen zu einer Verschlechterung der Futterverwertung, was durch die geringere Energiedichte des Futters zu erklären ist.

Schlachtkörperqualität

Die Schlachtkörperqualität unterschied sich erwartungsgemäß deutlich zwischen den Genotypen. Der Magerfleischanteil der Kreuzungstiere lag mit etwa 59% im oberen Bereich der Handelsklassen, während die Schwäbisch-Hällischen Schweine mit etwa 46% einen deutlich geringeren Magerfleischanteil aufwiesen. Diese Unterschiede manifestierten sich auch in allen anderen Schlachtkörpermerkmalen wie Rückenspeckdicke, Fleischfläche und Speckmaßen.

Die erhöhte Rohfasergabe führte bei beiden Genotypen zu einem leicht höheren Magerfleischanteil und einer geringeren Ausschachtung. Dies könnte auf den geringeren Energiegehalt der Ration zurückzuführen sein.

Fleischqualitätsparameter

Die Fleischqualität zeigte einige bemerkenswerte Unterschiede zwischen den Genotypen. Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) der Schwäbisch-Hällischen Schweine lag mit etwa 1,8% signifikant höher als bei den Kreuzungstieren (etwa 1,4%). Obwohl diese Werte für beide Genotypen deutlich unter dem für optimalen Genuss empfohlenen Bereich liegen, bestätigen sie die traditionelle Zuchtausrichtung der Schwäbisch-Hällischen Schweine auf bessere Fleischqualität.

Die pH-Werte unmittelbar nach der Schlachtung (pH1) und nach 24 Stunden (pH24) zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Genotypen. Die Werte lagen im physiologisch normalen Bereich, was auf eine gute Fleischqualität ohne Tendenz zu PSE- oder DFD-Fleisch bei beiden Genotypen hinweist.

Fettsäuremuster

Die Schwäbisch-Hällischen Schweine hatte deutlich höhere Anteile an einfach ungesättigter Fettsäuren und mehrfach ungesättigten Fettsäuren als die Kreuzungstiere. Die Fettsäurezusammensetzung wurde zudem signifikant durch die Fütterung beeinflusst, wobei beide Genotypen ähnlich reagierten. Die erhöhte Rohfasergabe führte zu einer deutlichen Verschiebung im Fettsäuremuster: Der Anteil einfach ungesättigter Fettsäuren (SFA) sank bei beiden Genotypen um etwa 3 Prozentpunkte und auch der Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren (mufa) sank um etwa 1,5 Prozentpunkte. Der Anteil vielfach ungesättigter Fettsäuren (pufa) stieg jedoch deutlich an - bei den Schwäbisch-Hällischen Schweinen von 12,3% auf 17,3% und bei den Kreuzungstieren von 14,6% auf 20,2%.

Anatomische Besonderheiten

Die systematisch erfassten Darmlängen zeigten interessante Unterschiede zwischen den Genotypen. Die Kreuzungstiere wiesen durchgängig längere Darmabschnitte auf. Besonders deutlich war der Unterschied beim Dünndarm, der bei den Kreuzungstieren im Durchschnitt etwa 2 Meter länger war. Diese anatomischen Unterschiede könnten mit der Zucht der Kreuzungstiere auf gute Futterverwertung in Zusammenhang stehen.

Die Darmlängen wurden durch die Fütterung nicht signifikant beeinflusst, was darauf hindeutet, dass es sich um genetisch fixierte Merkmale handelt. Dieses Ergebnis könnte für das Verständnis der Futterverwertungsunterschiede zwischen verschiedenen Schweinerassen wichtig sein. Weitere Untersuchungen sollten klären, ob die Darmlänge als mögliches Selektionsmerkmal für eine verbesserte Futterverwertung genutzt werden könnte.

Bedeutung für das Climate Fair Pork Projekt

Die Ergebnisse dieser Studie liefern wichtige Erkenntnisse für die klimafreundliche Schweinefleischerzeugung im Rahmen des Climate Fair Pork Projekts. Die schlechtere Futterverwertung der Schwäbisch-Hällischen Schweine (3,3 vs. 2,5 kg/kg) könnte zunächst als Nachteil für die CO₂-Bilanz erscheinen. Allerdings muss dies im Gesamtkontext des Produktionssystems bewertet werden. Die Nutzung der Rasse für extensive Haltungssysteme, könnte Vorteile für eine nachhaltige Produktion bieten, besonders wenn Nebenprodukten oder extensiv erzeugte Futtermittel eingesetzt werden.

Die Erhöhung des Rohfaseranteils in der Ration führte zwar zu einer Verschlechterung der Futterverwertung, könnte aber durch die Nutzung alternativer, klimafreundlicher Futterkomponenten dennoch zur Verbesserung der CO₂-Bilanz beitragen. Für die Beurteilung der CO₂-Bilanz im Rahmen des Projekts sollten diese Zusammenhänge berücksichtigt werden. Dabei muss die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet werden, von der Futtererzeugung über die Mastleistung bis hin zur Produktqualität.

Wirtschaftliche Aspekte

Die Wirtschaftlichkeit der Produktionssysteme wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Die bessere Mastleistung der Kreuzungstiere führt zu einer höheren Produktionseffizienz und potenziell niedrigeren Futterkosten pro kg Zuwachs. Die Schwäbisch-Hällischen Schweine könnten diese Nachteile durch höhere Erlöse aufgrund besserer Fleischqualität und der Vermarktung als traditionelle Rasse ausgleichen. Die Verwendung rohfasereicher Rationen könnte durch niedrigere Futterkosten wirtschaftlich interessant sein, allerdings müssen die

verlängerte Mastdauer und die möglichen Auswirkungen auf die Produktqualität berücksichtigt werden.

Limitationen der Studie

Die Studie weist einige methodische Limitationen auf, die bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen sind: Erstens bleibt es unklar, auf welche Unterschiede in der Futtermittelzusammensetzung die Gruppenunterschiede im Detail zurückzuführen sind und zweitens sind die Gruppenunterschiede eventuell nicht repräsentativ für die Gesamtpopulation, da alle schwäbisch-hällischen Schweine aus demselben Betrieb stammten.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Studie zeigt, dass sowohl die genetische Herkunft als auch die Fütterungsstrategie einen erheblichen Einfluss auf Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität haben. Das Fehlen von Interaktionen zwischen Genotyp und Fütterung deutet darauf hin, dass Fütterungsstrategien zur CO₂-Reduktion bei beiden genetischen Herkünften anwendbar sind.

Für zukünftige Untersuchungen wären folgende Aspekte von Interesse:

1. Detailliertere Analyse der Zusammenhänge zwischen Darmlänge und Futtermittelverwertung
2. Untersuchung weiterer Futterrationen und deren Einfluss auf die CO₂-Bilanz
3. Studien zur Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Produktionssysteme

Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial der Schwäbisch-Hällischen Schweine für Qualitätsfleischprogramme, zeigen aber auch die Herausforderungen bei der Entwicklung klimafreundlicher Produktionsverfahren auf. Für das Climate Fair Pork Projekt liefern sie wichtige Grundlagen für die Entwicklung von CO₂-Minimierungsstrategien.

2.3 Arbeitsgruppe „Wissenstransfer“

Einleitung

Das Arbeitspaket „Öffentlichkeitsarbeit & Wissenstransfer“ war ein wesentlicher Bestandteil des EIP-Agri-Projekts, das zum Ziel hatte, eine klimafreundliche Schweinefleischerzeugung entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu fördern. Im Fokus standen die Kommunikation der Projektergebnisse und die nachhaltige Wissensvermittlung an alle relevanten Akteure. Um eine breite Zielgruppe zu erreichen und den Austausch zwischen Forschung, Praxis und Öffentlichkeit zu stärken, wurden eine Vielzahl an Kommunikationsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt.

Konzept für die Verbreitung der Ergebnisse

Die Akademie für ökologische Land- und Ernährungswirtschaft Schloss Kirchberg ist als Mitglied der Operationellen Gruppe zuständig für den Wissenstransfer der Projektergebnisse in die interessierte Fachpraxis und in die interessierte Öffentlichkeit. Hierdurch kann dem Ziel der Antragsteller, mit dem Untersuchungsgegenstand und durch die spezifische Konstellation der Operationellen Gruppe ein Leuchtturmprojekt mit hohem Ausstrahlungs- und Adaptionegrad zu installieren, vollumfänglich nachgekommen werden.

In Anlehnung an das beantragte Projekt- und Forschungsdesign zur Erhebung und Optimierung der CO₂-Bilanz des Schwäbischen-Hällischen Qualitätsschweinefleisches entlang der gesamten Wertschöpfungskette hat die Akademie Schloss Kirchberg nachstehendes Konzept zur Verbreitung der Ergebnisse in die Praxis erarbeitet und umgesetzt. Die Verbreitung der Ergebnisse und des Wissens zielte auf maximale Breitenwirkung in die fachpraktische Land- und Lebensmittelwirtschaft sowie in die Verbraucherschaft.

Da das Projekt zur klimafreundlichen Schweinefleischerzeugung die gesamte Wertschöpfungskette untersucht, richtet sich das Weiterbildungskonzept für den Wissenstransfer und die Verbreitung der Ergebnisse an eine breite, zugleich der Tiefe und Umfänglichkeit der Wertschöpfungskette im Bereich Schweinefleischerzeugung entsprechende Zielgruppe. Die Akademie Schloss Kirchberg führte die begleitende Presse- und Medienarbeit für die Kommunikation und den Transfer der Projektergebnisse durch.

Konzept

I. Ausarbeitung und Erweiterung zum aktuellen Stand der Fachliteratur zur klimafreundlichen Schweinefleischproduktion in der Praxis und Transfer durch Veranstaltungen

II. Vorstellung der wissenschaftlichen und praxisrelevanten Ergebnisse zu klimafreundlichen Schweinefleischprodukten durch die Akademie Schloss Kirchberg bei einer Pressekonferenz zum Abschluss des Projekts.

III. Erarbeitung von Informations-, Lehr- und Schulungsmaterialien für Verbreitung der Ergebnisse für die Fachpraxis. Die wurde durch die Erstellung eines „Erklär-Film“ zum Projekt und klimafreundlicher Schweinehaltung/Schweinefleischproduktion erzielt.

IV. Durchführung verschiedener Veranstaltungen, um Informationen und Wissen aus Praxis und Forschung zu den Projektthemen zu vermitteln, Ergebnisse aus dem Projekts

vorzustellen und weitere daraus und darüber hinaus entstehende Handlungsempfehlungen/Maßnahmen zu diskutieren und voranzubringen, um die Wertschöpfungskette der Schweinefleischerzeugung vom Acker bis zum Teller in Blick auf Optimierung der CO₂-Emissionen hin zu einer klimafreundlichen Produktion zu verbessern.

EIP-Agri Website

Zu Beginn des Projekts wurde eine Projektseite unter:

www.besh.de/ueber-uns/eip-agri

erstellt, um transparent über das Projekt und dessen Fortschritte zu informieren. Die Website wurde auf der offiziellen Seite der Bäuerlichen Erzeugergemeinschaft Schwäbisch-Hall eingebunden, was eine direkte Verbindung zur Lead-Organisation herstellte und den Besuchern einen umfassenden Überblick über die Ziele, Problemstellungen und Mitglieder der Operationellen Gruppe gab. Zudem dient die Webseite als zentrale Informationsquelle, auf der alle Projektergebnisse und erarbeiteten Infomaterialien zugänglich sind. Dies gewährleistet eine kontinuierliche, öffentliche Verfügbarkeit der Projekthinhalte.

Pressearbeit und Medienarbeit

Im Rahmen der Pressearbeit wurden zahlreiche Pressemitteilungen verfasst, sowohl allgemeine als auch spezifische Ankündigungen zu den Veranstaltungen, um die Öffentlichkeit kontinuierlich über das Projekt zu informieren.

Während der gesamten Laufzeit des Projekts wurden mehrere Veröffentlichungen in verschiedenen Medien realisiert.

Zu den ersten Veröffentlichungen gehörte die Imagebroschüre zu Beginn des Projekts, die die wichtigsten Informationen zusammenfasste und sowohl potenziellen Projektpartnern als auch der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde. Zudem wurde ein Film, der über alle relevanten Bereiche des Projekts informiert hat gedreht und in den Gesamtzusammenhang vorstellt.

EIP-Agri Konferenz in Lissabon

Im Rahmen des Projekts wurde auch an der EIP-Agri-Konferenz in Lissabon teilgenommen, die eine Plattform für den Austausch von Wissen und Ergebnissen aus verschiedenen EIP-Agri-Projekten darstellt. Auf dieser internationalen Konferenz wurden die Ergebnisse des Projekts einem breiten Fachpublikum präsentiert, was zur Stärkung der europäischen Zusammenarbeit und zum Wissenstransfer auf internationaler Ebene beitrug.

Veranstaltungen im Rahmen des EIP-Agri-Projekts

Im Verlauf des EIP-Agri-Projekts wurden zahlreiche Veranstaltungen organisiert, um die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Forschung mit der Praxis zu verbinden und den Dialog zwischen allen relevanten Akteuren zu fördern. Diese Veranstaltungen fanden im Bio-Hotel Schloss Kirchberg/Jagst statt, was den Teilnehmern eine angenehme und produktive Atmosphäre bot.

Die Veranstaltungen richteten sich jeweils an Mitglieder der gesamten Wertschöpfungskette der Schweinefleischerzeugung vom Acker bis zum Teller und griffen die einzelnen Segmente

bzw. Schritte der Wertschöpfungskette, welche für die Bilanzierung und Optimierung der CO₂-Emissionen relevant sind, direkt auf.

Jede Veranstaltung umfasste Fachvorträge, Diskussionen zu den Realitäten, Herausforderungen und Optimierungsmöglichkeiten der Schweinefleischerzeugung unter dem Aspekt der Klimafreundlichkeit sowie zum methodischen Vorgehen der Ermittlung und zu den Ergebnissen des laufenden Projekts.

Kernziel der Wissenstransformation war die Transformation der Schweinehaltung – und Fleischerzeugung und Verarbeitung entlang der gesamten Wertschöpfungskette in Baden-Württemberg und darüber hinaus hin zu mehr Klimafreundlichkeit.

Themen der Workshops und Konferenzen:

1. Kick-off Konferenz

Vorstellung der Hintergründe und des geplanten Projektziels + Diskussion zum Projekt und den erwarteten Zielen (Bereiche Futtermittel + Transport, Tierhaltung (Haltungsformen, Genetik), Transport+ Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung

2. Workshop1: Schweinefachtag – Emissionsminderungspotential in der Schweinehaltung

21.11.2023

Der erste Workshop konzentrierte sich auf das Thema Emissionsminderungspotential in der Schweinehaltung. Experten aus der Landwirtschaft und Wissenschaft diskutierten praxisnahe Lösungen zur Reduzierung der Emissionen in der Schweinehaltung und vermittelten innovative Ansätze zur Umsetzung.

3. Workshop 2: Nachhaltig handeln, klug berichten: Praxisseminar zu den neuen EU-Richtlinien für Unternehmen-Nachhaltigkeitsberichterstattung und CO₂-Zertifikate ab 2024

22.02.2024

Dieser Workshop behandelte die aktuellen EU-Richtlinien und deren Implikationen für die landwirtschaftliche Praxis, insbesondere im Hinblick auf die Unternehmensnachhaltigkeitsberichterstattung und die Einführung von CO₂-Zertifikaten.

4. Mid-Term Konferenz

18.06.2024

Die Mid-Term Konferenz präsentierte den Zwischenstand des Projekts und bot eine Plattform für einen intensiven Austausch zu den bisherigen Ergebnissen. Der Fokus lag auf der klimafreundlichen Schweinefleischerzeugung und der Inwertsetzung von Projektergebnissen.

5. Workshop 3: Energieeffizienz in Verarbeitung / Vermarktung und Solarenergie auf den Betrieben (PV und Agri-PV)“

25.11.2024

Im dritten Workshop wurden die Themen Energieeffizienz und Solarenergie auf landwirtschaftlichen Betrieben thematisiert. Es wurden praxisorientierte Lösungen für die Verbesserung der Energieeffizienz in der Verarbeitung und Vermarktung von Schweinefleischprodukten diskutiert.

6. Workshop 4: CO₂-Bilanz Optimierung in der Schweinefleischproduktion

11.12.2024

Der vierte Workshop konzentrierte sich auf die Optimierung der CO₂-Bilanz in der Schweinefleischproduktion und beleuchtete die Bereiche Fütterung, Haltung und Züchtung.

7. Abschlusskonferenz

12.12.2024

Die Abschlusskonferenz bildete den Höhepunkt des Projekts und diente dazu, die gesammelten Erkenntnisse und Ergebnisse einem breiten Publikum vorzustellen. Vertreter landwirtschaftlicher Forschungsinstitute, Universitäten und Beratungsunternehmen nahmen teil, sowie Vertreter von Presse und des Fernsehens.

Fazit und Ausblick

Das Arbeitspaket Öffentlichkeitsarbeit & Wissenstransfer war ein entscheidender Bestandteil des EIP-Agri-Projekts und hat wesentlich dazu beigetragen, die Projektergebnisse einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Die verschiedenen Kommunikationsmaßnahmen, einschließlich der Website, der Pressearbeit und der Veranstaltungen, haben den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Praxis und der breiten Öffentlichkeit effektiv gefördert. Durch die enge Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren aus der Landwirtschaft und anderen Interessensgruppen wurde ein nachhaltiger Beitrag zur klimafreundlichen Schweinefleischerzeugung und zur Stärkung des Wissensaustauschs geleistet.

3 Ergebnisse der OPG in Bezug auf die weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OPG nach Abschluss des geförderten Projekts

Da schon vor Beginn des Projektes die OPG-Mitglieder entlang der gesamten Wertschöpfungskette im engen Austausch miteinander waren, wird dieser auch weiterhin bestehen bleiben. Das Thema wird die Branche weiterhin begleiten, wodurch ein ständiger Austausch zu dem Themenkomplex bestehen bleiben wird. Die BESH hat sich als Ziel gesetzt, ihre Produkte klimafreundlich herzustellen und ihre Vorreiterrolle in dem Bereich weiter auszubauen. Ebenfalls fokussiert das Unternehmen einen Transfer der errungenen Informationen an andere Erzeugergemeinschaften um langfristig kleinstrukturierte und regionale Vermarktungsstrukturen zu stärken.

Der Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall mit der Beratung von Gronbach Ökoprojekte plant derzeit gemeinsam mit der Stadt Schwäbisch Hall eine Biogasanlage, die unter anderem mit Reststoffen aus dem Schlachtprozess betrieben werden soll. Durch die zukünftige Verwertung der Schlachtnebenprodukte werden diese Stoffe energetisch verwertet, statt wie bisher verbrannt. Das EIP-Projekt diente als Anstoß innovative Ideen zu fokussieren und in Planung gehen.

Im Anschluss des Projektes ist ein wissenschaftlicher Artikel mit der Ergebnisdarstellung des Versuchs geplant, den die Verantwortlichen der Universität Hohenheim gemeinsam mit der ZVSH anstreben.

3.1 den besonderen Mehrwert des Formates einer OPG für die Durchführung des Projektes

Mit der Förderung der EIP-Projekte soll ein wesentlicher Beitrag zur wirtschaftlichen Stärkung, zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit im Agrarbereich geleistet werden. Durch die Umsetzung des Projektes ist es möglich, an zukünftige Anforderungen der Konsumenten entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu reagieren. Durch das zunehmende Interesse an klimafreundlichen Produkten von Verbraucherseite und der Nachhaltigkeit der gekauften Produkte kann zukünftig auf diese Fragen, unserer Produkte betreffend reagiert werden. Hierfür ist es unumgänglich jeden Produktionsschritt in der Fleischerzeugung zu beleuchten und die die aktuelle Produktion auf den Prüfstand zu stellen. Durch die Integration von Akteuren auf allen Bereichen der Produktion innerhalb der Wertschöpfungskette „Fleisch“ konnte dies überhaupt möglich gemacht werden.

Durch die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit ist es uns zukünftig möglich, Produkte der alten Nutztierasse, auf dem Markt zu stärken. Nur durch eine Etablierung auf dem Markt ist es langfristig möglich, eine bedrohte Rasse für Produzenten attraktiv zu erhalten. Grundsätzlich kann gezeigt werden, dass Verbraucher zum Kauf von Produkten alter Nutztierassen und zur Zahlung höherer Produktpreise bereit sind. Hierzu sind aber verkaufsfördernde Maßnahmen sowie unterstützende Kommunikation und eine angepasste Marketingstrategie zwingend erforderlich. Durch das Labeling mit dem Logo „Climate Fair“ erhalten die Produkte einen weiteren Wettbewerbsvorteil.



Abbildung 15: Vermarktungsetikett „Climate Fair“.

3.2 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Aufwendige Sondierung möglicher Berechnungstools

Zu Beginn des Projektes war davon ausgegangen worden, dass ein vorhandenes bzw. erprobtes Berechnungstool für die Treibhausgasbilanzierung zum Einsatz kommt. Daher wurden zunächst verschiedene Tools zur Klimabilanzierung untersucht. Trotz der umfangreichen Diskussion mit den Anbietern der Tools war es nicht möglich ausreichend Anpassungen vorzunehmen, um die Kennzahlen an die spezifische Fragestellung beim Vergleich verschiedener Produktionssysteme für Schweinefleisch anzupassen. Weder das Cool Farm Tool noch das World-Climate-Tool von Carbon Standards International, sowie das ACCT der Bodenseestiftung incl. der Teilnahme an einer Fortbildung führten zu keiner konkreten Zusammenarbeit. Letztlich hat die Vorlage des Landwirtschaftskammer Niedersachsen TEKLa (Treibhausgaskalkulator-Landwirtschaft auf der Grundlage des Berechnungsstandards Einzelbetriebliche Klimabilanz in der Landwirtschaft des KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft den meisten Nutzen ergeben.

Bodenanalysen mit Fernerkundung – Studie zu Bodenkohlenstoff

Die Ergebnisse der, mit einem relativ hohen Aufwand durchgeführten Bodenanalysen mit Hilfe von Scannern und Fernerkundungsdaten war im Vergleich zum renommierten und verifizierten Verfahren der Universität Hohenheim unbefriedigend. Einer der Faktoren waren die ungünstigen hohen Feuchtigkeitsgehalte der Böden. Dennoch konnten deutliche Unterschiede des Bodenkohlenstoffvorrats zwischen verschiedenen Produktionssystemen festgestellt werden, in weiter untersucht werden sollten.

3.3 Ergebnisse des Innovationsprozesses

a) Zielerreichung (wurde eine Innovation im Projekt generiert?)

Das Projektdesign fokussiert sich methodisch auf die Entwicklung eines "Best Practice" Modells, welches beispielhaft für eine klimafreundliche - CO₂-neutrale Schweinefleischerzeugung steht und dieses sodann als Leuchtturmprojekt in die Breite wirkt durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit sowie Bildungs- und Schulungs- und Beratungsangebote für die Zielgruppen landwirtschaftlicher Erzeuger bzw. Erzeugerorganisationen und Vermarkter sowie allen Akteuren entlang der Erzeugungs- und Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller.

So wird eine maximale Breitenwirkung auf Grundlage der Projektergebnisse erzielt für die breite Land- und Ernährungswirtschaft in Baden-Württemberg und bundesweit. Hieraus wird ein erheblicher Innovationsschub und Umsetzungsprozess der Projektergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis erwartet.

Wesentliche Projektergebnisse werden die CO₂ optimierte Produktion und damit klimafreundliche Erzeugung und Vermarktung von Schweinefleisch entlang der gesamten Wertschöpfungskette sein:

- Darstellung des CO₂-Fußabdrucks im Rahmen der Futtermittelerzeugung und -versorgung in der Schweinehaltung
- Evaluierung der genetischen Varianz bezüglich der Verdauung rohfaserreichen Grundfutters
- Wirkungen einer regional organisierten und operierenden Schweinefleischproduktion auf die CO₂-Bilanz entlang der gesamten Kette vom Futter über Haltung, Transporte, Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung
- Verbesserung der Vermarktungssituation von Schweinefleisch mittels Klimazertifizierung und Kennzeichnung von klimafreundlich bzw. CO₂ neutral erzeugtem Schweinefleisch
- Entwicklung und Verbreitung zukunftsfähiger Methoden im Bereich der Schweinefleischerzeugung als Entwicklungsschub für die heimische Landwirtschaft
- Verbesserung der Verbraucherakzeptanz für das wertige Lebensmittel Schweinefleisch durch klimafreundliche Weiterentwicklung der Produktionsweise und deren Kommunikation an die Endverbraucher
- Etablierung eines Tools zu Erfassung der Klimabilanzdaten von Landwirtschaftlichen Betrieben

b) Projektverlauf (ggf. mit Fotodokumentation)

Das Projekt hat sich in drei Arbeitsgruppen aufgeteilt. Jede Arbeitsgruppe hat seinen Teilbereich bearbeitet.

Bei der Arbeitsgruppe zur Datenerhebung wurden zuerst bei allen Betrieben, die in das Qualitätsschweinefleischprogramm liefern, eine Abfrage durchgeführt. Im Anschluss wurde für eine repräsentative Auswahl von Betrieben eine betriebliche Klimabilanz durchgeführt. Hierfür wurden Betriebsdaten erhoben und Bodenproben gezogen.



Abbildung 16: Technische Ausstattung (links) und Darstellung des Ziehens von Bodenproben (rechts) auf den landwirtschaftlichen Flächen.

Zeitgleich wurden Daten entlang der Wertschöpfungskette gezogen. Hierfür wurde am Schlachthof die entstehenden Emissionen erfasst und auf die entsprechenden Produktionsschritte angerechnet. Im Anschluss wurden die Daten des landwirtschaftlichen Sektors mit den anderen Teilbereichen entlang der festgelegten Systemgrenzen kombiniert.

Bei der Arbeitsgruppe Wissenstransfer hat sich das Team mit der Erstellung von interessanten Workshops beschäftigt.



Abbildung 17: Mid-Term Konferenz im Schloss Kirchberg

Der Versuchsablauf des Arbeitspakets Versuch wurde von der ZVSH organisiert und gemeinsam mit dem Landwirtschaftlichen Beratungsdienst SHA, Landwirten und der LSZ Boxberg geplant und umgesetzt.



Abbildung 18: Versuchsstall der LSZ Boxberg.

Die SH-Ferkel wurden für jeden der drei Durchgänge bei Betrieb Eberhardt GbR ausgesucht und mit 30 kg zu der LSZ Boxberg transportiert. Dort wurde der Mastversuch mit dem Team der LSZ Boxberg umgesetzt. Das Schlachthofteam der LSZ Boxberg hat die Schweine am Ende der Mast geschlachtet und die Schlachtparameter erfasst. Die Darmlängenmessung wurde von der ZVSH gemeinsam mit Mitarbeitern des Landwirtschaftlichen Beratungsdienst SHA durchgeführt. Im Anschluss fand eine Datenanalyse durch die Universität Hohenheim statt.



Abbildung 19: Futterautomat des Mastversuch der LSZ Boxberg

Am Ende wurden alle Ergebnisse aus den Arbeitsgruppen zusammengefasst, in der Abschlusskonferenz vorgestellt und in diesem Bericht finalisiert.

Im Nachgang des Projektes ist ein wissenschaftlicher Artikel angedacht um die Ergebnisse mit einer größeren Anzahl an Personen zu teilen.

c) Nebenergebnisse

Zu den wichtigsten Nebenergebnissen gehört die Eignung bzw. Nicht-Eignung bestimmter Tools zur Berechnung der spezifischen Fragestellung, Weder das ACCT der Bodenseestiftung, Cool Farm Tool, das Climate Farm Tool von Carbon Standard International waren nicht veränderbar und damit für die spezifische Fragestellung nicht geeignet. Letztlich gelang es mit dem TEKLa 2.0 der Landwirtschaftskammer Niedersachsen die Fragestellung in angemessener Genauigkeit zu bearbeiten.

3.4 Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen

Aufgrund der kurzen Projektlaufzeit war der Zeitplan sehr ambitioniert erstellt. Durch Gegebenheiten, die unvorhersehbar waren, kam es zu Verzögerungen des Ablaufs. Hierdurch kam es zu Verschiebungen des zeitlichen Ablaufs. So konnte der Versuch in Boxberg erst in der zweiten Jahreshälfte von 2024 realisiert werden. Ebenfalls verzögerte der Zeitplan des Arbeitspakets 1 und der damit verbundenen Datenerhebung, Methodenentwicklung und Validierung. Hierdurch ist es erst im Nachgang des Projektes möglich einen wissenschaftlichen Artikel und der Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zu finalisieren.

3.5 Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Zielen

Inhalt dieses EIP-AGRI Projekts war es den Produktionsprozess der gesamten Wertschöpfungskette in Bezug auf Klimarelevanz und Nachhaltigkeit auf den Prüfstand zu stellen, neu auszurichten und zu optimieren. Prozessoptimierung der Schweinefleischerzeugung durch Identifizierung von Einflussfaktoren auf die Emission der Produktion als Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels war hierbei ein Schwerpunkt dieses Projekts. Mit der Weiterentwicklung der Schweinefleischproduktion hin zu klimafreundlicher bis CO₂-neutraler Produktion wird ein Beitrag zur nachhaltigen Versorgung mit Lebensmitteln realisiert. Durch die nachhaltig und ressourcenschonende Fleischproduktion kann zukünftig mit geringeren Ressourceninput dergleichen Output generiert werden. Hierdurch kann die Fleischversorgung zukünftig gesichert werden. Im Rahmen des Projektes wurden die größten Einflussfaktoren der Emission identifiziert. Die errungenen Informationen können auf weitere Systeme länderübergreifend übertragen werden und zu einer allgemeinen Reduktion der Emissionen in der Schweinefleischproduktion beitragen.

Das Projekt fokussierte sich auf das Produkt Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.. Kernstück der Produktion ist die alte Rasse das Schwäbisch-Hällische Schwein. Das Projekt trägt zur Stärkung der wettbewerbsfähigen und hierdurch zum Erhalt von Biodiversität durch die Nutzung einer alten Nutzierrasse. Dies könnte zukünftig relevant sein um an mögliche Anpassung an den Klimawandel und deren Auswirkungen vorbereitet zu sein. Da auf die Eigenschaften der Rasse, wie hohe Resistenzen gegen Krankheiten und Umweltwirkung, ausgezeichnete Vitalität zurückgegriffen werden kann.

Im Rahmen des Projekts wurden Bewertungstool und Instrument getestet und entwickelt um Emissionen in Produktionssysteme zu erfassen. Der erste Schritt um die Wertschöpfungskette emissionsärmer und somit klimafreundlicher zu gestalten, ist es den Status quo mit funktionierenden Tools zu erfassen. Erst hierdurch ist es entlang des gesamten Produktionsprozesses möglich Einflussfaktoren zu identifizieren und Verbesserungspotentiale zu quantifizieren. Hierdurch ist es nun möglich klimafreundliche Schweinefleischerzeugung mit entsprechender Zertifizierung und Produktkennzeichnung (Climate Fair) den Konsumenten näherzubringen. Dies soll zukünftig das Bewusstsein für die Produktion beeinflussen.

Die Projektarbeit beinhaltet eine enge Kooperation mit der universitären Ebene sowie auf der Ebene von Lehr- und Versuchsanstalten. Die der aktuelle Forschungsstand und errungenen Ergebnisse wurden durch Workshops und Informationen in beispielsweise Newslettern direkt an die fokussierte Zielgruppe, wie beispielsweise landwirtschaftlichen Mitgliedsbetrieben der BESH, Akteure der Verarbeitung und Vermarktung, etc., weitergegeben.

3.6 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Durch das Projekt konnten die Emissionen der gesamten Wertschöpfungskette analysiert werden. Durch die Betriebsanalyse wurde den Betrieben eine Möglichkeit geschaffen eine Betriebsanalyse der CO₂-Emissionen aufgezeigt. Hierdurch war es möglich auf betriebsindividuelle Ebene Verbesserungspotentiale zu identifizieren und Lösungsansätze zu erstellen. Die gewonnenen Ergebnisse konnten direkt mit Betrieben geteilt und durch gezielte Beratung optimiert werden.

Es fand eine Bewertung von verschiedenen Tools zur CO₂-Bilanzierung von Betrieben statt. Es konnten Stärken und Schwächen von Tools analysiert werden und ebenfalls Grenzen der Erfassung. Es ist aufgefallen, dass derzeit auf dem Markt verfügbare Tools nicht in vollumfänglich ausreichen, um eine gesamte Betriebsanalyse zu ermöglichen. Zudem sind die Tools oftmals nicht ausreichend individuell anpassbar um an alle betriebliche Rahmenbedingungen angepasst zu werden. Da manche Tools sehr komplex sind, sind diese aktuell nicht für Praktiker zu handhaben, sondern benötigen eine intensive Einarbeitungszeit und ein Verständnis der gesamten Materie. Hier ist zukünftig weitere Arbeit notwendig um Zur Vermittlung des aktuellen Wissensstands und der gewonnenen Erkenntnisse wurden mehrere Workshops und Konferenzen abgehalten.

Die erhobenen Ergebnisse können auf andere Systeme der Fleischbranche übertragen werden. Die Datenerhebung und Analyse auf einzelbetrieblicher Ebene als auch der Versuch wurde nachvollziehbar für interessierte Personen dargestellt. Durch Einbezug der wissenschaftlichen Ebene und unbeteiligte Dritte im Projekt lässt sich zudem die Objektivität und Verifizierbarkeit der Ergebnisse sicherstellen. Durch die geleisteten Wissenstransferleistungen wurde und soll auch weiterhin die Weitergabe der Information geleistet werden. Hierdurch sichergestellt werden kann, dass die Ergebnisse in anderen Systemen Anklang finden können.

Zukünftig soll bei weiteren Mitgliedsbetrieben der BESH Daten erhoben werden. Ziel ist es hierbei eine größere Datengrundlage zu erhalten und belastbarere Ergebnisse im Bereich der tierischen Produktion zu erhalten. Durch die Vorarbeit innerhalb des Projektes wurden hierfür der Grundstein gesetzt.

3.7 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Da der Projektzeitraum verkürzt war, wurde zwar ein Großteil der Ergebnisse innerhalb der 1,5 Jahre generiert, allerdings werden sich die beteiligten Organisationen noch weiter mit der Fragestellung beschäftigen.

Ein Ziel ist es die Untersuchungen auf weitere Betriebe auszuweiten. Diese Informationen sollen auf betrieblicher Ebene genutzt werden, um Verbesserungspotentiale gemeinsam zu identifizieren und die Betriebe zukunftsfähig aufzustellen. Zudem sollen die Betriebsanalyse genutzt werden um Klimazertifikate auszustellen. Diese Zertifikate sollen zukünftig beispielsweise an Firmen verkauft werden, die aufgrund der CO₂-Emissionen, die im Produktionsprozess entstehen, in den Zertifikatehandel einsteigen.

Im gesamten Produktionsprozess wurden die CO₂-Emissionen in allen Bereichen erhoben. Somit ist es den Unternehmen möglich die Ausgangssituation zu beleuchten und alle Produktionsschritte kritisch hinterfragt. Anpassungen wurden vorgenommen und zukünftig soll der Fokus der Unternehmensgruppe unter anderem auf der Emissionsminderung liegen. Der Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall mit der Beratung von Gronbach Ökoprojekte plant derzeit gemeinsam mit der Stadt Schwäbisch Hall eine Biogasanlage, die unter anderem mit Reststoffen aus dem Schlachtprozess betrieben werden soll. Durch die zukünftige Verwertung der Schlachtnebenprodukte werden diese Stoffe energetisch verwertet, anstatt wie bisher verbrannt. Durch das EIP-Projekt konnten solche Ideen fokussiert und in Planung gehen.

Durch den Versuch in Boxberg konnten Daten für die alte und bedrohte Rasse das Schwäbisch-Hällische Schwein erhoben werden. Diese Erkenntnisse sollen genutzt werden um diese in die Zuchtwertschätzung mit aufzunehmen. Ziel ist es, höchste Genesuseigenschaften, Vitalität der Rasse mit klimafreundlicheren Eigenschaften und Produktionsbedingungen zu kombinieren. Durch den Aufbau nachhaltiger Wertschöpfungsketten unter Nutzung einer heimischen Schweinerasse, soll es zukünftig den Verbrauchern möglich sein, Fleisch mit gutem Gewissen zu genießen. Zudem sollen die

gewonnenen Informationen in einer Publikation und einem Bericht in einer Fachzeitschrift an Interessengruppen weitergegeben werden und somit zu einer Breitenwirkung führen.

3.8 Kommunikations- und Disseminationskonzept

Ein wichtiges Instrument für die Weitergabe von Informationen innerhalb der OPG waren regelmäßige Treffen, Videokonferenzen und Telefonate.

Durch Erstellung von Flyern und Werbematerialien konnte über anstehende Veranstaltungen informiert werden. Die Materialien wurden über Newsletter oder Auslage vor Ort bei den verschiedenen OPG-Mitgliedern verteilt. Zudem sorgten Pressemitteilungen in der regionalen Presse für die Information weiterer Interessengruppen.

Mittels Workshops, die von der Akademie Schloss Kirchberg organisiert wurden, konnten aktuelle und neue Erkenntnisse an entsprechende Zielgruppen weitergegeben werden.

Folgende Wege wurden zur Verbreitung der Erkenntnisse genutzt, um über das Projekt zu informieren:

1. Workshop:

- Schweinefachtag – Emissionsminderungspotential in der Schweinehaltung
- „Nachhaltig handeln, klug berichten: Praxisseminar zu den neuen EU-Richtlinien für Unternehmens-Nachhaltigkeitsberichterstattung und CO2-Zertifikate ab 2024“
- Energieeffizienz in Verarbeitung / Vermarktung und Solarenergie auf den Betrieben (PV und Agri-PV)“
- Mid-Term Konferenz „Hin zu klimafreundlicher Schweinefleischerzeugung entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller – aktuelle Ergebnisse, Inwertsetzung & Kennzeichnung“
- Abschlusskonferenz

2. Artikel:

- Hohenloher Zeitung 14.09.2023 "Bäuerliche Erzeugergemeinschaft gewinnt Forschungsprojekt"
- Hohenloher Zeitung 5.11.2024 „Wie kann Schweinezucht klimaschonender werden“

3. Sendungen:

- SWR 18.06.2024 11 Uhr „Hohenlohe:Schweinefleisch geht auch klimafreundlich“
- SWR 12.12.2024 14 Uhr „Climate-Fair – Label zeigt: So wird Schweinefleisch klimafreundlich

Über das gesamte Jahr 2024 wurden mehrere Videodreh in Kooperation mit der Krüger Filmcrew zum Projekt realisiert. Hierbei besuchte das Kamerteam einen landwirtschaftlichen Betrieb, interviewte verschiedene Partner der OPG zum Projekt und stellte dieses vollumfänglich vor. Einzusehen ist der Kurzfilm unter:

<https://www.youtube.com/watch?v=j-MOU9RXtpc>

Die finalen Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Paper zu den Abschlussergebnissen stehen derzeit noch aus.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwäbisch-Hällische Mastschweine auf der Weide.....	3
Abbildung 2: Logo Schwäbisch Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.....	3
Abbildung 3: EU-Kennzeichnung "geschützte geografische Angabe" (g.g.A., engl. PGI)..	4
Abbildung 4: Testat der Verifizierung der THG-Emissionen	16
Abbildung 5: Übersichtskarte zu den Beprobungspunten; Quelle: Agrimaco	19
Abbildung 6: Probenahmen und Soilcare-Scanner	20
Abbildung 7: Wiegen der Proben direct nach der Probenahme	20
Abbildung 8: Trocknung, wiegen, zerkleinern und Analyse der Proben an der Universität Hohenheim; Quelle: eigene Bilder	21
Abbildung 9: Aufbereitung der Flächendaten – LF und beprobte Flächen (orangene Linien)	25
Abbildung 10: Darstellung des Bodenkohlenstoffvorrats als Raster	26
Abbildung 11: Verfahrensschema einer Vergärungsanlage für feste und flüssige Abfälle nach FITEC-Technologie	32
Abbildung 12: Beispiel einer Vergärungsanlage für feste und flüssige Abfälle nach FITEC- Technologie	32
Abbildung 13: Endmastfutter: links Versuchsration, rechts Kontrollration.....	37
Abbildung 14: Boxplots der Versuchsergebnisse für 4 ausgewählte Merkmale.....	42
Abbildung 15: Vermarktungsetikette „Climate Fair“	54
Abbildung 16: Technische Ausstattung (links) und Darstellung des Ziehens von Bodenproben (rechts) auf den landwirtschaftlichen Flächen.	56
Abbildung 17: Mid-Term Konferenz im Schloss Kirchberg.....	56
Abbildung 18: Versuchsstall der LSZ Boxberg.	57
Abbildung 19: Futterautomat des Mastversuch der LSZ Boxberg.....	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorrat an Bodenkohlenstoff ohne und mit der Korrektur des Bodenhorizonts nach dem Equivalent Soil Mass Approach (ESM-Ansatz)	27
Tabelle 2: CO ₂ -Emissionen durch Dieserverbrauch für den Transport mit LKWs	30
Tabelle 3: Energieverbrauch in der BESH – Schwäbisch-Hall in den Jahren 2018-2023 ...	30
Tabelle 4: Energieverbrauch im Jahr 2023 und CO ₂ -Emissionen	30
Tabelle 5: Energieverbrauch BESH 2023, THG-Emissionen und Einsparpotenziale durch „NUR BESH“ bzw. „BESH + weitere Substrate“	33
Tabelle 6: Energieverbrauch BESH 2023, Kosten und Einsparpotenziale	34
Tabelle 7: Zusammensetzung Vormastfutter	36
Tabelle 8: Zusammensetzung Endmastfutter	37
Tabelle 9: Anzahl Tiere je Prüfgruppe, die die Prüfung regulär beendet haben.	38
Tabelle 10: Übersicht über die gemessenen Merkmale.....	39
Tabelle 11: P-Werte für die Tests auf Normalverteilung (>0.01 ist OK), für die Interaktion zwischen Rasse und Gruppe, für die Rasse und für die Fütterungsgruppe.	43
Tabelle 12: Gruppenmittelwerte der verschiedenen Merkmale	44

Quellen

Brinton, W., Basso, B., Millar, N., Covey, K., Bettigo, C., Jagadamma, S., & Loeffler, F. (2025). An interlaboratory comparison of soil organic carbon analysis on a farm with four agricultural management systems. *Agronomy Journal*, 117(1), e270018.

Kok, M., Sarjant, S., Verweij, S., Vaessen, S. F., & Ros, G. H. (2024). On-site soil analysis: A novel approach combining NIR spectroscopy, remote sensing and deep learning. *Geoderma*, 446, 116903.

Minasny, B., & McBratney, A. B. (2006). A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. *Computers & geosciences*, 32(9), 1378-1388.

Sarjant, S. & Tomczyk, B. (2022). The expression of AgroCares Scanner Accuracy in measurement, AgroCares experiment report, technical document.

Van Der Voort, T. S., Verweij, S., Fujita, Y., & Ros, G. H. (2023). Enabling soil carbon farming: Presentation of a robust, affordable, and scalable method for soil carbon baseline assessment. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(1), 22. 7.

Anhang 1 Methodische Auseinandersetzung mit Klima-Berechnungstools

zum Bericht der OPG „Climate Fair Pork“ Ergebnisse der Klimabilanzierung

für das Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.



Schwäbisch-Hällisches
Qualitätsschweinefleisch g.g.A.

Impressum:

Diese Studie wurde durch die Operationale Gruppe „Climate Fair Pork“ im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit (EIP-AGRI) in Auftrag gegeben.

Klimafreundliche Schweinefleischerzeugung entlang der Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller

Empfehlung für das Zitieren:

Wehinger T., B. Freyer und B. Issac (2024): OPG „Climate Fair Pork“ Ergebnisse der Klimabilanzierung für das Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.. Anhang 1 Methodische Auseinandersetzung mit Klima-Berechnungstools.

Autoren:

Thomas Wehinger

Prof. Dr. Bernhard Freyer

Bobby Issac

Copyrights: Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.

1 Zusammenfassung

Anhang 1 des BKI-Berichts befasst sich mit Klimabilanzierungswerkzeugen in der Landwirtschaft, insbesondere für die Schweinehaltung. Die Studie analysiert den aktuellen Stand klimarelevanter Gase in der Landwirtschaft und bewertet Vor- und Nachteile verschiedener Klimarechner.

Ein Schwerpunkt liegt auf der Bewertung der Methode BEK/TEKLa. Dabei werden Mängel in der Transparenz, der Berücksichtigung von Nebenernteprodukten und Zwischenfrüchten sowie die Verwendung vieler Annahmen diskutiert und Vorschläge zur Verbesserung vorgestellt, welche im Rahmen des Vorhabens direkt umgesetzt wurden. Auch die Ergebnisdarstellung und die starke Abhängigkeit von der Beratung werden als problematisch angesehen.

Die Studie fasst Ergebnisse verschiedener Studien zu CO₂-Äquivalenten in der Mastschweinehaltung zusammen. Ein zentraler Faktor für die Klimabilanz ist die Herkunft und Zusammensetzung des Futtermittels. Die eigenen Projektergebnisse bestätigen dies und unterstreichen die Bedeutung des Verzichts auf den Einsatz von Tropensoja als Futtermittel.

Das Fazit des Anhangs fasst methodische Probleme zusammen, darunter die Algorithmen, die Humusberechnung und die Berücksichtigung von Düngung. Es werden die Potentiale des ökologischen Landbaus im systemischen Kontext und hinsichtlich seiner Produktivität diskutiert. Dabei wird argumentiert, dass der Ökolandbau sein Ertragspotenzial noch nicht ausgeschöpft hat.

2 Hintergrund Landwirtschaft klimarelevante Gase - global und Deutschland¹

Landwirtschaft ist maßgeblicher Treiber des Klimawandels, insbesondere was CH₄ und N₂O anbetrifft (Ellinghausen & Wiggering, 2023).

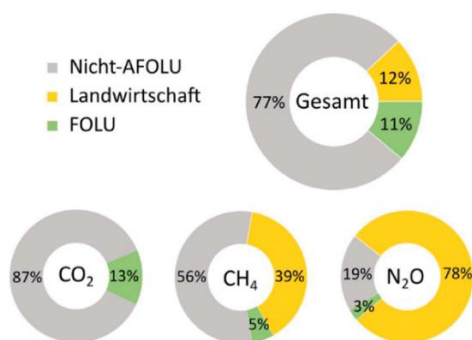


Abb. 1: Übersicht zu den Anteilen der Landwirtschaft sowie der Forstwirtschaft und anderer Landnutzung (FOLU) an den globalen Netto-Treibhausgasemissionen im Verhältnis zu allen anderen anthropogenen Emissionen (Nicht-AFOLU) als Mittelwert für den Zeitraum 2007-2016 (Daten aus IPCC, 2019a).

Abbildung 1: Globale Nettotreibhausgasemissionen

¹ Zusammengefasst, leicht verändert und ergänzt, aus (Ellinghausen & Wiggering, 2023).

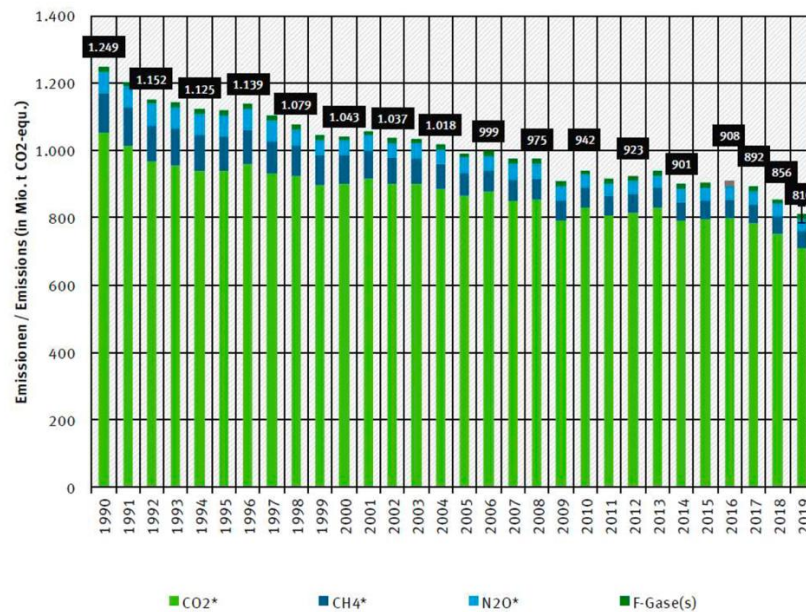


Abb. 2: Vom NIR berichtete Treibhausgasemissionen in Deutschland von 1990 bis 2019 (exkl. LULUCF) mit den Anteilen von Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und fluorierter Treibhausgase (F-Gase), angegeben in CO₂-Äquivalenten (UMWELTBUNDESAMT, 2021).

Abbildung 2: Treibhausgasemissionen in Deutschland 1990-2019

Dem Landwirtschaftssektor werden 7,8 % (61,8 Mt CO_{2eq} in 2019) der deutschen Gesamtemissionen (inkl. LULUCF) zugeschrieben (Umweltbundesamt, 2021). Die landwirtschaftlichen Emissionen sind dem NIR zufolge um 19,2 % von 1990 bis 2019 gesunken, wobei die bei weitem größte Reduktion in den frühen 90er Jahren beobachtet werden konnte (UMWELTBUNDESAMT, 2021). Diese Entwicklung ging einher mit einer drastischen Abnahme im Viehbestand der neuen Bundesländer nach der deutschen Wiedervereinigung. Nach diesen strukturbedingten Veränderungen sanken die Emissionen von 1995 bis 2019 nur noch um insgesamt 6,3 % – im Mittel also jährlich um 0,26 % (UMWELTBUNDESAMT, 2021). Daraus lässt sich ableiten, dass in diesem Zeitraum nur wenige Innovationen zur THG-Reduktion in der Praxis Fuss gefasst haben.

Landwirtschaftliche Emissionen lassen sich grob untergliedern in Emissionen, die in der Tierhaltung, im Düngemanagement, durch die Land- bzw. Bodennutzung sowie den Einsatz von Betriebsmitteln entstehen. Die Tierhaltung ist dabei letztlich Hauptverursacher sowohl der CH₄- als auch bedingt der N₂O-Emissionen in Deutschland. Die größte Quelle für N₂O stellen in Deutschland allerdings landwirtschaftlich genutzte Böden dar. CO₂-Emissionen selbst entstehen vor allem in der Landnutzung.

In der pflanzlichen Produktion trug der ökologische Landbau zu Reduktionen über den Verzicht an synthetisch hergestellten Stickstoffdüngern. Inwieweit auch im tierischen Bereich dies der Fall ist, war Gegenstand dieser empirischen Studie. Dabei lag der Fokus auf der Schweinemast inkl. der Ferkelerzeugung der Rasse der Schwäbisch-Hällischen (SH) Schweine im Vergleich zu.

3 Untersuchungsrahmen und Methoden

Entsprechend den projektspezifischen Vorgaben, bestanden folgende Zielsetzungen, welche aufgrund von Erkenntnissen während der Projektbearbeitung ergänzt wurden:

1. Bedeutung von Klimarechnern: Die Vor- und Nachteile von Klimarechnern identifizieren und über die Erfahrungen im Projekt bewerten
2. Bewertung der Methode: Die Vor- und Nachteile des angewendeten BEK/ TEKLa mit einem ähnlichen Projekt vergleichend bewerten

Aus einschlägiger Literatur wurden folgende Kritikpunkte am Berechnungstool TEKLa entnommen, die im Folgenden vertieft diskutiert werden:

- I. Wie praxistauglich ist die Klimabilanzierung mit TEKLa?
- II. Welche Emissionsquellen, vor allem im Pflanzenbau, werden von TEKLa abgedeckt? Und welche nicht?
- III. Was kann der Landwirt aus den Ergebnissen der Klimabilanz ziehen und wo stößt TEKLa an seine Grenzen?
- IV. Inwiefern ist TEKLa ein hilfreiches Tool für die Klimaschutzberatung?

4 Ergebnisse

4.1 Vor- und Nachteile von Klimarechnern

Klimarechnern kommen unterschiedliche Aufgaben zu, die sich als Vor- bzw. Nachteile bezeichnen lassen.² Nach einer allgemeinen Bewertung, erfolgt eine Projekt Spezifische über die dort mit der Anwendung von BEK/ TEKLa gemachten Erfahrungen.

Tabelle 1: Vorteile und Nachteile von Klimarechnern in der Landwirtschaft

Aufgaben	Allgemein	Projekt spezifisch
	Vorteile	
Bewusstseinsbildung	Landwirte können ihre betrieblichen Emissionen von Treibhausgasen (z. B. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) besser verstehen.	Landwirte haben z. T. erstmal einen Einblick erhalten über die Klimarelevanz ihrer Maßnahmen.
	Die Sensibilisierung für klimafreundliche Praktiken und Optimierungsmöglichkeiten wird unterstützt.	Ihr Verständnis für klimarelevante Maßnahmen hat deutlich zugenommen.
Optimierung von Prozessen	Identifizierung von Schwachstellen in der Produktion, wie z. B. übermäßiger Energieverbrauch oder ineffiziente Düngemittelnutzung.	Landwirte haben die Schwachstellen erkannt.
	Möglichkeit, Maßnahmen zu entwickeln, um Emissionen zu reduzieren und Ressourcen effizienter zu nutzen.	Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Emissionsreduktion wurden besprochen.

² An dieser Stelle soll nicht auf Besonderheiten unterschiedlicher Verfahren eingegangen wird.

Förderung nachhaltiger Landwirtschaft	Unterstützung bei der Umstellung auf nachhaltigere Anbaumethoden, wie den Einsatz von organischen Düngemitteln oder optimierte Fruchtfolgen.	Landwirte wurden in ihren Praktiken bestätigt oder aber identifizierten Bereiche, in denen sie optimieren können.
Förderungsanträge und Zertifizierungen	Daten aus Klimarechnern können für Zertifizierungen (z. B. Bio-Standards) oder Förderanträge genutzt werden.	Landwirte wissen um die Optionen erfolgreich Förderanträge zu stellen und Zertifizierungen (z. B. für Bio-Produktion) erhalten, was ihre Marktposition stärkt.
Wettbewerbsvorteile	Klimafreundliche Landwirtschaft kann vermarktet werden, was besonders bei umweltbewussten Konsumenten von Vorteil ist.	Landwirte wurden inspiriert klimafreundliche Produktion zu vermarkten und ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt zu erhöhen.
	Nachteile	
Komplexität der Modelle	Klimarechner basieren oft auf vereinfachten Annahmen, die die komplexe Realität eines landwirtschaftlichen Betriebs nicht vollständig abbilden.	Unsicherheiten bei den Modellberechnungen führen zu einem gewissen Grad an Ungenauigkeit bei den Ergebnissen, insbesondere bei der Komplexität von Mischbetrieben.
	Unsicherheiten bei der Datengrundlage und Modellierung können die Ergebnisse verfälschen.	Ungenauere Datenerfassung und mangelnde Anpassung der Modelle an lokale Gegebenheiten führen zu verzerrten Ergebnissen und erschweren die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen.
Datenaufwand	Landwirte müssen detaillierte betriebliche Daten (z. B. zu Energieverbrauch, Tierhaltung, Anbaumethoden) bereitstellen, was zeitaufwendig und technisch anspruchsvoll sein kann.	Landwirte benötigen Unterstützung beim Sammeln und Verarbeiten der erforderlichen Daten, da der Prozess viel Zeit und technisches Wissen erfordert.
Kosten	Einige Klimarechner sind kostenpflichtig oder erfordern kostenpflichtige Beratungsdienste.	Die Implementierung von Klimarechnern und die Beratung kosten zusätzliche Ressourcen und finanzielle Mittel, die für einige Landwirte schwer zu tragen sind. Für eine Fortsetzung und ein upscaling bedarf es entsprechender Strukturen.
	Die Umsetzung empfohlener Maßnahmen kann ebenfalls mit hohen Investitionen verbunden sein.	Investitionen in neue Technologien und Infrastruktur, die durch die Klimarechner empfohlen werden, können für Landwirte eine finanzielle Herausforderung darstellen. Auch überbetriebliche Lösungen wären eine Option.
Mangel an Kontextanpassung	Viele Methoden sind nicht auf die regionalen Bedingungen (z. B. Klima, Bodentyp, lokale Praktiken) abgestimmt und können von daher nur ungenaue Ergebnisse liefern.	Die fehlende regionale Anpassung der Klimarechner erschwert die Anwendbarkeit der Ergebnisse, da lokale Gegebenheiten nicht ausreichend berücksichtigt wurden.

Fehlende Anreize	Ohne politische Unterstützung (z. B. Subventionen oder Förderprogramme) fehlt Landwirten oft die Motivation, die ermittelten Maßnahmen umzusetzen.	Mangelnde staatliche Unterstützung führt dazu, dass die Landwirte die notwendigen Anpassungen und Investitionen in nachhaltige Technologien nicht unmittelbar umsetzen werden, auch wenn Lösungen identifiziert wurden.
-------------------------	--	---

4.2 Klimarechner im Vergleich

Sollen Klimabilanzen errechnet werden, so ist zunächst die Entscheidung zu treffen, welche Methode was leistet und sich für die Erreichung einer bestimmten Zielsetzung eignet. Tabelle liefert einen vereinfachten Überblick über Methoden zur Berechnung von Klimabilanzierungen. Generell kann festgehalten werden, dass bei allen Methoden noch Entwicklungsbedarf besteht.

Für das BEK/ TEKLa spricht insbesondere, dass betriebliche Daten unmittelbar verwendet werden können und das Tool bereits in verschiedenen Projekten eingesetzt wurde und sich bewährt hatte.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile verschiedener Klimabilanzierungsmethoden und deren Relevanz für die Mastschweinehaltung

Methoden	Vorteile	Nachteile	Eignung für die Mastschweinehaltung
Lebenszyklusanalyse (LCA)	Betrachtet den gesamten Lebenszyklus (von Futtermittelanbau bis zur Vermarktung).	Sehr datenintensiv und zeitaufwendig.	Hilft, alle Emissionsquellen in der Mastschweinehaltung zu identifizieren.
	Umfassende Bewertung aller Emissionsquellen.	Erfordert umfassende Kenntnisse und spezialisierte Software.	Ermöglicht präzise Maßnahmenplanung (z. B. bei Futter und Gülle-Management).
			Besonders relevant für zertifizierte, nachhaltige Fleischproduktion.
Kohlenstoff-Fußabdruck (Carbon Footprint)	Einfachere Methodik als LCA.	Betrachtet oft nur direkte Emissionen (z. B. Tierhaltung), weniger umfassend als LCA.	Praktisch für eine grobe Bewertung von CO ₂ -Emissionen in der Mastschweinehaltung.
	Fokus auf CO ₂ -Äquivalente (CO ₂ e) ermöglicht schnelle Einschätzung.	Nicht alle Treibhausgase oder Lebenszyklusphasen einbezogen.	Gut geeignet für Vergleiche zwischen Betrieben oder Produkten.
Modellbasierte Tools	Schnelle und vereinfachte Berechnung mit spezialisierter Software (z. B. Cool Farm Tool).	Basieren auf vereinfachten Annahmen, die nicht immer den Betriebskontext genau widerspiegeln.	Ideal für Landwirte mit begrenzten Ressourcen.
	Benutzerfreundlich, wenig Fachwissen nötig.	Datenlücken können Ergebnisse verfälschen.	Schnell anwendbar für erste Einschätzungen in

			der Mastschweinehaltung.
Standards für THG-Berichterstattung (z. B. ISO 14064)	Wissenschaftlich fundierte Methodik.	Aufwendig und komplex, erfordert oft externe Beratung.	Besonders relevant für Betriebe, die eine Zertifizierung oder Berichterstattung benötigen.
	Standardisierte Verfahren ermöglichen Vergleichbarkeit.		Geeignet für größere Mastbetriebe, die sich an internationalen Standards orientieren.
Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK)	Speziell auf landwirtschaftliche Betriebe zugeschnitten.	Fehlende Transparenz, was die Algorithmen anbetrifft (siehe auch oben)	Kann gut für die Mastschweinehaltung eingesetzt werden.
	Verwendet aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse.	Fokus auf Deutschland, begrenzte Übertragbarkeit auf internationale Märkte. Humusbilanzierung problematisch.	Bietet eine standardisierte Grundlage für den Vergleich von Betrieben und die Identifikation von Einsparpotenzialen.
	Berücksichtigt deutsche Agrarstrukturen und betriebliche Daten.	Für Variantenberechnungen weniger geeignet.	

Manche Methoden erlauben eine Differenzierung zwischen gesamtbetrieblicher und Produkt spezifischer Bewertung, mit den jeweils entsprechenden Vor- und Nachteilen (Tabelle).

Tabelle 3: Betriebs- und Produkt basierte Bewertung und Relevanz für die Mastschweinehaltung

Bezug	Vorteile	Nachteile	Relevanz für die Mastschweinehaltung
Betriebsbasierte Bilanzierung	Fokus auf den landwirtschaftlichen Betrieb als Einheit.	Weniger umfassend, da vorgelagerte Prozesse (z. B. Futterproduktion) oft nicht berücksichtigt werden.	Besonders nützlich für die Bewertung von Stall- und Gülle-Management.
	Direkter Bezug zu den betrieblichen Prozessen und Managementpraktiken.		Unterstützt Entscheidungen zu betriebsinternen Optimierungen.
Produktbasierte Bilanzierung	Ermittelt Emissionen pro Einheit Produkt (z. B. pro kg Schweinefleisch).	Datenanforderungen können hoch sein.	Relevanz in der Mastschweinehaltung für Produktvergleiche (z. B. Bio- vs. konventionelle Haltung).
	Gut für Vergleich von Produkten oder Produktionsmethoden.	Schwierig, externe Faktoren wie Markt- oder Transportemissionen einzubeziehen.	Hilfreich für Marketingzwecke (klimafreundliche Produkte).

4.3 Allgemeine und spezifische Bewertung der Anwendung von BEK/ TEKLa

In den folgenden Abschnitten werden Aussagen zur Qualität der Methode BEK/ TEKLa aus der Studie von (Ellinghausen & Wiggering, 2023) entnommen und ein Vergleich mit den aus dem Projekt vorliegenden Erfahrungen vorgenommen. Beide Projekte haben die BEK/ TEKLa eingesetzt, wobei das Vergleichsprojekt gesamtbetrieblich bewertet hat, das vorliegende Projekt dagegen den Betriebszweig Mastschweinehaltung. Das jeweilige Thema ist in Fettschrift hervorgehoben.

4.3.1 Transparenz

Der Klimarechner muss aufgrund **mangelnder Transparenz** hinterfragt werden. Die mangelnde Transparenz von TEKLa hat zu einer kritischen Hinterfragung der Berechnungen und des Tools selbst geführt. Aufkommende Fragen in Gesprächen mit Landwirt und Berater konnten häufig aufgrund der fehlenden Einsicht in die Berechnungen hinter der Bilanzierung nicht beantwortet werden. Auch dem Berater als Anwender des Tools fehlten viele Informationen und vor allem Einblicke in die Berechnungen, um diese detailliert erklären zu können. Durch diese Intransparenz ist auch die Zuordnung von Treibhausgasemissionen und deren Quellen erschwert, was letztlich dem Landwirt die gewünschten Steuerungsmöglichkeiten zukünftiger Produktionsweisen verwehrt.

⇒ Projekt: Nicht relevant – da nachvollziehbar

4.3.2 Nebenernteprodukte

Bei TEKLa wird die Tatsache, ob **Nebenernteprodukte** wie Stroh auf dem Feld verbleiben oder abgefahren werden, um zum Beispiel in der Tierhaltung oder als Rohstoff zu dienen, nicht berücksichtigt. Über eine fruchtartspezifische Strohmenge wird eine potentielle CO₂-Bindung durch Humusaufbau für die Nebenernteprodukte berechnet, die dem Hauptprodukt gutgeschrieben wird, unabhängig davon ob überhaupt ein Eintrag des organischen Materials auf der Fläche stattfindet oder nicht. In einer alten Version des Tools wurde hingegen abgefragt, zu welchem Anteil das Stroh abgefahren wird.

⇒ Projekt: Es ist davon auszugehen, dass die Veränderungen der Emissionen durch die Abfuhr bzw. das Belassen des Strohs auf dem Feld sehr gering sind und im Besonderen bei dem hier dargelegten Vergleich von Bewirtschaftungssystemen nur eine geringe Bedeutung hat.

4.3.3 Gutschriften durch den Anbau von Zwischenfrüchten

Daneben werden bei TEKLa **Gutschriften durch den Anbau von Zwischenfrüchten** und durch Brachen berechnet, die dem Hauptprodukt zu Gute kommen. Diese anrechenbaren Gutschriften werden im BEK nicht behandelt. Gründüngungszwischenfrüchte und auch brachliegende Flächen werden bei TEKLa zunächst als separate Kulturen bilanziert. Die Fragenkataloge weichen hierbei jedoch deutlich von denen der Hauptkulturen ab. Das berechnete Potential zur CO₂-Bindung der Zwischenfrüchte und der Brachen wird letztlich den Hauptfrüchten (exkl. Grünland) anteilig gutgeschrieben, sodass deren CO₂-Fußabdruck verringert werden kann.

⇒ Projekt: Das es sich bei der hier vorliegenden Studie um eine Betriebszweigabrechnung und nicht um eine Gesamtbetriebliche Bilanz handelt wurde auf die Bewertung von Zwischenfrüchten verzichtet. Dies mag zu einer geringfügigen Unterschätzung der positiven Auswirkung des Zwischenfrucht- und des Leguminosenanbaus führen. Dieser könnte in Zukunft durch einen höheren Humusgehalt – der durch Bodenanalysen nachgewiesen wurde berücksichtigt werden. Durch Bodenanalysen soll im Rahmen des Projektes genau dieser Sachverhalt untersucht werden.

4.3.4 Annahmen in der Bilanzierung

Anstelle von konkreten Betriebs- oder Messdaten vom Feld verwendet TEKLa viele **Annahmen in der Bilanzierung**. So wurden Betriebsdaten zu verwendeten Phosphat-, Kalium-, Kalk- und Saatgutmengen, die zu großen Teilen sogar bereits dokumentiert vorlagen, nicht in die Berechnungen integriert, sondern durch Annahmen oder über den Ertrag geschätzte Mengen ersetzt. Auch der Bilanzierungsansatz für die Nebenernteprodukte beruht auf der Annahme, dass diese der Humusreproduktion im Boden zur Verfügung stehen. Dies wird Außenstehenden, auch dem Landwirt, erst gegenwärtig, wenn Einblicke in die Berechnungshintergründe gegeben werden. Entsprechend ist hier als Ergebnis des begleitenden Prozesses festzuhalten, dass der Landwirt, der das Tool anwendet, dezidiert aufgeklärt werden muss, wie die Berechnungsergebnisse zustande gekommen sind.

⇒ Projekt: Viele der oben genannten Parameter wurden mit Hilfe der Deckungsbeitragsrechnungen der LEL und geringfügige Anpassungen wesentlich verbessert. So wurde der Dieserverbrauch, der Pflanzenschutzaufwand, der Düngeaufwand bilanziert und in das TEKLa-Tool übernommen.

4.3.5 Ergebnisdarstellung

Die **Ergebnisdarstellung** ist nicht zufriedenstellend. Die Darstellung der Ergebnisse von TEKLa verursachte bei erster Betrachtung zunächst mehr Fragen als Aufklärung. Dabei gaben die zur Veranschaulichung der Ergebnisse dargestellten Diagramme allein optisch den Anschein miteinander vergleichbar zu sein, wobei sich die Bezüge, Einheiten und Skalen unterscheiden (vgl. Abb. 6b). Insgesamt scheint es so, als ob die Ergebnisse möglichst einfach und kompakt dargestellt werden sollten, worunter jedoch die Lesbarkeit und Aussagekraft stark leidet.

⇒ Projekt: Wurde verändert und der Fragestellung angepasst.

4.3.6 Vergleich von und zu Betrieben

Der **Vergleich von und zu Betrieben** ist unbefriedigend. Die Bilanzierung der Emissionen als CO₂-Fußabdruck je Produkt soll einen Vergleich unter Betrieben ermöglichen. Dafür werden die Ergebnisse und Betriebsdaten immer neben Vergleichsdaten angegeben. Diese Vergleichsdaten stammen, nach Angabe des Beraters, aus Daten der LWK Niedersachsen und stellen Durchschnittswerte aus Erhebungen aus Niedersachsen dar. Ein geeigneter Vergleichsdatensatz aus Schleswig-Holstein oder für eingegrenzte Regionen steht nicht zur Verfügung. Eine Vergleichbarkeit zu anderen Betrieben ist damit nur bedingt möglich. Zur

Lösung dieses Problems wurde für den Partnerbetrieb beschlossen, die Vergleichswerte für die Auswertung mit dem eigenen 3-Jahres-Durchschnitt zu ersetzen und damit eine eigene Referenz zu schaffen, um die Betriebsentwicklung über den zeitlichen Verlauf ins Verhältnis setzen zu können.

⇒ Projekt: Das ist der wichtigste Teil der Studie. Das TEKLa-Tool wurde dazu entsprechend angepasst.

4.3.7 Gesamtbetrieblicher Ergebnisbericht

Der Berater / Projektbetreuer liefert einen **zusätzlichen gesamtbetrieblichen Ergebnisbericht**.

⇒ Projekt: nicht relevant

Mit der Anwendung des Klimarechners konnten konkrete Handlungsoptionen nicht durchgespielt werden.

⇒ Projekt: nicht relevant

4.3.8 Auswertung ist stark abhängig vom Berater

Die **Auswertung ist stark abhängig vom Berater**. Da sowohl die Berechnung als auch die Interpretation der Daten nicht vom Landwirt selbst, sondern vom Berater durchgeführt wurde, ist die Auswertung der Klimabilanzierung stark abhängig vom Berater. Durch die wissenschaftliche Begleitung hat sich gezeigt, dass Ungenauigkeiten in der Datenverarbeitung, mangelhafte Anpassungen von Parametern oder auch teils die Vernachlässigung von Informationen große Unterschiede in den Endergebnissen mit sich bringen können. Da im Tool häufig Erklärungen fehlen, ist eine einheitliche Anwendung durch verschiedene Dienstleister nicht unbedingt gegeben. Insgesamt zeigte sich, dass ein hohes Maß an Transparenz des Klimarechners sowohl für den Berater als auch den Landwirt wichtig ist, diese aber hier große Mängel aufweist.

⇒ Projekt: dieser Sachverhalt ist hier nicht relevant

4.4 Berechnungen

4.4.1 Studien zu CO₂equivalenten der Mastschweinehaltung

Insgesamt wurden sieben Studien für die Einordnung der Ergebnisse der hier vorliegenden Studie ausgewertet. Für jede Studie wurde neben den extrahierten Informationen (Tabelle 5) eine kurze Interpretation ergänzt. In den Publikationen (Bava, Zucali, Sandrucci, & Tamburini, 2017; Ndue & Pál, 2022; Zira, Rydhmer, Ivarsson, Hoffmann, & Rööös, 2021) werden Forschungsergebnisse weiterer Untersuchungen zusammengefasst.

⇒ **Studie 1 (LCA)(Hietala et al., 2024):** Fokus ist eine systemische Betrachtung der Umweltwirkungen (Klima, Wasserknappheit) durch den Produktionszyklus. Hauptquellen von Klimaauswirkungen und Wasserverbrauch waren die Futterproduktion und die Nutzung von Soja.

⇒ **Studie 2 (GHE)(Philippe & Nicks, 2015):** In dieser Studie wurden spezifische Emissionen (CO₂, CH₄, N₂O), mit Fokus auf organischem Düngermanagement und

Fütterung untersucht. Häufige Mistentfernung und Anpassungen in den Haltungsbedingungen haben großes Potenzial zur Emissionsminderung.

- ⇒ **Studie 3 (LCA)(Reckmann & Krieter, 2015):** Die **deutsche Schweineproduktion** wurde hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen analysiert. Mithilfe eines detaillierten Modells konnte gezeigt werden, dass biologische Parameter (z. B. Fruchtbarkeit der Sauen und Futtereffizienz) die Umweltwirkungen maßgeblich beeinflussen. Die Optimierung dieser Parameter hat das Potenzial, Umweltbelastungen signifikant zu reduzieren.
- ⇒ **Studie 4 (Carbon foot print)(Stødkilde et al., 2023):** Die Ergebnisse zeigen, dass lokale Proteinquellen wie **Ackerbohnen und Rapskuchen** eine ähnliche Futterverwertung (FCR) wie importierte Proteine gewährleisten, jedoch signifikant niedrigere Treibhausgasemissionen verursachen. Die Kombination aus Fava-Bohnen und Rapskuchen (Gruppe 3) hat den geringsten Carbon Footprint, insbesondere bei Einbezug indirekter Landnutzungsänderungen (iLUC) und direkter Landnutzungsänderungen (dLUC).
- ⇒ **Studie 5 (TEKLa und Feedprint)(Tabeling, Von und Zur Mühlen, & Renken, 2023):** Die Studie belegt, dass die Impfung gegen *Lawsonia intracellularis* nicht nur die Gesundheit und Leistung von Mastschweinen verbessert, sondern auch einen messbaren Beitrag zur Reduktion der THG-Emissionen leisten kann. Besonders durch die Optimierung der Futterverwertungseffizienz (FVW) konnten Emissionen um bis zu 6,23 % gesenkt werden. Unterschiede zwischen den eingesetzten Berechnungsmodellen (TEKLa und Feedprint) zeigen jedoch die Notwendigkeit, die Standardisierung der THG-Berechnungen weiterzuentwickeln.
- ⇒ **Studie 6 (LCA)(Ndue & Pál, 2022):** Die Studie zeigt, dass Bio-Schweineproduktion in vielen Umweltindikatoren höhere Belastungen aufweist als konventionelle Systeme. Die Hauptverursacher von Umweltwirkungen sind die Futterproduktion und das Gülle-Management, die zusammen über 90 % der Effekte ausmachen. Effiziente konventionelle Systeme verursachen weniger Umweltbelastungen und benötigen weniger Land pro kg Schwein. Innovative Technologien und optimierte Prozesse könnten jedoch in beiden Systemen zu signifikanten Verbesserungen führen. Die konventionellen und Label Rouge (Outdoor) Systeme verursachen die geringsten CO₂-Emissionen. Bio-Systeme weisen signifikant höhere Werte auf, insbesondere aufgrund von Landnutzung und Wasserverbrauch.
- ⇒ **Studie 7 (LCA)(Hörtenhuber, 2021):** Die Studie zeigt, dass die Herkunft und Art der Futtermittel einen wesentlichen Einfluss auf die Treibhausgasemissionen haben. Die Nutzung von **regionalen Futtermitteln** (z. B. DONAU SOJA) reduziert die CO₂-Bilanz erheblich im Vergleich zu Übersee-Soja. Gleichzeitig unterstreicht die **BIO-Variante** das Potenzial lokal orientierter, nachhaltiger Systeme, auch wenn deren Emissionen leicht über den konventionellen Varianten mit regionalem Soja liegen.

Tabelle 4: Klimabilanzen von Mastschweinen unterschiedlicher Untersuchungen und Methoden

Methode	Versuchsvarianten	Ergebnisse (kg CO ₂ -Äq. / kg Schweinefleisch)	Bewertung
Studie 1: LCA (Hietala et al., 2024)	PEFCR-Leitlinien		Gute Vergleichbarkeit durch standardisierte Methodik
	Einschluss von Landnutzungsänderungen	Wasserknappheit: 0,69 m ³ -Äq. pro kg	Regenerative Landwirtschaft unzureichend abgebildet
	- Fokus auf Klima- und Wasserknappheitsauswirkungen	3,6	Futterproduktion trägt 43% zu Klimaauswirkungen bei
		41% der Wasserknappheitswirkung aus Futtermittelproduktion	Fokus auf ressourceneffiziente heimische Futtermittelproduktion
	3% der Klimaauswirkungen aus Landnutzungsänderungen	Reduktion des Sojaeinsatzes und Nutzung organischer Böden	
Studie 2: GHG-Emissionen (Philippe & Nicks, 2015)	Berechnung von CO ₂ und CH ₄ basierend auf Körpergewicht und Ballaststoffgehalt	4,87 pro kg Schlachtkörper	Entmistungssysteme und organische Düngermanagement entscheidend für Emissionsminderung
	Vergleich verschiedener Entmistungssysteme	Fettmastphase: 70% der Emissionen	Fütterung hat limitierte Auswirkungen
		CO ₂ : 81%, CH ₄ : 17%, N ₂ O: 2%	
	Fest- vs. Flüssigmistsysteme	CH ₄ stark von Ballaststoffgehalt beeinflusst	Gute Managementpraktiken reduzieren Emissionsintensität
Fütterung mit ballaststoffreichem Futter	Häufige Gülleentfernung reduziert CO ₂ -, CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen	Widersprüchliche Ergebnisse bei Fütterungsstrategien	
Studie 3: LCA Deutsche Schweineproduktion (Reckmann & Krieter, 2015)	Deterministisches Modell mit Fokus auf:		
	1. Biologische Leistung	Eutrophierung: 23,3 g PO ₄ -Äq.	
	2. Fütterung	Versauerung: 57,1 g SO ₂ -Äq.	
	3. Ressourcenverbrauch		
	4. Emissionen	3,22 kg CO ₂ -Äq./kg Schwein	Futterverwertung, Fruchtbarkeit und Schlachtkörperqualität haben signifikanten Einfluss; Verbesserungen reduzieren Umweltauswirkungen um bis zu 4,7 %
	Varianz in Leistung: Fruchtbarkeit der Sauen, Futterverwertung Tageszunahme und Fleischanteil	Hohe Umweltwirkungen bei geringer Futterverwertungseffizienz und reduzierter Fertilität der Sauen	Ansatz bietet differenzierte Einblicke in Stellschrauben der Produktion Optimierungspotenziale im Stallmanagement
Studie 4: Substitution importierter Proteine (iLUC und dLUC) (Stødkilde et al., 2023)	Drei Futtermittelvarianten (Gruppen):		Lokale Proteinquellen können importierte Proteine ohne Leistungseinbußen ersetzen
	1. Importiertes Protein (Soja, Sonnenblumenextraktionsschrot)	2,27 Inkl. Boden-C: 2,43	Carbon food print (CF) der Bioregime geringer, aber mit höherem Futterverbrauch
	2. Biorefiniertes Green Protein + Ackerbohnen	2,07 Inkl. Boden-C: 2,20	

	3. Ackerbohnen + Rapskuchen(preisgünstig)	2,05 Inkl. Boden-C: 2,19	
	Details zum CF (iLUC und dLUC):	Reduktion durch lokale Proteinquellen:	Einsatz lokal produzierter Proteinquellen senkt den CF signifikant
	Gruppe 1: 3,02 kg CO ₂ /kg LW	iLUC: Gruppe 2 & 3 um 0,09–0,38	Weitergehende Studien erforderlich, insbesondere für biorefiniertes Green Protein
	Gruppe 2: 2,26 kg CO ₂ /kg LW	dLUC: Reduktion um 0,50–0,53	
	Gruppe 3: 2,27 kg CO ₂ /kg LW	FCR: Beste Werte in Gruppe 3 (2,47)	
Studie 5: Impfung gegen <i>Lawsonia intracellularis</i> (TEKLa; Feedprint)(Tabeling et al., 2023)	Impfung mit Porcilis®Lawsonia (intramuskulär) vs. Porcilis®Lawsonia ID (intradermal)	CO ₂ -Emissionen ohne Impfung: 2,928 kg CO ₂ -Äq./kg LM	Impfung reduziert den CO ₂ -Fußabdruck signifikant, bis zu -6,23% in den besten Betrieben
	Berechnung der THG-Emissionen mit TEKLa und Feedprint-Modellen	CO ₂ -Emissionen mit Impfung: 2,853 kg CO ₂ -Äq./kg LM	Reduktion durch verbesserte Futtermittelverwertung (FVW) und reduzierte Antibiotikabehandlungen
		Differenz: 74,7 g CO ₂ -Äq./kg LM (-2,5%)	
	Emissionen: Futter (53–58%), Ferkelerzeugung (28%), Dung (22%), Energieverbrauch (2,7%)	TEKLa-Modell: Verbesserung der FVW um -0,27 senkt CO ₂ -Fußabdruck um 182 g CO ₂ -Äq./kg LM (6,23%)	Starke Abhängigkeit der CO ₂ -Bilanz von Futtermittelverwertung und eingesetzten Modellen
		Feedprint-Modell: Reduktion 42,9 g CO ₂ -Äq./kg LM	Nachweis der Bedeutung von Impfmanagement für die Emissionsminderung
Studie 6: Vergleich von Bio- und konventionellen Schweineproduktion (OpenLCA)(Ndue & Pál, 2022)	LCA-Analyse mit OpenLCA, basierend auf AGRIBALYSE® 3.0-Daten	Konventionell: 2,46	Bio-Systeme doppelte Umweltwirkungen (Landnutzung, Wasserverbrauch, Versauerung, Ökotoxizität)
	Bio- vs. konventionelle Produktionssysteme	Bio: 4,27	Haupt-Hotspots: Futterproduktion, Gülle-Management (>90%)
		Label Rouge (Outdoor): 2,41	Hohes Verbesserungspotenzial durch technologische Innovationen in Gülle-Management und Futtermittelproduktion
		Label Rouge (Run-Systeme): 3,34	Nachhaltigkeit erfordert Systemdenken
	Bewertung von 11 Indikatoren (siehe (Huijbregts et al., 2017))	Konventionelle Systeme: geringer Landverbrauch pro kg Schwein	
Verbesserungen durch reduzierte Input-Nutzung und technologisches Potenzial			
Studie 7: Vergleich von Bio- und konventioneller Schweineproduktion (LCA) (Hörtenhuber, 2021)	1. Schwäbisch-Hällisch BIO	2,39 ± 0,27	Ökologische Produktion mit überwiegend regionalen/hofeigenen Futtermitteln; niedrigste THG-Emissionen durch reduzierte Transporte und Landnutzungsänderungen.

	2. Schwäbisch-Hällisch mit DONAU SOJA / EUROPE SOYA	3,25 ± 0,49	Einsatz von zertifiziertem europäischem Soja führt zu 31 % niedrigeren Emissionen als bei Übersee-Soja; jedoch höher als bei BIO-Produktion.
	3. Konventionelle Standardproduktion mit Übersee-Soja	4,71 ± 0,83	Höchste Emissionen durch lange Transportwege und Landnutzungsänderungen (z. B. Abholzung für Sojaproduktion in Übersee).

Konsens besteht darin, dass der bestimmende Faktor für die CO₂equivalente, die Herkunft und Zusammensetzung der Futtermittel darstellt. Dies ist auch der entscheidende Faktor zur Differenzierung verschiedener Produktionsmethoden. Weitere damit verbundene Faktoren sind die Futtermittelverwertung, welche insbesondere bei Weidegang niedriger sein kann. Dieser ist jedoch auch bei den Ökoschweinen bislang eine Ausnahme und vor allem bei Muttersauenhaltung relevant, was über die CO₂eq. der Ferkel zum Ausdruck kommt. Auch das Management der organischen Dünger ist von erheblicher Relevanz, was aber nicht Produktionsmethoden spezifisch darstellbar ist. Impfmaßnahmen können einen Beitrag leisten, da darüber das Leistungsniveau gehalten werden kann.

Bis auf eine Studie, wird die Vorzüglichkeit der ökologischen Mastschweinehaltung als klimaentlastende Maßnahme bestätigt. In der Studie von (Ndue & Pál, 2022) wird ein ca. dreimalig höherer Flächenbedarf für die Bioschweinemast berechnet, wobei das doppelte maximal aus der Praxis berichtet wird (Annahme: Konv.: 280 kg Futter / 100 kg LG; Ertrag 6t/ha; Bio.: 330 kg Futter / 100kg LG; Ertrag 4t/ha). Auch beim Wasserverbrauch wurde in etwa die doppelte Menge angenommen, was auf die Weidehaltung zurückgeführt wird. Nicht bewertet wurde die bei der Weidehaltung geringeren CO₂eq. im Vergleich zur Stallhaltung. Auch überrascht, dass defacto alle Umweltindikatoren in der ökologischen Produktion negativer ausfallen als für die konventionelle Produktion. In derselben Studie wurden Werte für den konventionellen Landbau aus anderen Studien erfasst. Danach variieren die Werte zwischen 2,251 und 7,1 kg CO₂eq. / kg Fleisch (Espagnol & Demartini, 2014; Zira et al., 2021).

4.4.2 Projektergebnisse: Vergleich von CO₂eq. verschiedener Produktionssysteme

Bestätigt über verschiedene Untersuchung ist, dass die **Herkunft der Futtermittel** und die **Pflanzenart** maßgeblich die CO₂ Bilanz prägt. Dies gilt auch für das vorliegende Projekt. Hier spielt der Ökolandbau seine Vorteile aus. Eine erste Orientierung bezgl. der Wirkung einzelner Praktiken in der Mastschweinehaltung liefern die Erkenntnisse aus anderen Studien (siehe Kapitel 4.3).

Ein positiver Einfluss geht von der **Weidehaltung** im Vergleich zur Stallhaltung aus. Weidehaltung kommt auch in den Ökobetrieben eher selten vor, und wenn, dann vorrangig für die Muttersauen. Weide wird für die Haltung der BESH Zuchtsauen zwar empfohlen, jedoch nur in einzelnen Betrieben bislang umgesetzt. Während sich Haltungsverfahren zwischen den Anbaumethoden unterscheiden können, ist das **Management tierischer Dünger** und der **Energieverbrauch** kaum Anbaumethoden spezifisch. Unterschiede sind eher auf betriebsindividuelle Besonderheiten zurückzuführen. Im Falle des **Transportes** lässt

sich festhalten, dass Biobetriebe eher ab Hof oder regional vermarkten. Verallgemeinern lässt sich dies nicht in jedem Fall.

Tabelle 5: Klimabilanzierung in der Mastschweinehaltung inklusive Ferkelerzeugung und Bioschweinehaltung mit Weidehaltung: Emissionsquellen und Reduktionspotenziale

Bereich	Hauptemissionen	Beschreibung	Reduktionspotenziale bei Bioschweinen inkl. Weidehaltung
Futterproduktion	- CO₂-Emissionen: Energieverbrauch bei Herstellung, Transport und Verarbeitung von Futtermitteln.	- Futtermittelanbau trägt erheblich zur Klimabilanz bei.	- Regionale Futterherkunft: Förderung regionaler Futtermittel (z. B. heimische Eiweißquellen wie Ackerbohnen oder Lupinen) reduziert Transportemissionen.
	- N₂O-Emissionen: Aus landwirtschaftlichen Böden durch den Einsatz von Stickstoffdüngern.	- Sojafuttermittel aus Übersee haben durch Anbau (z. B. Entwaldung) und Transport hohe Emissionen.	- Verzicht auf Soja aus Übersee: Vermeidung von Entwaldung.
		- Regionales Futter ist oft weniger verfügbar.	
Ferkelerzeugung	- CH₄-Emissionen: Gärprozesse im Darm der Zuchtsauen (gering im Vergleich zu Rindern).	- Zuchtsauen produzieren über den Lebenszyklus hinweg Emissionen, die den CO ₂ -Fußabdruck der Mastschweinehaltung erhöhen.	- Verbesserte Tiergesundheit und Langlebigkeit: Weniger Zuchttiere durch längere Nutzungsdauer reduziert die Gesamtemissionen.
	- N₂O-Emissionen: Stickstoffverluste aus Ausscheidungen.	- Die Haltung der Ferkel bis zur Mastfähigkeit benötigt zusätzliche Ressourcen (Futter, Energie, Platz).	- Weidehaltung: Weniger Energiebedarf für Stalltechnik.
Tierhaltung	- CH₄-Emissionen: Gärprozesse im Darm (geringer bei Schweinen als bei Wiederkäuern).	- Methanemissionen aus der Schweinehaltung sind geringer als bei Rindern.	- Weidehaltung reduziert Stall-Emissionen: Kot und Urin werden direkt auf der Weide ausgebracht, was zu einer gleichmäßigeren Verteilung und weniger Lachgasverlusten führt.
	- N₂O-Emissionen: Ausscheidungen im Kot und Urin.	- Stickstoffhaltige Ausscheidungen setzen Lachgas frei, vor allem durch unsachgemäße Lagerung oder Ausbringung.	
Management tierischer Dünger	- CH₄- und N₂O-Emissionen: Anaerobe Zersetzung von Gülle und Mist während Lagerung und Ausbringung.	- Lagerbedingungen wie Temperatur und Sauerstoffverfügbarkeit beeinflussen die Emissionshöhe.	- Optimierung der organischen Düngerlagerung.
		- Unkontrollierte Ausbringung erhöht Lachgasverluste.	- Kompostierung: Aerobe Lagerung von Mist verringert Methanemissionen.

Energieverbrauch	- CO₂-Emissionen: Energiebedarf für Stalltechnik wie Heizung, Belüftung, Beleuchtung.	- Der Betrieb von Stallanlagen ist energieintensiv und verursacht indirekt Emissionen, abhängig vom Strommix.	- Weniger Einsatz von Heizungen und Lüftungen.
			- Erneuerbare Energiequellen: Solar- oder Windenergieversorgung für Bioställe.
Transport	- CO₂-Emissionen: Durch den Transport von Futtermitteln, Tieren und Endprodukten.	- Transportstrecken und eingesetzte Transportmittel haben Einfluss auf die Emissionen.	- Direktvermarktung: Regionale Vermarktung von Bioschweineprodukten minimiert Transporte.
		- Regionale Futterproduktion und kurze Lieferketten können CO ₂ -Emissionen reduzieren.	- Verzicht auf importierte Futtermittel: Reduktion der Transport- und Produktionsemissionen.

5 Fazit

5.1 Zusammenfassung methodischer Erkenntnisse

Im Folgenden werden die in den vorausgehenden Kapiteln identifizierten methodischen Probleme zusammengefasst, ergänzt und deren Relevanz für eine Optimierung von BEK/TEKLa erläutert. Auch hier werden wieder die Erkenntnisse aus der Untersuchung von (Ellinghausen & Wiggering, 2023) als Referenz herangezogen.

5.1.1 Algorithmen

Ohne Offenlegung der Algorithmen erschwert diese LCA Methode die Bewertung der Klimarelevanz landwirtschaftlicher Maßnahmen sowie betriebsspezifisch präzise ausgerichtete Optimierungsmaßnahmen. Ohne Offenlegung dürften die Ergebnisse dieses Modells auch nicht für rechtliche Fragestellungen herangezogen werden, da Fehlkalkulationen nicht überprüfbar sind.

⇒ Mögliche Auswirkungen auf das Projektergebnis: Im Rahmen des Projektes wurden die gesamten Berechnungen incl. der Quellenangaben dokumentiert und dem externen Gutachter zur Verifizierung sowie allen beteiligten Landwirten offengelegt.

5.1.2 Humus

Die Verwendung von Berechnungsgrößen zum Humushaushalt aus dem VDLUFA Modell ist unbefriedigend, da dieses Modell als bereits veraltet zu bewerten ist. Allerdings gibt es bislang keine Alternative zu diesem Modell. Auch ist problematisch zu bewerten, dass die VDLUFA Werte ursprünglich dafür gedacht sind, den Bedarf für eine optimale Humusversorgung der Kulturpflanzen zu bemessen, jedoch nicht für das Monitoring von Bodenhumusvorräten (VDLUFA, 2014). Der Mangel an einem Humusmodell wird auch bis auf weiteres bestehen bleiben.

⇒ Mögliche Auswirkungen auf das Projektergebnis: Im Rahmen des Projektes wurden 130 Bodenuntersuchungen durchgeführt, aus denen ein erheblicher Unterschied der Kohlenstoffbestände zwischen Bio-Betrieben mit ca. 61 to gegenüber 45 to der

Premiumbetriebe festgestellt wurde. Dabei wurde das Equivalent Soil Mass Verfahren zur Korrektur der Bodendichte verwendet.

⇒ Dies bedeutet, dass die Bio-Betriebe ca. 23 t CO₂eq/kg mehr in Ihrem Boden speichern. Die Ursachen hierfür sind vielfältig, z.B. intensiven Leguminosenanbau bzw. Zwischenfruchtanbau, erhöhte Mineralisierung bei den konventionellen Betrieben

5.1.3 Zwischenfrüchte und Erntenebenprodukte

Im Gegensatz zum BEK berechnet TEKLa Gutschriften für den Anbau von Gründüngungszwischenfrüchten und brachliegende Flächen (Ellinghausen & Wiggering, 2023). Ein Optimierungspotential besteht in der Aufnahme von Ertragsmessungen/ -schätzungen mit entsprechend differenzierten CO₂eq. Analog ist mit der Strohverwertung umzugehen. Sowohl Mengen als auch die Verwendung von Stroh (auf dem Feld belassen; Verkaufen; innerbetriebliche Aufbereitung mit tierischen Düngern) ist nachvollziehbar zu integrieren. Damit könnten zwei Humus und damit CO₂eq. relevante Biomassen mit Bezug zu einzelbetrieblichen Daten in ihren Wirkungen präziser dargestellt werden.

5.1.4 N-Düngung und Wirtschaftsdünger

Reduktionen der synthetischen Stickstoffmengen tragen erheblich zu einer verbesserten CO₂ Äq. – Bilanz bei. Ein Ersatz mit Wirtschaftsdüngern, wie an anderer Stelle empfohlen wird, ist allerdings nur dann möglich, wenn auf anderen Betrieben Überschüsse erzeugt werden, die dann transferiert werden können. Eine sinnvolle Strategie bestände hingegen in einem vermehrten Anbau von Zwischenfruchtleguminosen sowie ein – bis mehrjährigem Feldfutterbau. Darüber würde zum einen der Humushaushalt optimiert und zum anderen die Notwendigkeit der Anwendung von synthetischen Stickstoffdüngern reduziert, wie dies im ökologischen Landbau praktiziert wird.

5.2 Potentiale des Ökologischen Landbaus

5.2.1 Einordnung der Ergebnisse in einen systemischen Kontext -Langzeitwirkungen von Anbau- und Ernährungssystemen

In einer Vielzahl an Studien werden die geringeren Erträge sowie der Flächenbedarf kritisiert. Insofern wird diese Landbaumethode als keine Strategie für die zukünftige Landnutzung und Ernährungssicherung angesehen. Diese Kritik ist zu hinterfragen.

Die Aussagekraft von LCA und ähnlichen Methoden ist in diesem Zusammenhang limitiert. Als Gegenargument wird angeführt, dass bei herkömmlichen Landnutzungs- und Fütterungsverfahren bei einem guten Abschneiden bezgl. CO₂eq. die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf andere Parameter ignoriert werden, welche jedoch nur über Berechnungen über eine längere Periode sichtbar werden.

Drei Aspekte sind in diesem Zusammenhang von Relevanz:

Produktion: Will man langfristig die Bodenfruchtbarkeit erhalten, müssen die Investitionen in die Bodenfruchtbarkeit erhöht werden, d.h., unter anderem mehr Flächenanteile dafür aufgewendet werden. Das resultiert zwar in aktuell geringeren

Erträgen. Dieser Ertragsrückgang ist jedoch nur von temporärer Natur. Denn werden global Anbaumethoden weiter forciert, wie

- Inputs von außen: Unterversorgung/Übersorgung mit Mineraldüngern; Übersorgung mit nicht zugelassenen Pestiziden (globaler Süden); Unterversorgung mit angepassten Sorten
- Systeminterne Gestaltung: Monokulturen; Unterversorgung mit organischer Biomasse / Ausschluss von Agroforstsystemen -,

welche bereits zu irreversiblen Land-(Flächen-)verlust in dramatischem Ausmaß geführt hat, so berechnet das Produkt „verfügbare Fläche x Ertrag“ dieser Praktiken zwangsläufig geringere Gesamterträge.

Diese Dynamik ist bereits seit Jahrzehnten voll im Gang, wird jedoch in der Diskussion um nachhaltige Agrofoodsysteme vollständig ausgeblendet. Um hier präzise zu sein: Vor allem bei den kleinbäuerlichen Betrieben im globalen Süden ist es vorrangig nicht ein Überhang von Inputs zur Steigerung der Produktion, sondern Defizite bezgl. Sorten sowie systeminternen Gestaltungsmaßnahmen. In Flächen- und tierhaltungsintensiven Betrieben spielen analoge Faktoren eine Rolle, aber auch das Intensitätsniveau.

Transport und Risikominderung: Regionalisierte Produktion von Futtermitteln, regionalisierte Stickstoffproduktion u.a. über einen erhöhten Anteil an Körner- und Futterleguminosen sowie legumen Agroforstsystemen, bzw. regionalisierte Lebensmittelversorgung sind Konzepte, an denen sich die Ökologische Wirtschaftsweise orientiert. Diese Faktoren sind i.d.R. in den LCA integriert. Nicht oder selten thematisiert ist der Risiko mindernde Beitrag regionalisierter Agrofoodsysteme in Krisenzeiten.

Ernährung, Umweltentlastung und Gesundheit: Die als kritisch bewerteten Anbaupraktiken gehen einher mit Biodiversitätsverlust, negativen Auswirkungen auf das Klima, den Wasserkörper, die Luft, u.a.m. Auch diese Wirkungen finden nur selten Eingang in eine Gesamtbewertung.

Was den Flächenenertrag relativiert, aber ebenso ausgeblendet wird, ist der dringende Bedarf an einer weniger fleischlastigen Ernährung. Darüber kann ein erheblicher Anteil an Flächen für die pflanzliche Erzeugung von Lebensmitteln freigestellt werden, und allfällige Ertragsrückgänge bereits kompensieren.

Synthese: die genannten multiplen Wechselwirkungen bedürfen einer systematischen Einpreisung in die Bewertung der Nachhaltigkeit von Agrofoodsystemen und der Diskussion über die Produktivität von Anbausystemen. Erst dann kann man auch im Kontext zu Treibhausgasen von einem „echten“ Systemvergleich sprechen.

5.2.2 Produktivität des Ökologischen Landbaus

Der ökologische Landbau hat bislang sein Ertragspotential nicht ausgeschöpft. Dies ist zurückzuführen auf fehlende Lobby im politischen Bereich, Fehlen an (Aus-) Bildungs- und Beratungskapazitäten, welche in Umsetzungsdefiziten zum Ausdruck kommen und an dem bislang geringen Angebot an systemkonformen Lösungen seitens der Wissenschaft.

Spezifische Defizite liegen u.a. in der unzureichenden züchterischen Bearbeitung von Sorten, insbesondere auch der legumen Pflanzen, überwiegend fehlenden Kapazitäten für die Entwicklung umweltverträglicher Pflanzenschutzmittel, einer zu geringen Erzeugung von Biomasse zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, sowie Defiziten in der Nährstoffversorgung, angefangen vom Fehlen von organischen stickstoffhaltigen Flüssigdüngern bis hin zu stöchiometrischen Abstimmungsproblemen, insbesondere im Gemüsebau.

Wenn man die Ernährung hin zu einer weniger fleischlastigen transformieren will, so bedarf es entsprechenden Investitionen in die Gemüse- und Obstproduktion. Gerade diese beiden Produktionszweige sind jedoch in der Forschung völlig unterbesetzt.

Bei entsprechender Neuausrichtung landwirtschaftlich relevanter Institutionen, Gesetze und Förderinstrumente, ist davon auszugehen, dass die Ertragsdifferenz zur herkömmlichen Produktion auf unter 20%, je nach Kultur, Tierart und Anbauregion vermindert werden kann.

6 Literatur

- Bava, L., Zucali, M., Sandrucci, A., & Tamburini, A. (2017). Environmental impact of the typical heavy pig production in Italy. *Journal of cleaner Production*, 140, 685-691.
- Ellinghausen, M., & Wiggering, H. (2023). Klimarechner in der Landwirtschaft-ein Treibhausgasbilanzierungstool auf dem Prüfstand. *Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*.
- Espagnol, S., & Demartini, J. (2014). Environmental impacts of extensive outdoor pig production systems in Corsica.
- Hietala, S., Usva, K., Vieraankivi, M.-L., Vorne, V., Nousiainen, J., & Leinonen, I. (2024). Environmental sustainability of Finnish pork production: life cycle assessment of climate change and water scarcity impacts. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29(3), 483-500.
- Hörtenhuber, S., Schweiger, S. (2021). *CO₂-Bilanz von Schweinefleisch-Vergleich von herkömmlicher Schweinefleischerzeugung mit der Erzeugung von „Schwäbisch-Hällischem Qualitätsschweinefleisch g.g.A.* (1). Retrieved from Wien, Österreich
- :
- Huijbregts, M. A., Steinmann, Z. J., Elshout, P. M., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., . . . Van Zelm, R. (2017). ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22, 138-147.
- Ndue, K., & Pál, G. (2022). Life cycle assessment perspective for sectoral adaptation to climate change: environmental impact assessment of pig production. *Land*. 2022; 11 (6): 827. In: s Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in . . .
- Philippe, F.-X., & Nicks, B. (2015). Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199, 10-25.
- Reckmann, K., & Krieter, J. (2015). Environmental impacts of the pork supply chain with regard to farm performance. *The Journal of Agricultural Science*, 153(3), 411-421.
- Stødkilde, L., Mogensen, L., Bache, J. K., Ambye-Jensen, M., Vinther, J., & Jensen, S. K. (2023). Local protein sources for growing-finishing pigs and their effects on pig performance, sensory quality and climate impact of the produced pork. *Livestock Science*, 267, 105128.

- Tabeling, R., Von und Zur Mühlen, F., & Renken, C. (2023). PFERD & NUTZTIER.
Tierärztliche Umschau, AUSGABE 3/2022 I SEPTEMBER 2023.
- VDLUFA. (2014). *Humusbilanzierung – Eine Methode zur Analyse und Bewertung der
Humusversorgung von Ackerland. VDLUFA-Standpunkt, VDLUFA, Speyer.*
Retrieved from
- Zira, S., Rydhmer, L., Ivarsson, E., Hoffmann, R., & Röös, E. (2021). A life cycle
sustainability assessment of organic and conventional pork supply chains in
Sweden. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 21-38.

**Anhang 2: OPG „Climate Fair Pork“
Ergebnisse der Klimabilanzierung für das
Schwäbisch-Hällisches
Qualitätsschweinefleisch g.g.A.**



**Schwäbisch-Hällisches
Qualitätsschweinefleisch g.g.A.**

Impressum:

Diese Studie wurde durch die Operationale Gruppe „Climate Fair Pork“ im Rahmen der Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit (EIP-AGRI) in Auftrag gegeben.

Klimafreundliche Schweinefleischerzeugung entlang der Wertschöpfungskette vom Acker bis zum Teller

Empfehlung für das Zitieren:

Wehinger T., B. Freyer und B. Issac (2024): OPG „Climate Fair Pork“ Ergebnisse der Klimabilanzierung für das Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A..

Autoren:

Thomas Wehinger

Prof. Dr. Bernhard Freyer

Bobby Issac

Copyrights: Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.

Liste der Abkürzungen

AF	Ackerfläche
BEK	Berechnungsstandard Einzelbetriebliche Klimabilanz in der Landwirtschaft
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
CO ₂ eq	Kohlendioxid-Äquivalent (nach Europäischem Standard mit „q“)
GL	Grünland
ha	Hektar
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LEL	Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum Schwäbisch Gmünd
LF	Landwirtschaftliche Fläche
MLR	Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden- Württemberg
THGE	Treibhausgasemissionen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Produktionskennzahlen und Leistungsdaten in der Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast für das Jahr 2023	7
Tabelle 2	Datenquelle der einzelbetrieblichen Berechnungen.....	110
Tabelle 3	Liste der betrachteten THG Pflanzenabau	12
Tabelle 4	Liste der betrachteten THG der Ferkelerzeugung (FE).....	132
Tabelle 5	Liste der betrachteten THG der Ferkelaufzucht (FA)	143
Tabelle 6	Liste der betrachteten THG der Schweinemast (SM)	154
Tabelle 7	Ergebnisse der THGE in CO ₂ eq/kg von Schweinefleisch (2021)	165
Tabelle 8	Übersicht über die, mit der Anzahl der erzeugten Tiere, gewichteten Parameter zur Berechnung der THGE.....	196
Tabelle 9	Übersicht der Parameter für die Premium-Betriebe.....	19
Tabelle 10	Übersicht der Parameter für Bio-Betriebe	210

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Systemgrenzen laut BEK	6
Abbildung 2	Prozessmodule (PM) der Studie.....	7
Abbildung 3	Beispiel von emittierten und entzogenen THG-Mengen bei Winterweizen.....	18
Abbildung 4	THGE der Schweinemast.....	22
Abbildung 5	THGE der Schweinemast der EZG Schwäbisch Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.	22

1 Zusammenfassung

Der Bericht "Climate Fair Pork – Ergebnisse der Klimabilanzierung für das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A." untersucht die Treibhausgasemissionen (THGE) für verschiedene Produktionsstandards von Schweinefleisch und zielt darauf ab, eine datengestützte Umweltaussage (Green Claim) für das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. zu erstellen. Dies geschieht durch einen Vergleich mit dem gesetzlich verbindlichen Mindeststandard der Schweinefleischerzeugung in Deutschland. Die Studie betrachtet die THGE von drei unterschiedlichen Produktionssystemen:

Der „Mindeststandard“ dient als Referenzverfahren und orientiert sich an der „Guten Fachlichen Praxis“ und den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen. Dieser Standard ist unter anderem gekennzeichnet durch den Einsatz von nicht-zertifiziertem Import-Soja, bei dem eine entwaldungsfreie Erzeugung bisher nicht sicher geprüft werden kann, sowie durch den Einsatz von gentechnisch verändertem Importsoja. Zudem beinhaltet er die Einhaltung des Mindeststandards für Tierwohl (Stufe 1: Stallhaltung) und den Einsatz aller zugelassener Betriebsmittel (Dünger und Pflanzenschutzmittel). Es besteht keine Verpflichtung zum Einsatz nachwachsender Energie im eigenen Betrieb.

Das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. (Premium) basiert auf den Erzeugungsrichtlinien der EZG Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.. Diese Richtlinien legen Wert auf stressresistente, vitale und gesunde Schwäbisch-Hällische Landrasse Schweine und erlauben ausschließlich klassische Tierzuchtmethoden bei einem Verbot von Gentechnik. Die Betriebe werden durch die Erzeugergemeinschaft beraten und betreut, mit dem Ziel einer tiergerechten und qualitätsorientierten Betriebsführung. In der Tierhaltung sind tiergerechte Haltungsformen unter Einhaltung der Tierschutzgesetze Pflicht. Vollspaltenböden und der prophylaktische Einsatz von Medikamenten ist untersagt. In der Fütterung werden betriebsübliche pflanzliche Futtermittel zur Förderung der Tiergesundheit und Fleischqualität eingesetzt, wobei gentechnisch veränderte Futtermittel oder Pflanzen verboten sind. Der Tiertransport zum Schlachtbetrieb ist auf maximal 8 Stunden begrenzt, zum Schlachthof Schwäbisch Hall sogar auf maximal 2 Stunden. Die Schlachtung erfolgt ausschließlich im Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall oder durch Hausschlachtung der Erzeuger zur Qualitätssicherung.

Das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. (Bio) muss zusätzlich zu den Richtlinien der Erzeugergemeinschaft mindestens die Anforderungen der VO (EU) 2018/848 für ökologischen Landbau erfüllen.

Die Methode der CFP-Quantifizierung berechnet das Emissionsminderungspotenzial in g CO₂eq bzw. kg CO₂eq pro kg Lebendgewicht von Schlachtschweinen des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsschweinefleischs g.g.A. als Hof- oder Bilanz und vergleicht dieses mit dem Mindeststandard. Die Systemgrenzen der Studie sind gemäß dem Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) definiert. Die Art der Inputs und Outputs des Systems werden als Elementarflüsse dargestellt, wobei der THG-Rucksack mit den THG aus Umsetzungsprozessen im Betrieb addiert wird. Als Input dienen zugekaufte Betriebsmittel wie Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel oder Futtermittel. Der Umsetzungsprozess umfasst die Emissionen im Betrieb während der Produktion. Der Output ist das Produkt, in diesem Fall die lebenden Tiere, die an den Schlachtbetrieb verkauft werden.

Die Studie betrachtet folgende Prozessmodule:

- Pflanzenbau – zur Erzeugung der eigenen Futtermittel auf dem Betrieb
- Ferkelerzeugung – zur Erzeugung von Ferkeln bis ca. 10 kg Lebendgewicht
- Ferkelaufzucht – zur Erzeugung von Ferkeln mit ca. 30 kg Lebendgewicht
- Schweinemast – zur Erzeugung der schlachtreifen Tiere mit ca. 125 kg Lebendgewicht

Die Daten zur Berechnung der THGE basiert auf einzelbetriebliche Daten von 5 Bio- und 5 Premium-Betrieben, die mit Hilfe von Berechnungstools der Landesanstalt für Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung Schwäbisch Gmünd (LEL), der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LKN) und dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) verarbeitet wurden.

Die Betriebsdaten wurden mit einem nicht-standardisierten Erhebungsbogen abgefragt und mit vorhandenen digitalen Daten (z.B. integrierten Kontrollsystem FIONA und der Ackerschlagkartei) der einzelnen Betriebe validiert. Für das Standardverfahren wurden Produktionskennzahlen und Leistungsdaten aus der Datenbankressource von InterPIG verwendet. Die THGE der selbst erzeugten Futtermittel für das Standardverfahren wurden von den Daten der BESH-Premium-Betriebe abgeleitet, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Bei der Berechnung der Emissionen wurden verschiedene Treibhausgase für die einzelnen Produktionsabschnitte berücksichtigt. Emissionen aus Schlachtung und Transport wurden in dieser Vergleichsstudie nicht berücksichtigt, da keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Verarbeitungs- und Vermarktungssystemen erwartet werden. Eine Vorstudie aus dem Jahr 2021 zeigte, dass die Emissionen auf dem Schlachthof bei allen Verfahren gleich sind und die absoluten Emissionswerte der Transporte nach der Schlachtung einen sehr geringen Anteil von ca. 0,5% der gesamten THGE ausmachen, weshalb die Unterschiede als nicht signifikant betrachtet werden.

Im Pflanzenbau werden die THGE organischer Dünger aus der Tierhaltung entsprechend den Ausbringmengen verteilt. Die Allokation der THGE von selbst erzeugten Futtermitteln basiert auf den Futtermittelrationen, und die THGE der einzelnen Verfahrensschritte der Tierproduktion werden dem jeweils nächsten Produktionsschritt zugeordnet. Der Umgang mit Strom sieht vor, dass der privat genutzte Anteil vom Gesamtverbrauch abgezogen und der betrieblich verwendete Strom proportional auf die einzelnen Prozessmodule verteilt wird. Selbst erzeugter Strom aus Photovoltaik-Anlagen wird berücksichtigt. Landnutzungsänderungen sind in Deutschland aufgrund von Subventionsbedingungen und Waldgesetzen nahezu unmöglich. Die Landnutzungsänderung durch die Verwendung von nicht-zertifiziertem Soja im Standardverfahren wird jedoch durch einen spezifischen THGE-Parameter in der BEK-Parameterdatei berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Auswertung zeigen einen deutlichen Unterschied in den THGE der Mastschweineerzeugung zwischen dem Standard und den Systemen des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsschweinefleischs g.g.A.. Die mit der Anzahl der erzeugten Tiere gewichteten Parameter verdeutlichen die Unterschiede in beispielsweise eingesetztem Kraftfutter, Sojaanteil, Einstreu, Stromverbrauch und den resultierenden Treibhausgasemissionen.

- Der CO₂-Fußabdruck der Mastschweineerzeugung (Lebendgewicht LG) beträgt für den Standard 4,59 kg CO₂e/kg LG .

- Für die Premium-Betriebe liegt dieser Wert durchschnittlich bei 2,00 kg CO₂e/kg LG, was einer Veränderung von -56,5% gegenüber dem Standard entspricht. Tabelle 9 zeigt die detaillierten Parameter für die einzelnen Premium-Betriebe
- Für die Bio-Betriebe beträgt der durchschnittliche CO₂-Fußabdruck 2,22 kg CO₂e/kg LG, was einer Veränderung von -51,6% zum Standard bedeutet.

Insgesamt liegen die THGE der Schweinemast bei der EZG Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. im Vergleich zum Referenzsystem um 53% niedriger.

Basierend auf diesen Ergebnissen lautet die vergleichende Footprint-Kommunikation bzw. der „Green Claim“:

Das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. vermindert Treibhausgase um 50% gegenüber dem gesetzlich geltenden Mindeststandard.

2 Einführung und Ziele

Laut dem Nationalen Inventarbericht 2024 emittierte die deutsche Landwirtschaft im Jahr 2023 rund 54,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂eq), was 8,15% der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen ausmachte. Die Hauptquellen dieser Emissionen waren Methan (CH₄) aus der tierischen Verdauung mit 47,8% und Lachgas (N₂O) aus Böden mit 27,7%³. Die restlichen 24,5% entfielen auf das Wirtschaftsdünger-Management, die Lagerung von Energiepflanzengärresten, Kalkung und Harnstoffanwendung.

Im Vergleich zum Vorjahr 2022 stiegen die Emissionen leicht an, da 2022 noch 53,3 Millionen Tonnen CO₂eq verzeichnet wurden⁴. Trotz dieses Anstiegs liegt der Wert für 2023 unter dem im Klimaschutzgesetz festgelegten Minderungspfad, der für 2030 ein Ziel von 58,0 Millionen Tonnen CO₂eq vorsieht.

Es ist wichtig zu beachten, dass diese Zahlen nicht den Energieverbrauch in der Landwirtschaft berücksichtigen, da dieser im Emissionsinventar dem Energiesektor zugerechnet wird. Wenn man den Brennstoffeinsatz in Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft einbezieht, erhöhen sich die Emissionen auf 60,3 Millionen Tonnen CO₂eq.

Die Landwirtschaft steht vor der Herausforderung, ihre Emissionen weiter zu reduzieren, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Dabei spielen Maßnahmen wie die Reduzierung der Tierbestände, insbesondere bei Rindern und Schweinen, sowie die Verringerung des Einsatzes synthetischer Düngemittel eine wichtige Rolle.

Zukünftige Strategien zur Emissionsminderung in der Landwirtschaft müssen daher einen Balanceakt zwischen Klimaschutz und Ernährungssicherheit vollführen, wobei innovative Technologien und nachhaltige Bewirtschaftungsmethoden eine Schlüsselrolle spielen werden.

³ <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft> und

<https://git-dmz.thuenen.de/vos/emissionsagriculture2024>

⁴ <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/agrarklimaschutz/aktuelles-und-service/detail-aktuelles/aktualisierte-daten-zu-emissionen-von-treibhausgasen-aus-der-deutschen-landwirtschaft-verfuegbar>

Das Ziel der Studie ist die Erarbeitung einer daten-basierten Umweltaussage (Green Claim) der Bäuerlichen Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall zu den Treibhausgasemissionen für das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A..

durch den Vergleich von:

- Mindeststandard (rechtlich verbindlicher Standard als Referenzverfahren)
- Schwäbisch Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.(Premium)
- Schwäbisch Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.(Bio)

Der „Mindeststandard“ orientiert sich an der „Guten Fachlichen Praxis“ – bzw. den rechtlichen Rahmenbedingungen.

Der gesetzlich erlaubte Mindeststandard ist gekennzeichnet z.B. durch folgenden zentralen Elemente:

- Den Einsatz von nicht-zertifiziertem Import-Soja (Entwaldungsfreie Erzeugung von Soja kann bisher nicht sicher geprüft werden)
- Den Einsatz von gentechnisch-verändertem Importsoja (BLE: www.landwirtschaft.de)
- Die Einhaltung des Mindeststandards für Tierwohl (Stufe 1: Stallhaltung)
- Den Einsatz aller zugelassener Betriebsmittel (Dünger und Pflanzenschutzmittel)
- Keine Verpflichtung zum Einsatz nachwachsender Energie im eigenen Betrieb
- Andere nicht weiter spezifizierten Produktionsstandards

Die anderen beiden Vergleichsstandards orientieren sich an den Erzeugungsrichtlinien der EZG Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. wie sie im folgenden Abschnitt erläutert sind. Die Bio-Betriebe müssen darüber hinaus mindestens die Anforderungen der VO (EU) 2018/848 erfüllen.

2.1 Zusammenfassung der Erzeugungsrichtlinien der EGZ Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.

Grundlagen und Ziele: Verbindliche Rechtsgrundlage für die Erzeugung von Schwäbisch-Hällischem Qualitätsschweinefleisch g.g.A., Ziel ist die Kontrolle und artgerechte Erzeugung von qualitativ hochwertigem Schweinefleisch.

Zucht: Grundlage sind stressresistente, vitale und gesunde Schwäbisch-Hällische Landrasse Schweine. Ausschließlich klassische Tierzuchtmethoden sind erlaubt; Gentechnik ist verboten. Nachkommen müssen im Zuchtbuch registriert werden.

Beratung und Betreuung: Erfolgt durch die staatlich anerkannte Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall und zielt auf tiergerechte und qualitätsorientierte Betriebsführung ab (Genetik, Gesundheit, Fütterung, Stallbau, Hygiene).

Tierhaltung: Anbindehaltung ist verboten. Tiergerechte Haltungsformen und Einhaltung der Tierschutzgesetze sind Pflicht. Ständige Versorgung mit frischem Trinkwasser durch Selbsttränken. Vollspaltenböden sind verboten. Prophylaktischer Einsatz von Medikamenten ist untersagt; Naturheilverfahren werden bevorzugt. Therapeutischer Medikamenteneinsatz nur nach tierärztlicher Anordnung und Kennzeichnung der Tiere.

Fütterung: Betriebsübliche pflanzliche Futtermittel zur Förderung der Tiergesundheit und Fleischqualität. Gentechnisch veränderte Futtermittel oder Pflanzen sind verboten. Pharmazeutische Futterzusatzstoffe sowie gesundheits- oder qualitätsmindernde Futtermittel sind untersagt.

Tiertransport: Einhaltung der Tierschutzbestimmungen ist Pflicht. Transportdauer zum Schlachtbetrieb max. 8 Stunden. Transport zum Schlachthof Schwäbisch Hall auf ein begrenztes geografisches Gebiet beschränkt; Fahrzeit max. 2 Stunden. Stressfreier Umgang und ruhiger Transport der Tiere.

Schlachtung: Ausschließlich im Erzeugerschlachthof Schwäbisch Hall oder durch Hausschlachtung der Erzeuger. Schlachtung im Erzeugerschlachthof ist die Regel zur Qualitätssicherung. Stressfreie Behandlung der Tiere vor der Schlachtung. Qualitätsbestimmungen: Erstellung eines Schlachtprotokolls für jedes Tier. Fleisch, das den Richtlinien nicht entspricht, darf nicht als "Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A." vermarktet werden.

Rückstandskontrollen: Regelmäßige Stichproben durch amtliche Veterinäre im Erzeugerschlachthof. Prüfung auf Medikamenten-, Leistungsförderer-, Pestizid- und Schwermetallrückstände.

Vertrieb: Obliegt ausschließlich der Bäuerlichen Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall. Diese bürgt für Qualität, Herkunft, artgerechte Haltung und Einhaltung der Richtlinien.

Kontrolle: Erfolgt durch verschiedene Kontrollorgane (staatliche Behörden, Beratungsdienst, Erzeugergemeinschaft, Veterinärämter, Tierärzte, unabhängige Institute).

3 Methode der CFP-Quantifizierung

3.1 Funktionelle und deklarierte Einheit und Referenzfluss

Bei der hier vorgestellten Studie wird das Emissionsminderungspotential in g CO₂eq bzw. kg CO₂eq pro kg Lebendgewicht von Schlachtschweinen des Schwäbisch-Hällischen Qualitätsschweinefleisches g.g.A. als Hoftor-Bilanz berechnet und mit dem Mindeststandard der landwirtschaftlichen Erzeugung in Deutschland verglichen.

3.2 Systemgrenzen

Die Systemgrenzen sind definiert und abgeleitet, wie es sich aus dem Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) darstellt und ausführlich beschrieben ist. In der hier erarbeiteten Studie wird damit eine „Hoftor-Bilanz“ für die Erzeugung von Schweinefleisch erarbeitet. Biogas – oder andere Haupt- und Nebenprodukte werden in dieser Studie nicht bilanziert. Die Emissionsminderungen durch die Verwendung von selbst produzierter Energie wird bei der Berechnung auf der Ebene der Tierhaltung berücksichtigt.

3.2.1 Art der Inputs und Outputs des Systems als Elementarflüsse

Die Elementarflüsse, welcher diesem Produktvergleich zugrundeliegen, werden im BEK wie folgt dargestellt. Demnach wird der THG-Rucksack mit den THG aus Umsetzungsprozessen im Betrieb addiert und bilden damit die Summe der erzeugten Produkte.

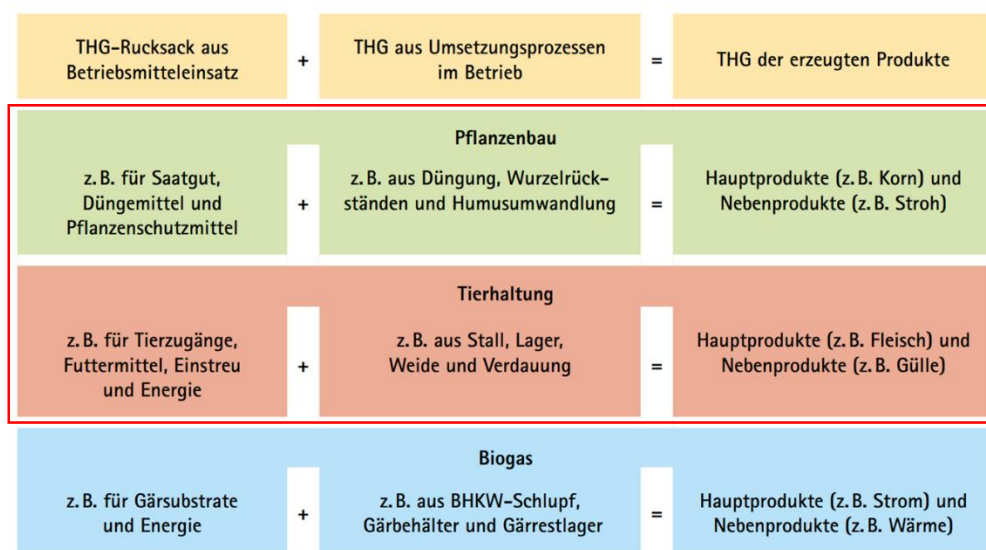
Aufgrund der spezifischen Fragestellung dieser Studie, wird auf die Bewertung von z.B. BioGas verzichtet. Sofern Energie aus Biogas-Anlagen für die Produktion im landwirtschaftlichen Betrieb eingekauft oder verbraucht wird, wird diese bei der Bilanzierung als Energie aus nachwachsenden Rohstoffen bilanziert.

Input bilden damit die im Betrieb eingesetzten Betriebsmittel, welche zugekauft werden wie beispielsweise Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel oder Futtermittel.

Der Umsetzungsprozess stellt die Emissionen im Betrieb während der Produktion der Produkte auf dem Betrieb dar.

Der Output bildet das Produkt – in diesem Fall die lebenden Tiere – welche an den Schlachtbetrieb verkauft werden.

Abbildung 1: Systemgrenzen laut BEK



Quelle: (Arbeitsgruppe BEK, 2016)

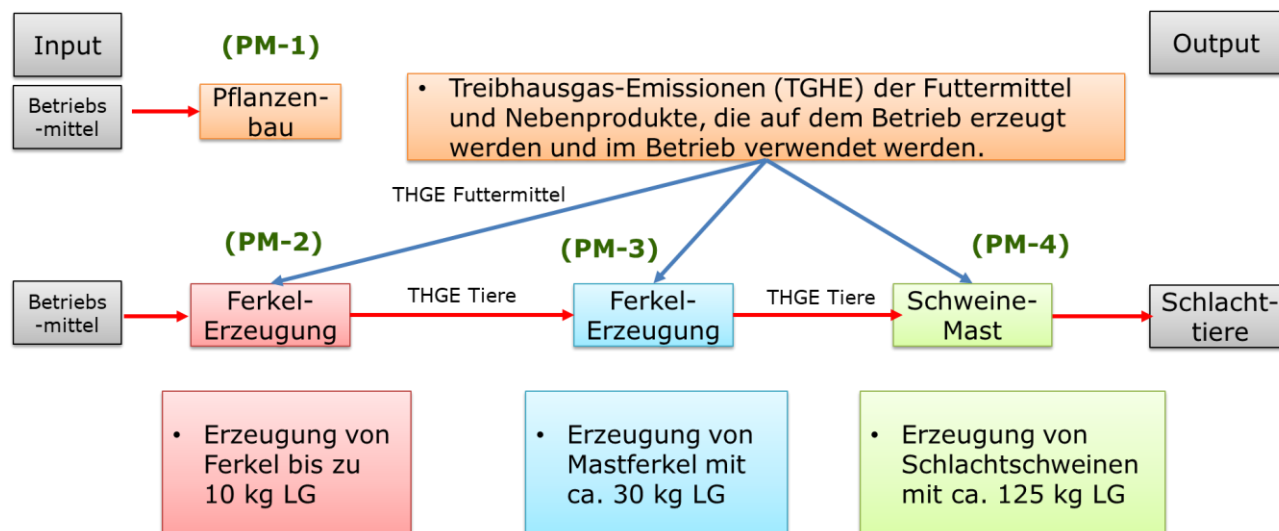
3.2.2 Liste von wichtigen Prozessmodulen

Die Prozessmodule dieser Studie umfassen die Berechnungen zu folgenden Produktionsabschnitten:

- Pflanzenbau – zur Erzeugung der eigenen Futtermittel auf dem Betrieb
- Ferkelerzeugung – zur Erzeugung von Ferkel bis ca. 10 kg Lebendgewicht
- Ferkelaufzucht – zur Erzeugung von Ferkel mit ca. 30 kg Lebendgewicht
- Schweinemast – zur Erzeugung der schachtreifen Tiere mit ca. 125 kg Lebendgewicht

Die THGE aus jedem dieser Module wird im folgenden Prozessmodul bilanziert als „Betriebsmittel“, auch dann, wenn es sich dabei um einen geschlossenen Betrieb handelt, der alle Produktionsprozesse auf dem Betrieb durchführt. Bei den selektierten Betrieben der Studie handelt es sich um 5 geschlossene und 5 reine Mastbetriebe.

Abbildung 2: Prozessmodule (PM) der Studie



Quelle: eigene Darstellung

3.9 Datenerfassung und Datenquellen

3.9.1 Datenerfassung

Die Datenerfassung umfasst einzelbetriebliche Daten, welche mit Hilfe von Berechnungstools der Landesanstalt für Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung Schwäbisch Gmünd (LEL), der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LKN) und dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) verarbeitet wurden. Die Betriebsdaten wurden mit einem nicht-standardisierten Exceltool abgefragt und mit vorhandenen digitalen Daten der einzelnen Betriebe validiert.

Tabelle 1 Produktionskennzahlen und Leistungsdaten in der Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast für das Jahr 2023

Bezeichnung	Verzeichnis der Daten-Dateien und Tabellen
Einzel-Dateien zur Berechnung der THGE der Futtermittel	
Excel-Tool der LEL zur Berechnung produktionsspezifischer Parameter	e.g. BioXX_LEL_Ackerbau_EIPagri_SHggA
Excel-Tool THGE Pflanzenbau	e.g. BioXX_CFP_TGH_Pflanzenbau_EIPagri_SHggA
CFP_Tierhaltung_EIPagri_SHggA - (B=bio, P=premium)	
Allgemeine Betriebsdaten	Tabelle BXX-BD
Flächennutzung und Fruchtfolge	Tabelle BXX-LF
Tierhaltung mit Futtermischungen	Tabelle BXX-Tier
Verkaufte Produkte	Tabelle BXX-VK
Excel-Tool THGE Ferkelerzeugung	Tabelle BXX-FE
Excel-Tool THGE Ferkelaufzucht	Tabelle BXX-FA
Excel-Tool THGE Schweinemast	Tabelle BXX-SM

Quelle: Siehe Datendatei CFP_Tierhaltung_EIPagri_SHggA_VXXXXXX

3.9.2 LEL – Deckungsbeitragsrechnungen für Pflanzenproduktion konventionell und ökologisch wirtschaftender Betriebe

Die Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum Schwäbisch Gmünd (LEL) ist eine dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) untergeordnete Behörde.

Die LEL veröffentlicht regelmäßig aktualisierte Deckungsbeitragsrechnungen für die wichtigsten landwirtschaftlichen Produkte als Excel-Datei als Open-Source Datenbank.

Die Kalkulationsdaten Marktfrüchte für den konventionellen und ökologischen Landbau bilden die Grundlage zur betriebsindividuellen Berechnung wichtiger Parameter zur Berechnung der THGE einzelner Futtermittel. Diese Parameter wie beispielsweise der Einsatz von Pflanzenschutzmittel in kg/Liter pro ha oder der Verbrauch an Diesel fließen in die Berechnungen der THGE von Pflanzenbau ein, wie sie im BEK dargestellt sind.

3.9.3 Berechnungsstandard für einzelbetrieblicher Klimabilanz in der Landwirtschaft

Der Berechnungsstandard für einzelbetrieblicher Klimabilanz in der Landwirtschaft (BEK) bietet einen Standard für die Berechnung von Treibhausgasemissionen auf landwirtschaftlichen Betrieben und enthält methodische Vorgehensweisen, Emissionsfaktoren und Parameter. Es behandelt die Bilanzierung für Pflanzenbau, Tierhaltung und Energiegewinnung aus Biogas. Zudem werden die Berücksichtigung von Treibhausgasquellen, die Aufteilung der Emissionen auf Haupt- und Nebenprodukte sowie die Bewertung von Humusveränderungen erläutert.

Die folgende Zusammenfassung des Berechnungsstandards für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) in der Landwirtschaft beschreibt dessen wesentliche Elemente und Methoden:

- Der BEK dient dazu, Treibhausgasberechnungen für landwirtschaftliche Betriebe transparenter und vergleichbarer zu machen.
- Erfasst werden die direkt oder indirekt emittierten klimawirksamen Gase Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und Kohlenstoffdioxid (CO₂). Ammoniak (NH₃) wird indirekt berücksichtigt.
- Es wird zwischen direkten, indirekten und vorgelagerten Emissionen aus der Herstellung von Betriebsmitteln unterschieden.
- Der BEK betrachtet landwirtschaftliche Betriebe als Einheit, ermöglicht aber auch die Bilanzierung einzelner Betriebszweige: Pflanzenbau, Tierhaltung und Energiegewinnung (Biogas). Andere erneuerbare Energieträger sind nicht Gegenstand des BEK.
- Für jede Treibhausgasquelle werden die relevanten Gase und verursachenden Stoffmengen identifiziert, mit Emissionsfaktoren multipliziert und in CO₂-Äquivalente (CO₂eq) umgerechnet.
- Die Berechnungsmethodik berücksichtigt die Massenbilanz bei aufeinanderfolgenden Teilprozessen.
- Für die Pflanzenproduktion werden direkte und indirekte Emissionen vom Feld sowie vorgelagerte Emissionen aus dem Betriebsmitteleinsatz erfasst.
- Für die Tierproduktion werden Emissionen aus Wirtschaftsdünger, enterischer Fermentation und dem Betriebsmitteleinsatz berücksichtigt.
- Für die Biogasproduktion werden Emissionen aus der Anlage und dem Betriebsmitteleinsatz erfasst.
- Die entstandenen Treibhausgasemissionen werden auf Haupt- und Nebenprodukte aufgeteilt, wobei die Ersatzwertmethode angewendet wird, bei der für Nebenprodukte eine Emissionsgutschrift in Höhe der Emissionen eines alternativen Produktionsverfahrens erteilt wird.
- Veränderungen des Humus-C-Gehalts im Boden werden ebenfalls in der Treibhausgasberechnung berücksichtigt und bewertet.

- Der CO₂-Fußabdruck wird als THG-Emissionen pro erzeugter Produkteinheit berechnet, um deren Klimaeffizienz zu beurteilen.
- Der BEK besteht aus einem Handbuch, einer Parameterdatei (online abrufbar mit Emissionsfaktoren und Begleitwerten) und Berechnungsbeispielen (Excel-Dateien für Milch, Silomais und Biogas).

3.9.4 Datenquellen

Bei der Erläuterung zur Herkunft der Daten muss zwischen dem Standardverfahren bzw. Referenzverfahren und den Verfahren der Premium-Betriebe und den Bio-Betrieben zur Erzeugung von Schwäbisch Hällischem Qualitätsschweinefleisch g.g.A unterschieden werden.

3.9.5 Auswahl der Betriebe

Bei der Auswahl der repräsentativen Betriebe fand in drei Phasen statt.

Phase 1:

Zunächst wurden insgesamt 117 Betriebe angeschrieben, um die wichtigsten Produktionsdaten und der Bereitschaft zur Beteiligung an der Studie zu erfragen. 31 Betrieb (8 Bio-Betriebe und 23 Premium-Betriebe) erklärte Ihre Bereitschaft für eine Zusammenarbeit, was eine statistisch signifikante Auswertung nicht gewährleistet.

Phase 2:

Aus der Gruppe der Bio-Betriebe mussten 3 Betriebe aufgrund einer sehr geringen Produktion ausgeschlossen werden, da es sich beim Betriebszweig Schweinemast um keine professionelle Erzeugung handeln konnte. Aus der Gruppe der Premium-Betriebe mussten 2 Betriebe wegen produktionstechnischer Gründe (z.B. große betriebliche Veränderungen) ausselektiert werden. Die 5 repräsentativen Premium-Betriebe wurden anhand zweier Eigenschaften ausgewählt. Zum einen sollten es mindestens 2 geschlossene Betriebe sein, die also die gesamte Produktionskette von der FE, FA zur Mast im eigenen Betrieb durchführen. Zum anderen sollte die Anzahl der Großvieheinheiten je ha (GV/ha LF) landwirtschaftlich genutzter Fläche in der Nähe zum Mittelwert der Quartil liegen.

Confidence	0,1						
N	21,00						
Std	1,63		Mittelwert der	GV/ha LF	Wert	Betrieb	
Co-Intervall	0,59		GV/ha LF	Differenz	GV/ha LF		
Min	0,15		Q1	0,63	0,64	1,27	Pre05
Lower Q	1,1		Q2	1,79	-0,02	1,78	Pre02
Average	2,48		Average	2,48	+0,20	3,50	Pre01
Upper Q	3,9		Q3	3,18	+0,78	4,0417	Pre03
Max	5,75		Q4	4,81	-0,61	4,20	Pre04

3.9.6 Standardverfahren – Datenquellen

Das Standardverfahren wird auf der Grundlage der Produktionskennzahlen und Leistungsdaten in der Ferkelerzeugung (FE), der Ferkelaufzucht (FA) und der Schweinemast (SM) des Datenbankressource von InterPIG formuliert (Deblitz et al., 2024).

Tabelle 3: Produktionskennzahlen und Leistungsdaten in der Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast für das Jahr 2023

Ferkelerzeugung	Einheit	Wert
Abgesetzte Ferkel pro Wurf	Anzahl	13,5
Würfe pro Sau und Jahr	Anzahl	2,31
Abgesetzte Ferkel pro Sau und Jahr	Anzahl	31,2
Mortalität bei Sauen	Prozent	7%
Saugferkelverluste	Prozent	15%
Remontierung	Prozent	39%
Gewicht beim Absetzen	kg LG	7%
Dauer der Laktation	Tage	25
Futtermittelverbrauch je Aufzuchtferkel	kg/ Ferkel	42
Arbeitszeit je Sau	h p.a./ Sau	12
Ferkel-Aufzucht	Einheit	Wert
Gewicht am Beginn der Aufzucht	kg LG	6,8
Gewicht am Ende der Aufzucht	kg LG	31,0
Tägl. Zunahme in der Aufzucht	g/Tag	444,0
Futtermittelverwertung in der Aufzucht	x:1	1,7
Aufzuchtdauer	Tage	55,0
Durchgänge pro Aufzuchtplatz	Anzahl	6,1
Schweine-Mast	Einheit	Wert
Gewicht am Beginn der Mast	kg LG	31,0
Mastendgewicht, LG	kg LG	124,0
Tägl. Zunahme in der Mast	g/Tag	880,0
Futtermittelverwertung in der Mast	x:1	2,8
Durchschnittliche Mastdauer	Tage	106,0
Durchgänge pro Mastplatz	Anzahl	2,9
Schlachtgewicht warm	kg SG	98,0
Ausschlachtung Warmgewicht	Prozent	79%
Futtermittelverbrauch je Mastschein	kg / Tier	263,0
Arbeitszeit je Mastschwein	h p.a./ Tier	0,3

Quelle: Deblitz et al. 2024 (zitiert aus AGRI BENCHMARK PIG NETWORK (2023): Agri benchmark Result Data Base. Unveröffentlichte Datenbankressource)

Die THGE der selbst erzeugten Futtermittel für das Standardverfahren werden von den Daten der BESH-Premium-Betriebe abgeleitet, da diese repräsentativ für die Region Hohenlohe stehen. Damit erfüllen diese Daten die Anforderung zur Vergleichbarkeit der verschiedenen Produktionssysteme, wenn davon ausgegangen wird, dass die Verfahren zur Pflanzenproduktion durch die gleichen bzw. ähnlichen natürlichen Parameter sowie Produktionsverfahren gekennzeichnet sind.

3.9.7 Datenerhebung

Die Kalkulation der THGE der repräsentativen Betriebe der Erzeugergemeinschaft Schwäbisch-Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A. wurden mit Hilfe eines strukturierten Fragebogens und vorhandener Datensätze erstellt. Zu den vorhandenen Daten gehören beispielsweise die Daten des integrierten Kontrollsystems FIONA der baden-württembergischen Agrarverwaltung, die Ackerschlagkartei mit detaillierten Aufzeichnungen zum Betriebsmitteleinsatz im Pflanzenbau oder die Schlacht- und Verkaufszahlen der einzelnen Betriebe. Eine Plausibilitätsprüfung wurde z.B. für den Dieselverbrauch angestellt, indem der kalkulierte Dieselverbrauch aus den

Deckungsbeitragsrechnungen mit der Gesamtmenge an Dieserverbrauch verglichen wurde. Die Gesamtmenge des Dieserverbrauchs wurde aus dem Antrag auf Dieselerstattungen entnommen.

Tabelle 4: Datenquelle der einzelbetrieblichen Berechnungen

Bezeichnung	Datenquelle
Allgemeine Betriebsdaten	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem FIONA Aufzeichnungen der Betriebsleiter Diesel-Antrag
Pflanzenbau	
Excel-Tool DB Pflanzenbau (LEL)	Ackerschlagkartei oder Betriebsleiter Betriebsspezifische DB-Rechnungen
Excel-Tool THGE Pflanzenbau (LKN)	Ackerschlagkartei und/oder Betriebsleiter
Flächennutzung und Fruchtfolge	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem FIONA
Tierhaltung	
Tierhaltung mit Futtermischungen	Futtermittelmischungen, Futtermittelzukauf (Buchhaltung, Lieferrechnungen, etc.)
Excel-Tool THGE Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht, Schweinemast	Betriebliche Aufzeichnungen, Zuchtbuch, Herkunftssicherungs- und Informationssystem für die Tiere (HIT), Betriebsbesuche

3.10 Liste der betrachteten Treibhausgase

Bei der Berechnung der Emissionen werden die nachfolgend aufgelisteten THG berücksichtigt. Eine detaillierte Aufstellung der einzelnen Parameter und der zugrundeliegenden Berechnungen wird dem Bericht als Excel-Dateien zur Verfügung gestellt.

Eine Anleitung zur Berechnung der Parameter findet sich im BEK Kap. 8, welcher als Anlage zum Bericht bereitgestellt wird.

Tabelle 5: Liste der betrachteten THG Pflanzenabau

I.1 Pflanzenproduktion - Treibhausgasemissionen aus dem Feld
PF 1: N ₂ O-Emissionen aus NH ₃ -Verlusten bei der Düngung mit Wirtschaftsdüngern
PF 2: N ₂ O-Emissionen aus NH ₃ -Verlusten bei der mineralischen Düngung
PF 3: N ₂ O-Emissionen aus der Düngung mit Wirtschaftsdüngern
PF 4: N ₂ O-Emissionen aus der Mineraldüngung
PF 5: N ₂ O-Emissionen aus Ernte- und Wurzelrückständen, Nebenprodukten
PF 6: N ₂ O-Emissionen für WD-N aus Vorjahren
PF 8: CO ₂ -Feldemissionen aus Kalkdüngung und Harnstoffdüngung
PF 9: CO ₂ -Feldemissionen aus dem Humusabbau bzw. -aufbau der angebauten Fruchtart
PF 10: N ₂ O-Feldemissionen aus dem Humusabbau der angebauten Fruchtart
PF 11: CO ₂ -Feldemissionen bei Grünland bzw. Ackerlandumwandlung
PF 12: N ₂ O-Feldemissionen bei Grünlandumwandlung in Ackerland
PF 13: CO ₂ aus Humusabbau bei Moornutzung
PF1 bis PF 12: Summe THG aus Feldemissionen
I.2: Pflanzenproduktion - Treibhausgasemissionen aus Betriebsmitteleinsatz
PB 1: CO ₂ eq aus Mineraldüngereinsatz
PB 2: CO ₂ eq aus Wirtschaftsdüngereinsatz
PB 3: CO ₂ eq aus Nährstofflieferung der Vorfrucht und Beweidung
PB 4: CO ₂ eq aus Saatguteinsatz
PB 5 CO ₂ eq aus Pflanzenschutzmitteleinsatz
PB 6 CO ₂ eq aus Energieverbrauch
PB 7 CO ₂ eq aus Maschinenherstellung
PB 1 bis PB 7: Summe THG aus Betriebsmitteleinsatz
I.3: Treibhausgasgutschriften für Nebenernteprodukte
PN 1: CO ₂ -Bindung durch Humusaufbaupotential der Nebenernteprodukte
PN 2: CO ₂ eq- Ersatzwert der Nährstofflieferung für die Folgefrucht
PN3: CO ₂ eq-Abzug für Zwischenfruchtanbau
PN1 bis PN 3: Summe THG Gutschrift für Nebenernteprodukte

Tabelle 6: Liste der betrachteten THG der Ferkelerzeugung (FE)

FE1 Treibhausgasemissionen aus Wirtschaftsdünger und enterischer Fermentation
Tw 1: NH ₃ -Emissionen aus Stall/planbefestigtem Auslauf
Tw 2: NH ₃ -Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlager
Tw 3: NH ₃ -Emissionen aus Weidehaltung
Tw 4: N ₂ O-Emissionen aus Stall und Wirtschaftsdüngerlager
Tw 5: N ₂ O-Emissionen aus Weidehaltung
TW 6: N ₂ O-Emissionen des nicht düngewirksamen Stickstoffs
Tw 7: CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlager
Tw 8: CH ₄ -Emissionen aus Ausscheidungen auf der Weide
Tv 1 CH ₄ -Emissionen aus enterischer Fermentation
Tw 9: THG aus Moornutzung
Tw 1 bis Tw 9: Summe THG aus Wirtschaftsdünger und enterische Fermentation
FE2 Treibhausgasemissionen aus Betriebsmitteleinsatz
TB 1: THG-Emissionen aus Tierzugängen (Bestandsergänzung)
TB 2: THG-Emissionen aus Kraftfuttereinsatz und MA
TB 3: THG-Emissionen aus Grundfuttereinsatz
TB 4: THG-Emissionen aus Mineralfuttereinsatz
TB 5: THG-Emissionen aus Einstreueinsatz
TB 6: THG-Emissionen aus Wassereinsatz
TB 7: THG-Emissionen aus Energieeinsatz
TB 8: THG-Emissionen aus Maschinenherstellung
TB 1 bis TB 8: Summe THG aus Betriebsmitteleinsatz
FE3 Treibhausgasgutschriften für Nebenprodukte
TN 1: THG Gutschrift für Düngewert des Wirtschaftsdüngers
TN 2: THG Gutschrift für Humuswert des Wirtschaftsdüngers
TN 3: THG Gutschrift
TN 4: THG Gutschrift für Alttiere
TN 1 bis TN 4: Summe Gutschriften für Nebenprodukte

Tabelle 7: Liste der betrachteten THG der Ferkelaufzucht (FA)

FA1 Treibhausgasemissionen aus Wirtschaftsdünger und enterischer Fermentation
Tw 1: NH ₃ -Emissionen aus Stall/planbefestigtem Auslauf
Tw 2: NH ₃ -Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlager
Tw 3: NH ₃ -Emissionen aus Weidehaltung
Tw 4: N ₂ O-Emissionen aus Stall und Wirtschaftsdüngerlager
Tw 5: N ₂ O-Emissionen aus Weidehaltung
TW 6: N ₂ O-Emissionen des nicht düngewirksamen Stickstoffs
Tw 7: CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlager
Tw 8: CH ₄ -Emissionen aus Ausscheidungen auf der Weide
Tv 1 CH ₄ -Emissionen aus enterischer Fermentation
Tw 1 bis Tw 8 und Tv 1 : Summe THG aus Wirtschaftsdünger und enterische Fermentation
FA2 Treibhausgasemissionen aus Betriebsmitteleinsatz
TB 1: THG-Emissionen aus Tierzugängen (Bestandsergänzung)
TB 2: THG-Emissionen aus Kraftfuttereinsatz
TB 3: THG-Emissionen aus Grundfuttereinsatz
TB 4: THG-Emissionen aus Mineralfuttereinsatz
TB 5: THG-Emissionen aus Einstreueinsatz
TB 6: THG-Emissionen aus Wassereinsatz
TB 7: THG-Emissionen aus Energieeinsatz
TB 8: THG-Emissionen aus Maschinenherstellung
TB 1 bis TB 8: Summe THG aus Betriebsmitteleinsatz
FA3 Treibhausgasgutschriften für Nebenprodukte
TN 1: THG Gutschrift für Düngewert des Wirtschaftsdüngers
TN 2: THG Gutschrift für Humuswert des Wirtschaftsdüngers
TN 3: THG Gutschrift für lebend geborene Kälber nach Abzug der Kälberverluste
TN 4: THG Gutschrift für Alttiere
TN 1 bis TN 4: Summe Gutschriften für Nebenprodukte
Treibhausgasemissionen für das Hauptprodukt
Tw 1 bis TN 4: Summe THG für das Hauptprodukt

Tabelle 8: Liste der betrachteten THG der Schweinemast (SM)

SM1 Treibhausgasemissionen aus Wirtschaftsdünger und enterischer Fermentation
Tw 1: NH ₃ -Emissionen aus Stall/planbefestigtem Auslauf
Tw 2: NH ₃ -Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlager
Tw 3: NH ₃ -Emissionen aus Weidehaltung
Tw 4: N ₂ O-Emissionen aus Stall und Wirtschaftsdüngerlager
Tw 5: N ₂ O-Emissionen aus Weidehaltung
TW 6: N ₂ O-Emissionen des nicht düngewirksamen Stickstoffs
Tw 7: CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlager
Tw 8: CH ₄ -Emissionen aus Ausscheidungen auf der Weide
Tv 1 CH ₄ -Emissionen aus enterischer Fermentation
Tw 1 bis Tw 8 und Tv1: Summe THG aus Wirtschaftsdünger und enterische Fermentation
SM2 Treibhausgasemissionen aus Betriebsmitteleinsatz
TB 1: THG-Emissionen aus Tierzugängen (Bestandsergänzung)
TB 2: THG-Emissionen aus Kraftfuttereinsatz
TB 3: THG-Emissionen aus Grundfuttereinsatz
TB 4: THG-Emissionen aus Mineralfuttereinsatz
TB 5: THG-Emissionen aus Einstreueinsatz
TB 6: THG-Emissionen aus Wassereinsatz
TB 7: THG-Emissionen aus Energieeinsatz
TB 8: THG-Emissionen aus Maschinenherstellung
TB 1 bis TB 8: Summe THG aus Betriebsmitteleinsatz
SM3 Treibhausgasgutschriften für Nebenprodukte
TN 1: THG Gutschrift für Düngewert des Wirtschaftsdüngers
TN 2: THG Gutschrift für Humuswert des Wirtschaftsdüngers
TN 3: THG Gutschrift für lebend geborene Kälber nach Abzug der Kälberverluste
TN 4: THG Gutschrift für Alttiere
TN 1 bis TN 4: Summe Gutschriften für Nebenprodukte
Treibhausgasemissionen für das Hauptprodukt
Tw 1 bis TN 4: Summe THG für das Hauptprodukt

3.11 Charakterisierungsfaktoren

Die Charakterisierungsfaktoren sind im BEK und den BEK-Parameter-Dateien dargelegt (Siehe Anhänge zum Bericht).

3.12 Abschneidekriterien und Abschneidungen

Nicht berücksichtigt wurden bei dieser Vergleichsstudie die Emissionen aus Schlachtung und Transport, da sie keine signifikanten Unterschiede zwischen verschiedenen Verarbeitungs- und Vermarktungssystemen erwarten lassen (Hörtenhuber, 2021). Hörtenhuber hat in der Vorstudie in 2021 mit der Software SimaPro THGE pro kg Schlachtgewicht von 3,03 CO₂-eq/kg für die biologische Erzeugung, 4,11 CO₂-eq/kg für die regional/konventionelle und 5,90 kg CO₂-eq/kg für das Referenzsystem ausgewiesen.

Tabelle 9: Ergebnisse der THGE in CO₂eq/kg von Schweinefleisch (2021)

Quellen	(i) Schwäbisch-Hällisch BIO	(ii) Schwäbisch-Hällisch KON mit DONAU SOJA / EUROPE SOYA	(iii) Referenz mit Soja aus Übersee
Ergebnisse in kg CO ₂ -eq / kg Schlachtkörper			
Schlachtkörper (Schwein)	3,03	4,11	5,90
Transporte nach Schlachtung	0,02	0,02	0,05
Schlachthof	0,05	0,05	0,05
SUMME	3,11 (52 %)	4,19 (70 %)	6,00 (100 %)

Quelle: (Hörtenhuber, 2021)

Für die Abgrenzung der Systemgrenzen bedeutsam ist die Feststellung, dass die Emissionen auf dem Schlachthof bei allen Verfahren die gleichen Emissionen verursacht. Dies ist für die vorliegende Studie relevant, da auf den Vergleich dieses Werte damit verzichtet werden kann. Für die Emissionen bei Distribution der Produkte (Transporte nach Schlachtung) wurden von Hörtenhuber Pauschalwerte, ohne Quellennachweis angesetzt. Eine Bewertung der Emissionen ohne referenzierte und nachvollziehbarer Datenquellen wird daher in dieser Studie nicht angewandt. Abgesehen davon weisen die absoluten Emissionswert der Transporte nach der Schlachtung von 0,02 bzw. 0,05 kg CO₂-eq/kg einen sehr geringen Anteil von ca. 0,5% der gesamten THGE aus, weshalb die Unterschiede der verschiedenen Produktlinien in dieser Vergleichsstudie als nicht signifikant zu betrachten ist.

3.13 Allokationsverfahren

Die Allokation der THGE von Zwischen- und Halbfertigprodukten bzw. die Verteilung von betriebsintern verwerteten Stoffen werden gemäß deren physikalischen und chemischen Eigenschaften vorgenommen.

Im Pflanzenbau werden die THGE organischer Dünger aus der Tierhaltung entsprechend den Angaben zu den Ausbringmengen auf die verschiedenen Verfahren verteilt. Zur Kontrolle der Düngermengen wird für jedes Verfahren der Pflanzenproduktion die Stickstofflieferung der ausgebrachten Dünger, der Nachlieferung aus der Vorfrucht und dem Anbau von Leguminosen mit dem Nährstoffbedarf der jeweiligen Frucht- und Ertragsdaten bilanziert.

Die Allokation der THGE von selbst erzeugten Futtermitteln wird anhand der Futtermittelrationen ermöglicht. Eine Massenbilanz der Futtermittel wird mit Ertragsdaten aus der Pflanzenproduktion oder den Lieferungen von Zukauffuttermitteln erstellt.

Die Allokation der THGE der einzelnen Verfahrensschritte der Tierproduktion (FE, FA und SM) wird dem jeweils nächsten Produktionsschritt zugeordnet. Für Betriebe welche ausschließlich Mastferkel zukaufen, werden die THGE der FE und der FA im Zukauf von Tieren bilanziert.

Die THGE von zugekauften Betriebsmitteln werden dem jeweiligen Produktionsverfahren zugeordnet.

3.13.1 Umgang mit Strom

Strom wird zunächst im Gesamtbetrieb bilanziert, indem der private Anteil von der Gesamtmenge abgezogen wird. Der betrieblich verwendete Strom wird dann auf die einzelnen Prozessmodule proportional verteilt. Bei der Schweinemast ab 30 kg Lebendgewicht wird in der Regel ein sehr geringer Anteil von Strom verwendet.

Der Hauptanteil von Strom entfällt auf die FE und die FA.

Selbst erzeugter Strom aus Photovoltaik-Anlagen wird bei der Bilanzierung der THGE berücksichtigt.

3.13.2 Umgang mit Landnutzungsänderung

Eine Landnutzungsänderung von z.B. Wald oder Grünland ist in Deutschland nahezu unmöglich, sofern der Betrieb auf Subventionen angewiesen ist bzw. diese beantragt hat. Das Umbruchverbot von Grünland ist Teil der Auflagen zur guten ökologischen Betriebsführung. Eine Landnutzungsänderung von Wald ist durch das deutsche Waldgesetz untersagt. Im Einzelfall muss eine Kompensationsfläche aufgeforstet werden.

Die Landnutzungsänderung durch Verwendung von nicht-zertifiziertem Soja, wie es in im Standardverfahren im Rahmen der geltenden Gesetzeslage möglich ist, wird mit dem THGE-Parameter der BEK-Parameterdatei mit 8,198 kg CO₂eq/kg für Futtermittel oder Kraftfutterkomponenten aus Soja mit 89 % TM und Herkunft von gerodeten Flächen in Brasilien Rechnung getragen.

Exkurs zum Thema Soja aus Import von außerhalb der EU

Laut der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung ist der große Anteil der aus Übersee importierten Soja nicht GVO-frei (Gentechnisch veränderte Organismen).

Eine nachvollziehbare und über die gesamte Wertschöpfungskette etablierte Zertifizierung von entwaldungsfreiem Soja ist bisher nicht etabliert. Die Umsetzung des EU-Entwaldungsgesetzes wurde verschoben.

Das EU-Entwaldungsgesetz wird sich kaum auf die Zerstörung des verbleibenden Urwaldes durch den Sojaanbau auswirken, da es lediglich zur Verschiebung von Handelsströmen kommen wird. Es ist davon auszugehen, dass Länder wie China und Russland kein Interesse an einer Restriktion von Soja-Importen haben.

Dadurch wird es nach der Umsetzung der Entwaldungsrichtlinie der EU keine Reduzierung der Abholzung oder die Wiederherstellung von zerstörten Regenwaldflächen geben.

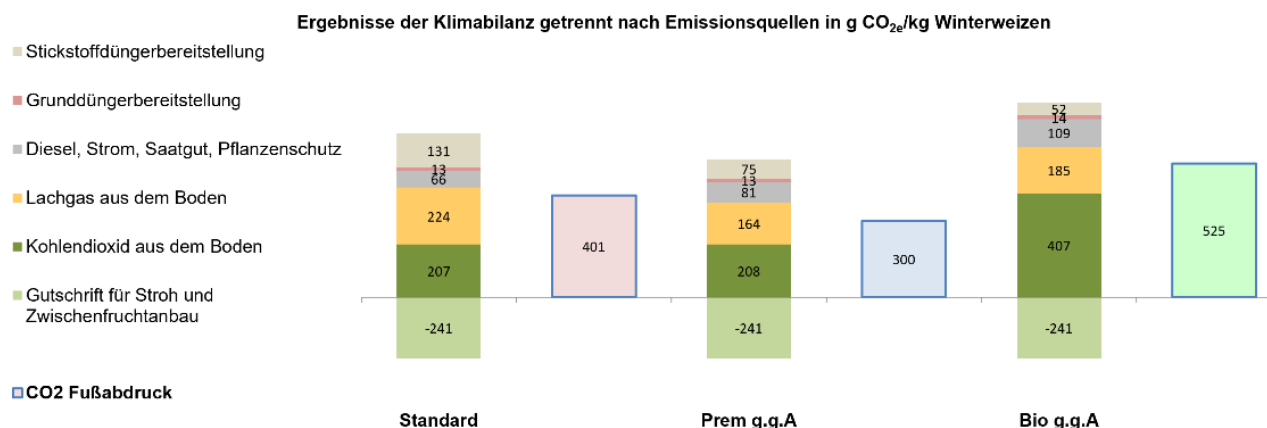
Die zentrale Lösung für eine eiweißreiche Futtermittelration in der Schweinefleischerzeugung ist daher der konsequente Ersatz von „Tropensoja“ durch andere Eiweiß-Futtermittel aus der europäischen Landwirtschaft (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit, 2023).

3.14 Zeitbezogene emittierte und entzogene THG-Mengen

Der Berechnungszeitraum der Maßnahme bezieht sich auf ein Wirtschaftsjahr.

Emittierte und entzogene THG-Mengen werden anhand der Jahresproduktion berechnet. Eine Bilanzierung der emittierten und entzogenen THG-Mengen wird für jedes Produktionsverfahren dargestellt.

Abbildung 3: Beispiel von emittierten und entzogenen THG-Mengen bei Winterweizen



Quelle: THEKLA-Tool und eigene Berechnungen

3.15 Datenbeschreibung – Entscheidungen und Datenqualität

Die Datenbeschreibung wird anhand von den Kriterien der Definition der funktionellen Einheit, der Vollständigkeit, Konsistenz und Transparenz und der Datenqualität erläutert und bewertet.

3.15.1 Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit der THGE wird durchgehend als g CO_{2e}/kg Lebendgewicht der Zwischen- und Hauptprodukte bilanziert

3.15.2 Vollständigkeit

Die Vollständigkeit der Daten ergibt sich aus den im Anhang dargelegten Excel-Tabellen und den Ausführungen zur Datenerfassung sowie der Datenquellen sowohl für die Primärdaten als auch für die Sekundärdaten ausführlich dokumentiert.

3.15.3 Konsistenz und Transparenz

Die Konsistenz und Transparenz der Rechnungslegung zum Vergleich der Produktionssysteme ist bis in alle Rechenschriften konsistent und transparent dargelegt.

3.15.4 Datenqualität

Die Datenqualität wurde mit einer entsprechenden Dokumentation und Nachweislegung abgesichert.

4 Ergebnisse der Auswertung

4.1 Tabellarische Darstellung der Ergebnisse /Zusammenfassung

Tabelle 10: Übersicht über die, mit der Anzahl der erzeugten Tiere, gewichteten Parameter zur Berechnung der THGE

Klimabilanz in der Schweinemast				
Ihre Betriebsdaten aus dem letzten Wirtschaftsjahr	WJ 2022/23	Standard	Premium g.g.A.	Bio g.g.A.
Wie viele Schweine werden eingestallt?	eingestallte Schweine	1500	1343	249
Mit welchem Gewicht werden die Schweine eingestallt?	kg/Schwein	30,0	30,8	31,0
Wie viele Schweine werden erzeugt?	erzeugte Schweine	1470,0	1326,6	245,2
Wie hoch ist das durchschnittliche Lebend-Verkaufsgewicht?	kg LG/verkauftes Schwein	124,0	122,6	128,0
Wie hoch ist die Auschlachtung?	% des LG	79,0	79,1	79,0
Wie viel Kraftfutter wird eingesetzt (88 % TM)?	kg KF/erzeugtes Schwein	263,0	309,8	332,2
Zu welchem Anteil ist es Importsoja ohne Nachhaltigkeitszertifikat?	% Soja im KF	13,0	11,1	19,3
Zu welchem Anteil wird stark N-/P-reduziertes Futter eingesetzt?	% des KF	50,0	51,9	12,6
Wie viel Einstreu wird eingesetzt?	kg/erzeugtes Schwein	2,0	18,1	23,5
Wie viel Grundfutter (Luzerneheu o.ä.) wird im Stall zugefüttert?	kg TM/erzeugtes Schwein	3,0	4,0	5,7
Wie hoch ist der Stromverbrauch?	kWh/erzeugtes Schwein	4,8	4,8	19,1
Zu welchem Anteil wird eigener Photovoltaikstrom oder Ökostrom eingesetzt?	% des Stroms	0,0	10,5	11,5
Wie hoch ist der Wärmeverbrauch?	kWh/erzeugtes Schwein	0,0	0,0	0,0
Zu welchem Anteil stammt die Wärme aus erneuerbaren Energien (z.B. Holzheizung)?	% der Wärme	0,0	0,0	0,0
Zu welchem Anteil der Mastdauer sind die Tiere auf der Weide?	% der Mastdauer	0,0	0,0	0,0
Wie viel WD gelangt direkt in gasdichte Behälter (z.B. Biogasanlage)?	% des WD	0,0	0,0	0,0
Wie viel WD gelangt nach Vorlagerung in gasdichte Behälter (z.B. BGA)?	% des WD	18,3	18,3	0,0
Zu welchem Anteil wird Ammoniak aus der Abluft aufgefangen?	% des NH3 aus Stallabluf	0,0	0,0	0,0
Treibhausgasemissionen Mastschweineerzeugung	kg CO _{2e} /erzeugtes Schwein	569	246	285
CO ₂ -Fußabdruck Mastschweineerzeugung (Lebendgewicht)	kg CO _{2e} /kg LG	4,59	2,00	2,22
CO ₂ -Fußabdruck Mastschweineerzeugung (Schlachtgewicht)	kg CO _{2e} /kg SG	5,81	2,53	2,81
CO ₂ -Fußabdruckveränderung zu Standard Erzeugung	%		-56,3	-51,6
Gewinnveränderung Ziel- zu Ist-Betrieb	€/erzeugtes Schwein			-4,8
Tierverluste je erzeugtes Schwein	%	2,0	1,2	1,4
Kraftfutterverbrauch für Lebendgewichtszuwachs	kg KF/kg LG-Zuwachs	2,80	3,38	3,43

Tabelle 11: Übersicht der Parameter für die Premium-Betriebe

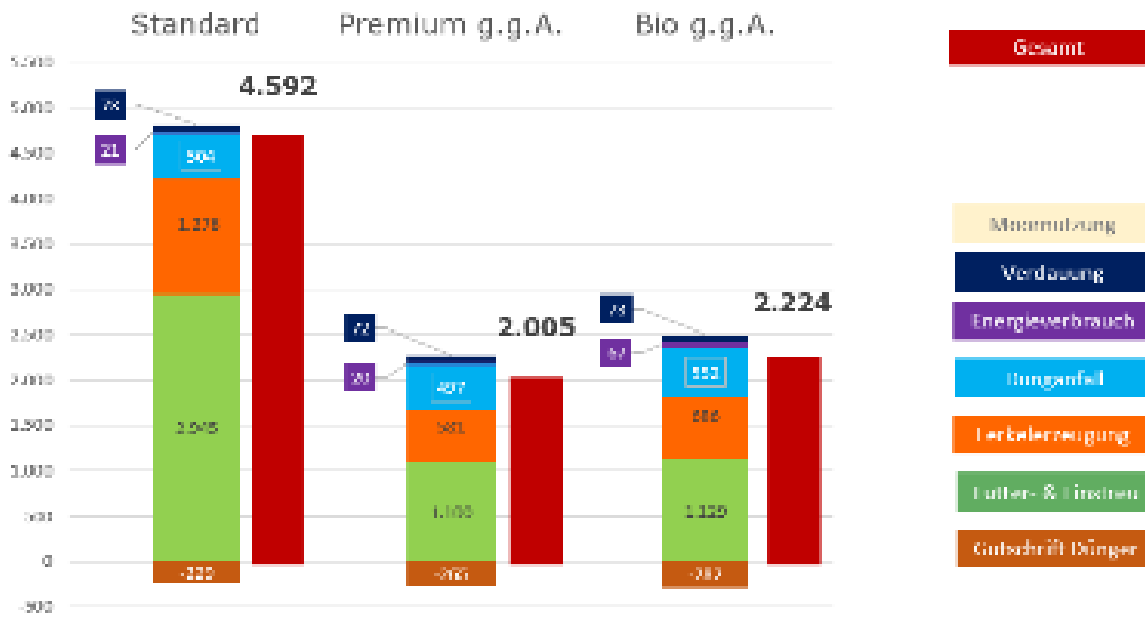
Klimabilanz in der Schweinemast	gewichtet							
	WJ 2022/23	Ø Pre	Summe Pre	Pre01	Pre02	Pre03	Pre04	Pre05
Ihre Betriebsdaten aus dem letzten Wirtschaftsjahr	WJ 2022/23	Ø Pre	Summe Pre	Pre01	Pre02	Pre03	Pre04	Pre05
Wie viele Schweine werden eingestallt?	eingestellte Schweine	1.343,34	6.716,70	878,00	1100,00	2137,50	1116,50	1484,70
Mit welchem Gewicht werden die Schweine eingestallt?	kg/Schwein	30,85		31,00	31,00	30,00	32,00	31,00
Wie viele Schweine werden erzeugt?	erzeugte Schweine	1.326,59	6.632,94	874,00	1083,50	2105,44	1100,00	1470,00
Wie hoch ist das durchschnittliche Lebend-Verkaufsgewicht?	kg LG/verkauftes Schwein	122,59		124,09	117,21	125,00	121,00	123,40
Wie hoch ist die Auschlachtung?	% des LG	79,13		79,00	79,00	79,00	79,00	79,60
Wie viel Kraffutter wird eingesetzt (88 % TM)?	kg KF/erzeugtes Schwein	309,75		308,92	323,53	288,55	270,00	360,20
Zu welchem Anteil ist es Importsoja ohne Nachhaltigkeitszertifikat?	% Soja im KF	11,06		10,37	10,00	16,44	3,76	10,00
Zu welchem Anteil wird stark N-/P-reduziertes Futter eingesetzt?	% des KF	51,94		50,00	50,00	30,00	100,00	50,00
Wie viel Einstreu wird eingesetzt?	kg/erzeugtes Schwein	18,11		32,00	57,73	5,00	4,00	10,00
Wie viel Grundfutter (Luzerneheu o.ä.) wird im Stall zugefüttert?	kg TM/erzeugtes Schwein	4,01		5,00	3,00	5,00	1,00	5,00
Wie hoch ist der Stromverbrauch?	kWh/erzeugtes Schwein	4,75		10,30	2,91	1,53	8,00	5,00
Zu welchem Anteil wird eigener Photovoltaikstrom oder Ökostrom eingesetzt?	% des Stroms	10,47		0,00	0,00	33,00	0,00	0,00
Wie hoch ist der Wärmeverbrauch?	kWh/erzeugtes Schwein	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zu welchem Anteil stammt die Wärme aus erneuerbaren Energien (z.B. Holzheizung)?	% der Wärme	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zu welchem Anteil der Mastdauer sind die Tiere auf der Weide?	% der Mastdauer	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wie viel WD gelangt direkt in gasdichte Behälter (z.B. Biogasanlage)?	% des WD	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wie viel WD gelangt nach Vorlagerung in gasdichte Behälter (z.B. BGA)?	% des WD	18,34		40,00	80,00	0,00	0,00	0,00
Zu welchem Anteil wird Ammoniak aus der Abluft aufgefangen?	% des NH3 aus Stallabluf	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Treibhausgasemissionen Mastschweineerzeugung	kg CO _{2e} /erzeugtes Schwein	252,89		264,67	193,21	266,67	251,02	271,56
CO ₂ -Fußabdruck Mastschweineerzeugung (Lebendgewicht)	kg CO _{2e} /kg LG	2,06		2,13	1,65	2,13	2,07	2,20
CO ₂ -Fußabdruck Mastschweineerzeugung (Schlachtgewicht)	kg CO _{2e} /kg SG	2,60		2,70	2,09	2,70	2,63	2,76
CO ₂ -Fußabdruckveränderung zu Standard Erzeugung	%	-60,17		-53,84	-71,36	-62,93	-59,73	-52,08
Gewinnveränderung Ziel- zu Ist-Betrieb	€/erzeugtes Schwein	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tierverluste je erzeugtes Schwein	%	1,25		0,46	1,50	1,50	1,48	0,99
Kraffuttermverbrauch für Lebendgewichtszuwachs	kg KF/kg LG-Zuwachs	3,38		3,32	3,75	3,04	3,03	3,90

Tabelle 12: Übersicht der Parameter für Bio-Betriebe

Klimabilanz in der Schweinemast	gewichtet							
	WJ 2022/23	Ø Bio	Summe Bio	Bio01	Bio02	Bio03	Bio04	Bio05
Ihre Betriebsdaten aus dem letzten Wirtschaftsjahr	WJ 2022/23	Ø Bio	Summe Bio	Bio01	Bio02	Bio03	Bio04	Bio05
Wie viele Schweine werden eingestallt?	eingestellte Schweine	248,65	1.243,26	287,00	268,26	43,86	462,58	181,56
Mit welchem Gewicht werden die Schweine eingestallt?	kg/Schwein	31,00		31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
Wie viele Schweine werden erzeugt?	erzeugte Schweine	245,20	1.226,00	284,00	263,00	43,00	458,00	178,00
Wie hoch ist das durchschnittliche Lebend-Verkaufsgewicht?	kg LG/verkauftes Schwein	127,97		135,27	111,05	142,49	130,12	132,31
Wie hoch ist die Auschlachtung?	% des LG	79,00		79,00	79,00	79,00	79,00	79,00
Wie viel Kraftfutter wird eingesetzt (88 % TM)?	kg KF/erzeugtes Schwein	332,16		421,04	268,40	420,00	316,59	303,37
Zu welchem Anteil ist es Importsoja ohne Nachhaltigkeitszertifikat?	% Soja im KF	19,27		11,71	26,50	1,73	24,09	12,48
Zu welchem Anteil wird stark N-/P-reduziertes Futter eingesetzt?	% des KF	12,62		0,00	25,00	0,00	0,00	50,00
Wie viel Einstreu wird eingesetzt?	kg/erzeugtes Schwein	23,48		25,00	21,00	30,00	15,00	45,00
Wie viel Grundfutter (Luzerneheu o.ä.) wird im Stall zugefüttert?	kg TM/erzeugtes Schwein	5,72		5,00	6,30	30,00	5,00	2,00
Wie hoch ist der Stromverbrauch?	kWh/erzeugtes Schwein	19,11		2,00	70,21	7,00	7,00	5,00
Zu welchem Anteil wird eigener Photovoltaikstrom oder Ökostrom eingesetzt?	% des Stroms	11,55		10,47	21,06	32,00	5,25	10,47
Wie hoch ist der Wärmeverbrauch?	kWh/erzeugtes Schwein	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zu welchem Anteil stammt die Wärme aus erneuerbaren Energien (z.B. Holzheizung)?	% der Wärme	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zu welchem Anteil der Mastdauer sind die Tiere auf der Weide?	% der Mastdauer	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wie viel WD gelangt direkt in gasdichte Behälter (z.B. Biogasanlage)?	% des WD	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wie viel WD gelangt nach Vorlagerung in gasdichte Behälter (z.B. BGA)?	% des WD	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zu welchem Anteil wird Ammoniak aus der Abluft aufgefangen?	% des NH3 aus Stallabluft	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Treibhausgasemissionen Mastschweineerzeugung	kg CO _{2e} /erzeugtes Schwein	279,13		320,80	301,03	258,30	243,19	277,82
CO ₂ -Fußabdruck Mastschweineerzeugung (Lebendgewicht)	kg CO _{2e} /kg LG	2,20		2,37	2,71	1,81	1,87	2,10
CO ₂ -Fußabdruck Mastschweineerzeugung (Schlachtgewicht)	kg CO _{2e} /kg SG	2,78		3,00	3,43	2,29	2,37	2,66
CO ₂ -Fußabdruckveränderung zu Standard Erzeugung	%	-52,57		-48,36	-40,97	-61,54	-60,35	-54,27
Gewinnveränderung Ziel- zu Ist-Betrieb	€/erzeugtes Schwein	-4,46		-8,36	-15,37	7,20	2,35	-2,45
Tierverluste je erzeugtes Schwein	%	1,22		0,96	1,96	1,96	0,99	0,96
Kraftfutterverbrauch für Lebendgewichtszuwachs	kg KF/kg LG-Zuwachs	3,41		4,04	3,35	3,77	3,19	2,99

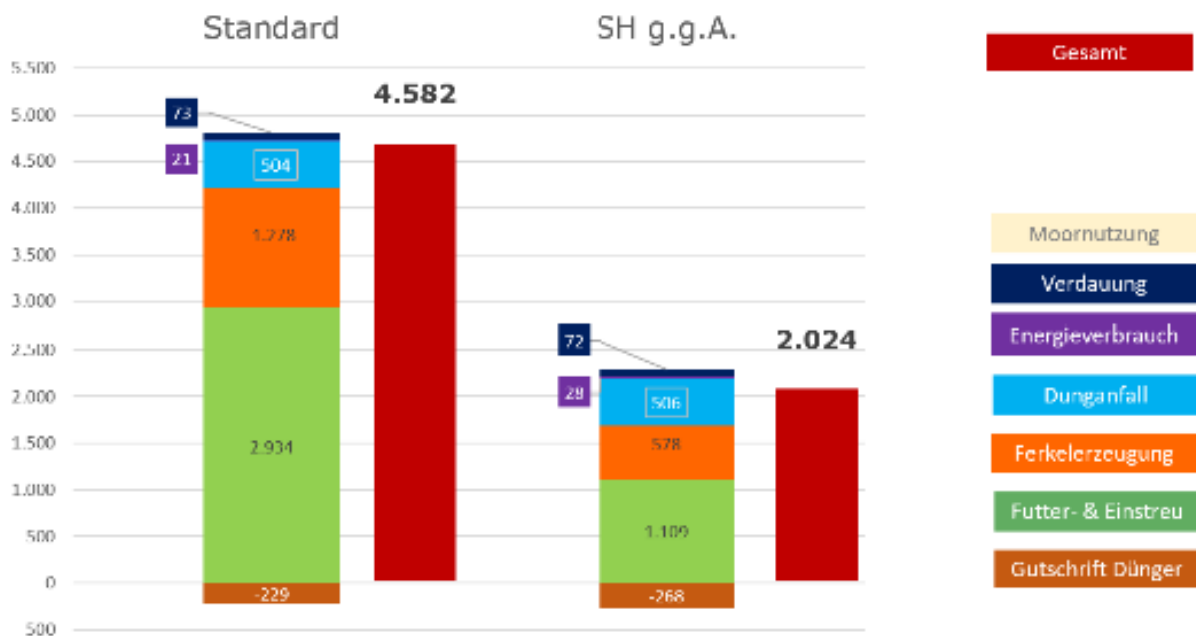
4.2 Grafische Darstellung der Ergebnisse

Abbildung 4: THGE der Schweinemast



Quelle: eigene Berechnungen

Abbildung 5: THGE der Schweinemast der EZG Schwäbisch Hällisches Qualitätsschweinefleisch g.g.A.



Quelle: eigene Berechnungen

Die gesamte THGE bei SH g.g.A. zum Referenzsystem beträgt 53%.

4.3 Offenlegung und Rechtfertigung der Werthaltung

Siehe CFP_Tierhaltung_EIPagri_SHggA_

4.4 Untersuchungsrahmen und modifizierter Untersuchungsrahmen

Ja – umfassend in Kap 3 dargestellt.

4.5 Beschreibung der Lebenswegabschnitte

Ja – umfassend in Kap 3 dargestellt.

4.6 Bewertung des Einflusses alternativer Anwendungsprofile und Szenarien auf das Endergebnis

Nicht relevant

4.7 Zeitlicher Gültigkeitsbereich für den der CFP repräsentativ ist

Mindestens 5 Jahre – Ohne Verbot der Einfuhr von Tropensoja, gilt das Referenzsystem als gesetzlicher Mindeststandard weiter. Selbst wenn eine Selbstverpflichtung des Sektors zu einer Verlagerung der Bezugsquellen führt, muss davon ausgegangen werden, dass die Anbauflächen von Soja zulasten von Tropenwäldern und besonders naturnahen Graslandflächen weiter fortschreitet.

4.8 Verweisung auf die PKR (PCR) oder sonstige Anforderungen

Siehe BEK und Excel-Tool

4.9 Beschreibung der Leistungsverfolgung

Siehe BEK und Excel-Tool

5 Übereinstimmung mit Anhang B – Kriterien für auf dem CFP basierende Vergleiche verschiedener Produkte

Bewertung der Kriterien für auf dem CFP basierenden Vergleich der Produkte

Definition und die Beschreibung der Produktkategorie ist identisch	Ja
Die funktionellen Einheiten sind identisch	Ja
Die Systemgrenzen sind gleichwertig	Ja
Die Beschreibung der Daten ist gleichwertig	Ja
Kriterien für die Aufnahme von Inputs und Outputs sind gleich	Ja
Anforderungen an die Datenqualität ist gleich	Ja
Annahmen speziell für die Lebenswegabschnitte, Produktnutzung und Ende des Produktlebenswegs sind gleich	Ja
Spezifischem, emittierte und entzogene THG-Mengen werden identisch behandelt	Ja
Die Einheiten sind identisch	Ja

6 Empfehlungen zur vergleichenden Footprint-Kommunikation

Der “Green Claim” – die “Umweltaussage” soll Lauten:

**Das Schwäbisch-Hällische Qualitätsschweinefleisch g.g.A. vermindert
Treibhausgase um 50%
gegenüber dem gesetzlich geltenden Mindeststandard.**

7 Literaturliste

Arbeitsgruppe BEK. (2016). *Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) in der Landwirtschaft, Handbuch*. In: www.ktbl.de. www.ktbl.de

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit. (2023). *Soja: Gemeinsam für mehr Nachhaltigkeit*. www.bmz.de

Deblitz, C., Zavyalova Katharina, & Efken, J. (2024). *Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Ferkelerzeugung und Schweinemast*.

Hörtenhuber, S. (2021). *CO₂-Bilanz von Schweinefleisch Vergleich von herkömmlicher Schweinefleischerzeugung mit der Erzeugung von "Schwäbisch-Hällischem Qualitätsschweinefleisch g.g.A."* www.fibl.org