

## **Schlussbericht**

### **Feldstudie zur Impfung gegen den Ebergeruch (FINGER)**

**Zuwendungsempfänger:** Christian-Albrechts-Universität, Kiel

**Förderkennzeichen:** 28N202301

**Vorhabensbezeichnung:** Feldstudie zur Impfung gegen den Ebergeruch (FINGER)

**Laufzeit des Vorhabens:** September 2020 – Januar 2023

## **I. Kurze Darstellung**

### **I.1. Aufgabenstellung sowie der wissenschaftliche und technische Stand**

Als praxisrelevante und rechtskonforme Alternativen stehen die Jungebermast und Impfung mit Improvac® sowie die chirurgische Kastration unter Allgemeinanästhesie (Injektions- und Inhalationsnarkose) zur Verfügung. Obwohl die Impfung mit Improvac weltweit seit 20 Jahren im Einsatz ist und eine Vielzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen zu verschiedensten Fragestellungen um die Impfung vorliegen, bestehen in Deutschland nur sehr begrenzte praktische Erfahrungen mit der Impfung auf allen Stufen der Wertschöpfungskette. Ein Netzwerk von Landwirten und Landwirtschaftsorganisationen in Norddeutschland hat eine Initiative gestartet, 100.000 Improvac-geimpfte Eber zu erzeugen, um Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetriebe für diese Alternative zur betäubungslosen Ferkelkastration zu gewinnen. Das Ziel des geplanten Verbundvorhabens bestand darin, diese Initiative wissenschaftlich und mit ausgewählten Kooperationspartnern aus der Wertschöpfungskette zu begleiten. Der Fokus der Untersuchungen ist dabei auf zwei wesentliche Aspekte gerichtet:

1. Bewertung des Fleisches von geimpften Tieren als Grundlage für eine qualitätsgerechte Bezahlung

Improvac-geimpfte Eber werden von den Schlachtbetrieben bisher überwiegend nach der „Ebermaske“ oder nach der „Börgemaske“ aber unter Abzug von Pauschalen abgerechnet. Damit ist die Mast der Improvac-geimpften Eber nicht wirtschaftlich. Es liegen aber keine wissenschaftlichen (und unabhängigen) Studien vor, die ein solches Abrechnungssystem rechtfertigen. Außerdem ist nicht bekannt, ob es für Improvac-geimpfte Eber zu Verzerrungen in der Schätzung von Teilstücken und Muskelfleischanteil kommt, die Grundlage der Bezahlmasken sind. Daher werden im Rahmen eines Zerlegeversuches die Zusammensetzung von Schlachtkörpern bestimmt und die Autofom-Schätzergebnisse auf vermutete Verzerrungen überprüft. Dabei werden sowohl Improvac-geimpfte Eber als auch unkastrierte Masteber mit Börgen und Sauen verglichen. Zusätzlich wird ein exemplarisches Fleischprodukt hergestellt, um eine Beurteilung der Verarbeitungseignung zu erlauben, insbesondere der oxidativen Stabilität.

2. Variation wichtiger Parameter der Wertschöpfungskette bei einem routinemäßigen Einsatz von Improvac

Die vorliegenden wissenschaftlichen Studien zur Wirksamkeit von Improvac stützen sich i.d.R. auf begrenzte Tierzahlen und standardisierte Bedingungen. Praxiserfahrungen aus einem routinemäßigen Einsatz von Improvac über die gesamte Wertschöpfungskette fehlen bisher. Daher sollte an einem umfangreichen Datenmaterial überprüft werden, mit welcher Variation in den Schlacht- und Befunddaten sowie in der Fleisch- und Fettbeschaffenheit zu rechnen ist und welches die wichtigsten Ursachen für die auftretende Variation sind (u.a. Betrieb, Genetik, Saisoneffekte, Fütterung). Als wichtige Merkmale wurden die Daten der Klassifizierung (AutoFom) und die Schlachtbefunddaten als Indikatoren für die Tiergesundheit herangezogen. Weiterhin werden an umfangreichen Stichproben neben Geruchsabweichungen die Fleisch- und Fettqualität sowie die Produkt- und Verarbeitungseigenschaften betrachtet. Zusätzlich wurde mit einem Simulationsmodell eine Ökobilanzierung vorgenommen, um auch die Umweltwirkungen für die Improvac-Tiere quantifizieren zu können.

## **I.2. Ablauf des Vorhabens**

Die CAU untersuchte im Teilprojekt (TP) 2.1 die Variationsursachen für die Merkmale der Klassifizierung und der Schlachtbefunde. Die Daten der an der Initiative beteiligten Betriebe wurden über den Westfälisch-Lippischen Landwirtschaftsverband zur Verfügung gestellt. Von den ca. 120 angeschriebenen Landwirten erklärten sich 70 Betriebe zu einer Zusammenarbeit bereit. Da wegen der Corona-Pandemie ein persönlicher Besuch der Betriebe nicht möglich war, wurde mit Hilfe von Beratern und weiteren Experten ein Fragebogen zu allgemeinen Betriebsdaten und den wichtigsten Produktionskennzahlen entwickelt. Damit konnten weitere Faktoren für die Variationsanalyse berücksichtigt werden. Zusätzlich wurde in TP 2.1 eine umfangreiche Ökobilanzierung vorgenommen. Diese beinhaltete neben eine ausführlichen Literaturrecherche die Modellierung eines Kombibetriebes (Sauen, Ferkelaufzucht und Mast) mit den wichtigsten Produktionszahlen und die Schätzung der Umweltwirkungen.

## **I.3. Wesentliche Ergebnisse sowie Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

# **II. Eingehende Darstellung**

## **II.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele**

Die Zuwendungen der CAU wurden ausschließlich für die Aufgaben im TP 2.1 eingesetzt. Die Vorgehensweise und die erzielten Ergebnisse, für die die CAU verantwortlich war, werden im Folgenden beschrieben.

### Fragebogen

Für die Abfrage essentieller Informationen von den Daten liefernden Betrieben wurde ein Fragebogen konzipiert, der einen Betriebsbesuch ersetzen sollte. Der Fragebogen war in vier Abschnitte geteilt. Zuerst wurden allgemeine Informationen wie die Betriebsform (Kombibetrieb oder Mastbetrieb), Tierzahlen und Gruppenstrukturen abgefragt. In den nächsten beiden Abschnitten wurden Fragen zur Genetik der Mutter- bzw. Vaterlinie und der Fütterung gestellt. Im letzten Abschnitt wurden einige Punkte zum Einsatz von Improvac geklärt. Hierbei wurden insbesondere vorhandene Impfschemata, die Vorgehensweise bei den Tierkontrollen vor und nach den Impfungen sowie Erfahrungsberichte erfragt. Der Fragebogen wurde vor dem Versand an die Landwirte durch Experten überprüft und im Anschluss an 70

Betriebe, die sich bereit erklärt hatten an der Studie teilzunehmen. Die Ergebnisse aus dem Fragebogen wurden neben den Schlachtdaten für die Schätzung der Varianzursachen genutzt.

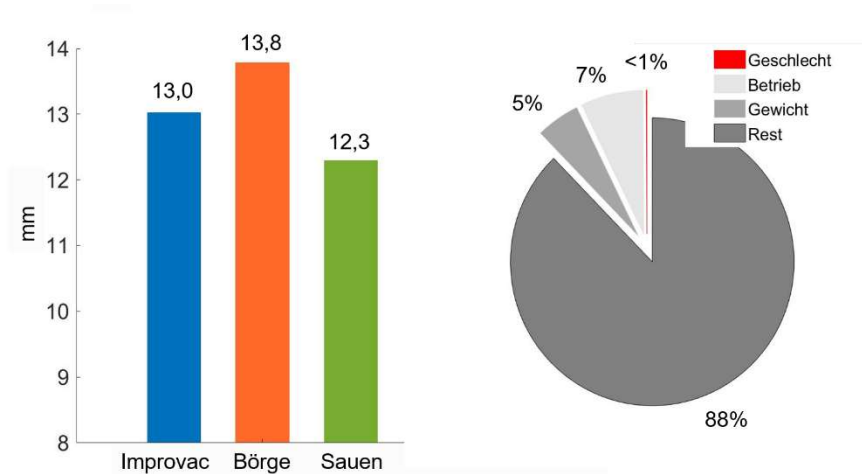
Insgesamt haben 50 der 70 eingeladenen Betriebe den Fragebogen beendet. Die Betriebsform verteilte sich gleichmäßig auf 52% Mast- und 48% Kombibetriebe, im Mittel wiesen die Betriebe 224 produktive Sauen auf. Im Mastabschnitt standen 1.545 Mastplätze zur Verfügung. Ein wichtiger Punkt im Übergang von der Mast von Börgen zur Mast von Immunokastraten ist die getrennt geschlechtliche Aufstallung. Der Fragebogen zeigte, dass nur 40% der befragten Betriebe immer getrennt geschlechtlich aufstallen. Eine gemischt geschlechtliche Aufstallung verfolgten dahingegen rund 46% der Befragten. Der Rest gab an entweder „manchmal“ getrennt geschlechtlich aufzustallen (6%) oder gaben keine Antwort (8%). Bei der Genetik setzten 69,5% auf eine Mutterlinie dänische Genetik. In der Vaterlinie dominierten Piétrain Eber mit 93,9%, hier setzten nur zwei Betriebe auf Duroc als Vaterlinie. Der Impfzeitpunkt der Erstimpfung mit Improvac wurde mit 9 bis 16 Lebenswochen bzw. einem Lebendgewicht von 27 bis 50 kg angegeben. Vor der Impfung führten 98% der Teilnehmer eine allgemeine Tierkontrolle durch, 4% selektierten zusätzlich die Eber aus den gemischt geschlechtlichen Gruppen aus und 36% führten zusätzlich einen detaillierteren Gesundheitscheck durch. Die Impfungen wurden hauptsächlich durch geschultes Betriebspersonal (48%) bzw. das Impfteam von Zoetis (46%) vorgenommen. Nur 2% der Erstimpfungen wurden durch einen Tierarzt durchgeführt, 4% machten keine Angabe. Die Zweitimpfungen wurden 3 bis 7 Wochen vor der Schlachtung bzw. mit einem Lebendgewicht von 70 bis 100 kg vorgenommen. Hier erfolgte eine Kontrolle des Impferfolges insbesondere im Rahmen der täglichen Tierkontrolle (88%). Als wichtigstes Kontrollelement wurde das Tierverhalten (96%) genannt, außerdem kontrollierten mehr als die Hälfte der Teilnehmer (56%) die Größe der Hoden, um den Impferfolg abschätzen zu können. In der täglichen Tierkontrolle wurden außerdem verschiedene Impfreaktionen beobachtet, die Rötungen, Schwellungen und Abszesse an der Impfstelle aber auch systemische Reaktionen wie Fieber oder Mattheit. Bei der Abfrage der Erfahrungsberichte zeigte sich zum einen, dass die Landwirte den Einsatz von Improvac als sehr tierschonend empfinden und das Verfahren als sehr positiv einschätzen und hier eine umsetzbare Alternative zur chirurgischen Kastration sehen. Auf der anderen Seite wurde aber auch deutlich darauf hingewiesen, dass die Vermarktung der Tiere sowie die hohen Impfstoffkosten Hemmnisse für den dauerhaften Einsatz von Improvac darstellen.

#### Variationsursachen von Merkmalen der Klassifizierung und den Schlachtbefunden

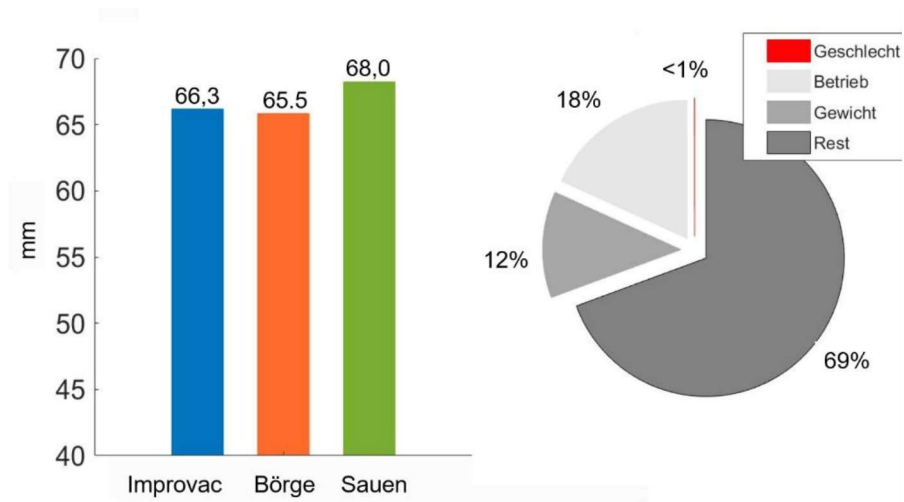
Ein Vorbehalt der Vermarkter und des Lebensmitteleinzelhandels (LEH) gegen den Einsatz von Improvac ist die Erhöhung der Variation in den Merkmalen der Klassifizierung und den Schlachtbefunden. Damit verbunden sind eine Kennzeichnung und Sortierung der betreffenden Tiere bzw. Schlachtkörper im Rahmen der weiteren Verarbeitung. Um diese Frage zu beantworten, wurde u.a. der Einfluss des Geschlechts auf die Klassifizierungs- und Befunddaten geschätzt. Für die Untersuchungen standen 358.854 Beobachtungen zur Verfügung, davon entfielen 159.856 auf Sauen, 78.614 auf Böрге, 87.396 auf Improvac-behandelte Tiere und 32.856 auf Eber (letztere wurden nur auf sehr wenigen Schlachtbetrieben geschlachtet und daher von der Studie ausgeschlossen). Die Daten wurden von IQ-Agrar zur Verfügung gestellt und über den Landwirtschaftsverband nach schriftlicher Zustimmung der Betriebe an die CAU weitergeleitet. Insgesamt stammen die Daten von 72 Mastbetrieben (VVVO), die ihre Mastschweine an 20 Schlachtbetriebe lieferten, von 13 Schlachtbetrieben waren die Daten auswertbar. Diese Daten wurden mit den Ergebnissen des

Fragebogens kombiniert, um weitere Einflussfaktoren für die Variationsursachen zu identifizieren. Dabei reduzierte sich die Anzahl der Mastbetriebe auf 50, da nicht alle beteiligten Betriebe den Fragebogen erfolgreich beendeten. Die Auswertungen erfolgten mit lineargemischten Modellen, wobei die jeweiligen LSM-Mittelwerte und die Variationsursachen der einbezogenen Effekte (Varianz des Effektes/Gesamtvarianz) geschätzt wurden. Nachfolgend werden beispielhaft die Ergebnisse der AutoFom-Daten Speckmaß, Fleischmaß und Fleischanteil dargestellt. Das Speckmaß der Improvac-Tiere liegt mit 13,0mm zwischen dem der Börgen (13,8mm) und der Sauen (12,2mm, s. Abb.1). Der Anteil der Varianz, der auf das Geschlecht zurückzuführen ist, ist mit <1% vernachlässigbar gering. Dagegen fällt der Anteil des Mastbetriebs (7%) und des Schlachtgewichts (5%) deutlich höher aus. Für das Fleischmaß ergeben sich Werte von 65,5mm (Börgen) bis 68,0mm (Sauen), das Fleischmaß der Improvac-Tiere liegt wiederum im mittleren Bereich (66,3mm). Auch beim Fleischmaß ist der Beitrag des Geschlechts zur Varianz mit <1% sehr gering, die Anteile des Betriebs und Gewichts an der Gesamtvarianz fallen mit 18% und 12% wesentlich höher aus. Eine vergleichbare Tendenz findet sich beim Fleischanteil. Die Improvac-Tiere nehmen mit 61,6% eine mittlere Stellung ein, der Fleischanteil bei den Börgen ist mit 60,3% am niedrigsten und bei den Sauen mit 62,8% am höchsten. Auch bei den weiteren Merkmalen der Klassifizierung zeigte sich immer das gleiche Bild: die Improvac-Tiere liegen immer zwischen Börgen und Sauen und können schon deshalb nicht zu einer Erhöhung der Varianz in den betrachteten Merkmalen beitragen. Der Betriebseffekt erwies sich erwartungsgemäß als wichtigste Variationsursache. Daher wurde mit Hilfe der Angaben des Fragebogens versucht, den Betriebseffekt weiter in die Einflussfaktoren Genetik, Aufstallung und Fütterung zu zerlegen. Leider war die Verteilung der Effekte (Kreuzklassifikation) nur unzureichend (z.B. nur zwei Betriebe mit der Vaterlinie Duroc), so dass eine statistische Auswertung nicht möglich war.

## Speckmaß



## Fleischmaß



## Fleischanteil

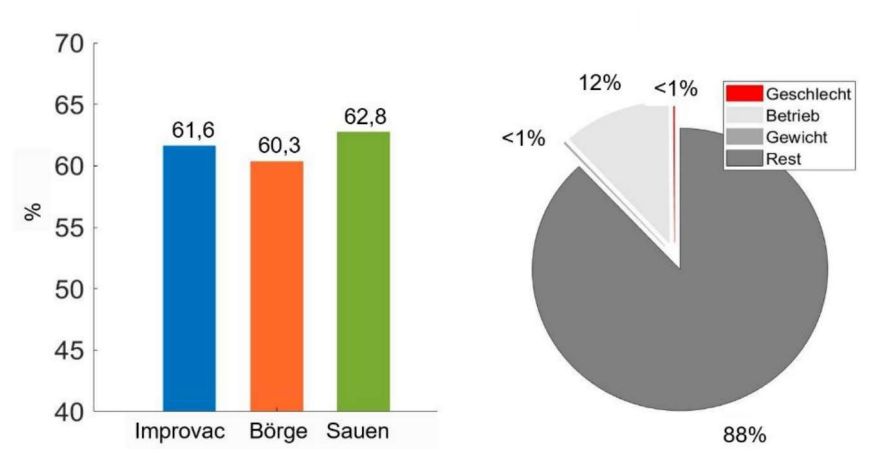


Abbildung 1

LSM-Mittelwerte des Geschlechtseffekts in wichtigen Merkmalen der AutoFom-Klassifizierung und Bedeutung verschiedener Variationsursachen (in % zur Gesamtvarianz)

Weiterhin wurden die wichtigsten Schlachtbefunde ausgewertet, wobei die Eber im Datensatz verblieben. Alle Schlachtbefunde wurden als binäre Ausprägungen behandelt (0=kein Befund; 1=Befund vorhanden). Lungen- und Pleurabefunde wurden als binäre Merkmale betrachtet (die Kategorien -1 und 0 wurden als 0 und 1 und 2 als 1 klassifiziert). Bei den Organbefunden traten keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern auf (s. Abbildung 2). Bei den Gelenksveränderungen fallen insbesondere die intakten Eber auf, was aufgrund der höheren Aktivität der Eber (u.a. Aufsprungverhalten) auch zu erwarten war. Gleichfalls sind bei den Ebern die meisten Geruchsabweichungen (ca. 1.5%) feststellbar, bei den Improvac-Tieren zeigten sich sehr vereinzelt Geruchsprobleme. Weiterhin wurden die Odds-Ratio Werte ermittelt. Lediglich für die Befunde Abszesse und Gelenksentzündungen fielen insbesondere die Eber mit einem höherem Risiko (OR=1,83 und 1,95; Sauen jeweils =1,0) auf, gefolgt von den Improvac-Tieren (OR=1,60 und 1,70) .

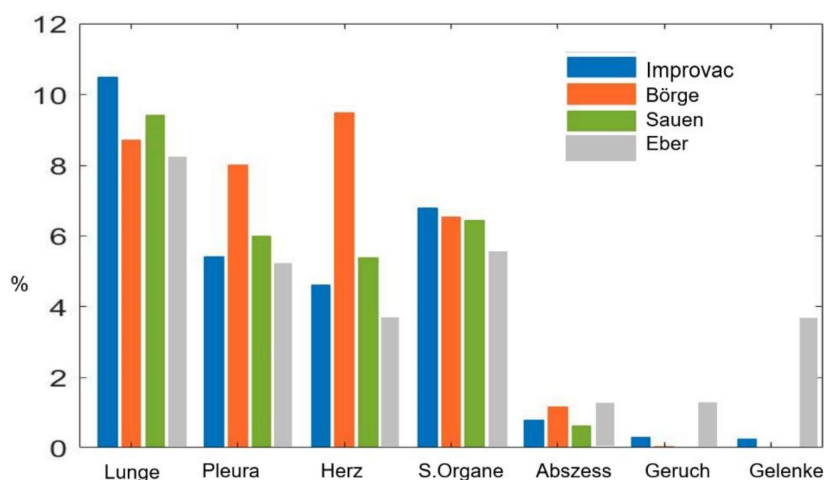


Abbildung 2  
Übersicht (Prävalenz, in%) der wichtigsten Schlachtbefunde

### Ökobilanzierung – Wertschöpfungskette Schwein

Für die Ökobilanzierung wurde ein Betrieb simuliert, der Schweine der drei Kategorien chirurgisch kastriert (SC), Improvac-geimpft (IC) oder intakte Eber (IM) hält. Dazu wurden die wichtigsten Kennzahlen in allen Produktionsabschnitten (Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast) über eine Literaturrecherche zusammengetragen und in ein Betriebsmodell (Pig Farm Model) eingefügt.

#### *Ferkelproduktion & Ferkelaufzucht*

In der Ferkelproduktion und der Ferkelaufzucht wurden Daten aus den Jahren 2018 bis 2021 (Schweinerreport, Schweinespezialberatung Schleswig-Holstein) genutzt, um diese Produktionsabschnitte zu simulieren. Die Anzahl produktiver Sauen wurde unabhängig von der Kastrationsart auf 322 Sauen mit 2,3 Würfen je Sau und Jahr und einer Remontierungsrate von 42,1% festgelegt. Im Mittel hatten die Sauen 16,1 lebend geborene Ferkel, von denen 13,7 mit einem Lebendgewicht von 8,5 kg abgesetzt wurden. Nach dem Absetzen wurden die Ferkel bis zu einem Lebendgewicht von 30,5 kg aufgezogen und dann gemästet.

### Schweinemast

Im Produktionsabschnitt Mast wurde zunächst die Literaturrecherche ausgeweitet, um die Unterschiede zwischen den Kategorien SC, IC und IM vollständig berücksichtigen zu können. Die wichtigsten Kennzahlen für die Simulation waren die Futtermittelverwertung (FVW), die täglichen Zunahmen (TZ) sowie die Ausschachtung (AS) und der Muskelfleischanteil (MFA). Diese zeigen eindeutige Unterschiede zwischen den Kategorien (Tabelle 1).

Tabelle 1

Datenbasis für das Betriebsmodell im Mastabschnitt. Dargestellt sind die Variablen Futtermittelverwertung (FVW), tägliche Zunahmen (TZ), Ausschachtung (AS) und Muskelfleischanteil (MFA) für die drei Kategorien chirurgische Kastrierte (SC), Improvacc Geimpfte (IC) und intakte Eber (IM) (Batorek et al., 2012; Kress and Verhaagh, 2019; Nautrup et al., 2018; Schweinereport 2018 - 2021; Verhaagh and Deblitz, 2019).

	SC			IC			IM		
	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max
FVW (kg/kg)	2,78	2,87	2,95	2,32	2,55	2,68	2,28	2,47	2,69
TZ (g/d)	838	891	916	809	915	1.007	767	900	1.039
AS (%)	78,2	78,5	79,2	76,6	77,2	78,4	76,4	77,3	78,3
MFA (%)	57,4	59,7	60,6	57,8	60,0	61,8	59,9	61,3	62,4

### Betriebsmodell

Das deterministische Betriebsmodell deckt alle Produktionsabschnitte ab und simuliert aus dem Input, gegeben durch die beschriebenen Kennzahlen, weitere Kennzahlen des Betriebes. Die beiden Produktionsabschnitte Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht sind in allen Szenarien für alle Kategorien identisch. Im Mastabschnitt wurde neben den Mittelwerten der FVW, TZ, AS und MFA auch die Minimum- und Maximumwerte als eigene Modelle einbezogen. Ausgegeben werden auf der Basis des Inputs die Anzahl Mastplätze und -durchgänge. Die Höhe des Futtermittelverbrauchs, der Ressourcenverbrauch (Strom und Wasser) und die Stickstoff- und Phosphorausscheidungen wurden geschätzt. Alle ausgegebenen Werte wurden als Input für das Life Cycle Assessment (LCA) genutzt.

### Life Cycle Assessment

Für die Abschätzung des Treibhausgaspotentials der drei Kategorien wurde die datenbankbasierte Software *SimaPro 9.2* genutzt. Entlang der Wertschöpfungskette Schwein wurden hier folgende Punkte berücksichtigt: Futteranbau und Produktion, Ferkelproduktion, Mast, Schlachtung und alle Transporte (Importe Soja, Futtermitteltransporte, innerbetriebliche und außerbetrieblicher Tiertransport zum Schlachthof). Die Systemgrenze wurde am Schlachthof gezogen, da für die weiteren Produktionsschritte Verarbeitung, Verpackung etc. keine ausreichende Datengrundlage zur Verfügung stand. Die Auswertungen beziehen sich somit auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß, bis die Tiere den Hof verlassen (Hoftor) und den Zeitpunkt, an

dem der Muskelfleischanteil am Schlachthof ermittelt wurde. Nach Festlegung der Systemgrenzen wurden die hinterlegten Datenbanken genutzt, um die Umweltwirkungen von z.B. den Einzelkomponenten der Sauen-, Ferkel- und Mastfutter zu ermitteln. Während das Sauen- und Ferkelfutter in allen Szenarien unverändert blieben, wurde bei den Mastfuttern zwischen Rationen für die Ansprüche von SC und IM unterschieden. Da IC zwischen den Impfungen den IM entsprechen und auch so gefüttert werden können, wurden für diese Kategorie zwei Alternativen betrachtet. Zum einen wurden die IC während der gesamten Mastperiode mit der Ration der SC gefüttert ohne die veränderten Ansprüche zu berücksichtigen. Zum anderen wurden die Tiere der Kategorie IC mit der Ration gefüttert, die dem Bedarf von Ebern entsprechen. Die Umweltwirkungen der drei Kategorien wurden als kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub> äq.) je kg Schweinefleisch (Hofort: Lebendgewicht; Schlachthof: Schlachtgewicht) ausgegeben.

In der Ferkelproduktion wurden im Mittel 32,5 Ferkel je Sau und Jahr abgesetzt. Die Sauen verbrauchten pro Tier und Jahr 1.486 kg Futter. Der simulierte Betrieb mästete 10.033 Schweine pro Jahr. Die Produktionskennzahlen zeigen eine Steigerung der Mastdurchgänge/Umtriebe pro Jahr, wenn IC bzw. IM gemästet werden. Entsprechend steigt auch die jährliche Produktion je Mastplatz des Betriebes an (SC: 419 kg/Mastplatz; IC: 429 kg/Mastplatz; IM: 434 kg/Mastplatz). Im Hinblick auf die Ressourcenschonung wird zudem deutlich, dass die Anzahl Mastschweine mit weniger Mastplätzen (SC: 3.110 Mastplätze) erzielt werden kann, wenn IC (3.070 Mastplätze) oder IM (3.093 Mastplätze) gemästet werden. Entsprechend sinkt der Verbrauch der Ressourcen für z.B. Heizung und Strom. Ein deutlicher Unterschied ist auch im verbrauchten Futter zu sehen. Hier beansprucht die Kategorie IC täglich 110 g weniger Mastfutter als die Tiere der Kategorie SC. Die IM Tiere verbrauchen insgesamt 180 g weniger Futter als die SC Tiere. Jährlich spart ein Betrieb so 145,7 t Futter ein, wenn er Improvac einsetzt und nicht mehr auf die Mast von Börgen setzt. Die Mast von Eber würde den Vorteil sogar noch vergrößern, da der jährliche Futtermittelverbrauch hier um 193,8 t Futter pro Jahr reduziert wird. Der verbesserte Stoffwechsel zeigt sich zudem in der geringeren Ausscheidung von Stickstoff und Phosphor bei der Mast von IC bzw. IM.

Die LCA zeigte am Hofort ein Treibhausgaspotential von 2,92 kg CO<sub>2</sub> äq. je kg Lebendgewicht für die Tiere der Kategorie SC. Bei einer Fütterung der Kategorie IC mit dem Futter der Börgen verringerte sich das Treibhausgaspotential um 2,2%. Im Vergleich dazu reduziert sich das Treibhausgaspotential um 9,6% (IC) bzw. 10,3% (IM), wenn die IC entsprechend ihres eberähnlichen Stoffwechsels gefüttert werden. Alle weiteren Ergebnisse beziehen sich auf die angepassten Rationen (Futter für Eber). Betrachtet man das Treibhausgaspotential für alle Produktionsschritte wird deutlich, dass unabhängig von der Kategorie der Futtermittelverbrauch den größten Einfluss auf das Gesamtergebnis hat. Bei Tieren der Kategorie SC wird mehr als ein Drittel (43%) des Treibhausgaspotentials durch das Futter verursacht. Dieser Anteil reduziert sich bei IC auf 37% und bei IM auf 36%. Den nächst größeren Anteil nimmt der Mastabschnitt an sich ein, hier sind vor allem Verbräuche von Ressourcen aber auch die Klimawirkung der produzierten und gelagerten Gülle inbegriffen. Wird nun die Schlachtung einbezogen, reduziert sich der Unterschied zwischen den Kategorien. Das Treibhausgaspotential der Kategorie SC ist um 6,8% höher als das der IC Tiere (3,02 CO<sub>2</sub> äq.) und um 7,4% höher als bei der Kategorie IM (3,00 CO<sub>2</sub> äq.). Auf Betriebsebene können durch die Mast von immunokastrierten Tieren 349 t CO<sub>2</sub> äq. eingespart werden.