

Entwicklung von Indikatoren und eines Analyse- tools für nachhaltige Schweinehaltung: **Fütterung, Haltung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtheit (AZ 33108)**

Abschlussbericht

Projektbeginn: 23.06.2016
Projektende: 30.06.2019

Kooperationspartner:



www.DLG.org





Abschlussbericht

„Entwicklung von Indikatoren und eines Analysetools für nachhaltige Schweinehaltung:
Fütterung, Haltung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit“ (AZ 33108)

Laufzeit
2,5 Jahre

Projektbeginn
23.06.2016

Meike Packeiser
Sven Häuser

DLG e.V.
Fachzentrum Landwirtschaft
Eschborner Landstraße 122
60489 Frankfurt am Main

Kooperationspartner

Prof. Dr. rer. nat. Eberhard von Borell



Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU)
Naturwissenschaftliche Fakultät III
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften,
Professur für Tierhaltung und Nutztierökologie,
Theodor-Lieser-Str. 11, 06120 Halle/Saale

Dr. Andreas Berk



Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Franziska Becker, Frank Reinicke



INL GmbH
Privates Institut für Nachhaltige Landwirtschaft
Reilstraße 128
06114 Halle/Saale

06/02

Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	33108	Referat	34	Fördersumme 669.880,-
----	-------	---------	----	-----------------------

Antragstitel „Entwicklung von Indikatoren und eines Analysetools für nachhaltige Schweinehaltung: Fütterung, Haltung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit“

Stichworte

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
2,5 Jahre	23.06.2016	30.06.2019	

Zwischenberichte: 03.11.2017

Bewilligungsempfänger	DLG e.V. Eschborner Landstr. 122 60489 Frankfurt am Main	Tel: 06924788302 Fax: 06924788114
		Projektleitung Meike Packeiser
		Bearbeiter Meike Packeiser

Kooperationspartner

Prof. Dr. rer. nat. Eberhard von Borell
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Professur für Tierhaltung und Nutztierökologie, Theodor-Lieser-Str. 11, 06120 Halle/Saale

Dr. Andreas Berk
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Franziska Becker, Frank Reinicke
INL GmbH – Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung,
Reilstr. 128, 06114 Halle/Saale

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Ziel des Projektes ist es, für das Betriebsbilanzierungsmodell REPRO ein Analysetool für die Schweinehaltung zu entwickeln, mit welchem die Umwelt- und Klimawirkungen der Schweinehaltung anhand von Indikatoren analysiert, bewertet und optimiert werden können, welches gleichzeitig eine Methodik zur Bewertung der Tiergerechtigkeit beinhaltet sowie Wechselwirkungen und Zielkonflikte beschreibt. Der Modellansatz soll zu einer Sensibilisierung der Schweinehalter für die zuvor genannten Belange führen und vertieftes Fachwissen über die Zusammenhänge generieren. Mit dem Bilanzierungsmodell können Szenarien berechnet werden, um betriebsindividuelle Lösungsansätze zu erarbeiten.

Die detaillierte Systemanalyse kann somit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umweltwirkungen sowie der Tiergerechtigkeit in der Schweinehaltung leisten.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Das Projekt gliedert sich in folgende Arbeitsschwerpunkte:

TP 1 „Grundlagenphase“: Erarbeitung des Moduls „Bewirtschaftungssystem Schwein“ unter Berücksichtigung von Haltung- und Fütterungsverfahren.

TP 2 „Erarbeitungsphase“: Erarbeitung der Indikatoren und Module zur Umweltwirkung und zur Tiergerechtigkeit.

TP 3 „Testbetriebsphase“: Erhebung der notwendigen Daten, um die Indikatoren zu berechnen und um anschließend in der Bewertungsphase die Plausibilität der Methodik zu überprüfen.

TP 4 „Bewertungsphase“: Bewertung der Ergebnisse von TP 2 und TP 3 und Verknüpfung mit bestehenden Modulen (Stoffbilanzen, Energieintensität, Treibhausgase, Tiergerechtigkeit).

TP 5 „Abstimmungsphase“: Abstimmung mit dem Projektbeirat, Festlegung der Indikatorzielwerte, Gewichtung auf Basis der Ergebnisse der Praxisbetriebe.

Diese Aufgaben erfordern ein koordiniertes Vorgehen der verschiedenen Verbundpartner. Durch regelmäßige Arbeitstreffen wird gewährleistet, dass eine termingerechte Zusammenführung der einzelnen Komponenten und Module erfolgt.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung des Berichts	13
1. Vorstellung des Projektes	14
1.1 Anlass und Zielsetzung des Projekts	14
1.2 Darstellung der Arbeitsschritte	15
1.2.1 Tiergruppen	15
1.2.2 Fütterung	15
1.2.3 Testbetriebe	17
1.2.3.1 Charakterisierung der Betriebe	17
1.2.3.2 Erstellung eines Vorabrogens zur Betriebserhebung	19
1.2.3.3 Datenaufnahme vor Ort	19
2. Ergebnisse Fütterung	21
2.1 Parameter der Futtermischungen.....	21
2.2 Ergebnisse der Testbetriebe	22
3. Methoden und Ergebnisse der Indikatoren Ökologie und Tiergerechtigkeit	26
3.1 Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo	27
3.1.1 Relevanz.....	27
3.1.2 Methoden zur Bestimmung des Stickstoff-Bilanzsaldos	27
3.1.3 Ergebnisse Stickstoff-Bilanzsaldo.....	28
3.1.4 Ableitung der Zielwerte für den Stickstoff-Bilanzsaldo.....	31
3.2 Indikatoren zum Phosphorhaushalt	32
3.2.1 Relevanz.....	32
3.2.2 Methoden zur Bestimmung des Phosphor-Bilanzsaldos	33
3.2.3 Ergebnisse Phosphor-Bilanzsaldo.....	33
3.2.4 Ableitung der Zielwerte für den Phosphor-Bilanzsaldo.....	36
3.3 Indikator Methan-Emission Lagerung	37
3.3.1 Relevanz.....	37
3.3.2 Methoden zur Bestimmung der Methan-Emissionen	38
3.3.3 Ergebnisse Methan-Emissionen aus der Verdauung	40
3.3.4 Ableitung der Zielwerte für die Methan-Emissionen	45
3.4 Indikator Ammoniak-Emission.....	47
3.4.1 Landwirtschaftliche und ökologische Bedeutung von Ammoniak-Emissionen	48
3.4.2 Angewandte Methoden zur Bestimmung der produktbezogenen Ammoniak-Emission.....	49
3.4.3 Ampelsystem zur Einordnung eines umwelt- oder tierschutzrelevanten Zustands.....	54
3.4.4 Ergebnisse Ammoniak-Emission und Diskussion.....	55
3.4.5 Ableitung der Zielwerte der Ammoniak-Emission und Diskussion.....	56
3.5 Indikator Lachgas-Emission	59
3.5.1 Landwirtschaftliche und ökologische Bedeutung von Lachgas-Emissionen	59
3.5.2 Angewandte Methoden zur Bestimmung der produktbezogenen Lachgas-Emission	60
3.5.3 Ergebnisse Lachgas-Emission und Diskussion.....	61

3.5.4	Ableitung der Zielwerte der Lachgas-Emission	62
3.6	Indikator Energieintensität.....	62
3.6.1	Relevanz.....	62
3.6.2	Methoden zur Bestimmung der Energieintensität.....	62
3.6.3	Ergebnisse Energieintensität.....	67
3.6.4	Ableitung der Zielwerte für die Energieintensität	71
3.7	Indikator Treibhausgase	72
3.7.1	Relevanz.....	72
3.7.2	Methoden zur Bestimmung der Treibhausgase	72
3.7.3	Ergebnisse Treibhausgase	72
3.7.4	Ableitung der Zielwerte für die Treibhausgase	76
3.8	Indikatoren der Tiergerechtheit.....	77
3.8.1	Landwirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung	77
3.8.2	Angewandte Methoden zur Bestimmung und Ableitung von Zielwerten für die Tiergerechtheit.....	79
3.8.2.1	Charakterisierung und Einteilung der Indikatoren in Indikatorgruppen.....	79
3.8.2.2	Indikatoren der Haltungsumwelt und Ressourcen	80
3.8.2.3	Indikatoren der Tiergesundheit und Tierleistung	84
3.8.2.4	Tierbezogene Indikatoren des äußeren Erscheinungsbildes.....	87
3.8.2.5	Indikatoren des Tierverhaltens.....	91
3.8.3	Ergebnisse der Tiergerechtheitsbewertung und Diskussion.....	99
3.8.3.1	Ergebnisse der Haltungsumwelt und Ressourcen sowie Diskussion.....	100
3.8.3.2	Ergebnisse der Tiergesundheit und Tierleistung sowie Diskussion.....	105
3.8.3.3	Ergebnisse der tierbezogenen Indikatoren des äußeren Erscheinungsbildes sowie Diskussion	110
3.8.3.4	Ergebnisse des Tierverhaltens und Diskussion	111
3.8.3.5	Ergebnisse der Tiergerechtheitsbeurteilung von Saugferkeln und Diskussion.....	115
3.8.3.6	Zusammenfassung und Aggregation der Ergebnisse der Tiergerechtheitsbewertung.....	116
4.	Programmtechnische Arbeiten	119
4.1	Überarbeitung der Futtermitteldatenbank Schwein	119
4.2	Stammdatensammlung Lagerung	119
4.2.1	Stammdaten Wirtschaftsdünger	119
4.2.2	Stammdaten Wirtschaftsdüngerlager	119
4.3	Programmtechnische Umsetzung	120
4.3.1	Datenbankkonzeption und Modelstruktur	120
4.3.2	Programmierung Kernmodul	122
4.3.2.1	Erfassung der Bewirtschaftungsdaten	123
4.3.2.2	Analyse und Ermittlung von Indikatoren	131
5.	Webanwendung	134
5.1	Zielstellung.....	134
5.2	Umfeld	134

5.3	Stammdaten	134
5.4	Datenbank und Modelstruktur.....	134
5.5	Beschreibung des Webtools	135
5.5.1	Erfassung des Haltungssystems	135
5.5.2	Erfassung der Flächen	136
5.5.3	Erfassung der Ausstattungen	137
5.5.4	Erfassung der Tiere	138
5.5.5	Erfassung der Fütterung.....	139
6.	Öffentlichkeitsarbeit.....	140
7.	Diskussion, Ausblick, Fazit.....	141
8.	Literaturverzeichnis.....	145
9.	Mitglieder des Beirats	148
10.	Autorenverzeichnis	149
11.	Abkürzungsverzeichnis	150
12.	Anhang.....	151

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auszug aus der Tabelle zur Bedarfsableitung für ausgewählte Nährstoffe und ME für die jeweiligen Tiergruppen.....	16
Abbildung 2: Auszug aus der Tabelle der für das Projekt relevanten Einzelfuttermittel	17
Abbildung 3: Verteilung der Testbetriebe.....	19
Abbildung 4: N-Flüsse und N-Pools zur Berechnung des Indikators „Stickstoff-Bilanzsaldo“	27
Abbildung 5: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoffbilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	29
Abbildung 6: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht	30
Abbildung 7: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer	31
Abbildung 8: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast	32
Abbildung 9: P-Flüsse und P-Pools zur Berechnung des Indikators „Phosphor-Bilanzsaldo“	33
Abbildung 10: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	34
Abbildung 11: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht	35
Abbildung 12: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer	36
Abbildung 13: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast	37
Abbildung 14: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	41
Abbildung 15: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht	43
Abbildung 16: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer	44
Abbildung 17: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator enterische Methan-Emission in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast	46
Abbildung 18: Ammoniak-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft (Rösemann et al., 2019)	48
Abbildung 19: Verteilung der Ammoniakemissionen nach Nutzungsformen in der Schweinehaltung (ebd.)	48
Abbildung 20: Verteilung der regionalen Ammoniak-Emissionen in Deutschland (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015).....	49
Abbildung 21: Bewertungsmethodik der ökologischen Nachhaltigkeit und der Tiergerechtheit anhand eines klassischen Ampelsystems (hier Darstellung die Tiergerechtheitsbewertung).....	54
Abbildung 22: Entwicklung der Lachgas- und Methan-Emissionen aus der Tierhaltung seit 1990 in % (Thünen, 2019)	59
Abbildung 23: Für die N ₂ O-Synthese ursächliche chemische Prozesse (Sommer et al., 2013)	60
Abbildung 24: Energieflüsse und Prozessmodule in einem schweinehaltenden Betrieb	65
Abbildung 25: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	68

Abbildung 26: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht	69
Abbildung 27: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Mast & Zuchtläufer	70
Abbildung 28: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Treibhausgase in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast.....	71
Abbildung 29: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	73
Abbildung 30: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht	74
Abbildung 31: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Mast & Zuchtläufer	76
Abbildung 32: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator Treibhausgase	77
Abbildung 33: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Treibhausgase in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast.....	77
Abbildung 34: Schematische Darstellung eines Ansatzes zur Nachhaltigkeitsbewertung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung	78
Abbildung 35: Boniturschlüssel der Liegepositionen von Saugferkeln	99
Abbildung 36: Einbindung des Tiermoduls in die Software „REPRO“	121
Abbildung 37: Struktur des Tiermoduls.....	122
Abbildung 38: Menüoberfläche zur Erfassung der Stallform, Stallfläche, Haltungs- und Entmistungssystem	123
Abbildung 39: Menüoberfläche zur Erfassung der Flächen je Stallbereich.....	124
Abbildung 40: Menüoberfläche zur Erfassung der Ausstattungen je Stallbereich.....	124
Abbildung 41: Menüoberfläche zur Bestandserfassung	125
Abbildung 42: Menüoberfläche zur Erfassung der Leistungsparameter (Teil1).....	126
Abbildung 43: Menüoberfläche zur Erfassung der Leistungsparameter (Teil 2).....	126
Abbildung 44: Menüoberfläche zur Berechnung der Bedarfe für die Fütterung	127
Abbildung 45: Menüoberfläche zur Ansicht der Produktabflüsse	128
Abbildung 46: Menüoberfläche zur Eingabe der Stallfütterung	129
Abbildung 47: Menüoberfläche zur Ausweisung des Aufkommens an Exkrementen, Stallmist, Gülle und Jauche sowie Eingabefenster für Einstreu.....	130
Abbildung 48: Auswertungsmenü für den Indikator „Stickstoff-Bilanzsaldo“	131
Abbildung 49: Auswertungsmenü für den Indikator „Phosphor-Bilanzsaldo“	132
Abbildung 50: Auswertungsmenü für den Indikator „Emissionen“	132
Abbildung 51: Auswertungsmenü für den Indikator „Energieintensität“	133
Abbildung 52: Auswertungsmenü für den Indikator „Treibhausgase“	133
Abbildung 53: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung des Haltungssystems	135
Abbildung 54: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung der Flächen.....	136
Abbildung 55: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung der Ausstattungen.....	137
Abbildung 56: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung des Tierbestandes	138
Abbildung 57: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung der Fütterung	139

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Testbetriebsstruktur und erhobene Nutzungsrichtungen.....	18
Tabelle 2: Charakteristik der Testbetriebsstruktur und regionale Verteilung.....	18
Tabelle 3: Stichprobenumfang und Methodik für die Betriebserhebung.....	20
Tabelle 4: Ausgewählte Parameter der Mastfuttermischungen (n=30 Futtermischungen, Angaben in der OS).....	21
Tabelle 5: Ausgewählte Parameter der Futtermischungen für Ferkel (n=10, Angaben in der OS).....	21
Tabelle 6: Ausgewählte Parameter der Futtermischungen für weibliche Zuchtläufer (n=8, Angaben in der OS).....	21
Tabelle 7: Ausgewählte Parameter der Tragefuttermischungen (n=9, Angaben in der OS).....	22
Tabelle 8: Ausgewählte Parameter der Laktationsfuttermischungen (n=10, Angaben in der OS).....	22
Tabelle 9: Ergebnisse der Mastbetriebe hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=12 Betriebe).....	22
Tabelle 10: Ergebnisse der Betriebe mit Ferkelaufzucht hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=8).....	23
Tabelle 11: Ergebnisse der Betriebe mit Jungsauenaufzucht (Zuchtläufer, weiblich) hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=8).....	23
Tabelle 12: Ergebnisse der Betriebe mit Ferkelerzeugung hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=8).....	23
Tabelle 13: Übersicht der benötigten betrieblichen Dokumentationsdaten.....	26
Tabelle 14: Einordnung der Tiergruppen in die Produktionsrichtungen der Schweinehaltung.....	26
Tabelle 15: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	28
Tabelle 16: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht.....	29
Tabelle 17: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer.....	30
Tabelle 18: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator „Stickstoff-Bilanzsaldo“.....	32
Tabelle 19: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	33
Tabelle 20: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht.....	34
Tabelle 21: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer.....	35
Tabelle 22: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator „Phosphor-Bilanzsaldo“.....	37
Tabelle 23: Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für Schweine (IPCC, 2006), fettgedruckte Werte Dämmgen et al. (2012a).....	39
Tabelle 24: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung.....	41
Tabelle 25: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht.....	42

Tabelle 26: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer	43
Tabelle 27: Standardwerte für Anfangs- und Endgewichte, Lebendmassezunahmen sowie lebend geborener Ferkel je Tierplatz und Jahr zur Zielwertbestimmung für den Indikator Methan-Emission aus der Verdauung (Rösemann et al., 2019)	45
Tabelle 28: Herleitung der Zielwertbereiche für den Indikator Methan-Emission aus der Verdauung differenziert nach Produktionsrichtung.....	46
Tabelle 29: Standardwerte für Verdauliche Substanz der organischen Masse (%) und des Rohaschegehaltes (%) in der Ration sowie Standardtrockenmasseaufnahmen der Schweinehaltung zur Zielwertbestimmung der Methan-Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung	47
Tabelle 30: Herleitung der Zielwertbereiche für den Indikator Methan-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung differenziert nach Tiergruppen und Wirtschaftsdüngerlagerungssystemen.....	47
Tabelle 31: Partielle Emissionsfaktoren der stallbedingten NH ₃ -N-Emission in Bezug auf TAN	50
Tabelle 32: Minderungsstrategien, -potenziale und angewandte Minderungsfaktoren für die NH ₃ -Emissionen im Stall und Auslauf (die Quellen können bei den Autoren angefragt werden)	51
Tabelle 33: Partielle Ammoniak-Emissionsfaktoren für die Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Bezug auf TAN	53
Tabelle 34: Ergebnisse der produktbezogenen Ammoniak- und Lachgas-Emissionen.....	56
Tabelle 35: Berechnung der Ziel- und Grenzwerte nach Bund Anlage 1 – DüV, 2017	57
Tabelle 36: Ergebnisse der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit innerhalb der Indikatoren produktbezogener NH ₃ - und N ₂ O -Emissionen	58
Tabelle 37: Partielle N ₂ O-N-Emissionsfaktoren für die Stallhaltung und Wirtschaftsdüngerlagerung im Bezug zum Gesamt-N.....	61
Tabelle 38: Energieinputs und Energieoutputs in der Schweinehaltung	63
Tabelle 39: Stromverbrauch in der Schweinehaltung	63
Tabelle 40: Prozesswasserverbrauch in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast	64
Tabelle 41: kumulierter Energieaufwand ausgewählter Werkstoffe	65
Tabelle 42: Prozessmodule und Unterkategorien der Schweinehaltung	66
Tabelle 43: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung	67
Tabelle 44: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht.....	68
Tabelle 45: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer	69
Tabelle 46: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator Energieintensität.....	71
Tabelle 47: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung	73
Tabelle 48: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht.....	74

Tabelle 49: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer	75
Tabelle 50: Bewertungsbereiche der Tränkwasserversorgung.....	81
Tabelle 51: Boniturschlüssel des Wassernachlaufs von Tränken (nach DLG, 2008)	81
Tabelle 52: Bewertungsbereiche der Ammoniakkonzentration.....	81
Tabelle 53: Bewertungsbereiche des Indikators Temperatur.....	82
Tabelle 54: Bewertungsbereiche des THI (für die Methode des NRC, 1971).....	82
Tabelle 55: Bewertungsbereiche der Verfügbarkeit von Stallfläche	83
Tabelle 56: Bewertungsbereiche der Verfügbarkeit von Liegefläche.....	83
Tabelle 57: Bewertungsbereiche der Bedarfsdeckung mit umsetzbarer Energie (ME)	84
Tabelle 58: Bewertungsbereiche der Bedarfsdeckung mit preaceacal verdaulichem Lysin (pcvLys)....	85
Tabelle 59: Bewertungsbereiche der Bedarfsdeckung mit Rohfaser.....	85
Tabelle 60: Bewertungsbereiche der Mittleren Wurfnummer bei Abgang.....	85
Tabelle 61: Bewertungsbereiche der Saugferkelverluste	86
Tabelle 62: Bewertungsbereiche des Antibiotikaindex	86
Tabelle 63: Bewertungsbereiche der Tierverluste.....	86
Tabelle 64: Bewertungsbereiche der Inzidenzen an Mastitis, Metritis und Uterusprolaps	87
Tabelle 65: Bewertungsbereiche der Schlachthofbefunde (Pleuritis, Pneumonie, Perikarditis, Veränderungen Leber, Abszesse, Arthritis).....	87
Tabelle 66: Bewertungsbereiche der Körperkonditionsbeurteilung (BCS)	88
Tabelle 67: Bewertungsbereiche der Verschmutzung	88
Tabelle 68: Bewertungsbereiche der Verletzung	89
Tabelle 69: Bewertungsbereiche der Schulterläsion, Gelenk- & Klauenveränderungen. Ektoparasiten, des Hautzustandes, Gesäuges, der Lahmheit	89
Tabelle 70: Bewertungsbereiche der Indikatoren „Sozialverhalten“, „Negatives Verhalten“, „Exploratives Verhalten“, „Nutzung von Beschäftigungsmaterial“	92
Tabelle 71: Bewertungsbereiche des Indikators Beschäftigungs-/ Nestbaumaterial.....	94
Tabelle 72: Bewertungsbereiche des Indikators Stereotypen.....	94
Tabelle 73: Bewertungsbereiche der Indikatoren Abliegedauer, Abweichung der Abliegedauer, Ungehindertes Abliegen, Untypisches Abliegen	95
Tabelle 74: Bewertungsbereiche der Indikatoren Seitenlage, Halbseitenlage, Bauchlage, Liegen mit Tierkontakt, Liegen mit Kontakt von Haltungsequipment und Bein (Bein oben)	96
Tabelle 75: Bewertungsbereiche des Indikators Normale Atmung	97
Tabelle 76: Bewertungsbereiche der Indikatoren Husten, Niesen.....	97
Tabelle 77: Bewertungsbereiche des Indikators Zittern.....	98
Tabelle 78: Bewertungsbereiche der Indikatoren Seitenlage, Halbseitenlage, Bauchlage, Liegen mit Tierkontakt, Liegen mit Kontakt von Haltungsequipment und Bein (Bein oben)	98
Tabelle 79: Ergebnisse der Indikatoren „Sauberkeit des Tränkwassers“ und „Nachlauf der Tränken“	101

Tabelle 80: Ergebnisse der Indikatoren Ammoniak-Konzentration, Temperatur und THI für Aufzuchtferkel und Mastschweine	102
Tabelle 81: Ergebnisse der Indikatoren Ammoniak-Konzentration, Temperatur und THI für Sauen ...	103
Tabelle 82: Ergebnisse der Indikatoren Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	104
Tabelle 83: Ergebnisse der Indikatoren Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Sauen und Saugferkeln	105
Tabelle 84: Ergebnisse der Indikatoren Therapieindex, Verluste, Pleuritis, Pneumonie, Perikarditis, Veränderungen der Leber, Abszesse, Arthritis bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	106
Tabelle 85: Ergebnisse der Indikatoren Therapieindex, Verluste, Mastitis, Metritis, Uterusprolaps, Pleuritis, Pneumonie, Perikarditis, Veränderungen der Leber, Abszesse, Arthritis bei Sauen	107
Tabelle 86: Ergebnisse der Indikatoren Bedarfsdeckung ME, pcvLys, XF bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	108
Tabelle 87: Ergebnisse der Indikatoren Bedarfsdeckung ME, pcvLys, XF, Wurfnummer bei Abgang, Ferkelverluste bei Sauen	109
Tabelle 88: Ergebnisse der Indikatoren BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Gelenkveränderung, Klauenveränderung, Hautzustand, Lahmheit, Schwanzintegrität bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	110
Tabelle 89: Ergebnisse der Indikatoren BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Schulterläsion, Gelenkveränderung, Klauenveränderung, Ektoparasiten, Hautzustand, Lahmheit, Gesäugeschäden bei Sauen	111
Tabelle 90: Ergebnisse der Verhaltensindikatoren bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	113
Tabelle 91: Ergebnisse der Verhaltenindikatoren bei Sauen	114
Tabelle 92: Ergebnisse der Tiergerechtheitsindikatoren bei Saugferkeln	115
Tabelle 93: Zusammenfassung der Ergebnisse der N-Emissionsindikatoren (Ammoniak & Lachgas) und der Tiergerechtheitsindikatoren	117
Tabelle 94: Zusammenfassung der Ergebnisse der N-Emissionsindikatoren (Ammoniak & Lachgas) und der Tiergerechtheitsindikatoren unter Berücksichtigung alternativer Systeme ..	118
Tabelle 95: Kategorien der Wirtschaftsdüngerlagerung in schweinehaltenden Betrieben	120
A.-Tabelle 1: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale „Sauberkeit des Tränkwassers“ und „Nachlauf der Tränken“ bei Aufzuchtferkeln, Mastschweinen, Saugferkeln	151
A.-Tabelle 2: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale „Sauberkeit des Tränkwassers“ und „Nachlauf der Tränken“ bei Sauen	152
A.-Tabelle 3: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale NH ₃ -Konzentration, Temperatur, Luftfeuchte, THI bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	153
A.-Tabelle 4: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale NH ₃ -Konzentration, Temperatur, Luftfeuchte, THI bei Sauen	154
A.-Tabelle 5: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Saugferkeln	155
A.-Tabelle 6: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Sauen	156
A.-Tabelle 7: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Umsetzbare Energie, praecaecal verdauliches Lysin, Rohfaser bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	157

A.-Tabelle 8: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Umsetzbare Energie, praecaecal verdauliches Lysin, Rohfaser, Wurfnummer bei Abgang, Saugferkelverluste bei Sauen	158
A.-Tabelle 9: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Therapieindex Antibiotoka, Verluste, Krankheitsinzidenzen Mastitis, Metritis und Uterusprolaps, Schlachthofbefunddaten bei Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Sauen.....	159
A.-Tabelle 10: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Gelenkveränderung, Klauenveränderung, Hautzustand, Lahmheit, Schwanzintegrität bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen.....	160
A.-Tabelle 11: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Gelenkveränderung, Klauenveränderung, Hautzustand, Lahmheit, Schwanzintegrität bei Sauen	162
A.-Tabelle 12: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Kümmerer, Verschmutzung, Lahmheit, Atemfrequenz, Husten, Niesen, Angestrengte Atmung, Durchfall, Spreizer, Schwanzlänge, Liegeposition bei Saugferkeln.....	165
A.-Tabelle 13: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Sozialverhalten, Negatives Verhalten, Explorativverhalten, Nutzung von Beschäftigungsmaterial, Vorhandensein von Beschäftigungsmaterial, Stereotypen, Abliegeverhalten bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen.....	167
A.-Tabelle 14: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Sozialverhalten, Negatives Verhalten, Explorativverhalten, Nutzung von Beschäftigungsmaterial, Vorhandensein von Beschäftigungsmaterial, Stereotypen, Abliegeverhalten bei Sauen	168
A.-Tabelle 15: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Liegeverhalten, Angestrengte Atmung, Husten, Niesen, Zittern bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen	169
A.-Tabelle 16: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Liegeverhalten, Angestrengte Atmung bei Sauen	170

Kurzfassung des Berichts

In dem Projekt wurde ein Analysetool für die Schweinehaltung entwickelt, mit dessen Hilfe die Umwelt- und Klimawirkungen der Schweinehaltung anhand von Indikatoren analysiert, bewertet und optimiert werden können. Auf Grundlage der Bewertung können Aussagen zur ökologischen Nachhaltigkeit der Schweinehaltung getroffen werden. Hierzu wird der Bewirtschaftungseinfluss (Struktur, Intensität, Fütterung, Haltungsverfahren etc.) auf die abiotische und biotische Umwelt (Stoff- und Energieflüsse, Nährstoffhaushalt, Emissionen von NH_3 , N_2O , CH_4 , CO_2) quantitativ analysiert. Der innovative Charakter des Projektes besteht außerdem in der Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen. Damit können Interaktionen zwischen Tierschutzleistungen und deren ökologischen Konsequenzen analysiert werden. Zur Erprobung der Machbarkeit, der Evaluierung der Aussagekraft der Indikatoren, der Prüfung der Sensitivität des Systems für Unterschiede zwischen Systemen und sehr stark variierenden Betrieben wurden 17 Betriebe mit insgesamt 27 unterschiedlichen Nutzungsrichtungen überprüft.

Die Testbetriebsergebnisse wurden bei verschiedenen Indikatoren zudem als Grundlage für die Festlegung der Zielbereiche genutzt. Die gewonnenen Erkenntnisse können durch die Verknüpfung mit dem Ackerbau die Aussagekraft und die Anwendbarkeit eines Nachhaltigkeitsmanagementsystems auf Betriebsebene deutlich erhöhen.

Die Projektergebnisse führen zu einer Sensibilisierung der Schweinehalter für Umweltbelange, Fragen der Tiergerechtheit und Aspekte einer nachhaltigen Produktion. Zielkonflikte zwischen den einzelnen Indikatoren werden erkannt. Über eine Optimierung im Analysetool besteht die Möglichkeit neue betriebsindividuelle Lösungsansätze zu erarbeiten und in landwirtschaftlichen Betrieben umzusetzen. Damit kann der Agrarsektor einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Tierschutz leisten. Das Modell ist gut um ökonomische und soziale Kenngrößen erweiterbar, die einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsanalyse Rechnung trüge.

1. Vorstellung des Projektes

Das über 3 Jahre laufende Projekt „Entwicklung von Indikatoren und eines Analysetools für nachhaltige Schweinehaltung: Fütterung, Haltung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit“ wurde mit dem Ziel durchgeführt, Indikatoren und Methoden zur Analyse, Bewertung und Optimierung der Nachhaltigkeit ausgewählter Schweinehaltungsverfahren zu erarbeiten. Das Projekt wurde gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU). Es stellt ein Verbundprojekt dar, an dem folgende Partner mit unterschiedlichen Aufgaben beteiligt waren:

- Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), zuständig für die Gesamtorganisation und Kommunikation der Projektergebnisse
- Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH (INL), zuständig für die Entwicklung der Software, die Energie- und Stoffbilanzierung
- Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Universität Halle-Wittenberg (MLU), zuständig für die Haltung und Tiergerechtigkeit
- Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, zuständig für die Fütterung

1.1 Anlass und Zielsetzung des Projekts

Bei der Schweinefleischerzeugung spielt die Veredlung nährstoff- und energieintensiver Futtermittel eine bedeutende Rolle. Die ökologischen Folgen hoher regionaler Bestandszahlen sowie Besatzdichten sind in den Fokus gesellschaftlicher Kritik geraten. Emissionsschutzrechtliche Belange stehen neben Geruchs- und Staubbelastungen sowie Gefahren der Übertragung von Zoonosen im Blickpunkt. Die Quantifizierung von Emissionen (Stickstoff (N), Phosphor (P), Ammoniak (NH_3), Lachgas (N_2O), Methan (CH_4), Kohlendioxid (CO_2)), die direkt mit der Tierhaltung verbunden sind, ermöglicht eine betriebliche Analyse der ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung.

Zusätzlich zu den ökologischen Folgen hat die Diskussion um Tiergerechtigkeit und Tierwohl an gesellschaftlicher Relevanz gewonnen. Zahlreiche Umfragen belegen die Bedenken der Verbraucher hinsichtlich der Tiergerechtigkeit verschiedener Produktionsverfahren und ein grundsätzliches Tierschutzinteresse der Bürger.

Um Schweinehaltung in diesen Punkten bewerten zu können, bedarf es der Möglichkeit, die vielfältigen betrieblichen Aktivitäten in Bezug auf Umwelt- und Tierschutz sowie ihre Interaktionen zu beurteilen. Diese Aufgaben können Indikatorsysteme leisten. Ziel des Projektes ist es, für das Betriebsbilanzierungsmodell REPRO ein Analysetool für die Schweinehaltung zu entwickeln, mit welchem die Umwelt- und Klimawirkungen der Schweinehaltung anhand von Indikatoren analysiert, bewertet und optimiert werden können, welches gleichzeitig eine Methodik zur Bewertung der Tiergerechtigkeit beinhaltet sowie Wechselwirkungen und Zielkonflikte beschreibt.

Der Modellansatz soll zu einer Sensibilisierung der Schweinehalter für die zuvor genannten Belange führen und vertieftes Fachwissen über die Zusammenhänge generieren. Mit dem Bilanzierungsmodell können Szenarien berechnet werden, um betriebsindividuelle Lösungsansätze zu erarbeiten.

Die detaillierte Systemanalyse kann somit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umweltwirkungen sowie der Tiergerechtigkeit in der Schweinehaltung leisten.

1.2 Darstellung der Arbeitsschritte

1.2.1 Tiergruppen

In Abstimmungen mit allen Kooperationspartnern wurden im Vorfeld der Arbeiten die „Tiergruppen“ (Kategorien der Nutztierart Schwein) festgelegt:

Ferkelerzeugung	Absetzferkel	bis 20 kg
Ferkelerzeugung	Absetzferkel	bis 20 kg
Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	männlich
Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	männlich
Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	weiblich
Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	weiblich
Ferkelerzeugung	Jungsau, tragend	niedertragend
Ferkelerzeugung	Jungsau, tragend	hochtragend
Ferkelerzeugung	Altsau, tragend	niedertragend
Ferkelerzeugung	Altsau, tragend	hochtragend
Ferkelerzeugung	Jungsau, säugend	21 d Laktation
Ferkelerzeugung	Jungsau, säugend	35 d Laktation
Ferkelerzeugung	Altsau, säugend	21 d Laktation
Ferkelerzeugung	Altsau, säugend	35 d Laktation
Ferkelerzeugung	Zuchteber	400 g LMZ
Ferkelerzeugung	Zuchteber	ausgewachsen
Mast	Mastschwein	Universalmast
Mast	Mastschwein	Universalmast
Mast	Mastschwein	Vormast
Mast	Mastschwein	Vormast
Mast	Mastschwein	Endmast
Mast	Mastschwein	Endmast

1.2.2 Fütterung

Vor allem in intensiver Zusammenarbeit mit dem Kooperationspartner INL (Halle/Saale) wurden bis zum Berichtstermin hierauf aufbauend Tabellen zur Berechnung des Bedarfes an ausgewählten Nährstoffen und der Umsetzbaren Energie (ME) erstellt. Grundlage bildete dabei, wie vorher gemeinsam festgelegt, in allen Fällen die Bedarfsableitung des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE (2006). Grundlage für diese Berechnungen sind die Größen Lebendmasse (LM), Leistung (Lebendmassezunahme, LMZ, auch als LMZ während der Trächtigkeit und Laktationsleistung, in Form von Zuwachs der Ferkel) und die Dauer des Abschnittes in Tagen. Bei den Nährstoffen wird dabei zwischen Erhaltungsbedarf (unvermeidlichen Verlusten) und dem Bedarf für Leistungen unterschieden. Zwei der Größen werden dabei für die Berechnungen festgelegt (Fixgrößen), die dritte ergibt sich aus diesen Fixgrößen durch Berechnung (Kalkulationsgröße).

		Fixgrößen	Kalkulationsgrößen
Absetzferkel	bis 20 kg	LM und LMZ	Tage
Absetzferkel	bis 20 kg	LM und LMZ	Tage
Zuchtläufer	männlich	LM und LMZ	Tage
Zuchtläufer	männlich	LM und LMZ	Tage
Zuchtläufer	weiblich	LM und LMZ	Tage
Zuchtläufer	weiblich	LM und LMZ	Tage
Jungsau, tragend	niedertragend	LM und Tage	LMZ
Jungsau, tragend	hochtragend	LM und Tage	LMZ
Altsau, tragend	niedertragend	LM und Tage	LMZ
Altsau, tragend	hochtragend	LM und Tage	LMZ
Jungsau, säugend	21 d Laktation	LM und Tage	LMZ
Jungsau, säugend	35 d Laktation	LM und Tage	LMZ
Altsau, säugend	21 d Laktation	LM und Tage	LMZ
Altsau, säugend	35 d Laktation	LM und Tage	LMZ
Zuchteber	400 g LMZ	LM und LMZ	Tage
Zuchteber	ausgewachsen	LM und LMZ	Tage
Mastschwein	Universalmast	LM und LMZ	Tage
Mastschwein	Universalmast	LM und LMZ	Tage
Mastschwein	Vormast	LM und LMZ	Tage
Mastschwein	Vormast	LM und LMZ	Tage
Mastschwein	Endmast	LM und LMZ	Tage
Mastschwein	Endmast	LM und LMZ	Tage

LM (Lebendmasse in kg) LMZ (Lebendmassezunahme in g/Tag) Tage (Dauer der Periode in Tagen)

Berechnet wurden daraus der Bedarf an, ME, verdaulichem Lysin (pcvLys), N, P und K in g/Tag, sowie die Retention an N, P und K. Ausgehend von der Retention von N, P und K wurde weiterhin die Ausscheidung dieser Nährstoffe in der gesamten Periode pro Tier berechnet. Beim N wird dabei in Kot-N und Harn-N differenziert. Zur eigentlichen Berechnung dieser Ausscheidungen werden im Berechnungsprogramm dann die Daten der Nährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel und der Futterverbrauch sowie die Verdaulichkeit des Rohproteins der eingesetzten Futtermittel einbezogen.

Die Tabelle zur Berechnung des Bedarfes der Tiergruppen ist fertiggestellt. Ein Auszug ist in Abbildung 1 dargestellt.

Tierart	Produktionsricht	Tiergruppe	Kennzeichen I	Kennzeichen II	Lebendmassezunahme	Anzahl_Tage	Lebendmasse			Lebendmasse	Lebendmasse	Leerkörperm.	Zuwachs	Zuwachs	ME	ME
							LMZ	LM ANFANG	LM ENDE							
					g/d	ANZ_TAGE	kg	kg	kg	kg	kg	g/d	g/d	MJ/d	MJ/d	
Schwein	Ferkelerzeugung	Absetzferkel	bis 20 kg	450 g LMZ	450	29	7	20	13,5	7,043	12,2	71,6	63,2	4,78	6,35	
Schwein	Ferkelerzeugung	Absetzferkel	bis 20 kg	650 g LMZ	650	20	7	20	13,5	7,043	12,2	103,5	91,3	4,78	9,17	
Schwein	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	männlich	400 g LMZ	400	250	20	120	70	24,200	94,0	59,9	92,7	11,79	7,40	
Schwein	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	männlich	750 g LMZ	750	133	20	120	70	24,200	94,0	112,3	173,9	11,79	13,87	
Schwein	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	weiblich	400 g LMZ	400	250	20	120	70	24,200	94,0	59,9	92,7	11,79	7,40	
Schwein	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer	weiblich	700 g LMZ	700	143	20	120	70	24,200	94,0	104,9	162,3	11,79	12,94	
Schwein	Ferkelerzeugung	Jungsau, tragend	niedertragend	allgemein	417	84	175	175	157,5	44,459	32,9	64,6	158,3	19,56	8,73	
Schwein	Ferkelerzeugung	Jungsau, tragend	hochtragend	allgemein	1129	31	175	210	192,5	51,680	32,9	175,0	428,9	22,74	13,64	
Schwein	Ferkelerzeugung	Altsau, tragend	niedertragend	allgemein	327	84	225	252,5	238,75	60,738	25,8	51,0	123,6	26,72	6,49	
Schwein	Ferkelerzeugung	Altsau, tragend	hochtragend	allgemein	887	31	252,5	280	266,25	65,912	25,8	138,1	334,8	29,00	11,42	
Schwein	Ferkelerzeugung	Jungsau, säugend	21 d Laktation	allgemein	-714	21	175	160	167,5	46,560	-14,1		20,49	52,10		
Schwein	Ferkelerzeugung	Jungsau, säugend	35 d Laktation	allgemein	-429	35	175	160	167,5	46,560	-14,1		20,49	59,60		
Schwein	Ferkelerzeugung	Altsau, säugend	21 d Laktation	allgemein	-714	21	250	235	242,5	61,452	-14,1		27,04	52,10		
Schwein	Ferkelerzeugung	Altsau, säugend	35 d Laktation	allgemein	-429	35	250	235	242,5	61,452	-14,1		27,04	59,60		
Schwein	Ferkelerzeugung	Zuchteber	400 g LMZ	allgemein	400	200	120	200	160	44,987	75,2	60,6	82,9	19,79	6,91	
Schwein	Ferkelerzeugung	Zuchteber	ausgewachsen	allgemein	0	365	200	200	200	53,183	0,0	0,0	0,0	23,40	0,00	
Schwein	Mast	Mastschwein	Universalmast	extensiv	650	154	20	120	70	24,200	94,0	97,4	150,7	11,79	12,02	
Schwein	Mast	Mastschwein	Universalmast	intensiv	820	122	20	120	70	24,200	94,0	122,8	190,1	11,79	15,16	
Schwein	Mast	Mastschwein	Vormast	650 g LMZ	650	69	20	65	42,5	16,645	42,3	100,2	106,8	8,83	9,85	
Schwein	Mast	Mastschwein	Vormast	820 g LMZ	820	55	20	65	42,5	16,645	42,3	126,5	134,8	8,83	12,42	
Schwein	Mast	Mastschwein	Endmast	680 g LMZ	680	81	65	120	92,5	29,827	51,7	104,3	120,1	13,48	10,72	
Schwein	Mast	Mastschwein	Endmast	820 g LMZ	820	67	65	120	92,5	29,827	51,7	125,8	144,8	13,48	12,92	

Abbildung 1: Auszug aus der Tabelle zur Bedarfsableitung für ausgewählte Nährstoffe und ME für die jeweiligen Tiergruppen

Weiterhin wurde nach Auswahl des INL eine Futtermitteltabelle mit ausgewählten typischen Futtermitteln für Schweinemischfutter (127 Zeilen) entsprechend der neuen DLG-Futterwerttabellen für Schweine (DLG, 2014) überprüft (die Ausgangsdaten wurden vom Projektpartner DLG als elektronischer Auszug zur Verfügung gestellt) und um die Spalten für C, Bruttoenergie (eigentlich GE abgekürzt, hier aber mit BE bezeichnet) und die Getreideeinheiten (GE), sowie K ergänzt (31 Spalten). Für die Werte der GE musste die entsprechende Arbeit aus der Universitätsbibliothek Göttingen (Schulze Mönking, 2011) entliehen werden, da die im Internet zugängliche Tabelle bei weitem nicht ausreichend ist und aus rechtlichen Gründen keine Internetversion der Dissertation zur Verfügung steht.

Von einem bedeutenden deutschen Mischfutterhersteller wurden für exemplarische Mischfuttermittel die Rezepturen für 10 Mastfutter (sowohl Anfangs-, Mittel- und Endmastfutter), 3 Ferkelfutter (Starter, Phase I und II), 2 Sauenfutter (Trage- und Säugefutter) sowie 3 Eiweißkonzentratfutter (Ferkel, Sauen, Mast) zur Verfügung gestellt. Um diese 18 Mischfuttermittel wurde die Tabelle auf der Grundlage der anteilig enthaltenen Einzelfuttermittel ergänzt.

Ebenso ist die Tabelle der ausgewählten Futtermittel für Schweine fertig gestellt (Abbildung 2).

	TM	C-Gehalt	GE	BE*	N_GEHALT	P_GEHALT	K_GEHALT**	ME	XA	OM	XP	XL	Stärke	Zucker	XF	XX	Lys
	%	%	pro 100 kg	MJ/kg	g/kg	g/kg	g/kg	MJ/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Dinkelkleie	87	45	0,72	16,74	25,23	9,1	10,6	12,5	37	833	164	41	168	34	77	551	6,5
Gerstenflocken	88	45	1,00	16,27	17,23	2,1	3,5	14,4	12	868	112	15	624	10	11	730	3,6
Gerstenfuttermehl	88	45	0,81	16,63	19,69	3,6	6,2	12,2	33	847	128	42	348	62	18	659	4,4
Haferflocken	91	45	1,02	17,90	19,54	4	3,5	15,5	18	892	127	64	578	16	18	683	5
Haferfuttermehl	91	45	1,13	18,14	21,23	4,8	7,1	13,2	25	885	138	73	52	15	54	620	5,6
Haferstückkleie	90	45	0,8	16,43	9,69	1,5	7,0	5,4	53	847	63	27	149	10	230	527	2,3
Maisflocken	88	45	0,97	16,47	13,08	3,6	2,5	14,1	11	869	85	30	629	21	18	736	1,4
Maisfuttermehl	88	45	0,95	17,15	15,69	5,3	1,7	13,1	29	851	102	66	361	39	53	630	4
Maiskeimextrakt-schrot, Maismühlenind.	88	45	0,9	15,96	17,69	6,3	7,1	11,4	40	840	115	15	384	49	71	639	4,9
Maiskeimextraktionsschrot, Stärkeind.	89	45	0,9	16,97	34,31	6,2	7,1	11,9	40	850	223	20	356	49	85	522	5,3
Maiskeimkuchen	90	45	0,92	17,27	18,77	6,4	6,3	11,4	36	864	122	54	396	36	63	625	5,2
Maiskleber	89	45	1,22	20,11	91,69	4,9	0,8	16,1	18	872	596	45	131	7	11	220	9,8
Maiskleberfutter, bis 20 % Protein	90	45	1,1	17,00	25,69	6,3	12,5	10,8	45	855	167	34	270	23	81	573	5,2
Maiskleberfutter, bis 20-23 % Protein	90	45	1	16,97	30,46	7,8	12,3	10,7	59	841	198	35	189	20	77	531	6
Maiskleberfutter, bis 23-35 % Protein	90	45	0,9	17,17	34,62	7,7	12,1	10,9	59	841	225	36	180	23	79	501	6,8
Maiskleberfutter, über 35 % Protein	90	45	0,82	18,98	69,23	4,6	11,9	12,1	36	864	450	41	180	23	27	346	8,6
Maisnadmehl	87	45	0,93	16,98	15,38	3,5	0,9	13,7	19	851	100	61	513	23	35	655	4,4
Roggenfuttermehl	88	45	0,86	16,98	23,08	8,1	13,4	12,1	32	848	150	31	331	111	33	634	4,4
Roggenstückkleie	88	45	0,72	16,42	23,69	8,8	8,8	10,3	44	836	141	33	185	79	57	605	6,1
Roggenkleie	88	45	0,67	16,31	22,00	9,8	13,2	9,5	53	827	143	33	110	92	72	579	5,8
Roggennadmehl	88	45	0,95	16,41	23,69	4,6	13,4	13,7	33	847	141	28	414	79	22	656	5

Abbildung 2: Auszug aus der Tabelle der für das Projekt relevanten Einzelfuttermittel

1.2.3 Testbetriebe

Zur Erprobung der Machbarkeit, der Evaluierung der Aussagekraft der Indikatoren, der Prüfung der Sensitivität des Systems für Unterschiede zwischen Systemen und sehr stark variierenden Betrieben konnten laut Projektantrag bis zu 20 Betriebe erhoben werden. In Abstimmung des Projektteams wurde dem Projektbeirat die Erhebung von 17 Betrieben mit insgesamt 27 unterschiedlichen Nutzungsrichtungen vorgeschlagen und dies im Konsens beschlossen.

1.2.3.1 Charakterisierung der Betriebe

In einer frühen Projektphase wurden maßgebliche zu berücksichtigende Kriterien für Testbetriebe gesammelt und diskutiert. Ziel der Testbetriebserhebung war die grundsätzliche Eignung der erarbeiteten Methodik zu prüfen und daraus eine fortführende Zielstellung abzuleiten. Eine reelle Abbildung des deutschen Schweinesektors war innerhalb dieses Projektes nicht möglich. Es wurden aber im Konsens mit verschiedenen Stakeholdern der Branche eine Auswahl, die sich am Istzustand orientiert, getroffen. Diese ist in Tabelle 1 veranschaulicht. Daraus resultierend sollten regional typische Mastbetriebe, in Größe und Bewirtschaftungsform variierende Ferkelerzeuger- und Gemischtbetriebe sowie ein spezialisierter Ferkelaufzuchtbetrieb in die Analyse mit einbezogen werden.

Tabelle 1: Testbetriebsstruktur und erhobene Nutzungsrichtungen

	Betriebe (Anzahl)	Nutzungsrichtungen (Anzahl)
Betriebe gesamt	17	27
Mastschweine	12	12
Ferkelerzeuger	8	18
Ferkelaufzucht	7	17
konventionell	13	18
ökologisch	4	9

Innerhalb der Betriebe sollten innovative Haltungssysteme, wie „Pig Port“, Außenklimaställe, Auslaufställe sowie unterschiedliche, mit Einstreu wirtschaftende Systeme abgebildet werden. Die genaue Struktur der Testbetriebe ist der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Abbildung der ökologischen Wirtschaftsweise entspricht nicht der wirtschaftlichen Bedeutung dieses Produktionszweiges. Es sollten jedoch auch unterschiedliche Betriebsstrukturen in der Bioschweinehaltung abgebildet werden. Bei einem momentanen Anteil von Schweinemastplätzen von etwa 0,7 Prozent und von etwa 0,5 Prozent Marktanteil beim Schweinefleisch (DESTATIS, 2019) wird die ökologische Schweinehaltung über die Testbetriebe überdurchschnittlich stark repräsentiert. Um eine Vergleichbarkeit zu den konventionellen Betrieben herstellen zu können, entschieden sich Projektteam und -beirat für die Betrachtung eines spezialisierten Bioschweinemästers, eines spezialisierten Bioferkelerzeugers mit Ferkelaufzucht und eines eher großen Bioschweine-Gemischtbetriebes. Des Weiteren sollten sowohl in der ökologischen als auch konventionellen Schweinehaltung je ein Betrieb mit einer alternativen Rasse, die nicht der gängigen Drei- oder Vierrassenkreuzung zur Erzeugung von Endstufengenetik entspricht, abgebildet werden.

Tabelle 2: Charakteristik der Testbetriebsstruktur und regionale Verteilung

konventionell		ökologisch	
Charakteristik	Betrieb	Charakteristik	Betrieb
Mastbetrieb norddeutsch	Lkr. Schleswig-Flensburg	Mastbetrieb	Lkr. Hötter
Mastbetrieb süddeutsch	Lkr. Aichach-Friedberg		
Mastbetrieb westdeutsch	Lkr. Steinfurt		
Mastbetrieb ostdeutsch	Lkr. Meißen		
Mastbetrieb mit Auslauf	Lkr. Osnabrück		
Mastbetrieb mit Tiefstreuverfahren	Chemnitz		
Spezialisierte Ferkelaufzuchtbetrieb	Lkr. Börde		
Ferkelerzeuger mit Großgruppenwartehaltung	Lkr. Osnabrück	Ferkelerzeuger	Lkr. Gießen
Kleiner Ferkelerzeuger (Wartehaltung auf Stroh)	Gera		
Großer Ferkelerzeuger	Lkr. Mansfeld-Südharz		
Großer Gemischtbetrieb	Lkr. Jerichower Land	Gemischtbetrieb	Lkr. Schmalkalden-Meiningen
Mittlerer Gemischtbetrieb	Lkr. Landshut		
Mastbetrieb mit alternativer Rasse	Lkr. Grafs. Bentheim	Gemischtbetrieb mit alternativer Rasse	Lkr. Stendal

Bei den Betrieben, welche die typischen Veredelungsregionen Deutschlands im Schweinesektor darstellten, wurde eine möglichst gute Verteilung berücksichtigt. Bei allen anderen Betriebsstrukturen wurde auf möglichst repräsentative, meist mitteldeutsche Betriebe geachtet. Die genaue Verteilung der Betriebe ist in Abbildung 3 veranschaulicht. Außerdem mussten drei der veranschlagten Betriebe unmittelbar vor der Erhebung aufgrund von Umbaumaßnahmen und Betriebsaufgabe kurzfristig ersetzt werden. Dies führte zu einer weniger flexiblen regionalen Verteilung als vorher davon ausgegangen werden konnte.

1.2.3.2 Erstellung eines Vorabrogens zur Betriebserhebung

Um nach einem telefonischen Erstkontakt die teilnehmenden Betriebe über das Projektvorhaben weiter zu informieren, wurde ein sechsseitiger Vorabbogen zur Betriebserhebung erstellt. Darin enthalten waren Zielsetzung und Relevanz der Thematik, eine Vorstellung der Projektpartner mit deren wesentlichen Aufgaben, Hinweise zum Daten- und Zeitumfang der Erhebung und zum Umgang mit Daten und Ergebnissen sowie ein Formblatt zum Eintragen der relevanten Daten. Weiterhin wurden die benötigten Datenquellen benannt und den Betrieben ermöglicht, Dokumente bereits im Voraus zusammenzutragen oder sich über deren Verfügbarkeit zu vergewissern. Somit konnten die teilnehmenden Betriebe die Dauer der direkten Betriebserhebung zu einem Großteil mitbestimmen. Das Vorgehen am Erhebungstag innerhalb eines gewöhnlich ablaufenden Betriebsablaufes wurde ebenso beschrieben, wie die Notwendigkeit, bestimmte tierbezogene Merkmale in Bezug auf die Hauptfütterungszeiten erheben zu können.

Diese Art der weiterführenden Information wurde sehr positiv aufgefasst und konnte bereits im Voraus bestimmte Befürchtungen ausräumen. Als Antwort auf diese Handreichung zu den Erhebungen wurden ausgefüllte Datenblätter oder die Information über das Vorliegen der Dokumente am Erhebungstag an das Projektteam zurückgesandt.

1.2.3.3 Datenaufnahme vor Ort

Die Betriebserhebungen wurden von mindestens zwei bis zu fünf Personen, meist von unterschiedlichen Projektpartnern durchgeführt. Die Anzahl der beteiligten Personen war von der Betriebsstruktur, -größe und -komplexität abhängig. Die Erhebungen erfolgten an einem bis zu zwei Tagen. Insbesondere mehrere Betriebsstandorte, sehr große und sehr kleine Betriebe führten zu einem gewissen Mehraufwand. Ferkelerzeugerbetriebe und Gemischtbetriebe benötigten durch die unterschiedlichen Produktionsstufen deutlich mehr Aufwand als reine Mast- und Aufzuchtbetriebe.

Grundsätzlich richtet sich die Qualität der Datenerhebung nach der Verfügbarkeit und Validität der betrieblichen Daten. Da mehrheitlich Kennwerte der routinemäßigen Bestandsführung und -kontrolle verwendet werden, sind diese in der Regel gut verfügbar. In einigen Betrieben waren jedoch auch Datenlücken zu verzeichnen. Dabei sollte sich der Aufwand für die Recherche stets im vertretbaren Rahmen halten, da es gleichzeitig ein Maß für die Nutzung vorhandener Daten und nicht für die alleinige Dokumentation darstellen sollte.

Ein wesentlicher Teil der benötigten Daten wurde direkt von den Projektbearbeitern während der Datenaufnahme gemessen und erhoben. Stallbaupläne, Lagepläne und Hofstättenpläne lagen in großem

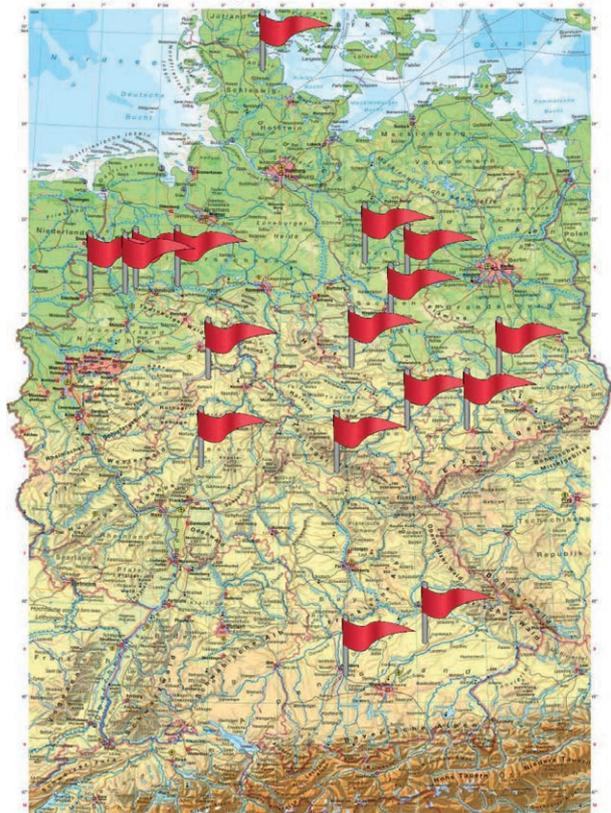


Abbildung 3: Verteilung der Testbetriebe

Umfang vor und erleichterten die Dateneingabe wesentlich. Außerdem lagen in den meisten Betrieben Bestands- und Medikationsregister, eine Bestandssoftware, Produktionsanalysen der Verbände oder betriebsindividuelle Datenbanken vor. Tiergruppenspezifische Rationsberechnungen und z.T. Jahresfuttermengen standen weitestgehend zur Verfügung.

Insbesondere für die Bewertung der Tiergerechtigkeit sind direkte „on-farm“ Erhebungen unerlässlich, um eine objektive Bewertung und eine verlässliche Einschätzung des Status-quo zu erreichen. Die Wahl einer repräsentativen Stichprobe ist sowohl in Stichprobengröße als auch in Verteilung auf unterschiedliche Tiergruppen an die Methode nach Welfare Quality® (2009) angelehnt. Sie umfasst darüber hinaus aber alle Tiergruppen der Ferkelproduktion, der Ferkel-, und Zuchtläuferaufzucht sowie der Mast. Bei der Ferkelproduktion wird nach Wartehaltung, Abferkelung und Deckbereich sowie den Saugferkeln innerhalb der Würfe unterschieden. Die Methode ist in Tabelle 3 ersichtlich. Die insgesamt zu berücksichtigenden Tiere orientieren sich an der Bestandsgröße.

Tabelle 3: Stichprobenumfang und Methodik für die Betriebserhebung

Tiergruppe	Stichprobengröße					
	Sauen	Wartebereich	Abferkelung	Besamung	gesamt	
≤ 250	20	aus mind. 2 Gruppen	10	mittlere Säugephase	10	40
bis 400	25	aus mind. 3 Gruppen	12	aus mind. 2 Gruppen	12	49
bis 800	30	aus mind. 3 Gruppen	14	aus mind. 2 Gruppen	14	58
bis 1500	35	aus mind. 3 Gruppen	16	aus mind. 3 Gruppen	16	67
≥ 1500	35	aus mind. 4 Gruppen	18	aus mind. 3 Gruppen	18	71
Aufzuchtferkel						
≤ 500	20	aus mind. 3 Gruppen				20
bis 2000	30	aus mind. 3 Gruppen				30
bis 5000	38	aus mind. 4 Gruppen				38
≥ 5000	45	aus mind. 5 Gruppen				45
Mastschweine						
≤ 500	25	aus mind. 3 Gruppen				25
bis 2000	35	aus mind. 3 Gruppen				35
bis 5000	45	aus mind. 4 Gruppen				45
≥ 5000	60	aus mind. 5 Gruppen				60

Sowohl die reine Tierzahl, das Vorhandensein unterschiedlicher Tiergruppen, die Haltung der Gruppen in verschiedenen Stallgebäuden und die örtlichen Gegebenheiten führten zu einem Zeitaufwand von eineinhalb bis zu vier Stunden.

Als hilfreich für die Erhebung und weitere Datenverarbeitung erwies sich eine Erhebung in digitaler Form mittels geeigneter Tablet-PCs. Dazu wurde ein Excel-Erhebungstableau mit Makros programmiert und nutzerfreundlich angepasst. Somit wurden alle Boniturschemata, Stichprobenumfänge, Methoden und ergänzenden Hinweise direkt im Erhebungsbogen hinterlegt. Insbesondere Zählfunktionen über Buttons und multiple Erweiterungen des Erhebungsbogens sowie Hinweise erleichterten die Dateneingabe.

Eine große Herausforderung stellten die hygienischen Anforderungen schweinehaltender Betriebe dar. Somit war es erforderlich, mit zwei separaten Teams die Erhebung der Tiergerechtigkeit durchzuführen. Diese wurden mehrfach in den Methoden geschult, bis die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zufriedenstellend war. Dies erfolgte sowohl im Versuchsgut der Universität Halle als auch im Praxisbetrieb. Neben den Tablets wurden Thermo- und Hygrometer, ein Ammoniakkonzentrationssensor, ein Laserentfernungsmessgerät sowie Stoppuhren mitgeführt.

2. Ergebnisse Fütterung

Im Anschluss an die Datenerhebung in den 17 ausgewählten Betrieben wurde auf der Grundlage der Daten

- Tierbestände und Tiergruppen
- Leistungsdaten
- Futterzusammensetzung bzw. Futteranalysen
- die Ausscheidungen an N, P und K kalkuliert und an die Projektpartner weitergegeben.

2.1 Parameter der Futtermischungen

Die Angaben zu den eingesetzten Futtermischungen stammen z.T. aus Analyseprotokollen, Zertifikaten der Hersteller oder aus der Kalkulation auf Grundlage der Zusammensetzung bzw. einer Kombination dieser Angaben.

Tabelle 4: Ausgewählte Parameter der Mastfuttermischungen (n=30 Futtermischungen, Angaben in der Originalsubstanz (OS))

	ME, MJ/kg	pcv Lysin, g/kg	XP, g/kg	P, g/kg	pcv Lys, g/MJ
Mittel	12,98	8,2	155,2	4,4	0,63
Max	13,52	12,4	184,0	5,9	0,95
Min	11,20	3,8	133,0	3,7	0,30

Die größten Unterschiede bei den Mastfuttermischungen gibt es beim Gehalt an pcv Lysin. Darauf wird im Abschnitt „Diskussion“ näher eingegangen.

Tabelle 5: Ausgewählte Parameter der Futtermischungen für Ferkel (n=10, Angaben in der OS)

	ME, MJ/kg	pcv Lysin, g/kg	XP, g/kg	P, g/kg	pcv Lys, g/MJ
Mittel	13,41	9,1	170,6	5,2	0,68
Max	17,50	11,2	190,7	6,3	0,81
Min	11,15	7,1	135,3	4,1	0,47

Die Futtermischungen für die Aufzuchtferkel sind sehr homogen, wenn man berücksichtigt, dass hier nur ein „Ferkelstarterfutter“ mit hohem ME-Gehalt Grundlage der Daten ist.

Tabelle 6: Ausgewählte Parameter der Futtermischungen für weibliche Zuchtläufer (n=8, Angaben in der OS)

	ME, MJ/kg	pcv Lysin, g/kg	XP, g/kg	P, g/kg
Mittel	12,90	6,5	143,0	5,1
Max	13,20	9,7	171,7	5,9
Min	12,20	5,3	125,0	4,3

Auch die Futtermischungen in der Jungsauenaufzucht der Tiergruppe „Zuchtläufer, weiblich“ unterscheiden sich in den unterschiedlichen Betrieben nur unwesentlich.

Tabelle 7: Ausgewählte Parameter der Tragefuttermischungen (n=9, Angaben in der OS)

	ME, MJ/kg	pcv Lysin, g/kg	XP, g/kg	P, g/kg
Mittel	12,48	5,6	137,5	5,0
Max	13,21	7,1	155,0	5,4
Min	11,80	3,5	125,0	4,3

Tabelle 8: Ausgewählte Parameter der Laktationsfuttermischungen (n=10, Angaben in der OS)

	ME, MJ/kg	pcv Lysin, g/kg	XP, g/kg	P, g/kg
Mittel	13,06	7,7	163,4	5,2
Max	13,40	8,9	175,0	6,0
Min	12,62	5,1	143,1	4,5

Ebenso wie bei den Futtermischungen für die Mast, unterscheiden sich die Futtermischungen für die Zuchtsauen beim Gehalt an pcv Lysin am deutlichsten.

Da die Daten der ausgewählten 17 Betriebe sehr unterschiedlich sind, was bewusst so ausgewählt wurde, um das Spektrum der Schweinefleischerzeugung in Deutschland abzubilden, kann nur eine beschränkte statistische Auswertung aus Sicht der Tierernährung vorgenommen werden.

Futtermischungen

Wie schon im Abschnitt Ergebnisse beschrieben, sind die Futtermischungen bezüglich ME-Gehalt, Rohproteingehalt und Gehalt an P unter Berücksichtigung der jeweiligen Tiergruppe als homogen zu bezeichnen. Die größten Unterschiede gibt es beim Gehalt an pcv Lysin. Dies ist bei einem Vergleich von konventionellen und ökologischen Futtermischungen in einem bestimmten Rahmen auch zu erwarten. Der Wert von 3,8 g/kg (Tab. 4) ist der Gehalt in einem Endmastfutter (3-phasige Mast) eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes, passt aber zu dem XP-Gehalt von 133 g/kg. Der Minimalwert von 0,47 g pcv Lysin/MJ ME bei den Futtermischungen für Ferkel (Tab. 5) stammt aus dem „Prestarter“ einer 3-phasigen Ferkelaufzucht mit 17,5 MJ ME/kg. Die Minimalgehalte an pcv Lysin von 3,5 g/kg im Tragefutter bzw. 5,1 g/kg im Laktationsfutter sind beides Mischungen ökologisch wirtschaftender Betriebe (zwei unterschiedliche Betriebe), passen aber auch hier zu den jeweiligen XP-Gehalten von 127 g/kg bzw. 143 g/kg.

2.2 Ergebnisse der Testbetriebe

Tabelle 9: Ergebnisse der Mastbetriebe hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=12 Betriebe)

	LMZ (g/d)	Bedarfsdeckung ME (%)	Bedarfsdeckung pcv Lysin (%)	N-Effektivität (%)	P-Effektivität (%)
Median	796,0	155,5	147,0	30,4	36,0
Max	875,0	192,4	177,2	38,9	46,9
Min	340,5	114,5	103,2	15,8	15,6

Bei den Betrieben handelt es sich um 3 Betriebe mit Universalmast, 3 Betriebe mit zweiphasiger Mast, 4 Betriebe mit dreiphasiger Mast und 2 Betriebe mit vierphasiger Mast. Die LM der Tiere beträgt bei Ein-stallung im Mittel 29,95 kg (Max/Min 38,2/25,0 kg). Geschlachtet werden die Tiere im Mittel mit 124,15 kg LM (Max/Min 140,0/96,0 kg).

Tabelle 10: Ergebnisse der Betriebe mit Ferkelaufzucht hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=8)

	LMZ (g/d)	Bedarfsdeckung ME (%)	Bedarfsdeckung pcv Lysin (%)	N-Effektivität (%)	P-Effektivität (%)
Median	400,0	126,1	113,1	38,9	43,0
Max	471,0	172,0	150,8	52,0	55,7
Min	310,0	100,4	86,1	36,3	34,5

Die LM der Ferkel beträgt bei Einstellung im Mittel 8,88 kg (Max/Min 12,5/5,0 kg). Ausgestallt werden die Ferkel im Mittel mit 28,8 kg LM (Max/Min 35,0/25,0 kg).

Tabelle 11: Ergebnisse der Betriebe mit Jungsauenaufzucht (Zuchtläufer, weiblich) hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=8)

	LMZ (g/d)	Bedarfsdeckung ME (%)	Bedarfsdeckung pcv Lysin (%)	N-Effektivität (%)	P-Effektivität (%)
Median	675,0	155,8	108,9	34,9	30,2
Max	966,0	248,3	161,3	44,2	38,3
Min	399,0	99,4	76,5	17,5	14,8

Die LM der Jungsauen beträgt bei Einstellung im Mittel 28,75 kg (Max/Min 35,0/20,0 kg). Auf Grund der Festlegung, dass die Abschnitte der Tiergruppen weder überlappen, noch Lücken aufweisen dürfen, wurde die LM bei Umstallung in den Sauenbereich mit 140 kg LM festgelegt.

Tabelle 12: Ergebnisse der Betriebe mit Ferkelerzeugung hinsichtlich der Leistung sowie der N- und P-Effektivität (n=8)

	Ferkel (kg/a)	Bedarfsdeckung ME (%)	Bedarfsdeckung pcv Lysin (%)	N-Effektivität (%)	P-Effektivität (%)
Jungsauen, nt	-				
Median		134,7	158,7	18,5	4,2
Maximalwert		165,0	191,8	22,6	5,3
Minimalwert		109,4	97,0	15,2	3,6
Jungsauen, ht	-				
Median		92,5	68,0	47,1	31,3
Maximalwert		119,3	123,5	61,3	42,7
Minimalwert		65,1	48,1	29,6	20,4
Altsauen, nt	-				
Median		135,9	170,3	15,5	4,0
Maximalwert		169,3	200,9	19,4	5,3
Minimalwert		108,6	101,6	12,6	3,4
Altsauen, ht	-				
Median		85,1	69,9	45,9	29,7
Maximalwert		109,7	120,3	61,3	42,7
Minimalwert		59,8	46,8	29,6	20,4
Sauen, lakt.					
Median	219,2	142,2	109,4	32,2	40,7
Maximalwert	246,0	183,6	164,0	51,4	48,7
Minimalwert	185,4	117,9	69,3	25,9	23,9

Diskussion

Die größten Probleme im Bereich der grundlegenden Daten bereitete v.a. die fehlende Datengrundlage für den Gehalt der Einzelfuttermittel an K und die Zuordnung der GE zu den Einzelfuttermitteln. Im Fall von K wurde weitestgehend auf die DLG-Tabelle „Mineralstoffgehalte in Futtermitteln“ (DLG, 1973) zurückgegriffen bzw. wenn notwendig auf das „Row material compendium“ (NOVUS, 1996).

Bei der Ermittlung der Ausscheidungen nach Erhebung der Daten in den 17 ausgewählten Betrieben ergaben sich deutlich größere Probleme. Das erste größere Problem war, dass bei den Stammdaten die Jungsauenaufzucht mit 120 kg LM endete und die niedertragenden Jungsauen mit 140 kg LM „eingestellt“ wurden. Dies konnte dadurch gelöst werden, dass die Jungsauenaufzucht (Tiergruppe „Zuchtläufer, weiblich“) bis 140 kg LM gerechnet wurde. So wurde bei allen Tiergruppen verfahren, um alle Veränderungen bei der LM in die Berechnungen aufzunehmen.

Weitere Probleme waren:

- Fehlende LM-Daten der Betriebe (es wird innerhalb der Abschnitte kaum gewogen)
- Unzuverlässige Daten der Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermischungen (bei Betrieben mit von Dritten berechneten Inhaltsstoffen fehlt immer der K-Gehalt, der dann auch von den Autoren nur an Hand des Aschegehaltes geschätzt werden kann)
- Fehlende Daten zur Futteraufnahme (auch wenn Daten angegeben waren, mussten diese z.T. durch die Autoren wegen fehlender Plausibilität korrigiert werden).

Bedarfsdeckung

Bei der Auswertung wurde der Medianwert dem Mittelwert vorgezogen, da er bei der Auswertung so unterschiedlicher Betriebe aussagefähiger ist.

Bei den Mastbetrieben gibt es bei einem hohen Leistungsniveau keine Unterversorgung mit den ausgewählten Nährstoffen (Tab. 9), z.T. aber eine deutliche Überversorgung, sowohl mit der ME, als auch mit dem pcv Lysin.

Die Versorgung bei den Betrieben mit Ferkelaufzucht (Tab. 10) ist besser angepasst, was bei dem kürzeren Wachstumsabschnitt sicher auch leichter ist. Der Minimalwert von 86,1 % beim pcv Lysin erscheint fragwürdig bei einem Gehalt von 7,8 g pcv Lysin/kg. Hier muss auf die unzuverlässigen Daten bei der Futteraufnahme verwiesen werden.

Bei der Fütterung der weiblichen Zuchtläufer (Tab. 11) konnten die homogensten Werte ermittelt werden. Auch das Niveau der Versorgung ist unter Berücksichtigung oft fehlender ermittelter Daten (LM, Futterverzehr) als gut zu bezeichnen.

Prinzipiell gilt das ebenfalls für die Zuchtsauen (Tab. 12; Median 219 kg abgesetzte Ferkel je Sau und Jahr). Die Minimalwerte bei der Versorgung mit ME (65 %, 60 %) und pcv Lysin (48 %, 47 %) sind einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb zuzuordnen und resultieren aus dem gleichen Futter mit 12,90 MJ ME/kg und 5,4 g pcv Lysin/kg. Da diese Gehalte im Mittel solcher Futter liegen, verursacht hier die Angabe zur Futteraufnahme diese „Unterversorgung“.

N- und P-Effektivität

Die N-Verwertung liegt in Versuchen zur Ermittlung der Verdaulichkeit der Rohnährstoffe (Bilanzversuche unter Institutsbedingungen) je nach Fragestellung und N-Versorgungslage zwischen 40 % und 60 %. Beim P ergeben sich bei solchen Versuchen Werte zwischen 25 % und 50 %.

Die hier ermittelten Daten für die Mast, die Ferkelaufzucht und die Aufzucht der weiblichen Zuchtläufer sind bei den Daten der N- bzw. P-Effektivität plausibel (Tab. 9 bis 11). Die geringe P-Effektivität der niedertragenden Sauen resultiert aus dem geringen unterstellten Ansatz von 0,5 g/d und einer „normalen“ Versorgung von ca. 10 g/d. Die Versorgung resultiert zum einen aus den nativen P-Gehalten der eingesetzten Futtermittelausgangserzeugnisse und zum anderen daraus, dass fast nie Tragfutter für niedertragende und hochtragende unterschiedlich gemischt werden (nur ein Betrieb).

Fazit

Aus Sicht der Tierernährung lässt sich sagen, dass die aus den Praxisdaten resultierenden ermittelten

Daten weitestgehend plausibel sind. Unsicherheiten ergeben sich v.a. aus den fehlenden Daten zur LM-Entwicklung in den einzelnen Tiergruppen, den fehlenden (verlässlichen) Daten zur Futteraufnahme und auf unterschiedliche Art kalkulierte Daten der Futtermischungen (kaum Analysedaten).

3. Indikatoren der Ökologie und Tiergerechtigkeit

Datengrundlage

Mittels des Betriebs- und Analysemanagementprogrammes „REPRO“ werden die ökologischen Indikatoren berechnet. Auf Basis betrieblicher Dokumentationsdaten erfolgt eine detaillierte Erfassung des Gesamtbetriebes oder einzelner Betriebszweige. Die benötigten Daten sind in Tabelle 13 dargestellt. Die Analyse und Auswertung ist auf den Ebenen des Betriebes, des Stallbereiches bzw. der Tiergruppe möglich.

Tabelle 13: Übersicht der benötigten betrieblichen Dokumentationsdaten

Kategorie	Betriebsdaten
Tierbezogene Daten	Bestandsregisterauszug HIT-Datenbank
Leistungsbezogene Daten	Produktionsanalyse Teil 1 und 2 in der Ferkelerzeugung Mastauswertung Beratungsring/Mastplaner Auswertung Tiergewichte
Fütterungsbezogene Daten	Futtrationen Futtermittelanalysen (optional) Jahresfuttermittelverbrauch
Stall- und lagerbezogene Daten	Stallbaupläne (optional) Einstreumengen Fütterungssystem Wirtschaftsdüngerlagerung

Für die Berechnung der Indikatoren werden die Tiergruppen in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast nach dem unten stehenden Schema zugeordnet (Tabelle 14). Die Ergebnisse sind in tabellarischer Form dargestellt und zusätzlich nochmal in einem Säulendiagramm. Hier werden die Ergebnisse neben der Unterscheidung nach Produktionsrichtung anhand ihrer Betriebsform farblich kategorisiert. Die farbliche Kategorisierung entsprechend der Betriebsform ist folgendermaßen eingeteilt:

hellgrau	Mastbetriebe
marmoriert	Ferkelaufzuchtbetrieb
dunkelgrau	Ferkelerzeugerbetriebe
schwarz	Gemischtbetriebe (Ferkelerzeugung mit angeschlossener Mast)

Tabelle 14: Einordnung der Tiergruppen in die Produktionsrichtungen der Schweinehaltung

Produktionsrichtung	Tiergruppen
Ferkelerzeugung	Niedertragende Jungsauen Hochtragende Jungsauen Niedertragende Altsauen Hochtragende Altsauen Säugende Jungsauen inkl. Saugferkel Säugende Altsauen inkl. Saugferkel Jungeber Zuchteber
Ferkelaufzucht	Absetzferkel bis 30 kg
Mast/ Zuchtläufer	Mastschweine Zuchtläufer, weiblich Zuchtläufer, männlich

3.1 Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo

3.1.1 Relevanz

Der Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Tierhaltung ist Teil der Gesamtbilanz eines landwirtschaftlichen Betriebes. Er erlaubt Aussagen zur Beurteilung der Haltungsintensität sowie der Verlustpotentiale an N-Emissionen im Stall, im Auslauf und in der Wirtschaftsdüngerlagerung und dient in erster Linie zur Plausibilitätskontrolle und zur Abbildung der vollständigen N-Flüsse in einem Schweinebetrieb.

3.1.2 Methoden zur Bestimmung des Stickstoff-Bilanzsaldos

Der Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo [kg N/ GV] ist die Differenz von Stickstoff-Input zu Stickstoff-Output bezogen auf die Großvieheinheiten der jeweiligen Produktionsrichtung innerhalb eines Jahres. Demnach bedeutet ein Ergebnis von 0 kg N/ GV ein ausgeglichenes Verhältnis von N-Input und N-Output. Ein negativer Wert bedeutet zum einen ein geringes Verlustpotenzial an N-Emissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, zum anderen sind im Stall und bei der Lagerung bereits Stickstoff-Emissionen erfolgt. Ein hoher N-Saldo bedeutet somit einen steigenden Flächenbedarf bzw. erfordert eine Änderung des Düngemanagements, um negative Umweltwirkungen zu minimieren.

In den Stickstoff-Bilanzsaldo werden die in der Abbildung 4 dargestellten N-Flüsse und N-Pools einbezogen. Die Berechnung des Stickstoffinputs über die Fütterung erfolgt in Abhängigkeit des Futtermittelsverzehrs und des Rohproteingehaltes in der Ration. Die Zufuhr von Stickstoff über Einstreu wird anhand der täglich eingestreuten Menge und den N- sowie Trockenmassegehalten berechnet. Für die Berechnung der Nährstoffeinträge über Tierzukäufe werden die Leerkörpermasse-Zuwachsraten (kg), basierend auf den N-Gehalten der betriebsindividuellen Anfangs- und Endgewichte (kg LM) sowie Lebendmassezunahmen (g/d), herangezogen. Nach dem gleichen Berechnungsansatz erfolgt die Quantifizierung der N-Abflüsse der Tierverkäufe. Die Berechnung der umweltrelevanten N-Emissionen Lachgas und Ammoniak erfolgt unter Beachtung des betrieblichen Haltungsverfahrens, der Wirtschaftsdüngerlagerungsform und des betrieblichen Leistungsniveaus. Es werden die potenziellen N-Verluste der Stall, Lager- und Auslaufhaltung ausgewiesen.

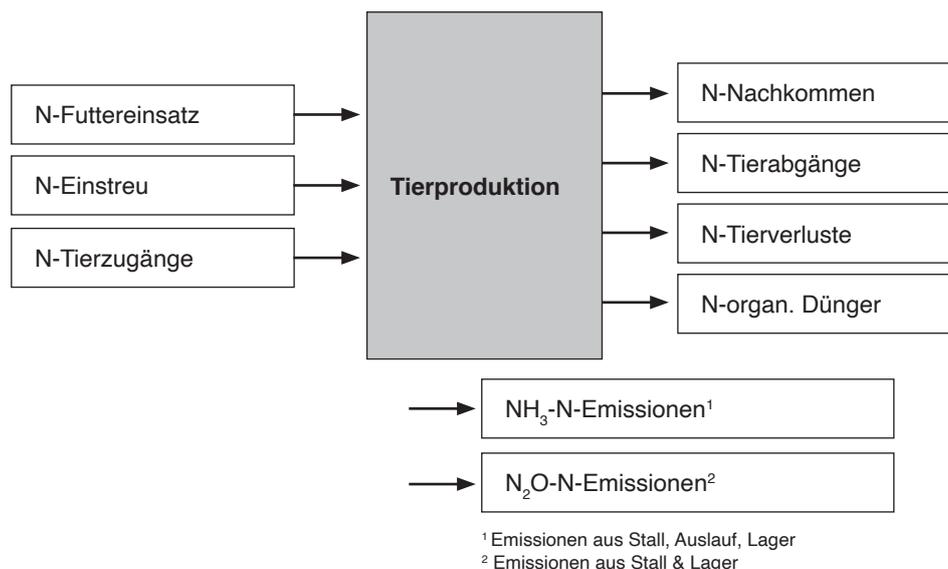


Abbildung 4: N-Flüsse und N-Pools zur Berechnung des Indikators „Stickstoff-Bilanzsaldo“

3.1.3 Ergebnisse Stickstoff-Bilanzsaldo

Im Folgenden werden die Ergebnisse der betrieblichen Datenerhebungen für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo dargestellt. Die Auswertung der Daten erfolgte jeweils auf der Ebene der Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung (Sauen, Eber), Ferkelaufzucht (Aufzuchtferkel bis 30 kg LM) sowie Mast und Zuchtläufer (Masttiere, Zuchtläufer weiblich und männlich).

Werden die ermittelten Werte der acht Testbetriebe mit Produktionsrichtung Ferkelerzeugung betrachtet, liegen diese im Bereich zwischen -0,14 und 0,52 kg N/ GV pro Jahr (Tabelle 15). Der Mittelwert aller Ferkelerzeugerbetriebe beträgt 0,09 kg N/ GV.

Tabelle 15: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Betrieb	B08	B09	B10	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
Produktionsrichtung	FE								
Tiergruppe	Sauen ges.								
GV gesamt	350,25	158,37	976,99	916,75	402,24	169,84	50,53	35,59	382,57
N-Zufuhr (je Tier in kg/a)	31,19	48,90	30,64	32,02	27,31	27,62	27,22	34,46	32,42
Tierzukauf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01
Futtereinsatz	31,19	48,79	30,64	32,02	27,31	26,19	25,82	32,92	31,86
Einstreu	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	1,43	1,40	1,48	0,55
N-Export (je Tier in kg/a)	2,97	1,20	5,70	2,88	1,91	3,20	0,05	0,07	2,25
Tierverkauf	2,97	1,20	5,70	2,88	1,91	3,20	0,05	0,07	2,25
organische Dünger (je Tier in kg/a)	22,88	36,12	21,69	22,49	18,68	19,86	20,62	25,66	23,50
N-Verluste (je Tier in kg/a)	18,30	3,50	13,60	11,70	4,90	16,00	14,90	15,30	12,28
Tierverluste	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verluste (NH ₃)	18,30	3,40	13,40	11,40	4,80	15,70	14,40	14,60	12,00
Verluste (N ₂ O)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,10	0,30	0,50	0,70	0,28
N-Bilanzsaldo (kg N/ GV)	-0,00	-0,14	-0,04	-0,02	0,07	0,11	0,24	0,52	0,09

In der nachfolgenden Abbildung sind die acht Betriebsergebnisse und der daraus resultierende Mittelwert der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung grafisch dargestellt (Abbildung 5). Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

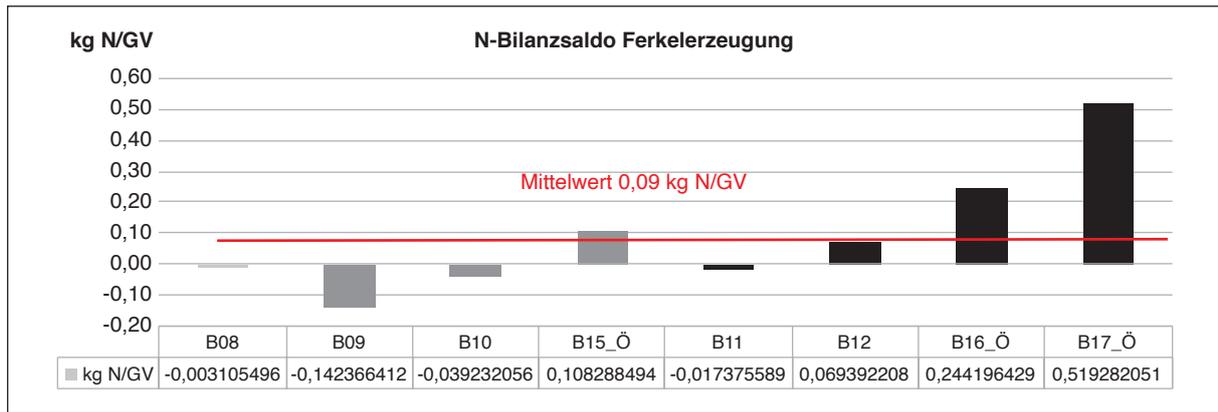


Abbildung 5: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoffbilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Betrachtet man die Ergebnisse der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht liegen die Betriebe zwischen -0,14 und 0,21 kg N/ GV. Im Mittel ist für diese Produktionsrichtung ein Wert von 0,03 kg N/ GV zu verzeichnen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Betrieb	B07	B08	B09	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
Produktionsrichtung	FA	FE							
Tiergruppe	Absetzferkel < 30 kg								
GV	181,87	133,70	7,67	132,38	89,35	17,57	7,58	5,66	71,97
N-Zufuhr (je Tier in kg/a)	12,37	4,95	16,62	6,15	5,99	7,84	8,13	9,44	8,94
Tierzukauf	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Futtereinsatz	11,62	4,95	16,62	6,15	5,99	7,69	7,98	9,29	8,79
Einstreu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,15	0,06
N-Export (je Tier in kg/a)	4,44	2,08	3,47	4,50	3,80	3,58	0,08	4,06	3,25
Tierverkauf	4,44	2,08	3,47	4,50	3,80	3,58	0,08	4,06	3,25
organische Dünger (je Tier in kg/a)	5,86	1,24	9,33	1,20	1,87	3,12	3,48	4,30	3,80
N-Verluste (je Tier in kg/a)	0,34	0,30	0,20	0,23	0,24	0,34	0,07	0,49	0,28
Tierverluste	0,04	0,00	0,00	0,03	0,04	0,04	0,07	0,09	0,04
Verluste (NH ₃)	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,30	0,00	0,40	0,24
Verluste (N ₂ O)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N-Bilanzsaldo (kg N/ GV)	0,00	0,01	0,21	0,00	-0,01	0,14	-0,14	0,04	0,03

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse und der Mittelwert der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht grafisch dargestellt (Abbildung 6). Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

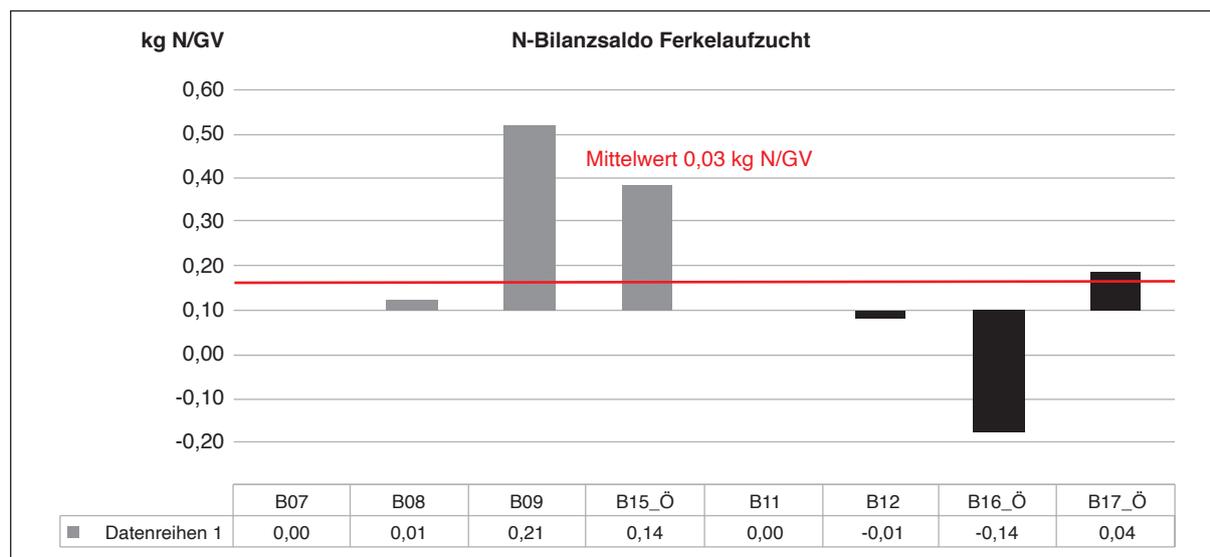


Abbildung 6: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Die Bilanzwerte der 16 Testbetriebe mit Produktionsrichtung Mast und Zuchtläuferaufzucht erreichen Stickstoff-Bilanzsalden zwischen -0,08 und 2,42 kg N/ GV (Tabelle 17). Der Mittelwert beträgt 0,20 kg N/ GV. Vergleicht man die Werte untereinander, liegen die Werte der reinen Mastbetriebe genau im Bereich von 0 kg N/ GV, während die Ferkelerzeuger bei Betrachtung der Zuchtläuferaufzucht diesen Wert übersteigen. Der Betrieb B15-Ö hatte im betrachteten Jahr einen durchschnittlichen Zuchtläuferbestand von 9 Tieren. Dadurch reduziert sich der GV-Besatz auf 5,6 GV, welcher wiederum den hohen Stickstoff-Saldo von 2,42 kg N/ GV erklärt.

Tabelle 17: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

Betrieb	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B08	B09
Produktionsrichtung	Mast	Mast	Mast	Mast	Mast	Mast	FE	FE
Tiergruppe	MS	MS	MS	MS	MS	MS	ZL, w.	ZL, w.
GV	96,02	263,35	611,37	969,22	173,96	158,97	12,15	14,41
N-Zufuhr (je Tier in kg/a)	27,45	20,89	20,74	26,43	30,63	27,01	9,93	14,32
Tierzukauf	2,15	1,84	1,84	2,37	2,14	3,03	0,00	0,00
Futtereinsatz	25,30	18,87	18,90	24,06	28,43	22,52	9,93	14,32
Einstreu	0,00	0,18	0,00	0,00	0,06	1,46	0,00	0,00
N-Export (je Tier in kg/a)	9,01	7,78	8,33	9,43	9,69	10,04	0,30	0,00
Tierverkauf	9,01	7,78	8,33	9,43	9,69	10,04	0,30	0,00
organische Dünger (je Tier in kg/a)	14,55	2,11	0,97	4,26	5,24	3,67	1,29	48,90
N-Verluste (je Tier in kg/a)	1,81	2,94	3,33	1,45	14,25	5,77	2,52	4,83
Tierverluste	0,21	0,14	0,13	0,15	0,15	0,17	0,12	0,00
Verluste (NH ₃)	1,50	2,70	3,10	1,30	13,80	5,40	2,40	4,69
Verluste (N ₂ O)	0,10	0,10	0,10	0,00	0,30	0,20	0,00	0,14
N-Bilanzsaldo (kg N/ GV)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,36

Betrieb	B10	B11	B12	B13	B14_Ö	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
Produktionsrichtung	FE	FE	Mast + FE	Mast	Mast	FE	Mast + FE	Mast+ FE	
Tiergruppe	ZL, w.	ZL, w+m	Mast + ZL ges.	MS	MS	ZL, w.	Mast + ZL ges.	Mast + ZL ges.	
GV	5,60	132,90	402,98	262,02	91,05	1,26	125,64	54,93	210,99
N-Zufuhr (je Tier in kg/a)	15,03	96,73	26,00	20,23	22,18	6,64	18,22	25,20	25,48
Tierzukauf	1,12	0,00	0,00	2,11	1,68	0,00	0,00	0,00	1,14
Futtereinsatz	13,91	96,73	25,15	17,97	19,29	6,01	17,59	24,08	23,94
Einstreu	0,00	0,00	0,86	0,15	1,21	0,63	0,63	1,12	0,39
N-Export (je Tier in kg/a)	6,60	3,60	8,09	8,77	7,47	0,68	7,46	3,58	6,30
Tierverkauf	6,60	3,60	8,09	8,77	7,47	0,68	7,46	3,58	6,30
Organische Dünger (je Tier in kg/a)	7,67	19,15	3,79	2,18	2,45	0,66	1,59	3,18	7,60
N-Verluste (je Tier in kg/a)	0,99	3,48	3,49	0,74	3,12	3,44	4,90	10,57	4,23
Tierverluste	0,09	0,27	0,11	0,04	0,12	0,00	0,14	0,07	0,12
Verluste (NH ₃)	0,90	3,13	3,28	0,70	2,90	3,38	4,54	10,00	3,98
Verluste (N ₂ O)	0,00	0,08	0,10	0,00	0,10	0,06	0,22	0,50	0,13
N-Bilanzsaldo (kg N/ GV)	-0,20	-0,01	0,02	-0,03	0,00	2,42	-0,06	0,19	0,19

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse und der Mittelwert der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer grafisch dargestellt (Abbildung 7). Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

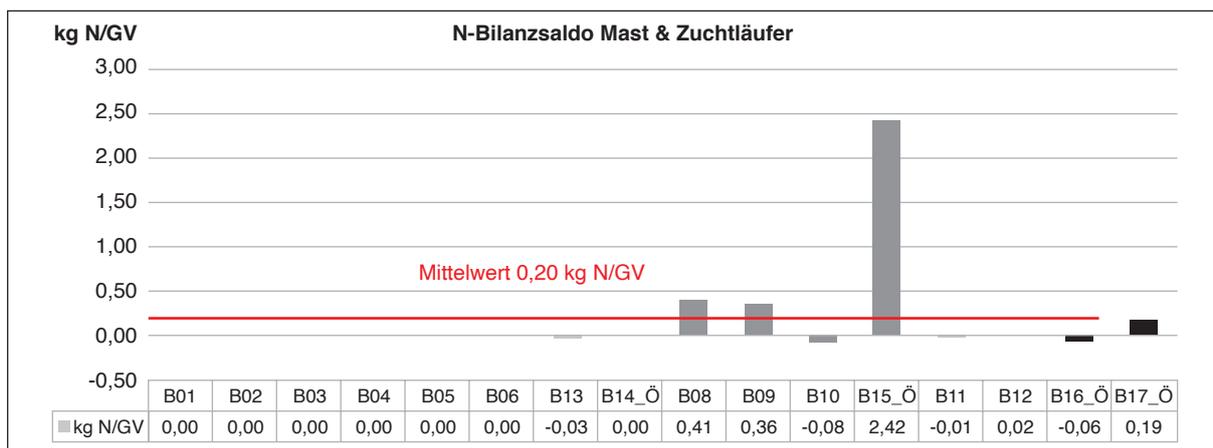


Abbildung 7: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

3.1.4 Ableitung der Zielwerte für den Stickstoff-Bilanzsaldo

Für den Indikator N-Bilanzsaldo ergibt sich ein Zielwert von 0 kg N/ GV für alle drei Produktionsrichtungen in der Schweinewirtschaft. Wie eingangs beschrieben, bedeutet ein Ergebnis von 0 kg N/ GV ein ausgeglichenes Verhältnis von N-Input und N-Output und wird als nachhaltig bewertet. Eine Über- oder Unterschreitung des Zielwertes wird innerhalb des Wertebereiches geregelt. So wird eine Über- bzw.

Unterschreitung des Zielwertes von 5 % (-0,05 bis 0,05 kg N/ GV) als nachhaltige Bewirtschaftung eingeschätzt. Bei einer Über- oder Unterschreitung des Zielwertes von 10 % (-0,10 bis 0,10 kg N/ GV) wird zum einen davon ausgegangen, dass ein geringes Verlustpotenzial an N-Emissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern vorliegt und zum anderen wiederum im Stall und bei der Lagerung bereits N-Emissionen erfolgt sind, die negative ökologische Wirkungen nach sich ziehen. Eine Annäherung an den Optimal- und Grenzwertbereich ist in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator „Stickstoff-Bilanzsaldo“

Indikator	Kategorie	Zielwerte	Optimalbereich + 5 %	Grenzwert Nachhaltigkeit + 10 %	Betriebswerte	
		[kg N/GV]	[kg N/GV]	[kg N/GV]	Min [kg N/GV]	Max [kg N/GV]
N-Bilanzsaldo [kg N/GV]	Ferkelerzeugung	0	-0,05 – 0,05	-0,1 – 0,1	-0,14	0,52
	Ferkelaufzucht	0	-0,05 – 0,05	-0,1 – 0,1	-0,14	0,21
	Mast	0	-0,05 – 0,05	-0,1 – 0,1	-0,2	2,42

Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo wird eine gemeinsame Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. In den dargestellten Bewertungsfunktionen wird ein Optimalbereich von +5/-5 % Über- bzw. Unterschreitung des Zielwertes definiert, der die Bewertung 1 erhält. Bis zu einer Über- bzw. Unterschreitung des Zielwertes von +10/-10 % wird eine nachhaltige Bewirtschaftung mit 0,75 bewertet. Ab einer Über- bzw. Unterschreitung des Zielwertes von mehr als +10/-10 % wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt (Abbildung 8).

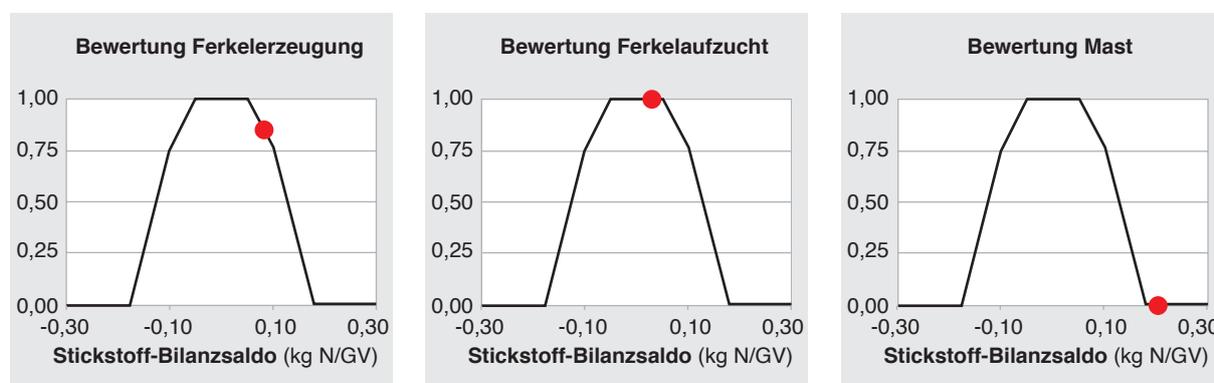


Abbildung 8: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast

3.2 Indikatoren zum Phosphorhaushalt

3.2.1 Relevanz

Phosphor ist ein wichtiger Pflanzennährstoff und wird deshalb als Düngemittel verwendet, z.B. in Form von Gülle aus der Schweinehaltung. Wird mehr Phosphor zugeführt, als der Boden absorbieren kann, besteht die Gefahr, dass er in die umgebende Natur gelangt. Um die Phosphorausträge zu reduzieren, ist man deshalb bestrebt, die unvermeidbaren Phosphorauscheidungen zu reduzieren. In der Schweinehaltung kann der Einsatz von Enzymen die Umsetzung von organischem Phosphor erleichtern, so dass die Gülle weniger Phosphor enthält. Weiterhin kann die Umstellung auf eine dreiphasige Fütterung in der Mast die Reduzierung von P-Ausscheidungen positiv beeinflussen.

3.2.2 Methoden zur Bestimmung des Phosphor-Bilanzsaldos

Der Indikator Phosphor-Bilanzsaldo [kg P/ GV] ist die Differenz von Phosphor-Input zu Phosphor-Output bezogen auf die Großvieheinheiten der jeweiligen Produktionsrichtung innerhalb eines Jahres. Demnach bedeutet ein Ergebnis von 0 kg P/ GV ein ausgeglichenes Verhältnis von P-Input und P-Output.

Die Vorgehensweise zur Berechnung des Indikators P-Bilanzsaldo erfolgt analog zum Indikator N-Bilanzsaldo (Abbildung 9). Umweltrelevante Emissionen werden nicht berücksichtigt.

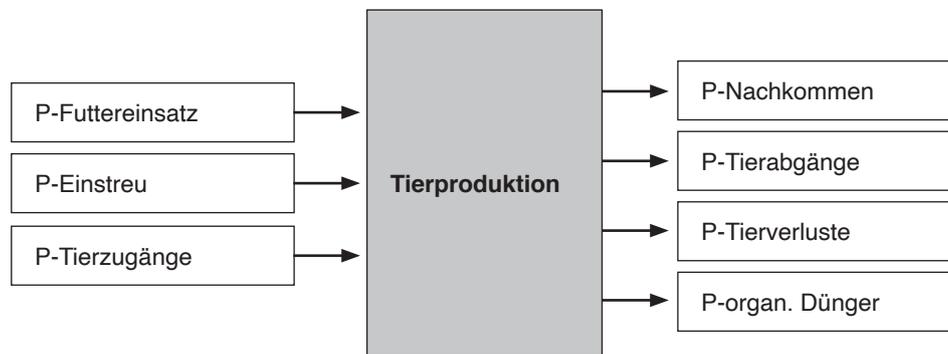


Abbildung 9: P-Flüsse und P-Pools zur Berechnung des Indikators „Phosphor-Bilanzsaldo“

3.2.3 Ergebnisse Phosphor-Bilanzsaldo

Im Folgenden werden die Ergebnisse der betrieblichen Datenerhebungen für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo dargestellt. Die Auswertung der Daten erfolgte jeweils auf der Ebene der Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung (Sauen, Eber), Ferkelaufzucht (Aufzuchtferkel bis 30 kg LM) sowie Mast und Zuchtläufer (Masttiere, Zuchtläufer weiblich und männlich).

Werden die ermittelten Werte der acht Testbetriebe mit Produktionsrichtung Ferkelerzeugung betrachtet, liegen diese im Bereich zwischen -0,07 und 0,08 kg P/ GV pro Jahr (Tabelle 19). Der Mittelwert aller Betriebe der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung beträgt 0,01 kg P/ GV.

Tabelle 19: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Betrieb	B08	B09	B10	B11	B12	B15	B16	B17	MW
Produktionsrichtung	FE								
Tiergruppe	Sauen ges.								
Essbares Protein (kg eP)	2,52	4,28	3,98	3,66	4,11	7,27	6,48	1,94	4,28
P-Zufuhr	6,29	5,06	5,26	7,37	5,87	7,18	5,44	5,67	6,02
Tierzukauf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Futtereinsatz	6,29	5,03	5,26	7,37	5,87	6,72	4,98	5,19	5,84
Einstreu	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,47	0,46	0,48	0,18
P-Export	0,44	0,48	0,95	0,48	0,33	0,53	0,01	0,01	0,40
Tierverkauf	0,44	0,48	0,95	0,48	0,33	0,53	0,01	0,01	0,40
Organische Dünger	5,93	4,42	4,77	6,83	5,27	6,66	4,94	5,20	5,50
Tierverluste	0,00	0,09	0,03	0,06	0,04	0,00	0,00	0,10	0,04
P-Bilanzsaldo (kg P/GV)	0,00	-0,07	-0,01	-0,00	0,01	0,02	0,06	0,08	0,01

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse und der Mittelwert der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung grafisch dargestellt (Abbildung 10). Zur grafischen Darstellung der Betriebsergebnisse wurden die Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

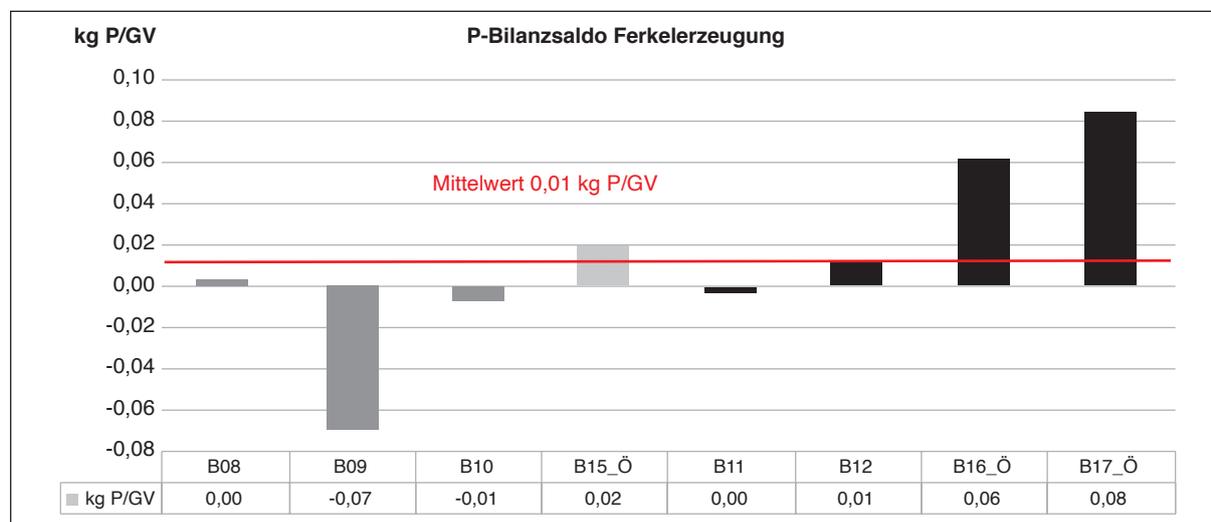


Abbildung 10: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Die acht Testbetriebe mit der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht erreichen Phosphor-Bilanzsalden zwischen -0,03 und 0,04 kg P/ GV pro Jahr (Tabelle 20). Der Mittelwert aller Betriebe liegt bei 0,01 kg P/ GV.

Tabelle 20: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Betrieb	B07	B08	B09	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
Produktionsrichtung	FA	FE							
Tiergruppe	Absetzferkel < 30 kg								
Essbares Protein (kg eP)	2,06	2,12	1,48	2,75	1,64	1,24	1,24	2,15	1,84
P-Zufuhr	6,43	5,06	5,26	7,37	5,87	7,18	5,44	5,67	6,03
Tierzukauf	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Futtereinsatz	6,29	5,03	5,26	7,37	5,87	6,72	4,98	5,19	5,84
Einstreu	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,47	0,46	0,48	0,18
P-Export	0,82	0,38	0,64	0,83	0,70	0,66	0,02	0,75	0,60
Tierverkauf	0,82	0,38	0,64	0,83	0,70	0,66	0,02	0,75	0,60
Organische Dünger	1,42	0,25	1,61	0,54	0,45	0,85	0,62	0,48	0,78
Tierverluste	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
P-Bilanzsaldo (kg P/GV)	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	-0,03	0,01	0,01

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse und der Mittelwert der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht grafisch dargestellt (Abbildung 11). Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

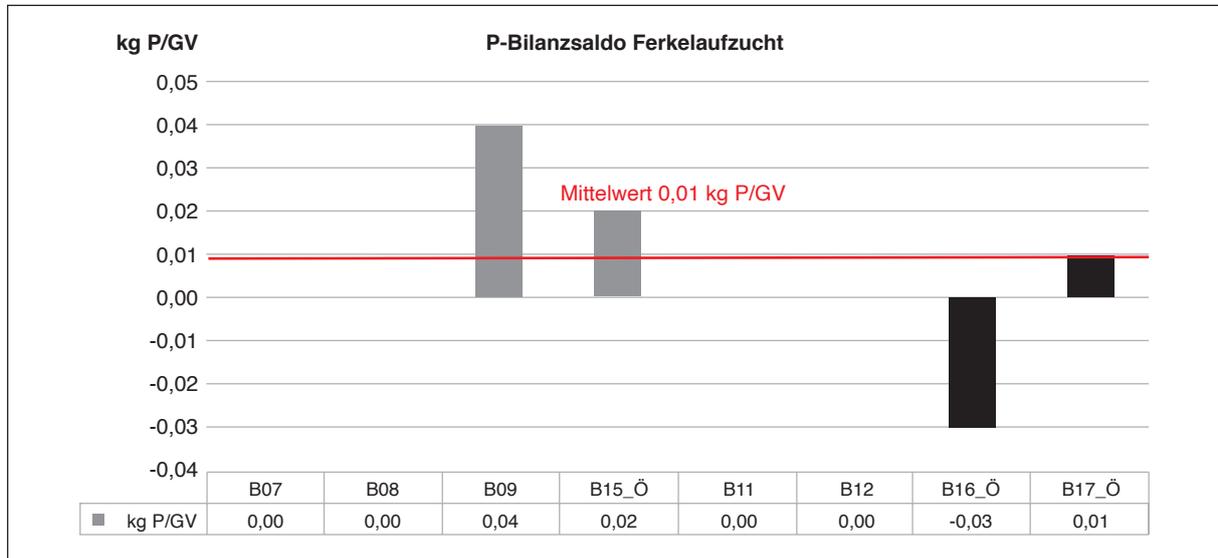


Abbildung 11: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Die Bilanzwerte der 16 Testbetriebe mit Produktionsrichtung Mast und Zuchtläuferaufzucht erreichen Phosphor-Bilanzsalden zwischen -0,01 bis 0,40 kg P/ GV (Tabelle 21). Der Mittelwert beträgt 0,03 kg P/ GV. Vergleicht man die Betriebe untereinander, erreichen die Mastbetriebe alle den Zielwert von 0 kg N/ GV, während die Betriebe, bei denen nur die Zuchtläufer bilanziert wurden, größtenteils positive Salden erwirtschafteten. Die Ausnahme stellt hier Betrieb B10 dar mit einem Ergebnis von -0,01 kg P/ GV.

Tabelle 21: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

Betrieb	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B08	B09
Produktionsrichtung	Mast	Mast	Mast	Mast	Mast	Mast	FE	FE
Tiergruppe	MS	MS	MS	MS	MS	MS	ZL, w.	ZL, w.
Essbares Protein (kg eP)	8,75	9,46	9,65	8,64	9,19	8,65	10,54	11,02
P-Zufuhr	5,23	3,72	2,50	5,97	6,90	5,40	2,14	2,63
Tierzukauf	0,39	0,34	0,34	0,44	0,35	0,50	0,00	0,00
Futtereinsatz	4,84	3,33	2,16	5,53	6,53	4,52	2,14	2,63
Einstreu	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,38	0,00	0,00
P-Export	1,49	1,29	1,38	1,56	1,60	1,66	0,05	0,00
Tierverkauf	1,49	1,29	1,38	1,56	1,60	1,66	0,05	0,00
Organische Dünger	3,56	2,11	0,97	4,26	5,24	3,67	1,29	1,78
Tierverluste	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,00
P-Bilanzsaldo (kg P/GV)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,06

Betrieb	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	MW
Produktionsrichtung	FE	FE	Mast+ FE	Mast	Mast	FE	Mast+ FE	Mast+ FE	
Tiergruppe	ZL, w.	ZL, w+m	Mast+ ZL ges.	MS	MS	ZL, w.	Mast+ ZL ges.	Mast+ ZL ges.	
Essbares Protein (kg eP)	10,54	10,06	10,76	8,55	8,85	10,81	8,67	9,19	9,58
P-Zufuhr	2,18	2,74	5,03	3,60	3,78	1,27	2,79	3,87	3,73
Tierzukauf	0,00	0,00	0,00	0,39	0,31	0,00	0,00	0,00	0,19
Futtereinsatz	2,18	2,74	4,81	3,17	3,08	1,07	2,59	3,51	3,43
Einstreu	0,00	0,00	0,23	0,04	0,39	0,20	0,20	0,36	0,12
P-Export	1,09	0,60	1,34	1,45	1,24	0,11	1,23	0,77	1,05
Tierverkauf	1,09	0,60	1,34	1,45	1,24	0,11	1,23	0,77	1,05
Organische Dünger	1,33	1,78	3,79	2,18	2,45	0,66	1,59	3,31	2,50
Tierverluste	0,01	0,05	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02
P-Bilanzsaldo (kg P/GV)	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	-0,01	0,03	0,03

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse und der Mittelwert der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht grafisch dargestellt (Abbildung 12). Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

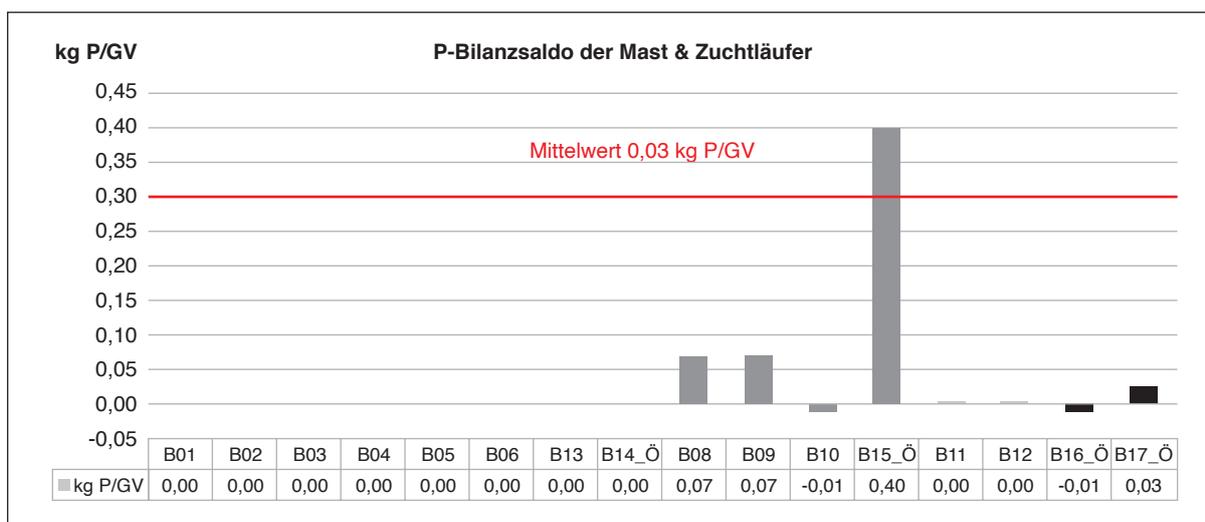


Abbildung 12: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

3.2.4 Ableitung der Zielwerte für den Phosphor-Bilanzsaldo

Je mehr der Phosphor-Bilanzsaldo von 0 kg P/ GV positiv oder negativ abweicht, umso ungünstiger wird die Situation bewertet. Zunächst wurde dafür ein Optimalbereich definiert, in dem die Differenz von P-Input zu P-Output einem Ergebnis von 0 kg P/ GV entspricht. Es wurde unterstellt, dass sowohl mit 5 %iger Über- als auch Unterschreitung des Zielwertes eine weniger nachhaltige, aber tolerierbare Versorgung der Tiere eintritt. Bis zu einer 10 %igen Unter- bzw. Überschreitung des Zielwertes wird von einer nachhaltigen P-Versorgung der Tiere ausgegangen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator „Phosphor-Bilanzsaldo“

Indikator	Kategorie	Zielwerte	Optimalbereich	Grenzwert Nachhaltigkeit	Betriebswerte	
			+ 5 %	+ 10 %	Min	Max
		[kg P/ GV]	[kg P/ GV]	[kg P/ GV]	[kg P/ GV]	[kg P/ GV]
P-Bilanzsaldo [kg P/GV]	Ferkelerzeugung	0,0	-0,05 – 0,05	-0,1 – 0,1	-0,07	0,08
	Ferkelaufzucht	0,0	-0,05 – 0,05	-0,1 – 0,1	-0,03	0,04
	Mast	0,0	-0,05 – 0,05	-0,1 – 0,1	-0,01	0,40

Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo wird vorerst je eine eigene Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. In den dargestellten Bewertungsfunktionen wird ein Optimalbereich von +5/-5 % Unter- bzw. Überschreitung des Zielwertes definiert, der die Bewertung 1 erhält. Bis zu einer Unter- bzw. Überschreitung des Zielwertes von +10/-10 % wird eine nachhaltige Bewirtschaftung mit 0,75 bewertet. Ab einer Unter- bzw. Überschreitung des Zielwertes von mehr als +10/-10 % wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt.

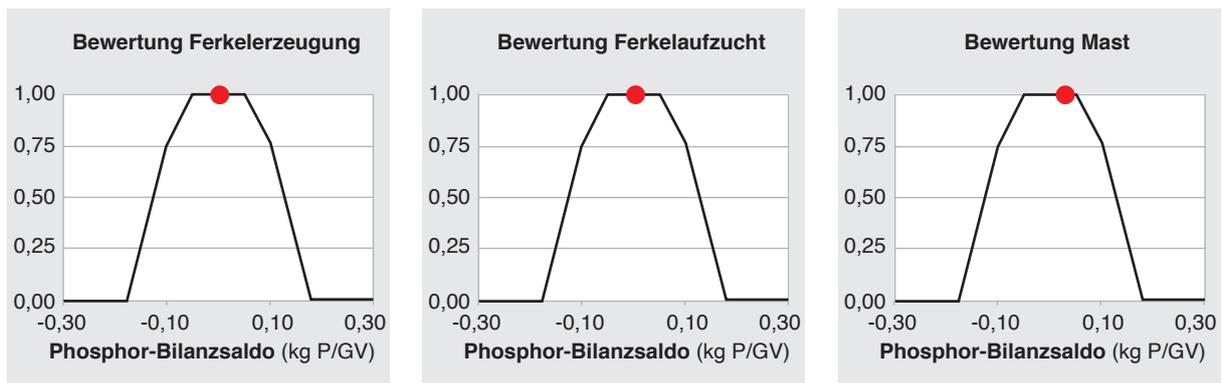


Abbildung 13: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast

3.3 Indikator Methan-Emission Lagerung

3.3.1 Relevanz

Das Spurengas Methan (CH_4) ist trotz seiner geringen Konzentration in der Atmosphäre für das Klima relevant. Die wesentlichen Quellen für die Emissionen an Methan sind die Tiere selbst, die Stallanlagen sowie die Außenlagerung von Festmist und Flüssigmist. Die CH_4 -Emissionen aus der Schweinehaltung entstammen zum größten Teil aus der Flüssigmistlagerung, gefolgt von den Emissionen aus der Lagerung von Festmist und den enterischen Emissionen. Die Einflussfaktoren für steigende enterische CH_4 -Emissionsraten sind eine hohe Anzahl lebend geborener Ferkel und hohe Lebendmassezunahmen bei kurzer Mastdauer. Für die CH_4 -Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung sind die Rohaschegehalte, die Verdaulichkeit der organischen Masse in der Ration, die Trockenmasseaufnahme und die Aufstallungsart ausschlaggebend für die Höhe der CH_4 -Emissionsraten je Tier und Jahr.

3.3.2 Methoden zur Bestimmung der Methan-Emissionen

Methan-Emission aus der Verdauung

Der Indikator gibt den CH_4 -Ausstoß aus der tierischen Verdauung ($\text{kg CH}_4 / \text{kg}$ essbares Protein) wieder und setzt diesen ins Verhältnis zu dem jährlich in den Produktionsrichtungen produzierten essbaren Protein. Bezugsbasis ist das in den Produkten enthaltene essbare Protein je Tier in den Tiergruppen Sauen, Aufzuchtferkel, Masttiere und Zuchtläufer bezogen auf den Leerkörpermassezuwachs in $\text{kg eP} / \text{Tier und a}$. Für die Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast / Zuchtläufer werden die Berechnungsansätze nach (KTBL, 2016) verwendet und betriebsindividuelle Emissionsfaktoren in Abhängigkeit der Leistung berechnet.

Ferkelerzeugung

$$E_{\text{CH}_4, \text{FE}} = \sum E_{\text{CH}_4, \text{FE}} / \text{eP}$$

$$E_{\text{CH}_4, \text{FE}} = \sum_{n, i} * EF_{\text{CH}_4, i, j}$$

$$EF_{\text{CH}_4, i} = 0,030504 \cdot \text{SF} [\text{SauTP} \cdot \text{a}^{-1}] + 2,0874$$

Hierbei sind $E_{\text{CH}_4, \text{FE}}$ die CH_4 -Gesamtemission aus der Verdauung in dem Produktionszweig Ferkelerzeugung ($\text{kg CH}_4 / \text{a}$), $EF_{\text{CH}_4, i}$ der CH_4 -Emissionsfaktor der Tiergruppe i in kg CH_4 je Tierplatz und Jahr, eP das produzierte essbare Protein (kg / a), $\sum n, i$ die Anzahl Tiere n der Tiergruppe i und SF die lebend geborenen Saugferkel je Sau und Jahr.

Ferkelaufzucht

$$E_{\text{CH}_4, \text{FA}} = \sum E_{\text{CH}_4, \text{FA}} / \text{eP}$$

$$E_{\text{CH}_4, \text{FA}} = \sum_{n, i} * EF_{\text{CH}_4, i, j}$$

$$EF_{\text{CH}_4, i} = 0,0016432 \cdot \text{aLM} [\text{kg} \cdot (\text{TP} \cdot \text{a})^{-1}] + 0,10138$$

Hierbei sind $E_{\text{CH}_4, \text{FA}}$ die CH_4 -Gesamtemission aus der Verdauung in dem Produktionszweig Ferkelaufzucht ($\text{kg CH}_4 / \text{a}$), $EF_{\text{CH}_4, i}$ der CH_4 -Emissionsfaktor der Tiergruppe i in Wirtschaftsdünger-Management-System j in kg CH_4 je Tierplatz und Jahr, eP das produzierte essbare Protein (kg / a), $\sum n, i$ die Anzahl Tiere n der Tiergruppe i und aLM der jährliche Lebendmassezuwachs der Aufzuchtferkel.

Mast / Zuchtläufer

$$E_{\text{CH}_4, \text{M/ZL}} = \sum E_{\text{CH}_4, \text{M/ZL}} / \text{eP}$$

$$E_{\text{CH}_4, \text{M/ZL}} = \sum_{n, i} * EF_{\text{CH}_4, i, j}$$

$$EF_{\text{CH}_4, i} = (-0,0000021553 \cdot \text{dLM} [\text{g} \cdot (\text{TP} \cdot \text{d})^{-1}] + 0,0055678) \cdot \text{aLM} [\text{kg} \cdot (\text{TP} \cdot \text{a})^{-1}]$$

Hierbei sind $E_{\text{CH}_4, \text{M/ZL}}$ die CH_4 -Gesamtemission aus der Verdauung in dem Produktionszweig Mast und Zuchtläufereaufzucht ($\text{kg CH}_4 / \text{a}$), $EF_{\text{CH}_4, i}$ der CH_4 -Emissionsfaktor der Tiergruppe i in Wirtschaftsdünger-Management-System j in kg CH_4 je Tierplatz und Jahr, eP das produzierte essbare Protein (kg / a), $\sum n, i$ die Anzahl Tiere n der Tiergruppe i , dLM die tägliche Lebendmassezunahme und aLM der jährliche Lebendmassezuwachs der Masttiere und Zuchtläufer.

Methan-Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung

Der Indikator CH_4 -Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung ($\text{kg CH}_4 / \text{kg}$ essbares Protein) gibt die jährliche Methan-Ausgasung der Wirtschaftsdüngerlagerung wieder und setzt diese ins Verhältnis zu dem jährlich in den Produktionsrichtungen produzierten essbaren Protein. Bezugsbasis ist das in den Produkten enthaltene essbare Protein je Tier in den Tiergruppen Sauen, Aufzuchtferkel, Masttiere und Zuchtläufer bezogen auf den Leerkörpermassezuwachs in $\text{kg eP} / \text{Tier und a}$. Für die Kalkulation der CH_4 -Emissionen (CH_4) im Lager wird ein Emissionsfaktor nach dem methodischen Ansatz des (IPCC, 2006) berechnet, der anschließend zur Ermittlung der gesamten CH_4 -Emission aus dem Wirtschaftsdüngerlager mit der Anzahl der Tiere in den einzelnen Tiergruppen multipliziert wird. Die Berechnung der betrieblichen Methan-Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung ist wie folgt:

$$E_{CH_4, MM, Betrieb} = \sum E_{CH_4, MM, i} / eP$$

$$E_{CH_4, MM, i} = \sum_{n, i} * EF_{CH_4, MM, ij}$$

Hierbei sind $E_{CH_4, MM, Betrieb}$ die CH_4 -Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management im Betrieb (kg CH_4 / a), $E_{CH_4, MM, i}$ die CH_4 -Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management in Tiergruppe i (kg CH_4 / a), eP das produzierte essbare Protein (kg / a), $\sum_{n, i}$ die Anzahl Tiere n der Tiergruppe i und $EF_{CH_4, MM, ij}$ der CH_4 -Emissionsfaktor für Tiergruppe i in Wirtschaftsdünger-Management-System j (kg CH_4 / Platz*a). In die Kalkulation des Emissionsfaktors der einzelnen Tiergruppen wird die Menge an jährlich ausgeschiedener organischer Substanz und die mit der Lagerung verbundene Methanbildung einbezogen.

$$EF_{CH_4, MM, i} = VS_i * \alpha * B_{O, i} * MCF_{i, j, k} * \rho_{CH_4}$$

Es gehen ein die VS_i als ausgeschiedene organische Trockensubstanz der Tiergruppe i (kg /Platz*d), α als Zeitfaktor (365 d/ a), $B_{O, i}$ als maximale Methanproduktionskapazität der Tiergruppe i (0,3 m³ CH_4 / kg) (DÄMMGEN, AMON, HUTCHINGS, HAENEL, & RÖSEMANN, 2012a), $MCF_{i, j, k}$ als Methan-Umwandlungsfaktor für Wirtschaftsdüngermanagement-System j und Klimaregion k (m³ / m³) und ρ_{CH_4} als Dichte von Methan (0,67 kg / m³).

Tabelle 23 zeigt die CH_4 -Umwandlungsfaktoren (MCF) für Schweine, geordnet nach den in Deutschland gebräuchlichen Wirtschaftsdüngerlagerungsverfahren. Die nach (DÄMMGEN, AMON, HUTCHINGS, HAENEL, & RÖSEMANN, 2012a) angenommenen Werte sind fett gedruckt.

Tabelle 23: Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für Schweine (IPCC, 2006), fettgedruckte Werte Dämmgen et al. (2012a)

Lagersystem	MCF (m ³ m ⁻³ CH ₄) ¹
Güllelager	
Offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0,25
Feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0,25
Natürliche Schwimmdecke	0,15
Schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0,25
Schwimmende Abdeckung (Folie)	0,25
Lager unter Spaltenboden	0,25
Festmist / Misthaufen (Tretmist)	0,25
Festmist / Misthaufen (übrige Systeme)	0,03

¹ IPCC gibt den MCF in Prozent (von Bo) an. Es wird daher die Einheit m³ /m³ angegeben.

Für „Gülle mit fester Abdeckung“ und „Gülle mit schwimmender Abdeckung (Folie und Strohhäcksel)“ wurde der MCF-Wert für „offene Güllelager ohne natürliche Schwimmdecke“ übernommen (Haenel, et al., 2016). Die CH_4 -Emissionen aus Einstreu und der Wirtschaftsdüngerlagerung auf der Weide wird für Schweine aufgrund der geringen Bedeutung an der Gesamtemission vernachlässigt. Die CH_4 -Emission aus der Jauchelagerung wird nicht ausdrücklich in der Berechnung berücksichtigt, da Jauche praktisch keine verdauliche Substanz enthält.

Die ausgeschiedene organische Trockenmasse (VS_i) wird für alle Tiergruppen i nach Dämmgen et al. (2011) berechnet.

$$VS_i \text{ (kg/a)} = TMA_i * (1 - VQ_{OS, i} / 100) * (1 - XA_i / 100)$$

Die Eingangsdaten für die VSi-Berechnung sind die Trockenmasse-Aufnahme (TMA in kg / a), die Verdaulichkeit der organischen Substanz ($VQ_{OS,i}$ in kg / kg) und der Rohaschegehalt der Futtermittelration (XA in kg / kg). Die Trockenmasseaufnahme wird anhand der Rationszusammensetzung der einzelnen Tiergruppen auf dem Betrieb berechnet. Dafür werden der Trockenmassegehalt und die aufgenommene Futtermittelmenge (Frischmasse) der Ration herangezogen.

3.3.3 Ergebnisse Methan-Emissionen aus der Verdauung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der betrieblichen Datenerhebungen für den Indikator Methan-Emissionen aus der Verdauung und Wirtschaftsdüngerlagerung dargestellt. Die Auswertung der Daten erfolgte jeweils auf der Ebene der Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung (Sauen, Eber), Ferkelaufzucht (Aufzuchtferkel bis 30 kg LM) sowie Mast und Zuchtläufer (Masttiere, Zuchtläufer weiblich und männlich).

Werden die auf den 8 Testbetrieben ermittelten Werte des Teil-Indikators CH_4 -Emissionen aus der Verdauung betrachtet, liegen diese für die Ferkelerzeugung zwischen 0,39 und 1,35 kg CH_4 / kg eP pro Jahr. Im Mittel lässt sich jährlich eine enterische CH_4 -Emission von 0,89 kg CH_4 / kg eP für die Ferkelerzeugung beschreiben. Die Höhe der enterischen CH_4 -Emission steigt mit zunehmender Anzahl an geborenen Ferkeln pro Sau und Jahr. Der Betrieb B15 weist unter den ökologisch wirtschaftenden Betrieben die niedrigsten enterischen CH_4 -Emissionen von 0,39 kg CH_4 / Tier *a auf. Das Leistungsniveau des Betriebes liegt hinsichtlich der Anzahl Würfe je Sau und Jahr bei 1,99. Der Betrieb kann die niedrige Durchgangsrate durch die Anzahl geborener Ferkel je Sau und Jahr von 25,7 Stück je Sau und Jahr ausgleichen. Die höchsten endogenen Methan-Emissionen besitzt der Betrieb B17 mit 1,35 kg CH_4 / kg eP. Der Betrieb B17 ordnet sich im niedrigen Leistungsniveau in Bezug auf die geborenen Ferkel je Sau und Jahr (17,3 Stück / Sau und Jahr) ein. Zusätzlich erreicht B17 nur 2 Abferkelungen je Sau und a und kann damit nur einen geringen Output an essbarem Protein erwirtschaften. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei B17 um einen ökologisch wirtschaftenden Betrieb mit Natursprung handelt.

Hinsichtlich der CH_4 -Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung liegen die ermittelten Werte der acht Ferkelerzeuger zwischen 0,10 und 2,86 kg CH_4 / kg eP. Die mittlere CH_4 -Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung pro Jahr beträgt 1,30 kg CH_4 / kg eP (Tabelle 24). Vergleicht man die Ferkelerzeugerbetriebe hinsichtlich der Aufstellungsart und den damit verbundenen lagerbedingten CH_4 -Emissionen untereinander, liegen die ökologisch wirtschaftenden Betriebe mit Einstreuhaltung unterhalb des Mittelwertes. Eine Ausnahme bildet der Betrieb B09 mit einer lagerbedingten CH_4 -Emission von 1,1 kg CH_4 / kg eP. Hintergrund ist die vergleichsweise niedrigere Trockenmasseaufnahme von 2,66 kg pro Tier und Tag bei ähnlichen Rationskennwerten zu den übrigen Betrieben.

Tabelle 24: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Betrieb	B08	B09	B10	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
Produktionsrichtung	FE								
Tiergruppe	Sauen ges.								
Tierzahl	740	342	2141	1909	963	360	112	78	
Essbares Protein (kg eP)	2,52	2,35	3,98	3,66	4,11	7,27	6,48	1,94	3,98
Enterische Methan-Emission									
Geborene Ferkel (Stück/Sau*a)	33,00	31,20	30,10	35,00	34,00	25,70	26,20	17,30	29,06
Enterische Methan-Emission (kg CH ₄ /TP*a)	3,09	3,04	3,01	3,16	3,12	2,87	2,89	2,62	2,97
Enterische Methan-Emission (kg CH ₄ /kg eP)	1,23	1,29	0,76	0,86	0,76	0,39	0,45	1,35	0,89
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung									
Rohaschegehalt Ration (XA)	5,50	5,55	5,74	5,54	5,31	6,04	5,00	5,70	5,55
Verdaulichkeit d. Org. Masse (VQ OS)	88,00	87,77	88,00	88,00	87,19	87,37	88,00	88,00	87,79
Trockenmasseaufnahme (TMA)	3,46	2,66	3,43	3,79	3,38	4,14	2,63	3,47	3,37
Vergärbare Substanz Exkremete (VS)	0,39	0,30	0,39	0,43	0,41	0,49	0,30	0,39	0,39
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH ₄ /Tier*a)	7,20	2,58	7,11	7,88	7,44	1,09	0,66	0,86	4,35
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH ₄ /kg eP)	2,86	1,10	1,79	2,15	1,81	0,15	0,10	0,44	1,30

Die Ergebnisse der lagerbedingten CH₄-Emissionen und der Mittelwert der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt (Abbildung 14). Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

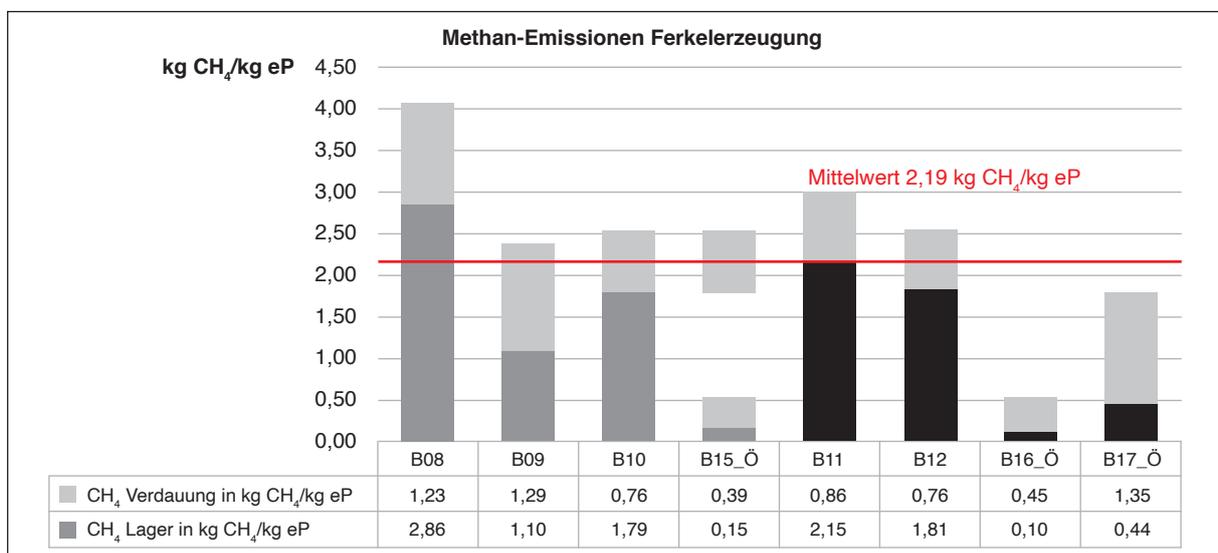


Abbildung 14: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Werden die auf den acht Testbetrieben ermittelten leistungsbezogenen Werte des Teil-Indikators Methan-Emissionen aus der Verdauung betrachtet, liegen diese für die Ferkelaufzucht zwischen 0,19 und 0,44 kg CH₄/ kg eP pro Jahr (Tabelle 25). Im Mittel lässt sich jährlich eine enterische CH₄-Emission von 0,32 kg CH₄/ kg eP für die Ferkelaufzucht beschreiben. Hinsichtlich der Methan-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung liegen die ermittelten Werte zwischen 0,13 und 2,73 kg CH₄/ kg eP. Die mittlere CH₄-Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung pro Jahr beträgt 0,94 kg CH₄/ kg eP.

Tabelle 25: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Betrieb	B07	B08	B09	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
Produktionsrichtung	FA	FE							
Tiergruppe	Absetz- ferkel < 30 kg	Absetz- ferkel < 30 kg	Absetz- ferkel < 30 kg	Absetz- ferkel < 30 kg	Absetz- ferkel < 30 kg	Absetz- ferkel < 30 kg	Absetz- ferkel < 30 kg	Absetz- ferkel < 30 kg	
Tieranzahl	5138	3500	454	4867	3285	586	200	117,8	
essbares Protein (kg eP)	2,06	2,12	1,24	2,75	1,64	1,24	1,24	2,15	1,81
enterische Methan-Emission									
Einstallgewicht (kg LM)	7,00	8,00	9,50	7,00	7,00	12,00	12,00	15,00	9,69
Schlachtgewicht (kg LM)	30,00	30,20	30,00	20,20	20,20	25,00	26,00	30,00	26,45
Umtriebe (Stück/ a)	5,90	5,70	5,70	5,40	5,40	5,40	5,40	5,00	5,49
enterische Methan-Emission (kg CH ₄ /Tier*a)	0,56	0,54	0,54	0,53	0,53	0,53	0,52	0,48	0,53
enterische Methan-Emission (kg CH₄/kg eP)	0,27	0,26	0,44	0,19	0,32	0,42	0,42	0,22	0,32
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung									
Rohaschegehalt Ration (XA)	4,04	4,19	5,80	4,98	5,86	5,52	4,75	6,07	5,15
Verdaulichkeit d. Org. Masse (VQ OS)	74,09	87,51	83,50	88,25	88,10	84,64	85,80	87,40	84,91
Trockenmasseaufnahme (TMA)	1,28	0,93	0,60	0,80	1,12	0,60	0,53	1,18	0,88
Vergärbare Substanz Exkrementa (VS)	0,31	0,11	0,09	0,09	0,13	0,09	0,07	0,14	0,13
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH₄/Tier*a)	5,63	2,03	1,71	1,64	2,31	0,19	0,16	0,31	1,75
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH₄/kg eP)	2,73	0,96	1,38	0,60	1,41	0,15	0,13	0,14	0,94

Bezüglich der enterischen Methan-Emissionen je Tier und Jahr liegen die Ergebnisse für die Ferkelaufzucht zwischen 0,48 und 0,56 kg CH₄/ a. Hier liegen die konventionellen Betriebe leicht über den ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Dies ist den höheren Lebendmassezuwächsen und Umtriebsraten zuzuordnen, die zur Berechnung der enterischen Methan-Emission herangezogen werden.

Die Ergebnisse der gesamten CH₄-Emissionen (Verdauung und Lager) sowie der Mittelwert der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt (Abbildung 15) Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

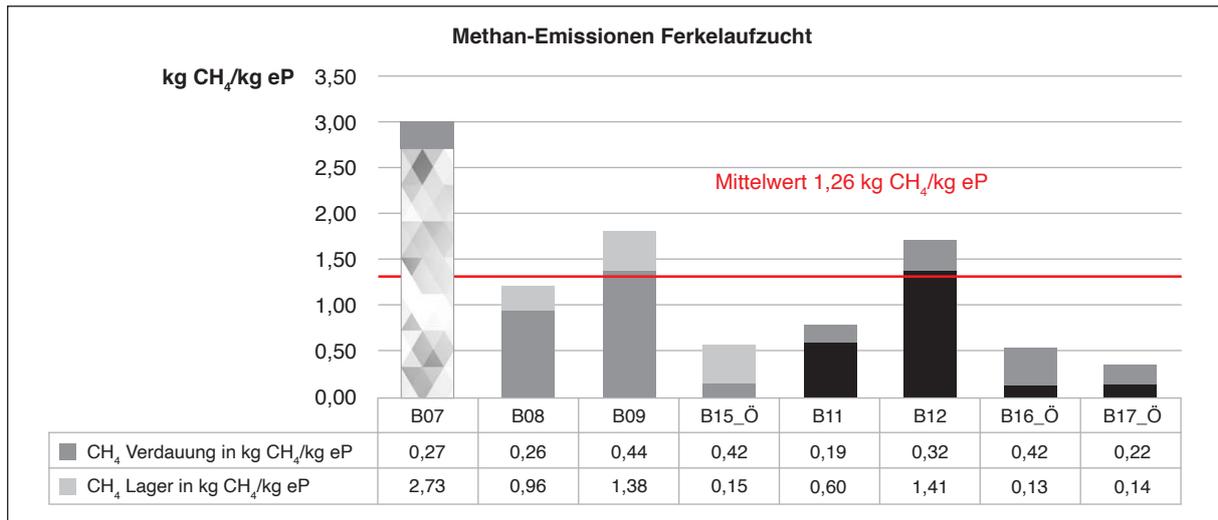


Abbildung 15: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Bei Betrachtung der auf den 16 Testbetrieben ermittelten Werten des Teil-Indikators CH₄-Emissionen aus der Verdauung liegen diese für die Mastschweine und Zuchtläufer zwischen 0,06 und 0,14 kg CH₄/kg eP pro Jahr. Im Mittel lässt sich jährlich eine enterische CH₄-Emission von 0,10 kg CH₄/kg eP für die Mast und Zuchtläuferaufzucht beschreiben (Tabelle 26). Hinsichtlich der CH₄-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung liegen die ermittelten Werte zwischen 0,03 und 1,48 kg CH₄/kg eP (Abbildung 14). Für die mittlere CH₄-Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung pro Jahr ergeben sich somit für die Mast und Zuchtläuferaufzucht 0,49 kg CH₄/kg eP.

Tabelle 26: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

Betrieb	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B08	B09
Produktionsrichtung	Mast	Mast	Mast	Mast	Mast	Mast	FE	FE
Tiergruppe	MS	MS	MS	MS	MS	MS	ZL, w.	ZL, w.
Tieranzahl	640	1492	3920	6450	1101	945	81	254
essbares Protein (kg eP)	8,75	9,46	9,65	8,64	9,19	8,65	10,54	4,92
enterische Methan-Emission	92,5	100	102	90,63	102	100,5	110	115
Einstallgewicht (kg LM)	28	30	28	30	28	30	30	25
Schlachtgewicht (kg LM)	121	130	130	120	130	130	140	140
LMZ (g/ d)	789	800	750	809	850	795	675	706
Umtriebe (Stück/ a)	2,94	2,43	2,57	3,15	2,99	3,10	2,20	1,00
enterische Methan-Emission (kg CH ₄ /Tier*a)	1,05	0,93	1,04	1,09	1,14	1,20	1,00	0,47
enterische Methan-Emission (kg CH ₄ /kg eP)	0,12	0,10	0,11	0,13	0,12	0,14	0,09	0,09
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung								
Rohaschegehalt Ration (XA)	5,05	2,85	5,57	6,00	2,36	4,71	5,50	5,50
Verdaulichkeit d. Org. Masse (VQ OS)	86,73	86,60	88,06	85,80	84,94	83,20	88,00	88,00
Trockenmasseaufnahme (TMA)	2,31	2,22	1,94	2,47	2,98	2,48	2,20	3,50
Vergärbare Substanz Exkreme-mente (VS)	0,29	0,29	0,22	0,33	0,44	0,40	0,25	0,40
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH₄/Tier*a)	5,35	5,37	4,02	6,05	8,02	0,87	4,58	7,28
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH₄/kg eP)	0,61	0,57	0,42	0,70	0,87	0,10	0,43	1,48

Betrieb	B10	B11	B12	B13	B14_Ö	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
Produktionsrichtung	FE	FE	Mast+FE	Mast	Mast	FE	Mast+FE	Mast+FE	
Tiergruppe	ZL, w.	ZL, w+m	Mast+ZL ges.	MS	MS	ZL, w.	Mast+ZL ges.	Mast+ZL ges.	
Tierzahlgewicht	245	924	2757	2002	590	9	904	350	
essbares Protein (kg eP)	10,54	10,06	10,76	8,55	8,85	10,81	8,67	9,19	9,20
enterische Methan-Emission									
Einstallgewicht (kg LM)	30	35	35	30	27,7	25	30	35	29,73
Schlachtgewicht (kg LM)	140	140	120	125	126	140	140	140	131,98
LMZ (g/ d)	674,8	875,0	744,9	720,0	649,0	400,0	674,8	399,2	706,9
Umtriebe (Stück/ a)	2,17	2,90	2,40	2,50	2,38	1,20	2,20	1,40	2,35
enterische Methan-Emission (kg CH ₄ /Tier*a)	0,98	1,12	0,81	0,95	0,98	0,65	1,00	0,69	0,94
enterische Methan-Emission (kg CH ₄ /kg eP)	0,09	0,11	0,08	0,11	0,11	0,06	0,11	0,08	0,10
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung									
Rohaschegehalt Ration (XA)	6,09	5,20	5,02	5,00	3,35	9,23	5,00	3,75	5,01
Verdaulichkeit d. Org. Masse (VQ OS)	88,00	88,00	84,22	86,66	84,66	87,40	87,39	86,79	86,53
Trockenmasseaufnahme (TMA)	1,50	2,72	2,91	2,73	2,16	1,40	3,57	2,36	2,47
Vergärbare Substanz Exkremamente (VS)	0,17	0,31	0,44	0,35	0,32	0,16	0,43	0,30	0,32
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH ₄ /Tier*a)	3,10	5,68	8,05	6,36	0,71	0,35	0,94	0,66	4,21
Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagerung (kg CH ₄ /kg eP)	0,29	0,56	0,75	0,74	0,08	0,03	0,11	0,07	0,49

Die Ergebnisse der gesamten CH₄-Emissionen (Verdauung und Lager) sowie der Mittelwert der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt (Abbildung 16). Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

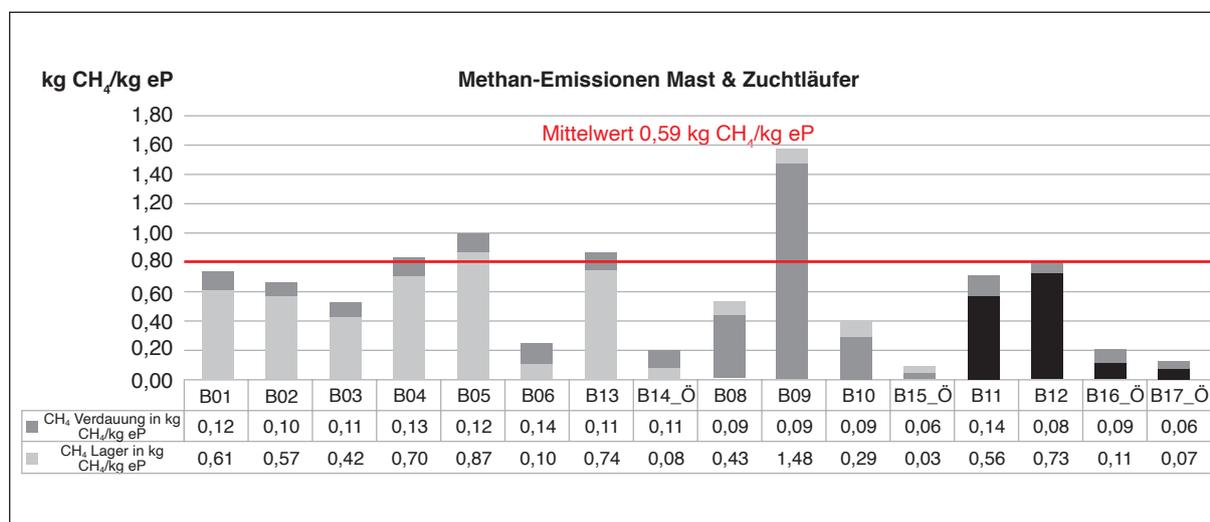


Abbildung 16: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Methan-Emissionen der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

Wird ein Vergleich zwischen den Betrieben der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer hinsichtlich der mittleren jährlichen CH₄-Emissionen (Verdauung und Lager) vorgenommen, liegen die Gemischtbetriebe in denen Zuchtläufer und Masttiere gehalten werden mit 0,46 kg CH₄/ kg eP unterhalb des Mittelwertes von 0,49 kg CH₄/ kg eP, während die reinen Mastbetriebe mit 0,63 kg CH₄/ kg eP diesen Wert übersteigen. Die Ferkelerzeugerbetriebe mit ausschließlicher Betrachtung der Zuchtläufer liegen mit 0,65 kg CH₄/ kg eP oberhalb des Mittelwertes aller Betriebe. Das beste Ergebnis erzielt der ökologische Betrieb 15 bei ausschließlicher Betrachtung der Zuchtläuferaufzucht mit einem Ergebnis von 0,09 kg CH₄/ kg eP. Hintergrund ist der vergleichsweise hohe Leerkörperzuwachs der Zuchtläufer (Endgewicht 140 kg) gegenüber Masttieren (Endgewicht 120–130 kg) mit dem daraus resultierenden höheren Output an essbarem Protein. Die Abweichung von Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast/Zuchtläufer ist auf die Definition des Indikators und seiner Abhängigkeit vom produzierten essbaren Protein zurückzuführen, welches auf Mastbetrieben über den Leerkörpermassezuwachsen der Ferkelerzeuger- und Ferkelaufzuchtbetrieben liegt.

3.3.4 Ableitung der Zielwerte für die Methan-Emissionen

Ableitung der Zielwerte für die Methan-Emission aus der Verdauung

Die Herleitung der Zielwertbereiche der enterischen CH₄-Emissionen erfolgt unter Einbeziehung der Tiergewichte und Lebendmassezunahmen der nationalen Emissionsberichterstattung (Rösemann et al., 2019) (Tabelle 27). Aus den dort genannten Werten lassen sich in Abhängigkeit der Leistung die Zielbereiche für den Indikator CH₄-Emission aus der Verdauung berechnen.

Tabelle 27: Standardwerte für Anfangs- und Endgewichte, Lebendmassezunahmen sowie lebend geborener Ferkel je Tierplatz und Jahr zur Zielwertbestimmung für den Indikator Methan-Emission aus der Verdauung (Rösemann et al., 2019)

Tiergruppe	Anfangsgewicht (kg LM)	Endgewicht (kg LM)	Lebendmassezunahme (g/d)	leb. geb. Saugferkel (SF/ TP*a)
Aufzuchtferkel	8	28	–	–
Mastschweine	28	120	820	–
Sauen	–	–	–	30

Die Annäherung an den Zielbereich für die CH₄-Emissionen aus der Verdauung erfolgt durch eine Neuberechnung entsprechend der Berechnungsansätze nach (KTBL, 2016). Aus den in Tabelle 27 genannten Werten können die Zielbereiche für den Indikator Methan-Emissionen aus der Verdauung abgeleitet werden. Zur Bewertung der ermittelten Zielwerte wird ein Optimalbereich definiert, der für die jeweilige Produktionsrichtung gilt. Dieser wird mit 5% des ermittelten Zielwertes angenommen und bezeichnet eine nachhaltige leistungsbezogene Produktion. Bis zu einer 10%igen Überschreitung des Zielwertes wird von einer nachhaltigen Methan-Emission ausgegangen (Tabelle 28).

Tabelle 28: Herleitung der Zielwertbereiche für den Indikator Methan-Emission aus der Verdauung differenziert nach Produktionsrichtung

enterische Methan-Emission					Zielwerte		Optimalbereich + 5 %	Grenze Nachhaltigkeit + 10 %	Betriebswerte
					[kg CH ₄ /Tier*a]	[kg CH ₄ /kg eP]	[kg CH ₄ /kg eP]	[kg CH ₄ /kg eP]	[kg CH ₄ /kg eP]
Ferkelerzeugung	essb. Protein (kg eP/Tier*a)		Saugferkel (SF/TP*a)	Durchgänge (Stück/a)	3,00	0,75	0,75 - 0,79	0,80 - 0,83	0,39-1,35
	4		30	2,3					
Ferkelaufzucht	essb. Protein (kg eP/Tier*a)	dLM (g/d)	aLM (kg/TP*a)	Durchgänge (Stück/a)	0,59	0,33	0,33 - 0,35	0,36 - 0,37	0,19-0,44
	1,81		22	5,5					
Mast-schweine	9	820	100	2,6	0,99	0,11	0,11 - 0,12	0,12 - 0,13	0,06-0,20

Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für die enterische Methan-Emission wird vorerst je eine eigene Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. In den dargestellten Bewertungsfunktionen wird ein Optimalbereich von 5% Überschreitung des Zielwertes definiert, der die Bewertung 1 erhält. Bis zu einer Überschreitung des Zielwertes von 10% wird eine nachhaltige Bewirtschaftung mit 0,75 bewertet. Ab einer Überschreitung von mehr als 10% wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt.

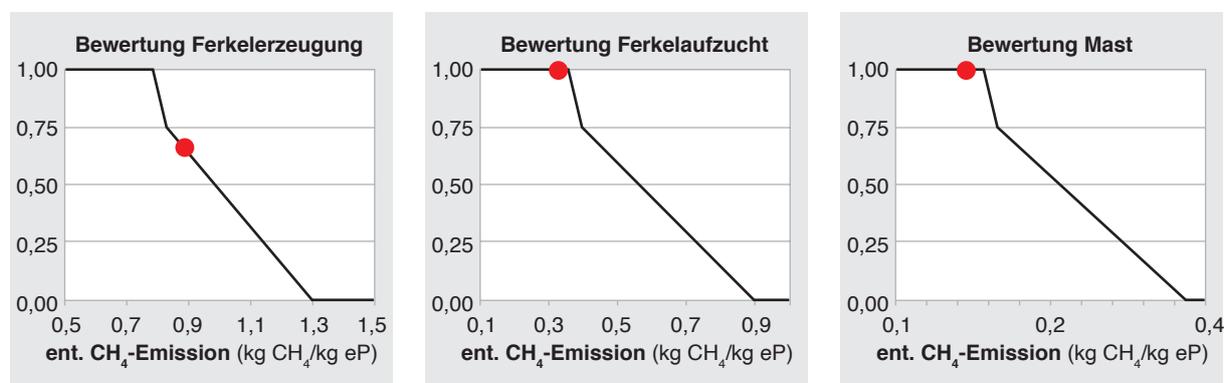


Abbildung 17: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator enterische Methan-Emission in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast

Ableitung der Zielwerte für die Methan-Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung

Die Herleitung der Zielwertbereiche der CH₄-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung erfolgt über eine Neuberechnung der lagerbedingten Emissionsmengen unter Einbeziehung der mittleren nationalen VQ OS (%) und des XA-Gehaltes (%) aus dem nationalen Emissionsinventar (Rösemann et al., 2019). Eine Annäherung an die Zielwerte erfolgte unter Einbeziehung repräsentativer Futteraufnahmemengen nach (GfE, 2006).

Wie unter Punkt 3.3.2 beschrieben, beeinflussen der Rohaschegehalt (%) und die Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) in der Ration die Trockenmasseaufnahmemenge (kg/d) und die Aufstallungsart die Höhe der anfallenden Methan-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung. Folgende Kenndaten gehen in die Neuberechnung zur Zielwertbestimmung der CH₄-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung ein (Tabelle 29).

Tabelle 29: Standardwerte für Verdauliche Substanz der organischen Masse (%) und des Rohaschegehaltes (%) in der Ration sowie Standardtrockenmasseaufnahmen der Schweinehaltung zur Zielwertbestimmung der Methan-Emission aus der Wirtschaftsdüngerlagerung

Tiergruppe	VQ OS (kg/kg)	XA (kg/kg)	TMA (kg/d)
Aufzuchtferkel	0,88	0,057	0,96
Mastschweine	0,84	0,056	2,3
Sauen	0,88	0,056	3,4

Je höher der Rohaschegehalt und die Verdaulichkeit der organischen Masse einer Ration sind, umso höher ist der Anteil der vergärbaren Substanz in den tierischen Exkrementen. Aufgrund der Präsenz von C in den Stoffwechselprozessen der Tiere werden immer CH₄-Emissionen anfallen, so dass bei der Erarbeitung und Bewertung des Zielwertbereiches nur von einer positiven Abweichung (Überschreitung) des berechneten Zielwertes ausgegangen wird (Tabelle 30).

Tabelle 30: Herleitung der Zielwertbereiche für den Indikator Methan-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung differenziert nach Tiergruppen und Wirtschaftsdüngerlagersystemen

Tiergruppe	Aufzuchtferkel			Ferkelerzeugung			Mastschweine/Zuchtläufer		
	Optimalbereich +5%	Grenzwert Nachhaltigkeit +10%		Optimalbereich +5%	Grenzwert Nachhaltigkeit +10%		Optimalbereich +5%	Grenzwert Nachhaltigkeit +10%	
	[kg CH ₄ /(Tier*a)]			[kg CH ₄ /(Tier*a)]			[kg CH ₄ /(Tier*a)]		
essb. Protein (kg eP/Tier*a)	1,8			4			9		
Gülle									
offen/ feste Abdeckung/ Strohhäcksel/ unter Spaltenboden	1,11	1,11 – 1,16	≥ 1,16	2,08	2,08 – 2,18	≥ 2,18	0,71	0,71 – 0,74	≥ 0,74
natürliche Schwimmdecke	0,67	0,67 – 0,70	≥ 0,70	1,25	1,25 – 1,31	≥ 1,31	0,42	0,42 – 0,45	≥ 0,45
Festmist/ Tiefstreu									
Misthaufen	0,13	0,13 – 0,14	≥ 0,14	0,21	0,21 – 0,22	≥ 0,22	0,08	0,08 – 0,09	≥ 0,09
Freiland	0,04	0,04 – 0,05	≥ 0,05	0,07	0,070 – 0,073	≥ 0,073	0,03	0,028 – 0,030	≥ 0,030

3.4 Indikator Ammoniak-Emission

Zur Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit der Schweinehaltung ist im Sinne einer ganzheitlichen innerbetrieblichen Stoffstrombilanz und anschließender Gewichtung hinsichtlich der direkten und indirekten Klimawirksamkeit das Ammoniak-Emissionsgeschehen bei der Haltung der Tiere und der Wirtschaftsdüngerlagerung zu berücksichtigen. Nur so kann man eine betriebliche Gesamt-N-Bilanz und eine Abschätzung der produktbezogenen THG-Emissionen abbilden.

3.4.1 Landwirtschaftliche und ökologische Bedeutung von Ammoniak-Emissionen

Neben Methan-Emissionen zählen Ammoniak-Emissionen zu den am stärksten mit der Nutztierhaltung assoziierten Umweltwirkungen. Diese stehen insbesondere in der gesellschaftlichen Kritik und mindern die Akzeptanz der praktizierten Tierhaltung. Dabei haben die Austräge von Ammoniak aus der Haltung von Schweinen zahlreiche Auswirkungen auf das nähere und mittlere Umfeld. So zählen Stickstoff-Austräge in angrenzende Ökosysteme und die daraus resultierenden Eutrophierungs- und Versauerungspotenziale sowie Geruchsbelastungen dazu. Den größten Einfluss auf die Ausscheidung stark N-haltiger Substanzen weist das Futterprotein auf. Insbesondere die Ausscheidungen über den Harn werden direkt davon beeinflusst. Eine Anpassung der Ration an den Bedarf der Tiere ist demzufolge wichtigstes Steuerelement um die NH_3 -Emissionen auf ein Minimum zu beschränken. Dazu hat sich bspw. ein Ausgleich an limitierenden essenziellen Aminosäuren durch synthetische Aminosäuren bewährt. Es ist dabei von einer Minimierung der Emissionen von 7 bis 15 % je 10 g kg^{-1} XP auszugehen. Die durch Ureasen enzymatisch katalysierten Umbauprozesse führen zu einer Ureolyse insbesondere von Harnstoff. In flüssiger Phase befindet sich der Pool an TAN in einem dissoziativen Gleichgewicht von ionisierten Ammonium-Ionen sowie Ammoniak und freien Wasserstoff-Ionen. Insbesondere die vorherrschende Temperatur steuert das Gleichgewicht an NH_3 in flüssigem und gasförmigen Zustand. Das Entweichen gasförmiger N-Verbindungen hängt demzufolge maßgeblich vom partiellen Gasdruck des Mediums ab. Ebenso ist von stetigen chemischen Umwandlungsprozessen und damit einer indirekten Klimawirkung auszugehen. Durch die mikrobielle autotrophe Oxidation über nitrifizierende und denitrifizierende Bakterienstämme kommt es zur Bildung von Nitrit und folglich Nitrat. Unter Sauerstoffentzug wird die Umsetzung hin zu Stickstoffmonoxid und bis zu elementarem Stickstoff unterstützt. Besonders die negative Beeinflussung aquatischer Ökosysteme und der Grundwasserqualität stehen in der Kritik. Entsprechend der sinkenden Nutztierbestände in Deutschland seit dem Jahr 1990 und einer angepassten verfügbaren Technik konnte eine Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung um etwa 25 % erreicht werden (Rösemann et al., 2019). Die prozentuale Verteilung der Ammoniak-Emissionen ist in den dargestellten Abbildungen für die nationale Nutztierhaltung (Abbildung 18) und speziell innerhalb der Schweinehaltung (Abbildung 19) aufgeschlüsselt. Die Entwicklung hin zu einem Strukturwandel in der Schweinehaltung, der zur Intensivierung von Betrieben und von ganzen Veredelungsregionen führt, birgt neue Probleme im nationalen Emissionsgeschehen. Die Höhe regionaler Ammoniak-Emissionen und deren Verteilung sind in der nachfolgenden Abbildung 20 veranschaulicht. Somit erhalten die Emissionen einerseits eine hohe Brisanz in den Gebieten mit großen Viehdichten, andererseits ebenso im Nahbereich großer tierhaltender Betriebe. Der Agrarsektor bleibt unverändert mit 95 % der Hauptemittent von Ammoniak in die Umwelt. Von der Gesamtmenge von 578.200 t aus diesem Bereich entfallen dabei 482.000 t auf die Nutztierhaltung (Rösemann et al., 2019). Der Hauptteil der Ammoniak-

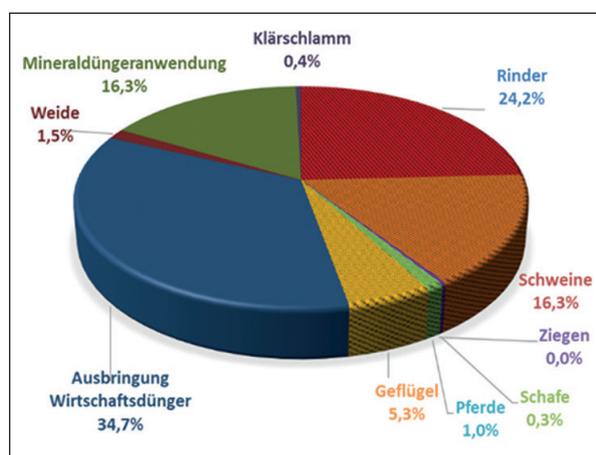


Abbildung 18: Ammoniak-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft (Rösemann et al., 2019)

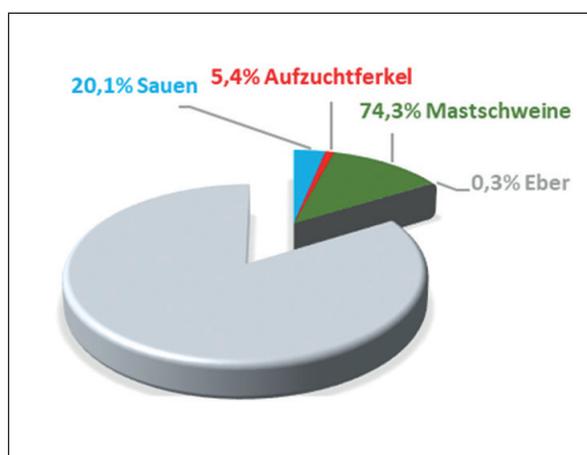


Abbildung 19: Verteilung der Ammoniakemissionen nach Nutzungsformen in der Schweinehaltung (ebd.)

Emissionen von ca. 66 % entfällt dabei wiederum auf das Haltungssystem, etwa 22 % auf die Wirtschaftsdüngerausbringung und weitere 12 % auf die Lagerung (Rösemann et al., 2019). Besonders die Zusammensetzung der tierischen Ausscheidungsprodukte ist verantwortlich für die Höhe der Emissionen. Der Gehalt organisch gebundenen Stickstoffs ist in der Schweinegülle wesentlich geringer als in Rindergülle. Respektive ist der Gehalt an totalem ammoniakalischen Stickstoff (TAN) in der Schweinegülle deutlich höher (60-80 vs. 50-70 %). Eine Vielzahl von Faktoren beeinflussen den Anteil der gasförmigen N-Emissionen. Dazu gehören die Nutzungseffizienz des Futtermistickstoffs, die Rationszusammensetzung, die Verweilzeit N-haltiger Ausscheidungen im Stall, die Luftgeschwindigkeit an den emittierenden Oberflächen, die Größe emittierender Oberflächen, der Bodentyp, das Entmistungssystem und das Stallklima. Durch eine Effektivierung der N-Nutzung, die Inaktivierung der Harnstoffhydrolyse und eine Verkürzung der Verweildauern von Exkrementen im Stall, kann bereits ein Großteil der Ammoniak-Emissionen gemindert werden. Umso wichtiger wird jedoch die anschließende Wirtschaftsdüngerlagerung, da die Nährstoffe folglich in höherer Konzentration vorliegen. Auch dabei kann durch abgedeckte Lagersysteme, eine Absenkung des pH-Wertes und eine emissionsarme Einbringung in den Boden ein wesentlicher Teil der Emissionen vermieden werden.

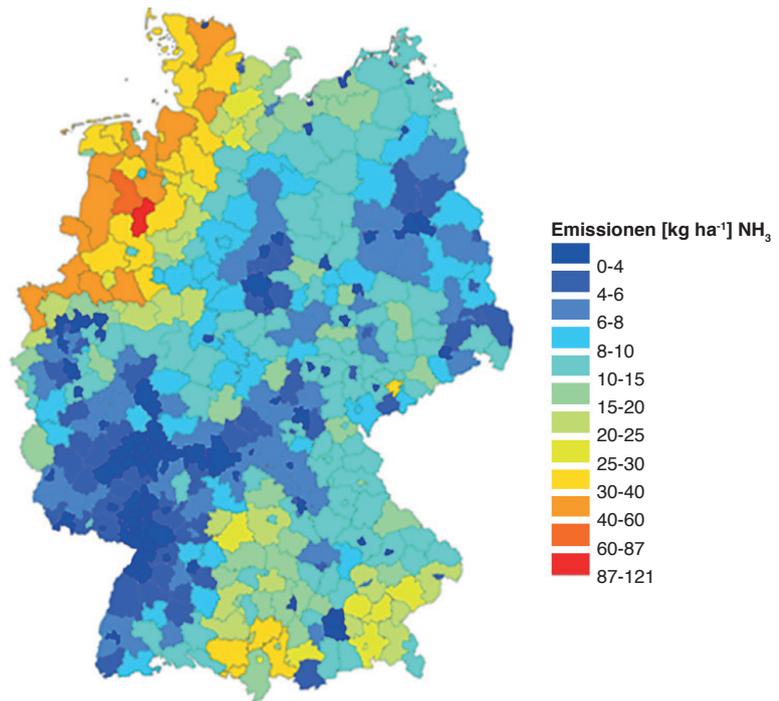


Abbildung 20: Verteilung der regionalen Ammoniak-Emissionen in Deutschland (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015)

3.4.2 Angewandte Methoden zur Bestimmung der produktbezogenen Ammoniak-Emission

Der Indikator NH_3 -Emission beinhaltet das Emissionsgeschehen, welches sich aus den direkt aus der Tierhaltung stammenden Mengen über die Stall- und Auslauf- NH_3 -Emissionen und aus der betriebs-eigenen Wirtschaftsdüngerlagerung berechnet. Da die Berechnungen auf den sich verändernden betriebsspezifischen reaktiven N-Pools (N_{org} und TAN) beruhen, wird die nachfolgende Methodik im NH_3 -N-Bezug dargestellt. Grundlage für die Kalkulation der N-Pools waren die tierischen Ausscheidungen an Kot-N und Harn-N, welche in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben wurden. Diese wurden durch die Betriebswerte angepasst und für die unterschiedlichen Tier- und Leistungsgruppen berechnet. Um eine Einheitlichkeit des Indikators zu den anderen zu wahren, wird als Bezugsebene die NH_3 -Emission je kg produziertem essbarem Protein (eP) dargestellt.

Die im Folgenden dargestellten Berechnungsschritte berücksichtigen die direkt während der Stallhaltung der Schweine, der Auslaufhaltung und der Wirtschaftsdüngerlagerung auftretenden NH_3 -Emissionen. Zusätzlich werden die N-Einträge über Stroh und andere Einstreumaterialien in das System berücksichtigt.

Ammoniak-Emissionen aus der Stallhaltung von Schweinen

Als Grundlage der Berechnung stallassoziierter NH_3 -Emission ist es notwendig die renal ausgeschiedene N-Menge zu betrachten. Die Annahme einer raschen Hydrolyse der Stall-Harn-Menge zu TAN wird durch den hohen Anteil von Harnstoff und anderen ammoniakalisch wirksamen Bestandteilen von etwa 95,5 % im Schweineurin gestützt (Willers et al., 2003). Dieser Prozess ist bereits auf den Böden üblicher Haltungssysteme bis zum Austrag des Dungs aus den Ställen abgeschlossen. Wichtige Einflussfaktoren für diese biochemischen Prozesse sind der pH-Wert, die Temperatur und die Luftbewegung, die in den üblichen Haltungsverfahren als den Ablauf begünstigend vorzufinden sind (Philippe et al., 2011). Aus den genannten Gründen wird in dem vorliegenden Ansatz die gesamte Harn-N-Menge dem TAN-Pool zugeordnet. Die Bestimmung der in den unterschiedlichen Aktivitätsbereichen anfallenden N-Mengen ist in der nachfolgenden Gleichung (1) dargestellt.

$$(1) \quad N_{i,\text{Stall,TAN}} = N_{i,j,\text{Stall,Harn-N}} \cdot Z_{i,j} \cdot (1 - T_{i,\text{Auslauf}}) \cdot 365$$

wobei

$N_{i,\text{Stall,TAN}}$	Stall-TAN-Menge in Tiergruppe i [in $\text{kg TP}^{-1} \text{a}^{-1}$]
$N_{i,\text{Stall,TAN-N}}$	Harn-N-Menge im Stall in Tiergruppe i und Haltungssystem j [in kg a^{-1}]
$Z_{i,j}$	Tierzahl von Tiergruppe i in Haltungssystem j
$T_{i,\text{Auslauf}}$	Zeitanteil/ räumliche Verteilung der Schweine im Auslauf

Bei Anwendung der Gleichung bei Haltungsformen ohne Ausläufe wird der Klammerausdruck durch = 0 gleich 1 und die Stall-TAN-Menge bleibt unverändert. Die aus dem TAN-Pool resultierenden NH_3 -N-Emissionen sind durch, aus anerkannter Fachliteratur bekannten spezifischen Emissionsfaktoren (EF), berechenbar. Diese beruhen auf analytischen Studien (Rösemann et al., 2019). Die zur Anwendung gelangten EF sind der nachfolgenden Tabelle 31, differenziert für die unterschiedlichen Tiergruppen und Haltungssysteme, zu entnehmen.

Tabelle 31: Partielle Emissionsfaktoren der stallbedingten NH_3 -N-Emission in Bezug auf TAN

Tiergruppe	Haltungssystem	EF (kg kg^{-1})
Sauen-, Saugferkel- und Eberhaltung	güllebasiert	0,34
	strohbasierend	0,34
Mastschweine-/Aufzuchtferkelhaltung	Außenklima, Kistenstall (stroh- & güllebasiert)	0,20
	Außenklima, Tiefstreu	0,35
	Spaltenboden güllebasiert	0,30
	strohbasierend	0,40
	Tiefstreu, strohbasiert	0,40

Die tabellierten Emissionsfaktoren werden anhand der nachfolgenden Gleichungen für die Berechnungen innerhalb der Tiergruppen und Haltungssysteme verwendet und können durch die Berücksichtigung von Minderungsfaktoren durch die Anwendung emissionsreduzierender Maßnahmen betriebsindividuell angepasst werden. Eine Übersicht über die bislang angewandten Minderungsstrategien findet sich in Tabelle 32. Es können jedoch auch bei hinreichendem Nachweis über die Wirksamkeit der Maßnahme betriebsindividuelle Minderungsfaktoren Anwendung finden. Es wird eine tiergruppenspezifische Stall- NH_3 -N-Emission mit der Gleichung (2) berechnet. Diese geht folglich dem betrieblichen N-Massestrom verloren und wird anschließend sowohl bei dem Indikator N-Bilanzsaldo als auch durch das indirekte GWP in der Treibhausgasbilanz berücksichtigt (vgl. Kapitel 3.7).

Tabelle 32: Minderungsstrategien, -potenziale und angewandte Minderungsfaktoren für die NH₃-Emissionen im Stall und Auslauf (die Quellen können bei den Autoren angefragt werden)

Tiergruppe	Maßnahme	Minderungspotenzial (%)	Minderungsfaktor
Aufzuchtferkel	≤0,35 m ²	bis 20,9 %	0,209
	geneigter Boden/ Harnrinnen	bis 10 %	0,05
Mastschweine	Güllekanal mit geneigten Seitenwänden	bis 50 %	0,35
	Güllekanal mit geneigten Seitenwänden im Außenklima	bis 56 %	0,4
	Gülleansäuerung	bis 64 %	0,5
	Abluftreinigung	>70-90 %	0,75
	Außenklimastall	15 – 30 %	0,15
	Zuluftkühlung	bis 10 %	0,05
	Gülleabkühlung	30 – 60 %	0,3

$$(2) \quad E_{i,Stall,NH_3-N} = \sum_{i,j} (N_{i,j,Stall,TAN} \cdot EF_{j,NH_3-N} \cdot (1 - \text{Minderungsfaktor}))$$

wobei

$E_{i,Stall,NH_3-N}$	Stall-NH ₃ -N-Emission in Tiergruppe i [in kg TP ⁻¹ a ⁻¹]
$N_{i,j,Stall,TAN}$	TAN-Menge im Stall in Tiergruppe i und Haltungssystem j [in kg a ⁻¹]
EF_{j,NH_3-N}	Ammoniak-Emissionsfaktor für das Haltungssystem j [in kg kg ⁻¹]

Anschließend erfolgt durch Multiplikation der Stall-NH₃-N-Emission mit dem Konversionsfaktor von 1,21587 kg kg⁻¹ NH₃, bezogen auf die NH₃-N-Menge, die Berechnung der tiergruppenspezifischen Ammoniak-Emission. Dieser Konversionsfaktor ergibt sich aus dem Anteil des Stickstoffs im Ammoniak und dessen relativer Atommasse.

Ammoniak-Emissionen aus der Auslaufhaltung von Schweinen

Eine weitere wichtige Betrachtungsebene von NH₃-Emissionen tierischer Herkunft stellt die Auslaufhaltung von Schweinen dar. Diese spielt sowohl innerhalb der ökologischen Schweinehaltung als auch in zahlreichen innovativen Haltungssystemen eine zunehmend größere Rolle. Da in diesem Bereich managementseitig möglichst die Exkrementabgabe verortet werden soll ist auch der Anteil reaktiven Stickstoffs im Auslauf überproportional hoch. Weiterhin sind die Ausscheidungsprodukte ungleich mehr den äußeren Einflussfaktoren, wie Sonneneinstrahlung, Temperaturen, Luftgeschwindigkeiten und Feuchte sowie einer großen Tieraktivität ausgesetzt. Dies birgt zusätzlich ein erhöhtes Potenzial gasförmiger N-Verluste. Für diese wichtige Emissionsquelle besteht jedoch kein hinreichender wissenschaftlicher Konsens über die Höhe der NH₃-Emissionen. So sind das Entmistungsmanagement, der Verschmutzungsgrad der Oberfläche und die Art der emittierenden Oberfläche maßgeblich mit für die Dimension des Emissionsgeschehens verantwortlich. Grundsätzlich fehlt es an der notwendigen Breite wissenschaftlich fundierter Grundlagenforschung zu unterschiedlichen Auslaufsystemen und weiteren Einflussfaktoren, wie dem Tier-Auslauffläche-Verhältnis, der Bewirtschaftungsform u.a. Ein für die Bewertung von Außenklima- und Auslaufsystemen wichtiger Analyseansatz wird momentan innerhalb großer Verbundprojekte durchgeführt (EmiDaT, 2018; EmiMin, 2019). Sollten sich daraus aktuelle oder neue Emissionsfaktoren für Außenklimaställe und insbesondere Auslaufsysteme ergeben, können diese mit der Methode, wie sie in Gleichung (2) dargestellt ist, äquivalent für Ausläufe berechnet werden.

Da aus unserer Recherche heraus solche Emissionsfaktoren – auch nicht aus älterer Literatur ersichtlich – nicht verfügbar sind, wurde für die Abbildung der Auslaufsysteme eine Emissionsberechnung mit Flächenbezug zum Auslauf angewandt. Dabei wurde mit einem aus dem Wertebereich des „Nationale[n] Bewertungsrahmen[s] Tierhaltungsverfahren“ KTBL-Schrift 446 und vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (SMUL & LfULG, 2019) vorgeschlagenen mittleren

Emissionswert von $9,75 \text{ g NH}_3 \text{ d}^{-1}$ und transformiert in $\text{NH}_3\text{-N}$ 8 g d^{-1} bilanziert. Weiterhin fand der Anteil der verschmutzten Fläche an der Auslauffläche Berücksichtigung. Die tägliche Emission wird durch Multiplikation mit der Auslauffläche und dem Jahresbezug komplettiert und ist in der nachfolgenden Gleichung (3) dargestellt.

$$(3) \quad E_{i,\text{Auslauf},\text{NH}_3\text{-N}} = 8 \text{ g NH}_3\text{-N} \cdot A_{\text{Auslauf}} \cdot \left(\frac{A_{\text{verschmutzte Fläche}}}{A_{\text{Auslauf}}} \right) \cdot 365$$

wobei

$E_{i,\text{Auslauf},\text{NH}_3\text{-N}}$	Auslauf- $\text{NH}_3\text{-N}$ -Emission in Tiergruppe i [in $\text{kg NH}_3\text{-N}$]
A_{Auslauf}	Auslauffläche [in m^2]
$A_{\text{verschmutzte Fläche}}$	Anteil verschmutzte Fläche an Auslauffläche

Die Berücksichtigung der Auslauf- NH_3 -Emission erfolgt auf Basis des $\text{NH}_3\text{-N}$ für den betrieblichen N-Pool und durch NH_3 für den Indikator Ammoniak-Emission.

Ammoniak-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern

In der Schweinehaltung beläuft sich das NH_3 -Emissionsgeschehen etwa auf 12 % durch die Wirtschaftsdüngerlagerung. Das Ausmaß der N-Verluste unterliegt einer großen Schwankungsbreite und ist maßgeblich von der emittierenden Oberfläche der Wirtschaftsdünger abhängig. Die Bedingungen für die physikalischen und biochemischen Umsetzungsprozesse in den Lagersystemen resultieren in einer variierenden anaeroben mikrobiellen Umsetzung. Für Gülle-Lagersysteme sind diese Prozesse relativ gering, was eine niedrige TAN-Bildung und einen gleichbleibenden Anteil organischer Säuren bedingt. Folglich bleibt auch der pH-Wert während der Lagerung annähernd konstant. Je mehr der Luftaustausch zwischen Umgebung und Wirtschaftsdüngerlager erschwert wird, bspw. durch natürliche Schwimmschichten oder Abdeckungen, desto geringer ist das Risiko von NH_3 Verflüchtigungen. Bei der Festmistlagerung ist die Gefahr erheblicher NH_3 -Emissionen durch eine höhere mikrobielle Aktivität, insbesondere durch hohe Luftausraten, gegeben. Durch erhebliche Einstreumengen kann das Emissionspotenzial stark verringert werden. Kommt es jedoch zu Kompostierungsprozessen im Festmistlager erhöht sich die Emission an NH_3 . Der rasche Abbau organischen Materials führt dabei zur Mineralisation von Stickstoff und zu einer Erhöhung des pH-Wertes. Durch eine Temperaturerhöhung infolge der Selbsterhitzung des Miststapels wird vermehrt NH_3 freigesetzt. Die Grundlage zur Berechnung der lagerbedingten NH_3 -Emission beruht auf der Methodik nach Rösemann et al. (2019) und wurde im vorliegenden Ansatz modifiziert. Da die Lager- $\text{NH}_3\text{-N}$ -Emissionen auf dem sich ändernden betrieblichen TAN-Pool basieren, muss das Emissionsgeschehen des Haltungssystems Berücksichtigung finden. Bei Festmistsystemen muss zudem die Entstehung von Jauche und die darin enthaltenen Jauche-N-Mengen abgebildet werden (Gleichung (5)). Für Tiefstreusysteme wird angenommen, dass keine Jauche entsteht ($x_{m,\text{Jauche}} = 0 \%$). Bei Tretmistsystemen wird mit 13 % und bei allen übrigen Festmistsystemen wird mit 50 % Jauche-N-Anfall gerechnet. Nach Döhler et al. (2002) wird der TAN-Gehalt der entstandenen Jauche mit 90 % angenommen. Auch die wechselseitigen Transformationsprozesse im Lager von organisch gebundenem und totalem ammoniakalischem N müssen vor der Emissionsberechnung dargestellt werden. Die Veränderungen der jeweiligen N-Spezies sind in den nachfolgenden Gleichungen (4) & (6) dargestellt.

$$(4) \quad N_{k,\text{Lager},\text{org}} = \sum k \left((N_{i,j,k,\text{Kot-N}} + 0,5 \cdot N_{i,j,k,\text{Stroh-N}}) \cdot Z_{i,j} \cdot 365 \right) \cdot (1 - x_{k,\text{Norg,Trans}}) + N_{k,\text{Lager},\text{TAN}} \cdot x_{k,\text{TAN,Trans}} - 0,1 \cdot N_{m,\text{Jauche-N}}$$

wobei die Jauche-N-Menge wie folgt berechnet wird:

$$(5) \quad N_{m,\text{Jauche-N}} = (N_{i,j,k,\text{Kot-N}} + (N_{i,j,k,\text{Harn-N}} - E_{i,\text{Stall},\text{NH}_3\text{-N}} - E_{i,\text{Auslauf},\text{NH}_3\text{-N}})) \cdot x_{m,\text{Jauche}}$$

wobei

$N_{k,Lager,org}$	Menge an organisch gebundenem N im Lager in Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$N_{k,Lager,TAN}$	Menge an totalem ammoniakalischen N im Lager in Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$N_{i,j,k,Kot-N}$	Gesamt-Kot-N-Menge in Tiergruppe i, Haltungssystem j und Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$N_{i,j,k,Stroh-N}$	Stroh-N-Menge in Tiergruppe i, Haltungssystem j und Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$N_{m,Jauche-N}$	Jauche-N-Menge in Festmistsystem M [in kg a ⁻¹]
$Z_{i,j}$	Tierzahl von Tiergruppe i in Haltungssystem j
$x_{k,Norg,Tran}$	Transformationsrate von N_{org} zu TAN für Lagersystem k [in kg kg ⁻¹]
$x_{k,TAN,Trans}$	Transformationsrate von TAN zu N_{org} für Lagersystem k [in kg kg ⁻¹]
$x_{m,Jauche}$	Transformationsfaktor von Gesamt-N zu Jauche-N in Festmistsystem m [in kg kg ⁻¹]

$$(6) \quad N_{k,Lager,TAN} = \sum_k ((N_{i,j,k,Harn-N} - E_{i,Stall,NH_3-N} - E_{i,Auslauf,NH_3-N} + 0,5 \cdot N_{i,j,k,Stroh-N}) \cdot Z_{i,j} \cdot 365) \cdot (1 - x_{k,TAN,Trans}) + N_{k,Lager,org} \cdot x_{k,Norg,Trans} - 0,9 \cdot N_{m,Jauche-N}$$

wobei

$N_{k,Lager,org}$	Menge an organisch gebundenem N im Lager in Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$N_{k,Lager,TAN}$	Menge an totalem ammoniakalischen N im Lager in Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$N_{i,j,k,Kot-N}$	Gesamt-Kot-N-Menge in Tiergruppe i, Haltungssystem j und Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$N_{i,j,k,Stroh-N}$	Stroh-N-Menge in Tiergruppe i, Haltungssystem j und Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$Z_{i,j}$	Tierzahl von Tiergruppe i in Haltungssystem j
$x_{k,Norg,Trans}$	Transformationsrate von N_{org} zu TAN für Lagersystem k [in kg kg ⁻¹]
$x_{k,TAN,Trans}$	Transformationsrate von TAN zu N_{org} für Lagersystem k [in kg kg ⁻¹]

Aus dem ermittelten Lager-TAN-Pool wird mithilfe unterschiedlicher, für die verschiedenen Lagersysteme spezifischen Emissionsfaktoren in Bezug zum TAN die Lager-NH₃-N-Emission berechnet. Die Emissionsfaktoren, die im vorliegenden Ansatz zur Anwendung kamen, sind in Tabelle 6 dargestellt. Maßnahmen, die nachweislich (Fachgutachten, wissenschaftliche Studien etc.) zur Reduktion des Emissionsgeschehens führen, wie bspw. die Ansäuerung von Gülle, können durch einen Minderungsfaktor bei der Berechnung berücksichtigt werden. Eine Auswahl geeigneter Minderungsverfahren wird nicht abgebildet, da die Kenntnis dazu momentan nicht hinreichend gegeben ist. Die Lager- NH₃-N-Emission berechnet sich daher nach der folgenden Gleichung (7).

$$(7) \quad E_{k,Lager,NH_3-N} = \sum_k (N_{k,Lager,TAN} \cdot EF_{k,Lager,NH_3-N} \cdot (1 - \text{Miderungsfaktor}))$$

wobei

$E_{k,Lager,NH_3-N}$	Ammoniak-Emissionen in Lagersystem k [in kg a ⁻¹]
$EF_{k,Lager,NH_3-N}$	Ammoniak-Emissionsfaktor für das Lagersystem k [in kg kg ⁻¹]

Tabelle 33: Partielle Ammoniak-Emissionsfaktoren für die Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Bezug auf TAN

Lagerform	Lagersystem	EF (kg kg ⁻¹)
Güllelager	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0,150
	feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0,015
	natürl. Schwimmdecke	0,105
	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0,030
	schwimmende Abdeckung (Folie)	0,023
	Lager unter Spaltenboden	0,105
Jauchelager	Lagerung mit fester Abdeckung	0,03
Festmist/ Misthaufen	Tiefstreumist & übrige Systeme	0,6

Die Summe der unterschiedlichen NH_3 -Emissionen aus der Stall- und Auslaufhaltung von Schweinen sowie der damit verbundenen Wirtschaftsdüngerlagerung führt zur Bestimmung der Gesamt- NH_3 -Emission. Dazu wird die Gesamt- NH_3 -N-Emission mit dem Konversionsfaktor multipliziert, wie in Gleichung (8) ersichtlich.

$$(8) \quad E_{\text{gesamt, NH}_3} = (E_{\text{Stall, NH}_3\text{-N}} + E_{\text{Lager, NH}_3\text{-N}} + E_{\text{Auslauf, NH}_3\text{-N}}) \cdot x_{\text{NH}_3}$$

Um die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Nutzungsformen in der Schweinehaltung gewährleisten zu können wird der Indikator NH_3 -Emission auf das erzeugte Produkt bezogen. Konsistent zu den vorangegangenen Indikatoren wird auch hier die Bezugsebene des erzeugten essbaren Proteins (eP) gewählt. Somit soll eine Vergleichbarkeit über unterschiedliche Systeme, Genotypen und Nutzungsformen hinweg erreicht werden, obgleich der direkte Vergleich innerhalb der gleichen Nutzungsform am zielführendsten ist.

3.4.3 Ampelsystem zur Einordnung eines umwelt- oder tierschutzrelevanten Zustands

Die Nachhaltigkeitsanalyse der ökologischen Wirkung der Tierhaltung und der Tiergerechtigkeitsbewertung ist ein noch in der Erarbeitung und Weiterentwicklung befindlicher Prozess. Einzelne Indikatoren haben bereits in der Grundlagenforschung ihre Eignung bewiesen. Jedoch fehlen bislang ganzheitliche Systeme, welche wesentliche Einflussfaktoren integrieren. Insbesondere die gleichzeitige Erhebung, Analyse und Bewertung ökologischer – zukünftig auch ökonomischer und sozialer – Indikatoren im Verhältnis zur Tiergerechtigkeitsbewertung haben sich bislang unzureichend etabliert. Durch die im Folgenden dargestellten Methoden soll ein praktikabler Ansatz für die genannten Bereiche ermöglicht werden.

Um eine übersichtliche und einheitliche Darstellung zu gewährleisten, wird sich für die Bewertung von Indikatoren häufig eines Ampelsystems bedient. Das im vorliegenden Modellansatz angewandte Ampelsystem ist exemplarisch für die Tiergerechtigkeitsbewertung in Abbildung 21: Bewertungsmethodik der ökologischen Nachhaltigkeit und der Tiergerechtigkeit anhand eines klassischen Ampelsystems dargestellt. Dieses ermöglicht die schnelle Einordnung eines nicht zu akzeptierenden umwelt- oder tierschutzrelevanten Zustands, der eine hohe Wahrscheinlichkeit von Umwelt- und Tierschutzdefiziten sowie Schäden symbolisiert durch die Farbe Rot. Der gerade noch zu akzeptierende Grenzwert (untere Grenze des Grenzbereichs), als Zustand mit Handlungsbedarf für Veränderungen und zu erwartenden Beeinträchtigungen der Umwelt bzw. der Tiergerechtigkeit, wird mit der Farbe Gelb abgebildet. Es

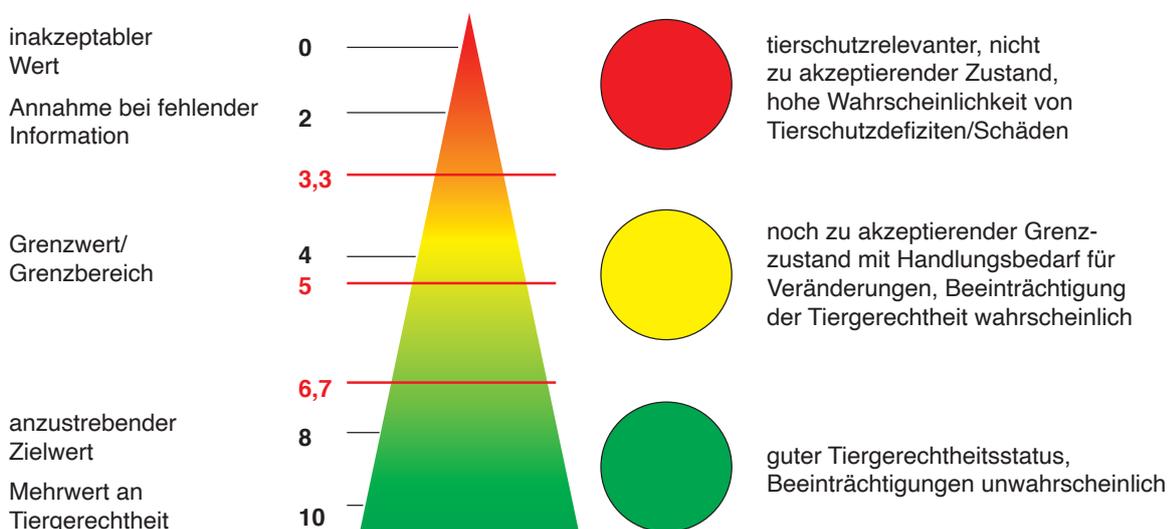


Abbildung 21: Bewertungsmethodik der ökologischen Nachhaltigkeit und der Tiergerechtigkeit anhand eines klassischen Ampelsystems (hier Darstellung der Tiergerechtigkeitsbewertung)

folgt ein Zielwert, der einen guten Umwelt- bzw. Tiergerechtheitsstatus symbolisiert und bei welchem Beeinträchtigungen unwahrscheinlich sind. Dieser wird durch die Farbe Grün veranschaulicht. Für einen Mehrwert, den der Betrieb durch Maßnahmen der Verbesserung der Umweltwirkung oder einer verbesserten Tiergerechtigkeit erlangt, wird der maximal zu erreichende Wert von 10 vergeben. Kann ein Indikator nicht bestimmt werden, weil bspw. Informationen durch den Betrieb nicht ausgehändigt werden können, wird der Wert 2 angenommen, da daraus zumindest geschlossen werden kann, dass der Betrieb diese als wichtig erachtete Information nicht für sein Management nutzt. Bei akkumulierten Indikatoren (Indikatorgruppen) sind die Grenz-, Ziel- und Mehrwerte durch die rot geschriebenen Ziffern sowie die roten Linien bindend. Einige Indikatoren stellen aus der Kenntnis einer hohen Brisanz oder der Einhaltung gesetzlicher Rahmenbedingungen einen nicht zu kompensierenden Indikator dar (KO-Kriterium). Kommt es bei diesem nicht zur Grenzwerterreicherung, wirkt sich das bei der Akkumulation auf die Indikatorgruppe aus, welche insgesamt den inakzeptablen Wert annimmt.

3.4.4 Ergebnisse Ammoniak-Emission und Diskussion

Basierend auf der dargestellten Methodik und den Betriebsdaten, die durch die Testbetriebserhebungen generiert werden konnten, lassen sich betriebsindividuelle NH_3 -Emissionen berechnen. Die Ergebnisse sind für das bessere Verständnis der gasförmigen N-Verluste und den daraus resultierenden Klimawirkungen gemeinsam mit den N_2O -Emissionen tabellarisch dargestellt (Tabelle 34). Dabei werden die tiergruppenspezifischen Betriebswerte sowie die Lage- und Streuungsparameter innerhalb der Indikatoren ersichtlich. Ohne aufgrund des geringen Datenumfanges einen Vergleich zwischen ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben vornehmen zu wollen, sind die Ökobetriebe durch den hellblauen Hintergrund veranschaulicht. Diese Darstellung findet auch bei den weiteren Darstellungen Anwendung. Besonders deutlich werden dabei die erheblichen Schwankungsbreiten zwischen den Betrieben, die sich in Standardabweichungen zeigen, die etwa die Höhe der Mittelwerte besitzen. Dies weist auf einzelne extrem abweichende Betriebswerte oder auf fehlende Normalverteilung hin. Insbesondere eine Vergleichbarkeit zwischen der Sauenhaltung zur Ferkelaufzucht und Mast ist schwer möglich. Die Ferkelproduktion weist aufgrund höherer Versorgungen mit Nährstoffen, einer geringeren Nutzungseffizienz und geringeren Zuwachsraten an eP beim Produktbezug höhere Emissionen an Ammoniak auf. Die erlangten Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich sehr gut betriebsindividuelle Unterschiede durch den Modellansatz abbilden lassen. Diese Unterschiede bedingen in erster Linie die variierende Fütterung als wichtigste Eingangsgröße und die betriebsindividuellen Wachstumsleistungen. Auch große Unterschiede zwischen Haltungssystemen tragen durch ihren großen Einfluss im Gesamt-Emissionsgeschehen maßgeblich zur Differenzierung der Betriebe bei. Im Einzelfall ist das Gesamtbetriebskonzept des Betriebes zu prüfen. Dadurch kann es sein, dass ineffektivere Systeme trotzdem zu einem hohen Maß an Verbraucherakzeptanz führen. Dies ist sicher im Fall der hier vorliegenden Testbetriebe partiell der Fall, da ein überdurchschnittlicher Anteil der Betriebe teilweise oder in Gänze die erzeugten Produkte selbst vermarktet. Außerdem muss die hier abgebildete ökologische Wirkung der Schweinehaltung anschließend im Kontext der Indikatoren der Tiergerechtigkeit bewertet werden. Dazu erklären die Experten des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung für Agrarpolitik den gesellschaftlichen und juristischen Sachstand, indem sie darauf verweisen, dass im Entscheidungsfall der Tiergerechtigkeit ein gewisser Vorzug in der Bewertung eingeräumt werden muss (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015). Weitere wichtige Einflussfaktoren, die die NH_3 -Freisetzung beeinflussen können, werden sicher bislang nicht vollumfassend abgebildet. Dazu gehört der Bodentyp, die Temperatur, Luftfeuchte und Luftbewegung im Stall, Auslauf und Lager, saisonale und Tag-Nacht-Einflüsse, weitere Aspekte der Tierphysiologie, der Genetik, Fütterung (Futteradditive etc.), die Futtermittelverarbeitung, -darbietung und die Fütterungstechnik sowie das Exkrementmanagement (Phasentrennung, chemisch-physikalische Behandlung etc.). Es ist aber davon auszugehen, dass weitere Implementierungen möglich sind, jedoch mit erheblichem Mehraufwand einhergehen. Durch die angewandte Methodik ist die Abschätzung des „wahren“ betrieblichen Emissionsgeschehens hinreichend verlässlich abgebildet um die Unterschiede zwischen den Betrieben herauszustellen.

Tabelle 34: Ergebnisse der produktbezogenen Ammoniak- und Lachgas-Emissionen

Betrieb	Aufzuchtferkel					Mastschweine/Zuchtläufer					Sauen					gesamt
	g NH ₃ /kg eP	g N ₂ O/kg eP	NH ₃ -CO ₂ -Äq/kg eP	N ₂ O-CO ₂ -Äq/kg eP	N-Emissionen/kg eP	g NH ₃ /kg eP	g N ₂ O/kg eP	NH ₃ -CO ₂ -Äq/kg eP	N ₂ O-CO ₂ -Äq/kg eP	N-Emissionen/kg eP	g NH ₃ /kg eP	g N ₂ O/kg eP	NH ₃ -CO ₂ -Äq/kg eP	N ₂ O-CO ₂ -Äq/kg eP	N-Emissionen/kg eP	
1						141,77	4,24	0,55	1,26	1,81						1,81
2						102,64	4,50	0,40	1,34	1,74						1,74
3						102,15	3,23	0,39	0,96	1,36						1,36
4						128,65	4,09	0,50	1,22	1,72						1,72
5						110,14	4,45	0,43	1,33	1,75						1,75
6						258,24	12,17	1,00	3,63	4,62						4,62
7	96,05	3,05	0,37	0,91	1,28											1,28
8	114,84	4,05	0,44	1,21	1,65	184,10	3,39	0,71	1,01	1,72	604,87	10,88	2,33	3,24	5,58	2,08
9	70,04	4,00	0,27	1,19	1,46	349,66	12,88	1,35	3,84	5,19	180,14	7,98	0,70	2,38	3,07	2,72
10						67,69	2,50	0,26	0,74	1,01	216,35	6,27	0,84	1,87	2,70	2,39
11	54,28	1,94	0,21	0,58	0,79	131,12	3,98	0,51	1,18	1,69	265,54	8,09	1,02	2,41	3,44	1,26
12	98,62	3,67	0,38	1,09	1,47	82,20	3,23	0,32	0,96	1,28	198,62	6,21	0,77	1,85	2,62	1,95
13						64,56	5,73	0,25	1,71	1,96						1,96
14						500,48	12,53	1,93	3,73	5,66						5,66
15	309,60	4,64	1,20	1,38	2,58	789,80	6,66	3,05	1,98	5,03	880,36	5,71	3,40	1,70	5,10	3,87
16	345,31	3,50	1,33	1,04	2,38	323,17	4,79	1,25	1,43	2,68	1297,85	5,71	5,01	1,70	6,71	8,04
17	494,83	9,63	1,91	2,87	4,78	695,22	24,52	2,68	7,31	9,99	2340,06	15,65	9,03	4,66	13,70	9,93
MW	197,95	4,31	0,76	1,28	2,05	251,97	7,06	0,97	2,10	3,08	747,97	8,31	2,89	2,48	5,37	3,18
SD	152,68	2,15	0,59	0,64	1,17	219,58	5,62	0,85	1,67	2,34	708,40	3,21	2,73	0,96	3,45	2,45
Min	54,28	1,94	0,21	0,58	0,79	64,56	2,50	0,25	0,74	1,01	180,14	5,71	0,70	1,70	2,62	1,26
Max	494,83	9,63	1,91	2,87	4,78	789,80	24,52	3,05	7,31	9,99	2340,06	15,65	9,03	4,66	13,70	9,93

3.4.5 Ableitung der Zielwerte der Ammoniak-Emission und Diskussion

Die Ableitung von Zielwerten zur Einordnung der erlangten Ergebnisse ist für eine produktbezogene Ammoniak-Emission sehr schwierig. Zum einen ist eine Metaanalyse von Emissionsdaten aufgrund fehlenden Datenumfangs sowie unterschiedlich angewandter Methoden erschwert. Zum anderen fehlt häufig der einheitliche Bezug zum erzielten Produkt. In einigen Nutzungsrichtungen werden die erzielten Produkte unterschiedlich bilanziert. Für die Projektgruppe steht zum letztgenannten Problem fest, dass es sich zu jedem Zeitpunkt in den abgebildeten Tiergruppen um potenzielle, über den Verkauf den Betrieb verlassende Produkte handelt. Diese Aussage wird auch dahingehend gestützt, dass es vom abgesetzten Milchferkel bis hin zur Schlachtsau für jede Tierkategorie einen Markt gibt. Folglich wurde davon ausgegangen, dass das Tier aus jedem erdenklichen Grund zum Zeitpunkt der Zugehörigkeit seiner Tiergruppe ein potenzielles Schlacht tier darstellt. Als Beispiel sollen hier weibliche Zuchtläufer in der Aufzuchtphase aufgeführt werden, die bei sich andeutenden Problemen als Schlachtschwein den Betrieb verlassen, ohne ihre eigentliche Zielsetzung, die Geburt von Ferkeln für Zucht oder Endprodukte erreicht zu haben. Die in der Anlage 1 der Düngeverordnung dargestellten mittleren Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere der jeweiligen Tierkategorie und deren momentan üblichen

Zielwerten für die Produktion werden dabei als Grundlage der Berechnung genutzt. Daraus wurden anhand einiger nachfolgend aufgeführter Annahmen, die kein Haltungssystem grundsätzlich ausschließen sollten, Standard-Emissionsberechnungen in Bezug auf eP durchgeführt. Es wurde von einer Verteilung von Harn-N zu Kot-N von 70 zu 30 % und einem strohbasierten System mit Einstreumengen von 0,7, 0,2 und 0,3 kg d⁻¹ für Sauen, Aufzuchtferkel und Mastschweine ausgegangen. Speziell für die Ferkelerzeugung wurde ein Zuwachsgewicht von 28 abgesetzten Ferkeln zu je 8 kg Lebendgewicht veranschlagt, wobei auch jede andere gleichwertige Kombination denkbar ist. Für die Ferkelaufzucht wurde ein Lebendmassezuwachs von 20 kg bei 6 Durchgängen pro Jahr kalkuliert. Für Mastschweine lautete die Annahme 244 kg Zuwachs pro Mastplatz und Jahr bei 850 g täglicher Zunahme. Ein weiterer Zuschlag von 10 % auf das erlangte Ergebnis wurde für die Grenzwerterreicherung (gerade noch zu akzeptierender Wert) veranschlagt. Die daraus berechneten Grenzwerte, Zielwerte und besonders erstrebenswerten Werte (Mehrwert) sind in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Berechnung der Ziel- und Grenzwerte nach Bund Anlage 1 – DüV, 2017

Kategorie	Produktionsverfahren		Nährstoffanfall je Jahr		g NH ₃ / kg eP	g N ₂ O/ kg eP	
			kg N	kg P ₂ O ₅			
Ferkelerzeugung			je Sauenplatz und Jahr				
Ferkelaufzucht bis 8 kg LM	28 aufgezogene Ferkel	Universalfutter	27,5	12,8	GW	801,77	12,09
	264 kg Zuwachs je Platz p.a.	N-/P-reduziert	24,2	11,2	ZW	644,22	9,73
		stark N-/P- reduziert	23,2	10,3	MW	618,56	9,35
Ferkelaufzucht bis 28 kg LM	28 aufgezogene Ferkel	Universalfutter	42,9	18,6	GW	877,79	13,17
	824 kg Zuwachs je Platz p.a.	N-/P-reduziert	38,4	16,7	ZW	716,03	10,76
		stark N-/P- reduziert	36,6	15,1	MW	683,24	10,27
Spezialisierte Ferkelaufzucht			je Ferkelplatz und Jahr				
500 g Tageszu- nahme im Mittel der Aufzucht	8 bis 28 kg LM	Universalfutter	4,2	1,6	GW	300,57	4,38
	ab 8 bzw. 15 kg LM	N-/P-reduziert	3,8	1,4	ZW	248,67	3,63
		stark N-/P- reduziert	3,6	1,4	MW	236,39	3,46
Schweinemast			je Mastplatz und Jahr				
	850 g Tageszunah- me; 244 kg Zuwachs	Universalfutter	12,2	5	GW	398,25	6,00
		N-/P-reduziert	11,7	4,4	ZW	347,67	5,24
		stark N-/P- reduziert	10,6	3,9	MW	316,04	4,77

Aus den somit für die unterschiedlichen Nutzungsformen berechneten Grenz-, Ziel- und Mehrwerten lässt sich die nachfolgende Ergebnistabelle berechnen (Tabelle 36), die die Erreichung der unterschiedlichen Niveaus charakterisiert. Unterstützt wird die Aussage durch die Anwendung des in Kapitel 3 dargestellten Ampelsystems zur Visualisierung der Nachhaltigkeitsbewertung. Der Mittelwert der Testbetriebsergebnisse liegt konsistent über dem Zielwert akkumulierter Indikatoren von 5,0. Die hohe An-

zahl an Erreichung des Mehrwertes ist ebenso ersichtlich, wie die Unterschreitung des Grenzwertes in den ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Die Bewertung eines Einzelindikators kann dabei nicht als hinreichender Beweis für einen Systemunterschied angesehen werden. Die Option, den gerade noch zu akzeptierenden Grenzwert unter dem Gesichtspunkt der ökologischen Nachhaltigkeit absenken zu können, kann nur über einen breiten Konsens ausgewiesener Experten geklärt werden. Die berechneten Werte sind als zielführend anzusehen, soll mit dem Modellansatz doch eine Sensibilisierung im Sinne eines Managementinstruments für die Verbesserung der Betriebsabläufe geschaffen werden und nicht eine Sanktionierung oder ähnliche Konsequenz daraus entstehen.

Tabelle 36: Ergebnisse der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit innerhalb der Indikatoren produktbezogener NH₃- und N₂O -Emissionen

Betrieb	Aufzuchtferkel		Mastschweine / Zuchtläufer		Sauen		gesamt N-Emissionen/ kg eP
	g NH ₃ / kg eP	g N ₂ O/ kg eP	g NH ₃ / kg eP	g N ₂ O/ kg eP	g NH ₃ / kg eP	g N ₂ O/ kg eP	
1			10,00	10,00			10,00
2			10,00	10,00			10,00
3			10,00	10,00			10,00
4			10,00	10,00			10,00
5			10,00	10,00			10,00
6			10,00	0,00			5,00
7	10,00	10,00					10,00
8	10,00	4,00	10,00	10,00	10,00	4,00	8,00
9	10,00	4,00	4,00	0,00	10,00	10,00	6,33
10			10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
11	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
12	10,00	4,00	10,00	10,00	10,00	10,00	9,00
13			10,00	4,00			7,00
14			0,00	0,00			0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	1,67
16	0,00	8,00	8,00	8,00	0,00	10,00	5,67
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MW	6,25	5,00	7,47	6,13	6,25	8,00	7,22
SD	4,84	3,74	4,03	4,59	4,84	3,61	3,51
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

3.5 Indikator Lachgas-Emission

3.5.1 Landwirtschaftliche und ökologische Bedeutung von Lachgas-Emissionen

Bei der Betrachtung klimawirksamer Gase hat Lachgas (N_2O) neben Methan die größte Bedeutung aufgrund seines erheblichen Vermögens, von der Erdoberfläche reflektierte Wärmestrahlung zu absorbieren. Dabei steht weniger der quantitative Ausstoß im Fokus als die erhebliche Klimawirksamkeit in der Atmosphäre. Diese ist durch die lange Halbwertszeit in der Atmosphäre von 121 Jahren und das 298-fache GWP des CO_2 zu begründen. Bei einem N_2O -Ausstoß von etwa 3,3 % verglichen zum CO_2 ist die Klimawirksamkeit der beiden Gase jedoch annähernd gleich hoch. Dies charakterisiert die herausgehobene Bedeutung des N_2O . Innerhalb der Tierhaltung belaufen sich die Emissionen an N_2O durch das Haltungssystem und die anschließende Wirtschaftsdüngerlagerung nur etwa auf 15 %. Jedoch sind mit der Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern sowie der Applikation von Mineraldüngern erhebliche bodenbürtige N_2O -Emissionen verbunden. Der Anteil der deutschen Landwirtschaft an den nationalen N_2O -Emissionen beläuft sich etwa auf 66 % (UBA, 2018). Aus Abbildung 22 wird ersichtlich, dass sich die Freisetzung von N_2O durch die Tierhaltung in den letzten knapp 30 Jahren in Deutschland etwa um 17 % reduziert hat (Thünen, 2019). Für das Jahr 2017 wird der Anteil vom Thünen Institut im Vergleich zu 1990 auf 83,2 % beziffert. Der aus der Tierhaltung stammende Anteil von etwa 9.200 t N_2O stammt wiederum zu etwa 14 % aus der Schweinehaltung.

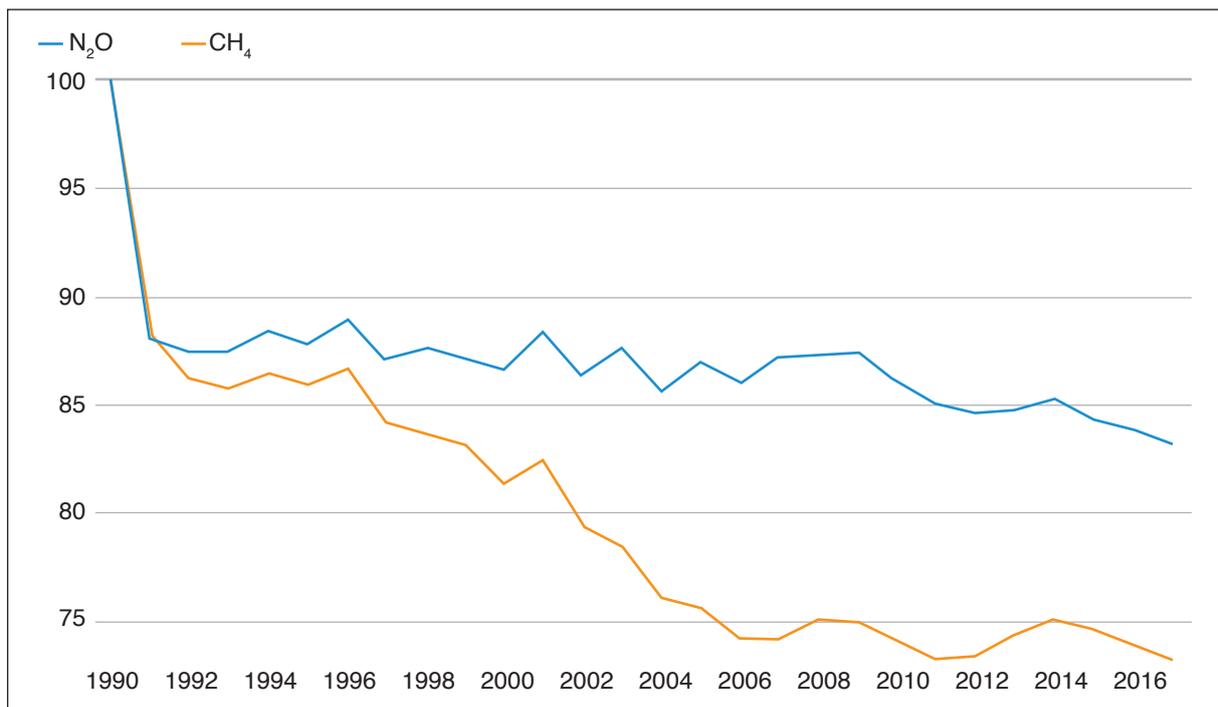


Abbildung 22: Entwicklung der Lachgas- und Methan-Emissionen aus der Tierhaltung seit 1990 in % (Thünen, 2019)

Da die Freisetzung von N_2O direkt von der Höhe der mikrobiellen Umsetzungsprozesse im Lager abhängt, ist es wichtig die Bedingungen dafür möglichst ineffektiv zu gestalten. Besonders ein geringer Sauerstoffgehalt im Medium, welcher sowohl aerobe als auch anaerobe Zustände zulässt, begünstigt die mikrobielle Aktivität. Außerdem sind die Quellen an Stickstoff, in Form von Ammonium (NH_4^+), Protein, Harnstoff u.a. und deren Konzentration wichtige Einflussgrößen. Nach der Mineralisation von N-Verbindungen im Lager hin zu Ammonium-Ionen dienen diese als Ausgangsprodukt für die nitrifizierenden und denitrifizierenden Prozesse im Lager. Dies bedeutet, dass sich die mikrobiellen Prozesse aus den unterschiedlichen N-Pools (TAN und Norg) ihrer Ausgangssubstanzen speisen. Die für die Synthese von N_2O ursächlichen chemischen Prozesse sind in der nachfolgenden Abbildung 23 veranschaulicht. Sowohl der Sauerstoffgehalt im Medium als auch die Bakterienflora bestimmen die unterschiedlichen

Abbauege. Durch Oxidation von NH_4^+ entsteht durch Nitrifikation Nitrat (NO_3^-) und damit als Koppelprodukt N_2O . Dieses ist sehr volatil und entweicht rasch aus dem Wirtschaftsdünger. Herrschen anaerobe Verhältnisse, wird der Abbauweg über Nitrat und Nitrit (NO_2^-) vollzogen und es werden diese zu N_2O und zu N_2 reduziert. Der maßgebliche Anteil der hier berechneten Stall-Lager- N_2O -Emission stammt aus der Wirtschaftsdüngerlagerung. Ställe mit Güllesystemen bieten aufgrund ihres anaeroben Milieus ungünstigere Bedingungen für die Nitrifizierung von Ammonium-Ionen. Auch die hohen TAN-Konzentrationen und die daraus resultierenden hohen pH-Werte stellen ungünstige Bedingungen für die nitrifizierenden Bakterien dar. Bei der Wirtschaftsdüngerlagerung hingegen findet die Mikrobenpopulation aufgrund aerober Bedingungen an der Oberfläche und anaerobe Bedingungen durch Luftabschluss im Inneren ein weitaus günstigeres Milieu. Die Emissionen aus der Festmistlagerung entstammen ebenso mehrheitlich dem Lagersystem. Dabei herrschen insbesondere in der frühen Lagerungsphase, in der sich der Festmiststapel noch nicht so stark selbst erhitzt hat, sehr gute Bedingungen für die Umsetzungsprozesse. Mit diesen Emissionen entweicht dem innerbetrieblichen N-Massestrom ein weiterer wichtiger Nährstofflieferant, welcher potenziell in die pflanzenbauliche Produktion rezykliert werden kann.

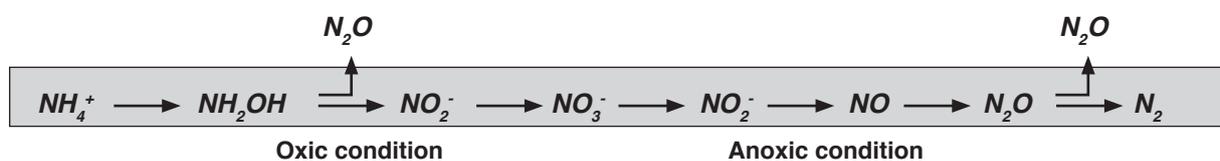


Abbildung 23: Für die N_2O -Synthese ursächliche chemische Prozesse (Sommer et al., 2013)

3.5.2 Angewandte Methoden zur Bestimmung der produktbezogenen Lachgas-Emission

Für die produktbezogenen N_2O -Emissionen erfolgt eine kombinierte Berechnung von stall- und lagerbedingten Emissionen für die unterschiedlichen Lagersysteme. Erneut wird als Eingangsgröße die bei den tierischen Verwertungsprozessen wieder ausgeschiedene N-Menge berücksichtigt. Anschließend erfolgt die Berechnung der N_2O -N-Emission, welche im Saldo der N-Bilanz Berücksichtigung findet. Es erfolgt ferner die Transformation in die N_2O -Emission und der Produktbezug zu eP.

Lachgas-Emissionen aus der Stallhaltung von Schweinen und der Lagerung von Wirtschaftsdüngern

Da für die Quantifizierung der N_2O -Emissionen alle organisch gebundenen N-Quellen sowie der TAN berücksichtigt werden, gehen die Harn-N-, Kot-N- sowie Einstreu-N-Mengen in die nachfolgende Gleichung (9) ein.

$$(9) \quad N_{k,\text{Lager}} = \sum (N_{i,j,\text{Harn}} + N_{i,j,\text{Kot}} + N_{i,j,\text{Einstreu}}) \cdot Z_{i,j} \cdot 365$$

wobei

$N_{k,\text{Lager}}$	Menge an gebundenem Gesamt-N im Lager in Lagersystem k [in kg a^{-1}]
$N_{i,j,\text{Harn}}$	Menge an Harn-N in Tiergruppe i und Haltungssystem j [in kg a^{-1}]
$N_{i,j,\text{Kot}}$	Menge an Kot-N in Tiergruppe i und Haltungssystem j [in kg a^{-1}]
$N_{i,j,\text{Stroh}}$	Stroh-N-Menge in Tiergruppe i und Haltungssystem j [in kg a^{-1}]

Nachdem die Lager-N-Menge berechnet ist, erfolgt durch Multiplikation mit für das Lagersystem spezifischen Emissionsfaktoren ($\text{EF}_{k,\text{N}_2\text{O-N}}$) die Berechnung der N_2O -N-Emission. Die in Tabelle 37 dargestellten Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Wirtschaftsdüngermanagementsysteme charakterisieren kombinierte EF aus Stall- und Wirtschaftsdünger-Emissionen (Rösemann et al., 2019).

Tabelle 37: Partielle N₂O-N-Emissionsfaktoren für die Stallhaltung und Wirtschaftsdüngerlagerung im Bezug zum Gesamt-N

Lagerungsart	Lagerverfahren	EF (kg kg ⁻¹)
Güllelager	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0,000
	festе Abdeckung (inkl. Zelt)	0,005
	natürl. Schwimmdecke: 0,005	0,005
	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0,005
	schwimmende Abdeckung (Folie)	0,000
	Lager unter Spaltenboden	0,002
Gülle (vergoren)		0,001
Festmist/ Misthaufen	übrige Systeme	0,013
Festmist/ Misthaufen	Tiefstreu	0,01

Auch bei der Berechnungsmethode der N₂O-N-Emission soll in dem vorliegenden Ansatz ein Minderungsfaktor nutzbar sein. Bislang gibt es noch unzureichende Kenntnis über valide Minderungspotenziale von Maßnahmen. Aus diesem Grund wird zum jetzigen Zeitpunkt keine Methode zur Anwendung von Minderungseffekten empfohlen. Es gibt aber in Einzelfällen bereits jetzt vielversprechende Grundlagenforschung zu Effekten der N₂O-Emission (Kresse, 2008). Die Berechnungsmethode wird in der nachfolgenden Formel (10) ersichtlich.

$$(10) \quad E_{k, \text{Lager}, \text{N}_2\text{O-N}} = \sum (N_{k, \text{Lager}} \cdot EF_{k, \text{Lager}, \text{N}_2\text{O-N}} \cdot (1 - \text{Minderungsfaktor}))$$

wobei

$E_{k, \text{Lager}, \text{N}_2\text{O-N}}$ Emission an N₂O im Lager in Lagersystem k [in kg a⁻¹]
 $EF_{k, \text{Lager}, \text{N}_2\text{O-N}}$ Emissionsfaktor von N₂O-N in Lagersystem k [in kg a⁻¹]

Die somit erhaltene N₂O-N-Menge entweicht dem innerbetrieblichen N-Massestrom und wird somit anschließend sowohl im Indikator N-Bilanz als auch mit dem dazugehörigen GWP von 298 in der Klimagasbilanzierung berücksichtigt. Durch Multiplikation der erhaltenen N₂O-N-Menge mit dem Konversionsfaktor von N₂O-N zu N₂O von 1,57111 kg kg⁻¹ wird daraufhin die N₂O-Emission, resultierend aus der Stallhaltung und anschließenden Wirtschaftsdüngerlagerung der unterschiedlichen Tiergruppen der Schweinehaltung, berechnet (Gleichung (11)).

$$(11) \quad E_{k, \text{Lager}, \text{N}_2\text{O}} = \sum (E_{k, \text{Lager}, \text{N}_2\text{O-N}} \cdot x_{\text{N}_2\text{O}})$$

wobei

$E_{k, \text{Lager}, \text{N}_2\text{O}}$ Emission von N₂O im Lager in Lagersystem k [in kg a⁻¹]
 $x_{\text{N}_2\text{O}}$ Konversionsfaktor von N₂O-N zu N₂O [in kg kg⁻¹]

3.5.3 Ergebnisse Lachgas-Emission und Diskussion

Die Ergebnisse die durch die angewandte Methodik innerhalb der 17 Testbetriebe und 27 Nutzungsformen berechnet werden konnten, sind bereits in Tabelle 34 (Kapitel 3.4.4) zur übersichtlicheren Bewertung der Betriebe dargestellt. Dabei wird bei der tiergruppenspezifischen deskriptiven Betrachtung der Lage- und Streuungsparameter ersichtlich, dass die Streuung im Merkmal N₂O-Emission, besonders in der Ferkelaufzucht und Sauenhaltung, nicht den gleichen Anteil aufweist, wie bei der NH₃-Emission. Bei Analyse der Minima und Maxima ergeben sich jedoch auch erhebliche Unterschiede zwischen

den Betrieben. Insbesondere die strohbasierten Systeme (Betriebe 3, 6, 9, 13 – 17) weisen höhere N_2O -Emissionen im Vergleich zu den übrigen Systemen auf. In wie weit die Unterschiede innerhalb der strohbasierten Systeme durch eine angepasstere Fütterung, einer besseren Futter-N-Nutzungseffizienz und daraus resultierenden geringeren N-Ausscheidungen, oder durch ein höheres Wachstum resultieren, kann nicht hinreichend belegt werden. Letztgenanntes Argument führte zu einem höheren Anteil eP und somit zu einer größeren Zahl im Nenner der Berechnung, woraus ein größerer Verdünnungseffekt der Emission resultieren würde. Durch die Ergebnisse wird ersichtlich, dass sich durch die Methodik, basierend auf den variierenden Eingangsgrößen (Fütterung, Einstreumenge, Tierleistung etc.), betriebsindividuelle Unterschiede abbilden lassen.

3.5.4 Ableitung der Zielwerte der Lachgas-Emission

Bei der produktbezogenen N_2O -Emissionsbewertung anhand der Grenz-, Ziel- und Mehrwerte lassen sich ebenso Unterschiede zwischen den Betrieben darstellen. Der hohe Anteil der Bewertung des ökologischen Mehrwertes, bei gleichzeitiger Erreichung des Grenzwertes bzw. dessen Unterschreitung, symbolisiert eine relativ gute Angepasstheit der Bewertungsmethodik. Es wird ebenso ersichtlich, dass es auch bei der ökologischen Wirtschaftsweise zur Erreichung des Mehrwertes kommen kann. Einen pauschalen Zusammenhang zur Nutzung von Einstreumaterialien kann man anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht ableiten. Der wesentliche Unterschied dabei kann darin begründet sein, dass sich güllebasierte Systeme, die Stroh eher als Beschäftigungsmaterial und in sauber gehaltenen Funktionsbereichen zur Isolierung gegenüber der Haltungsumwelt sowie für den Liegekomfort nutzen, daraus auch keine Nachteile in der ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung erfahren. Festmistssysteme bergen dahingehend ein deutlich größeres Risiko, obgleich auch da die Ziel- bzw. Mehrwerterreichung ebenso möglich ist (vgl. Betrieb 16). Dies kann wiederum durchaus in hohen Wachstumsleistungen begründet sein. Auch bei diesem Indikator ist eine Bewertung im Kontext der Tiergerechtheitsbewertung sinnvoll, da die ökologische Wirkung der N_2O -Emission von erheblicher Relevanz ist, jedoch Belange des Tiereschutzes im Einzelfall höher wiegen können.

3.6 Indikator Energieintensität

3.6.1 Relevanz

Energie ist ein wichtiges Betriebsmittel in der Landwirtschaft, das es gilt effizient einzusetzen. Voraussetzung hierfür ist einerseits eine optimale technische und bauliche Lösung und andererseits ein abgestimmtes Betriebsmanagement.

3.6.2 Methoden zur Bestimmung der Energieintensität

Der Indikator Energieintensität beschreibt den direkten und indirekten Energieaufwand eines schweinehaltenden Betriebes und wird in MJ/ kg essbares Protein (eP) ausgegeben. Bezugsbasis ist das in den Produkten enthaltende essbare Protein je Tier in den Tiergruppen Sauen, Aufzuchtferkel, Masttiere und Zuchtläufer bezogen auf den Leerkörpermassezuwachs in kg eP/ Tier und a.

Ziel der Betrachtung dieses Indikators ist es herauszufinden, ob ein schweinehaltender Betrieb anhand der Gegenüberstellung seiner energetischen In- und Outputs einen Nutzenbeitrag in Form eines Energiegewinnes leistet oder nicht. Die Energieintensität entspricht in diesem Fall dem Einsatz von Energie je Produkteinheit und wird in der Regel in MJ/ kg bzw. MJ/ GE ausgedrückt (RATHKE & DIEPENBROCK, 2003). Für die Betrachtung der Energieintensität in der Schweinehaltung wird, wie oben beschrieben, die Produkteinheit produziertes essbares Protein herangezogen. Grundsätzlich gilt, je kleiner die Energieintensität, desto besser ist ein Verfahren im Zuge der Bewertung der Energieeffizienz.

Grundlage für die Bewertung der Energieintensität der Schweineproduktion ist die Erstellung von Energiebilanzen. Hierfür werden jene Energiemengen berücksichtigt, die zum einen den direkten Energieeinsatz in Form von Strom und Kraftstoffen beinhalten und zum anderen den indirekten Energieeinsatz umfassen, der für die Produktion, die Erhaltung und Entsorgung stofflicher Inputs und Investitionsgüter erforderlich ist. Dem Energieinput gegenübergestellt wird der Energieoutput, welcher sich auf das produzierte essbare Protein je Tier in den Tiergruppen bezieht (Tabelle 38).

Tabelle 38: Energieinputs und Energieoutputs in der Schweinehaltung

Direkte Energieinputs (Edir)	Indirekte Energieinputs (Eindir)	Energieoutputs (EO)
– Strom	– Haltung	– Tiere
– Flüssiggas	– Fütterung	
– Prozesswasser	– Entmistungstechnik	
– Diesel/Benzin	– Lagerung	
	– Klimatechnik	
	– Reinigung & Desinfektion	

Die Ausweisung des direkten Energieeinsatzes umfasst die betriebliche Nutzung von Energieträgern, wie Strom, Kraft- und Brennstoffen. In der Nutztierhaltung ist der Einsatz von Energie durch die Bereitstellung von Wärme und die notwendige Elektroenergie gekennzeichnet. Die damit verbundenen Kosten sind erheblich und erfordern einen effizienten und möglichst sparsamen Einsatz. In Tabelle 39 wird der Stromverbrauch in der Schweinehaltung dargestellt.

Tabelle 39: Stromverbrauch in der Schweinehaltung

Energieposten der Schweinehaltung	Einheit	Stromverbrauch	Quelle
Sauenstall			
Sauenhaltung	kWh/(Sau*a)	101,5	(KTBL, 2016)
Lüftung (ohne Abluftreinigung)	kWh/(TP*a)	51	(KTBL, 2016)
Beleuchtung	kWh/(TP*a)	28	(KTBL, 2016)
Infrarotlampe	kWh/(TP*a)	15	(KTBL, 2014)
Entmistung	kWh/(TP*a)	0,2	(KTBL, 2016)
Reinigung	kWh/(TP*a)	5,3	(KTBL, 2016)
Betriebsstrom Abferkelbereich	kWh/(TP*a)	26	(KTBL, 2014)
Ferkelaufzucht	kWh/(Ferkel*a)	13,1	(KTBL, 2016)
Lüftung (ohne Abluftreinigung)	kWh/(TP*a)	9,4	(KTBL, 2016)
Beleuchtung	kWh/(TP*a)	2,8	(KTBL, 2016)
Trockenfütterung	kWh/(TP*a)	0,3	(KTBL, 2016)
Flüssigfütterung	kWh/(TP*a)	0,82	(KTBL, 2014)
Entmistung	kWh/(TP*a)	0,5	(KTBL, 2016)
Reinigung	kWh/(TP*a)	0,03	(KTBL, 2016)
Heizung-Raumheizung	kWh/(TP*a)	120	(KTBL, 2016)
Betriebsstrom	kWh/(TP*a)	0,5	(KTBL, 2014)
Schweinemast, geschlossen, vollperforiert	kWh/(Mastschwein*a)	24,5	(KTBL, 2016)
Lüftung (ohne Abluftreinigung)	kWh/(TP*a)	18	(KTBL, 2014)
Beleuchtung	kWh/(TP*a)	5,1	(KTBL, 2016)
Trockenfütterung	kWh/(TP*a)	1,0	(KTBL, 2016)
Flüssigfütterung	kWh/(TP*a)	2,4	(KTBL, 2014)
Entmistung	kWh/(TP*a)	0,3	(KTBL, 2016)
Reinigung	kWh/(TP*a)	0,1	(KTBL, 2016)
Heizung-Raumheizung	kWh/(TP*a)	25	(KTBL, 2016)

Die Literaturdaten zeigen, dass der Gesamtenergieverbrauch an Strom wesentlich durch die Lüftungs- und Abluftreinigungstechnik sowie die Heizungsanlagen bestimmt wird. Dabei ist der Strombedarf bei der Ferkelerzeugung im Deckzentrum und im Abferkelbereich zu differenzieren.

Flüssiggas

In der Schweineproduktion wird Flüssiggas vornehmlich zur Raumheizung und Fußbodenheizung in der Ferkelerzeugung eingesetzt. Der Energieverbrauch in der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung beträgt 212 kWh/ (prod. Sau*a) (KTBL, 2016).

Prozesswasser

Das Prozesswasser wird im Wesentlichen zur Reinigung, Desinfektion und Kühlung in schweinehaltenden Betrieben benötigt. Einen Überblick der Prozesswassermengen in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast gibt Tabelle 40.

Tabelle 40: Prozesswasserverbrauch in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast

Produktionsrichtungen	Einheit	Prozesswasserverbrauch	Quelle
Ferkelerzeugung			
21 Tage Säugezeit	l/(TP*a)	0,5	(KTBL, 2016)
28 Tage Säugezeit	l/(TP*a)	0,5	(KTBL, 2016)
40 Tage Säugezeit (öko)	l/(TP*a)	0,8	(KTBL, 2016)
Ferkelaufzucht			
geschlossen, vollperforiert, 21 Tage Säugezeit	l/(TP*a)	60	(KTBL, 2016)
geschlossen, vollperforiert, 28 Tage Säugezeit	l/(TP*a)	68	(KTBL, 2016)
Hüttenstall	l/(TP*a)	228	(KTBL, 2016)
Schweinemast, geschlossen, vollperforiert			
konventionell	l/(TP*a)	60	(KTBL, 2016)
ökologisch	l/(TP*a)	140	(KTBL, 2016)

Ermittlung indirekter Energieinputs

Für die Kalkulation des indirekten Energieaufwandes in der Schweineproduktion ist es notwendig, die innerbetrieblichen Produktionsprozesse und die damit verbundenen Stoff- und Energieströme zu kategorisieren. Diese Prozessanalyse von innerbetrieblichen Teil- und Einzelprozessen erfolgt im Sinne einer Input/ Output-Betrachtung. Abbildung 24 zeigt schematisch die Energieflüsse und Prozessmodule in einem schweinehaltenden Betrieb.

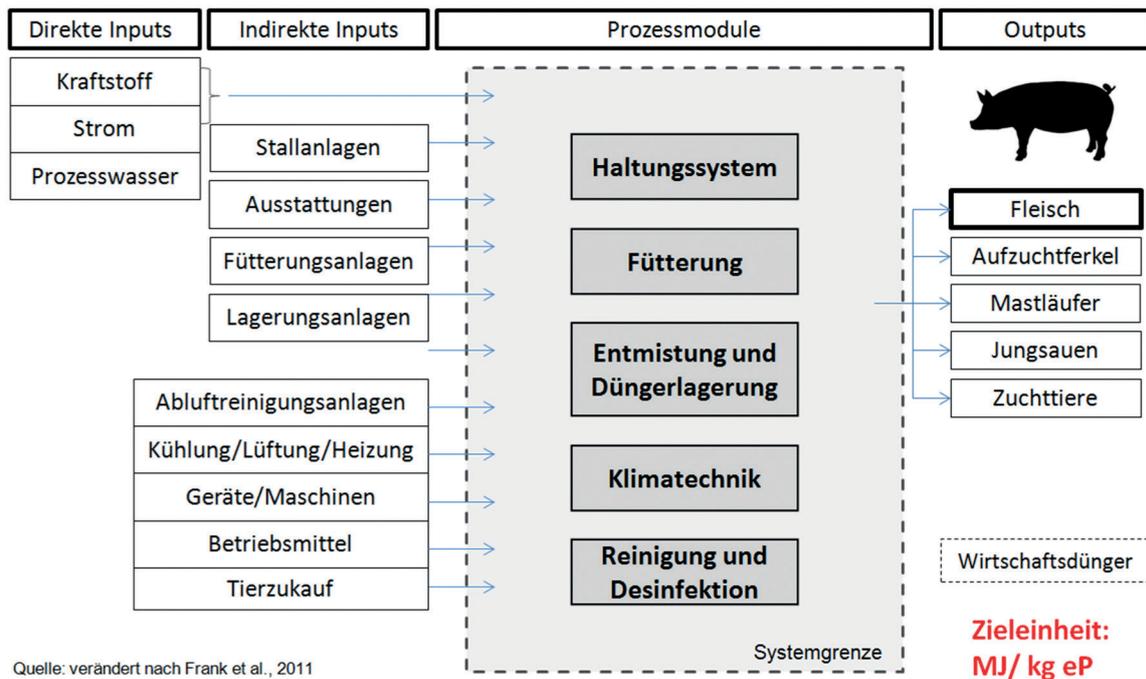


Abbildung 24: Energieflüsse und Prozessmodule in einem Schweinehaltenden Betrieb

Betriebsindividualität

Einzelne Betriebe produzieren die gleichen Outputs auf vergleichbaren Produktionsweisen in unterschiedlichen Betriebssystemen. Ziel ist es diese Betriebsindividualität innerhalb der gewählten Produktionsprozesse über eine geeignete Stammdatenauswahl zu sichern. Grundlage hierfür sind die ausgewählten Haltungs- und Fütterungsverfahren seitens der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), die in den Indikator Energieintensität einfließen. Die betriebseigene Wirtschaftsdüngerlagerung und Entmistung kann ebenfalls über ausgewählte Lagerformen abgebildet werden.

Kumulierter Energieaufwand (KEA)

„Der Kumulierte Energieaufwand (KEA) gibt die Gesamtheit des primärenergetisch bewerteten Aufwands an, der im Zusammenhang mit der Herstellung (H), Nutzung (N) und Beseitigung eines ökonomischen Gutes (B) (Produkt oder Dienstleistung) entsteht bzw. diesem ursächlich zugewiesen werden kann“ (VDI, 1997).

$$KEA = KEA_H + KEA_N + KEA_B$$

Tabelle 41 zeigt eine Auswahl an Werkstoffen und deren KEAs, die für die Berechnung des Energieaufwandes in der Tierhaltung Anwendung finden.

Tabelle 41: kumulierter Energieaufwand ausgewählter Werkstoffe

Werkstoff	KEA (MJ/ kg)	Quelle
Aluminium	140,70	(UBA, 2017)
Edelstahl	75,43	(UBA, 2017)
Eisen	21,14	(UBA, 2017)
Kupfer	50,43	(UBA, 2017)

Prozessmodul Haltung

Für die Abschätzung des Energiegehaltes des Haltungssystems wurden im ersten Arbeitsschritt Unterkategorien gebildet. Diese Unterkategorien berücksichtigen sämtliche relevanten Stallausstattungen der Schweinehaltung und sind in Tabelle 42 dargestellt.

Tabelle 42: Prozessmodule und Unterkategorien der Schweinhaltung

Prozessmodule	Unterkategorien
Haltung	Stallform
	Haltungssysteme
	Windschutz
	Lichtfirst
	Standgestaltung
	Liegeflächen
	Laufflächen
	Beschäftigung
Fütterung	Fütterungsanlage
	Fütterungsverfahren
	Tränken
Entmistung und WD-Lagerung	Lagerart
	Entmistungstechnik
Klimatechnik	Lüftung
	Kühlung
	Heizung
	Abluftreinigung
Reinigung und Desinfektion	Reinigungstechnik

Anschließend wurden für die Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung und Schweinemast Standardställe erarbeitet, die der KTBL-Online-Anwendung „Baukost – Investition Betriebsgebäude“ entnommen sind (KTBL, 2017). Innerhalb der Unterkategorien wurden dann diejenigen Stallausstattungen ausgewählt, die eine betriebsspezifische Abbildung eines Schweinestalls sicherstellen. Hierbei handelt es sich um verschiedene Tränke- und Futtermittelsysteme, unterschiedliche Laufflächensysteme, Kastenstandsysteme, Beschäftigungsvorrichtungen und Haltungssysteme. Über Literaturstudien und Herstellerangaben wurden darauf aufbauend die einzelnen Gewichte und Materialien der Stalltechnik zusammengetragen und der Energieaufwand mit Hilfe des kumulierten Energieaufwandes berechnet. Anhand der Materialbilanz-Methode konnte somit der Energieaufwand der Bauhülle bestimmt werden.

Prozessmodul Entmistung und Wirtschaftsdüngerlagerung

Zur Berechnung des Energieaufwandes für die Entmistung soll an dieser Stelle nur auf die Erarbeitungsschritte für die Entmistung eingegangen werden. Anhand von ausgewählten Standardställen jeder Produktionsrichtung wurden für die Flüssig- und Festmistsysteme unterschiedliche Entmistungsverfahren definiert. Hierfür wurden die KTBL-Online-Datenbank „Baukost-Investition Betriebsgebäude“ und die KTBL-Stammdatensammlung „Betriebsplanung Landwirtschaft 2016/17“ herangezogen (KTBL, 2017) (KTBL, 2016). Anhand der Stallgrundfläche und der Bauweise der Entmistungsanlagen wurden das Volumen der Entmistungskanäle, der zugehörige Materialaufwand inklusive des Gewichtes bzw. das Gewicht des technischen Zubehörs berechnet. Über die Materialbilanz-Methode konnte anschließend der Energieaufwand berechnet werden.

Prozessmodul Klimatechnik

Das Prozessmodul Klimatechnik wird in die Unterkategorien Lüftung, Kühlung, Heizung und Abluftreinigung unterteilt. Die Unterkategorien werden pro Stallabteil erfasst, da sich unterschiedliche Vorrichtungen in einem Stall befinden können. Hintergrund sind die differenzierten Wärme- und Lüftungsansprüche der einzelnen Tiergruppen. Für die Unterkategorien Kühlung und Heizung sollen die zentralen Anlagenbestandteile, wie Wasserpumpen, Heizkessel, Warmwasserspeicher und Heizöltanks unabhängig der Stallbereiche erfasst werden.

Prozessmodul Reinigung und Desinfektion

Zur Betrachtung des Energieaufwandes für die Reinigung und Desinfektion werden Hochdruckreiniger, Desinfektionswagen und die Einweichanlage als Ausstattung betrachtet. Hierbei werden Hochdruckreiniger und Desinfektionswagen auf Stallebene erfasst, das heißt die Anzahl im Betrieb nachgefragt. Die Einweichanlage ist ähnlich einer Niederdruckanlage aufgebaut und wird je Stallbereich erfasst. Der Energieaufwand wird dann regulär über die Materialbilanz-Methode ermittelt.

3.6.3 Ergebnisse Energieintensität

Im Folgenden werden die Ergebnisse der betrieblichen Datenerhebungen für den Indikator Energieintensität dargestellt. Die Auswertung der Daten erfolgte jeweils auf der Ebene der Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung (Sauen, Eber), Ferkelaufzucht (Aufzuchtferkel bis 30 kg LM) sowie Mast und Zuchtläufer (Masttiere, Zuchtläufer weiblich und männlich).

Für die Produktionsrichtung Ferkelerzeugung liegen die Energieintensitäten zwischen 977,3 und 2.498,9 je Tier in MJ/a. Im Mittel lässt sich eine Energieintensität von 1.491,3 je Tier in MJ/a beschreiben. Die leistungsbezogenen Energieintensitäten liegen zwischen 134,4 und 747,2 MJ/kg eP. Der leistungsbezogene Mittelwert der Ferkelerzeugerbetriebe beträgt 421,2 MJ/kg eP (Tabelle 43).

Den größten Anteil bei der Ermittlung der Energieintensität besitzt das Haltungssystem mit Ergebnissen zwischen 955,4 und 2.422,9 je Tier in MJ/a. Hier lassen sich die unterschiedlichen Stallformen mit niedrigeren Werten für Kaltställe und entsprechend höheren Werten für Warmställe differenzieren. Der Energieeinsatz für die Bereitstellung der Wirtschaftsdüngerlagerstätten lässt sich mit einem Mittelwert von 40,6 je Tier in MJ/a beschreiben. Die Betriebe besitzen diesbezüglich Ergebnisse zwischen 21,9 und 76,0 je Tier in MJ/a.

Tabelle 43: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Betrieb	B08	B09	B10	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
essbares Protein (kg eP)	2,52	4,28	3,98	3,66	4,11	7,27	6,48	1,94	4,28
indirekte Energie									
Haltungssystem	1844,89	1368,70	2422,93	1685,19	959,29	955,37	1173,48	1195,73	1450,70
Stallbau	1402,47	940,59	1992,67	1259,56	531,14	520,63	739,07	760,32	1018,31
Heizung	18,72	0,00	7,05	10,77	0,00	0,00	0,00	0,00	4,57
direkte Energie	442,42	428,11	430,26	425,63	428,15	434,73	434,41	435,41	
Strom / Diesel	280,53	280,53	280,53	280,53	280,53	280,53	280,53	280,53	280,53
Prozesswasser	161,89	147,58	149,73	145,10	147,62	154,20	153,88	154,88	151,86
Entmistung/Lagerung	38,06	40,97	75,96	38,31	42,51	21,90	43,48	23,75	40,62
Energieintensität je Tier in MJ/a	1882,95	1409,67	2498,89	1723,50	1001,80	977,26	1216,96	1219,47	1491,31
GJ je GV	53,76	105,80	21,83	22,80	18,97	36,75	234,78	325,53	102,53
MJ je kg eP	747,20	329,36	627,86	470,90	243,75	134,42	187,80	628,59	421,24

Abbildung 25 stellt die Ergebnisse der Ferkelerzeugerbetriebe grafisch dar. Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

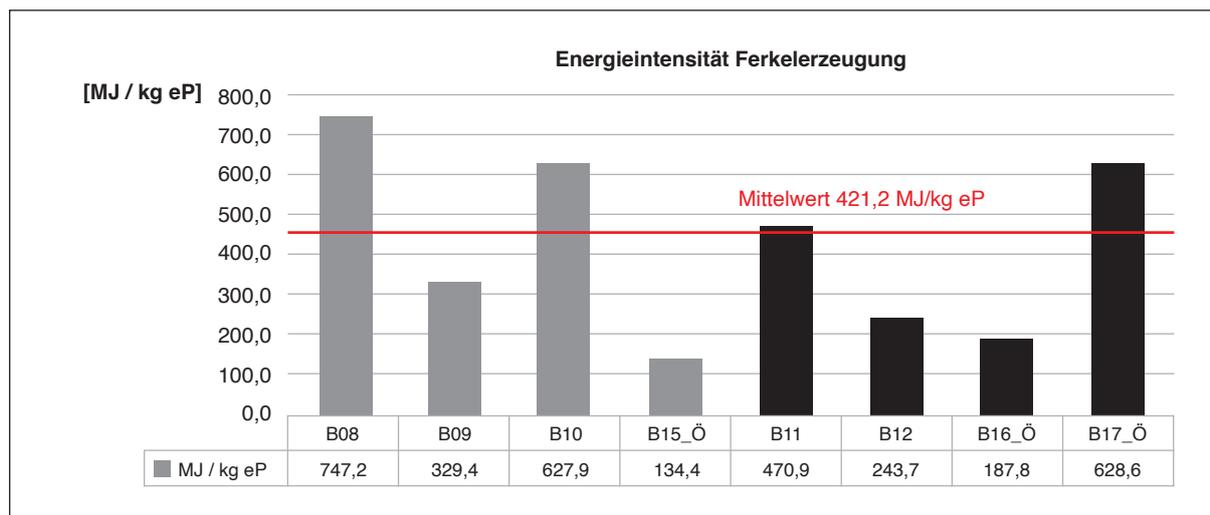


Abbildung 25: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Werden die auf den acht Testbetrieben ermittelten Energieintensitäten der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht betrachtet, liegen diese im Bereich zwischen 191,7 und 430,5 je Tier in MJ/a. Im Mittel lässt sich eine Energieintensität von 284,2 je Tier in MJ/a beschreiben. Die berechneten leistungsbezogenen Energieintensitäten liegen zwischen 113,7 und 189,8 MJ/ kg eP. Der leistungsbezogene Mittelwert der Ferkelerzeugerbetriebe beträgt 141,8 MJ/ kg eP (Tabelle 44).

Tabelle 44: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Betrieb	B07	B08	B09	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
essbares Protein (kg eP)	2,06	2,12	1,48	2,75	1,64	1,24	1,24	2,15	1,84
indirekte Energie									
Haltungssystem	295,76	249,57	276,42	306,55	242,15	188,33	429,61	264,51	281,61
Stallbau	133,43	87,24	114,09	144,22	79,82	26,00	267,28	102,18	119,28
Heizung	0,00	7,09	0,00	0,00	45,28	0,00	0,00	0,00	6,55
direkte Energie									
Strom / Diesel	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Prozesswasser	12,33	12,33	12,33	12,33	12,33	12,33	12,33	12,33	12,33
Entmistung/Lagerung	1,77	1,16	4,42	6,26	0,31	3,39	0,84	2,50	2,58
Energieintensität je Tier in MJ/a	297,53	250,73	280,84	312,81	242,46	191,72	430,45	267,01	284,19
GJ je GV	1,64	1,88	36,62	2,36	2,71	10,91	56,80	59,57	21,56
MJ je kg eP	144,43	118,27	189,76	113,75	147,84	154,61	347,14	124,19	141,84

Abbildung 26 stellt die Ergebnisse der Ferkelaufzuchtbetriebe grafisch dar. Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

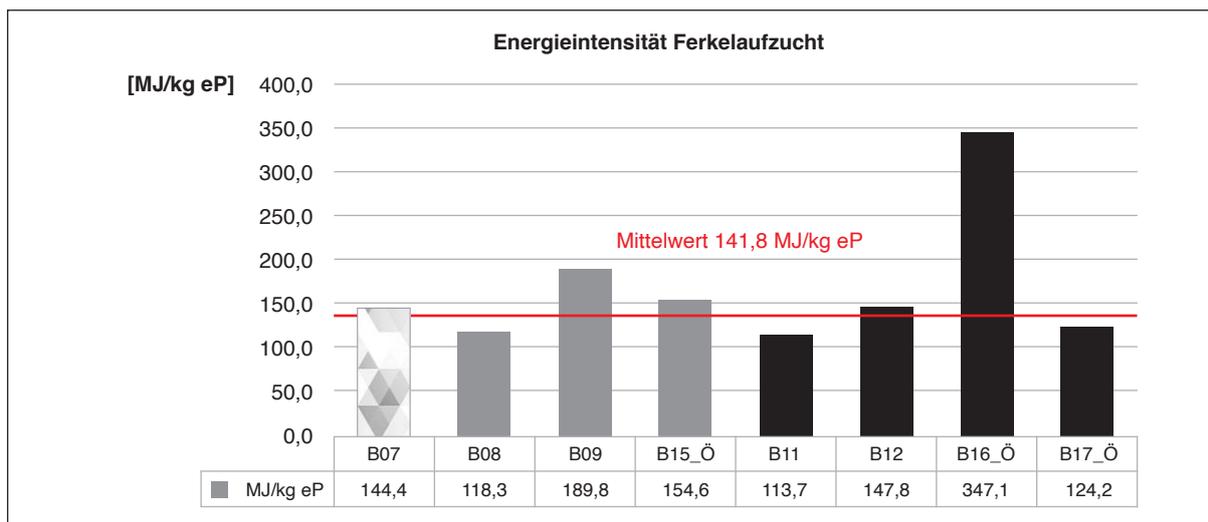


Abbildung 26: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Für die 16 Testbetriebe der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläuferaufzucht ergeben sich Energieintensitäten zwischen 95,0 und 1.279,2 je Tier in MJ/a. Der berechnete Mittelwert in der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer liegt bei 396,7 je Tier in MJ/a. Die berechneten leistungsbezogenen Energieintensitäten liegen zwischen 8,8 und 121,4 MJ/ kg eP. Der leistungsbezogene Mittelwert der Ferkelerzeugerbetriebe beträgt 40,6 MJ/ kg eP (Tabelle 26).

Tabelle 45: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

Betrieb	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B08	B09	
essbares Protein (kg eP)	8,75	9,46	9,65	8,64	9,19	8,65	10,54	11,02	
indirekte Energie									
Haltungssystem	191,45	237,43	132,69	335,62	345,77	387,81	649,48	483,74	
Stallbau	154,25	203,82	96,04	306,09	288,15	344,22	557,2	389,43	
direkte Energie									
Strom / Diesel	280,53	220,92	170,32	173,71	280,53	280,53	150,00	150,00	
Prozesswasser	35,96	31,42	22,67	24,64	38,59	38,59	76,11	76,11	
Entmistung/Lagerung	1,24	2,19	13,98	4,89	19,03	5,00	16,17	18,20	
Energieintensität je Tier in MJ/a	192,69	239,62	146,67	340,51	364,80	392,81	665,65	501,94	
GJ je GV	4,92	1,74	0,50	0,53	3,60	4,20	65,78	43,98	
MJ je kg eP	22,02	25,33	15,20	39,41	39,70	45,41	63,15	45,55	
Betrieb	B10	B11	B12	B13	B14_Ö	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
essbares Protein (kg eP)	10,54	10,06	10,76	8,55	8,85	10,81	8,67	9,19	9,58
indirekte Energie									
Haltungssystem	1246,01	799,18	86,52	229,36	486,16	258,07	103,97	170,18	383,97
Stallbau	926,90	707,23	51,34	187,90	438,27	173,30	81,70	125,75	314,47
direkte Energie									
Strom / Diesel	280,53	193,65	185,92	217,75	280,53	150,00	120,95	138,21	204,63
Prozesswasser	38,59	63,53	26,68	25,46	40,41	76,11	16,05	29,75	41,29
Entmistung/Lagerung	33,14	28,43	8,50	16,00	7,48	8,66	6,23	14,67	12,74
Energieintensität je Tier in MJ/a	1279,15	827,61	95,02	245,36	493,64	266,73	110,20	184,85	396,70
GJ je GV	228,36	33,02	2,97	1,71	8,42	323,87	11,61	26,38	47,60
MJ je kg eP	121,36	82,27	8,83	28,70	55,78	24,67	12,71	20,11	40,64

Für den Indikator Energieintensität kann eine deutliche Spannweite (1,2 bis 33,1 MJ/a je Tier) in Bezug auf die indirekten Energiemengen der Entmistung und Wirtschaftsdüngerlager festgestellt werden. Für die Berechnung werden die Größe und das verwendete Material betrachtet und ob z.B. die Güllebecken zusätzlich mit einer Betonplatte abgedeckt sind (B03: 14,0 MJ/a je Tier), oder ein Lagunebecken vorliegt (B05: 19,0 MJ/a je Tier). Betrieb B10 ist ein Ferkelerzeuger mit 22 bewirtschafteten Ställen denen jeweils eine Unterflurlagerung angeschlossen ist (33,1 MJ/a je Tier).

Wie bei der Entmistung und Wirtschaftsdüngerlagerung kann auch für das Prozessmodul Stallbau eine große Spannweite der Ergebnisse festgestellt werden. Bei der Ergebniseinordnung ist es entscheidend, ob die berechneten Tiergruppen in einem eigenen Stall eingestallt sind und daher den vollen indirekten Energieaufwand angerechnet bekommen oder ob sie den Stall zusammen mit anderen Tiergruppen teilen und der indirekte Energieaufwand anteilig berücksichtigt wird. So besitzt z.B. der Betrieb B12 (51,3 MJ/a je Tier) den geringsten indirekten Energieinput für Mastschweine und Zuchtläufer, weil sie zusammen mit den Sauen eingestallt sind. Demgegenüber steht das Ergebnis des Betriebes B10 (926,9 MJ/a je Tier) mit 22 Ställen wovon allein 10 Ställe als Abferkelställe mit entsprechender Ausstattung bewirtschaftet werden.

Abbildung 27 stellt die Ergebnisse der Ferkelaufzuchtbetriebe grafisch dar. Die Betriebsergebnisse wurden je Produktionsrichtung farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

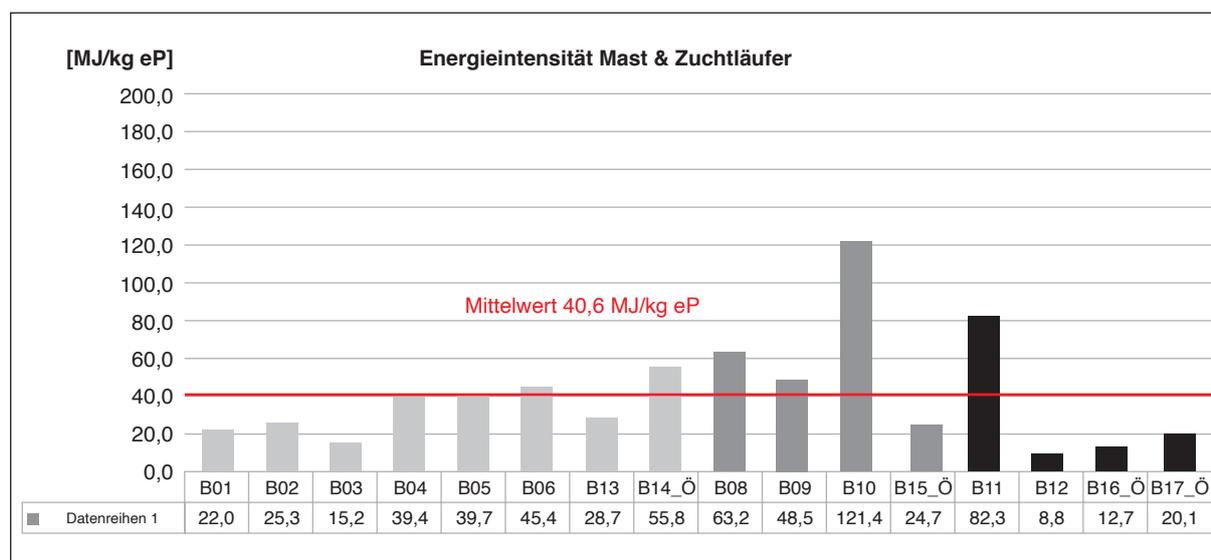


Abbildung 27: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Energieintensität der Produktionsrichtung Mast & Zuchtläufer

Beim Vergleich der Produktionsrichtungen untereinander wird deutlich, dass die Energieintensität mit steigenden Mengen an produziertem essbarem Protein sinken. Eine mittlere Energieintensität von 40,6 MJ/kg eP für die Mast und Zuchtläufereaufzucht bestätigt dies. Werden die Energieaufwendungen für den Stallbau hinsichtlich ihres prozentualen Anteils an dem Gesamtenergieaufwand betrachtet, ist die Ferkelaufzucht mit 41,9% als am niedrigsten einzustufen. Wird jedoch der indirekte Energieaufwand innerhalb der Kategorie Stallbau für die drei Produktionsrichtungen betrachtet, besitzt die Ferkelerzeugung (1.018,3 MJ/a je Tier) im Vergleich zur Ferkelaufzucht (119,3 MJ/a je Tier) und Mast (314,5 MJ/a je Tier) den intensivsten indirekten Energieaufwand. Hintergrund sind die energetisch aufwendigen Ausstattungen (Abferkelkörbe, Ferkelnester) als auch die Warmställe mit isolierender Zwischendecke.

3.6.4 Ableitung der Zielwerte für die Energieintensität

Je energieintensiver ein Produktionssystem ist, desto höher muss der leistungsbezogene Output für eine effiziente Arbeitsweise sein. Die Berechnungen der prozessbedingten Energieinputs lassen Schlüsse auf die Effizienz der verschiedenen Produktionssysteme ziehen. Weiterhin ist es möglich, einflussnehmende Faktoren der Energieintensität zu identifizieren und darauf aufbauend Optimierungspotenziale auszuweisen. Die Literaturrecherche für produktbezogene Energieintensitäten unterschiedlicher Produktionsrichtungen ergibt nur wenige valide Daten, die meist die Ausweisung direkter Energieaufwendungen fokussieren. Aus diesem Grund erfolgt eine Annäherung an einen Zielwertbereich für den Indikator Energieintensität vorerst dynamisch mit zunehmender Grundgesamtheit an berechneten Betrieben. Derzeit ergibt sich der Zielwert aus dem Mittelwert der jeweiligen Energieintensitäten in den differenzierten Produktionsrichtungen. Bezugsbasis ist das in den Produkten enthaltene essbare Protein je Tier in den Tiergruppen Sauen, Aufzuchtferkel, Masttiere und Zuchtläufer bezogen auf den Leerkörpermasseszuwachs in kg eP/ Tier und a. Zur Diskussion gestellt werden folgende Zielwertbereiche (Tabelle 46):

Tabelle 46: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator Energieintensität

Indikator	Kategorie	Zielwerte	Optimalbereich	Grenzwert Nachhaltigkeit	Betriebswerte	
			+ 5 %	+ 10 %	Min	Max
		[MJ/ kg eP]	[MJ/ kg eP]	[MJ/ kg eP]	[MJ/ kg eP]	[MJ/ kg eP]
Energieintensität [MJ/ kg eP]	Ferkelerzeugung	421,2	442,4	463,4	134,4	747,2
	Ferkelaufzucht	141,8	142,0	148,7	113,7	189,8
	Mast + Zuchtläufer	40,6	41,1	43,0	8,8	121,4

Für den Indikator Energieintensität wird bei der Erarbeitung und Bewertung des Zielwertbereiches nur von einer positiven Abweichung (Überschreitung) des berechneten Zielwertes ausgegangen. Der Optimalbereich reicht für jede Produktionsrichtung bis 5% Überschreitung des Zielwertes und bedeutet ein ausgeglichenes Verhältnis von Energieeinsatz zu produziertem essbarem Protein. Bei einer Überschreitung des Zielwertes um 10% wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt und es kann auf eine ineffiziente Schweinewirtschaft geschlossen werden.

Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Energieintensität wird vorerst je eine eigene Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. In den dargestellten Bewertungsfunktionen wird ein Optimalbereich bis 5% Überschreitung des Zielwertes definiert, der die Bewertung 1 erhält. Bis zu einer Überschreitung des Zielwertes von 10% wird eine nachhaltige Bewirtschaftung mit 0,75 bewertet. Bei Überschreitung von mehr als 10% wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt (Abbildung 28).

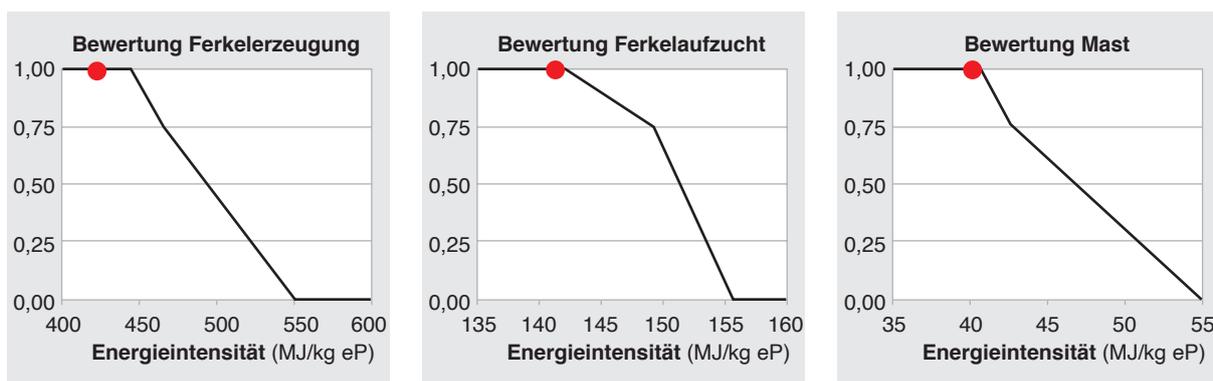


Abbildung 28: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Treibhausgase in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast

3.7 Indikator Treibhausgase

3.7.1 Relevanz

Die deutsche Landwirtschaft trägt maßgeblich zur Emission klimawirksamer Gase bei. Besonders in der Tierhaltung entstehen emissionsfähige Stoffe, wobei Rinder (74,6 %) und Schweine (10,1 %) in den vergangenen Jahren gleichbleibende 94 bis 95 % der Gesamt-Treibhausgasemissionen (CH_4 und N_2O) der Tierhaltung verursachen (Rösemann et al., 2019). Bei der Schweinehaltung entsteht der Großteil der Emissionen direkt im Stall. Wirtschaftsdünger aus der Einstreuhaltung (Festmist) sind gleichzeitig Quellen des klimawirksamen Lachgases.

3.7.2 Methoden zur Bestimmung der Treibhausgase

Der Indikator Treibhausgase stellt die gesamten klimarelevanten Emissionen des schweinehaltenden Betriebes dem produzierten essbaren Protein gegenüber ($\text{kg CO}_{2\text{äq}} / \text{kg eP}$). Bezugsbasis ist das in den Produkten enthaltene essbare Protein je Tier in den Tiergruppen Sauen, Aufzuchtferkel, Masttiere und Zuchtläufer bezogen auf den Leerkörpermassezuwachs in $\text{kg eP} / \text{Tier und a}$. Es ist ein kumulierter Indikator und setzt sich aus den Teilsummen der Indikatoren Ammoniak-Emission und Lachgas-Emission aus dem Stall und der Wirtschaftsdüngerlagerung, der CH_4 -Emission aus der Verdauung und der Wirtschaftsdüngerlagerung sowie der Energieintensität zusammen. Die Teilsummen der einbezogenen Indikatoren werden über spezifische Treibhausgaspotentiale in CO_2 -Äquivalente umgerechnet, um die unterschiedlichen Beiträge der Gase zum Treibhauseffekt bzw. deren Verbleib in der Atmosphäre zu berücksichtigen. So werden die 25-mal größere Klimawirkung von Methan und die 298-mal größere Klimawirkung von Lachgas in dem festgelegten Zeitraum von 100 Jahren im Vergleich zu derjenigen von CO_2 einbezogen (IPCC, 2006). Die von den Ammoniak-Emissionen ausgehende Klimawirkung wird nach (IPCC, 2006) mit $3,86 \text{ kg CO}_{2\text{äq}} / \text{kg NH}_3$ angenommen. Das Treibhausgasäquivalent für die Energieintensität wird mit $0,152 \text{ kg CO}_{2\text{äq}} / \text{MJ}$ eingerechnet.

3.7.3 Ergebnisse Treibhausgase

Im Folgenden werden die Ergebnisse der betrieblichen Datenerhebungen für den Indikator Treibhausgase dargestellt. Die Auswertung der Daten erfolgte jeweils auf der Ebene der Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung (Sauen, Eber), Ferkelaufzucht (Aufzuchtferkel bis 30 kg LM) sowie Mast und Zuchtläufer (Masttiere, Zuchtläufer weiblich und männlich).

Werden die potenziellen Treibhausgas-Emissionen der acht Testbetriebe mit Produktionsrichtung Ferkelerzeugung betrachtet, liegen diese im Bereich zwischen 397,5 und 744,0 $\text{kg CO}_{2\text{äq}} / \text{a}$ je Tier. Der Mittelwert aller Betriebe der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht beträgt 538,1 $\text{kg CO}_{2\text{äq}} / \text{a}$ je Tier. Die leistungsbezogenen Ergebnisse der Treibhausgas-Emissionen liegen für die Ferkelerzeugerbetriebe zwischen 54,7 und 276,9 $\text{kg CO}_{2\text{äq}} / \text{kg eP}$. Der leistungsbezogene Mittelwert beträgt 153,2 $\text{kg CO}_{2\text{äq}} / \text{kg eP}$ (Tabelle 47).

Tabelle 47: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Betrieb	B08	B09	B10	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
essbares Protein (kg eP)	2,52	4,28	3,98	3,66	4,11	7,27	6,48	1,94	4,28
Energieintensität									
CO _{2äq} - Energieintensität	286,21	214,27	379,83	261,97	152,27	148,54	184,98	185,36	226,68
Methan-Emissionen									
CO _{2äq} - enterische Methan-Emissionen	77,35	75,98	75,14	78,88	78,11	71,78	72,17	65,38	74,35
CO _{2äq} - lagerbedingte Methan-Emissionen	179,97	64,47	177,75	197,01	185,98	27,22	16,49	21,58	108,81
Lachgas-Emissionen									
CO _{2äq} - Lachgas-Emissionen	0,00	29,80	59,60	89,40	29,80	89,40	149,00	208,60	81,95
Ammoniak-Emissionen									
CO _{2äq} - Ammoniak-Emissionen	70,64	13,12	51,72	44,00	18,53	60,60	55,58	56,36	46,32
Gesamteinsatz	614,17	397,64	744,04	671,26	464,70	397,55	478,22	537,27	538,11
Klimawirkung									
CO _{2äq} je kg eP	243,72	92,91	186,95	183,40	113,06	54,68	73,80	276,95	153,18

In Abbildung 29 sind die Treibhausgaswerte für die Produktionsrichtung Ferkelerzeugung grafisch dargestellt. Zur grafischen Darstellung der Betriebsergebnisse wurden die Produktionsrichtungen farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

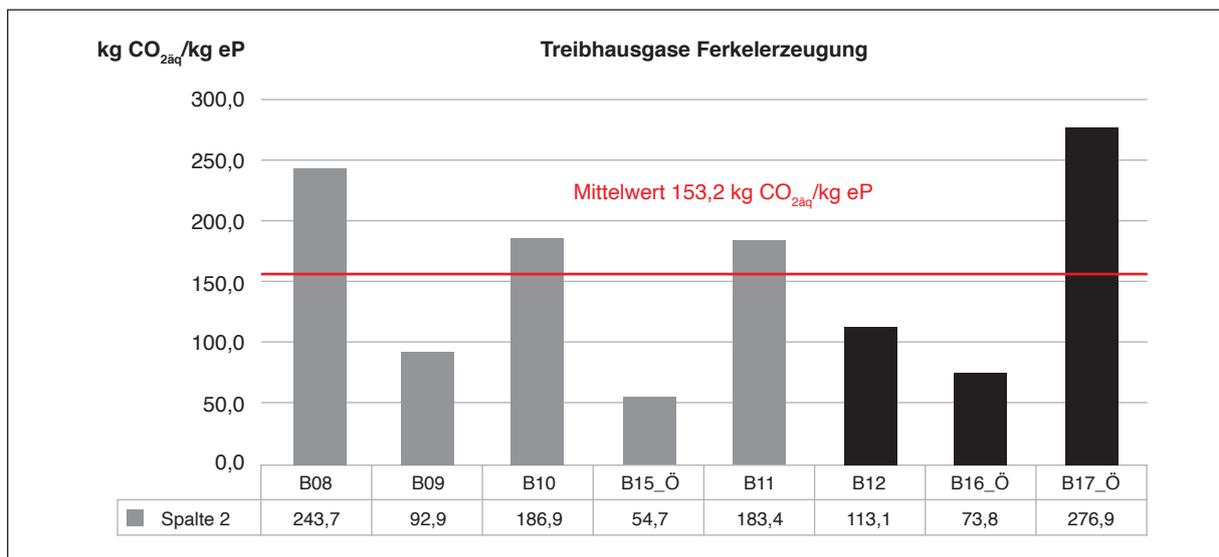


Abbildung 29: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelerzeugung

Die auf den acht Ferkelaufzuchtbetrieben ermittelten Treibhausgaswerte, liegen pro Tier und Jahr zwischen 48,2 und 201,1 kg CO_{2äq}/a je Tier. Im Mittel lässt sich jährlich eine Treibhausgas-Emission von 101,0 kg CO_{2äq}/a je Tier für die Ferkelaufzucht beschreiben (Tabelle 48). Hinsichtlich der leistungsbezogenen Treibhausgasberechnung liegen die ermittelten Werte zwischen 28,8 und 97,6 kg CO_{2äq}/kg eP. Für die mittlere Treibhausgas-Emission pro Jahr ergeben sich somit für die Ferkelaufzucht 55,4 kg CO_{2äq}/kg eP (Tabelle 48).

Tabelle 48: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Betrieb	B07	B08	B09	B11	B12	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
essbares Protein (kg eP)	2,06	2,12	1,48	2,75	1,64	1,24	1,24	2,15	1,84
Energieintensität									
CO ₂ _{äq} - Energieintensität	45,22	38,11	42,68	47,55	36,85	29,14	65,43	40,59	43,20
Methan-Emissionen									
CO ₂ _{äq} - enterische Methan-Emissionen	14,01	13,53	13,60	13,14	13,14	13,15	13,11	12,06	13,22
CO ₂ _{äq} - lagerbedingte Methan-Emissionen	140,73	50,77	42,76	40,96	57,75	4,79	3,93	7,67	43,67
Lachgas-Emissionen									
CO ₂ _{äq} - Lachgas-Emissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ammoniak-Emissionen									
CO ₂ _{äq} - Ammoniak-Emissionen	1,16	1,16	0,77	0,77	0,77	1,16	0,00	1,54	0,92
Gesamteinsatz	201,12	103,58	99,82	102,42	108,52	48,24	82,47	61,85	101,00
Klimawirkung									
CO ₂ _{äq} je kg eP	97,63	48,86	67,45	37,24	66,17	38,90	66,51	28,77	56,44

Die leistungsbezogenen Ergebnisse der Treibhausgas-Emissionen aus der Ferkelaufzucht sind in Abbildung 30 grafisch dargestellt. Zur grafischen Darstellung der Betriebsergebnisse wurden die Produktionsrichtungen farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

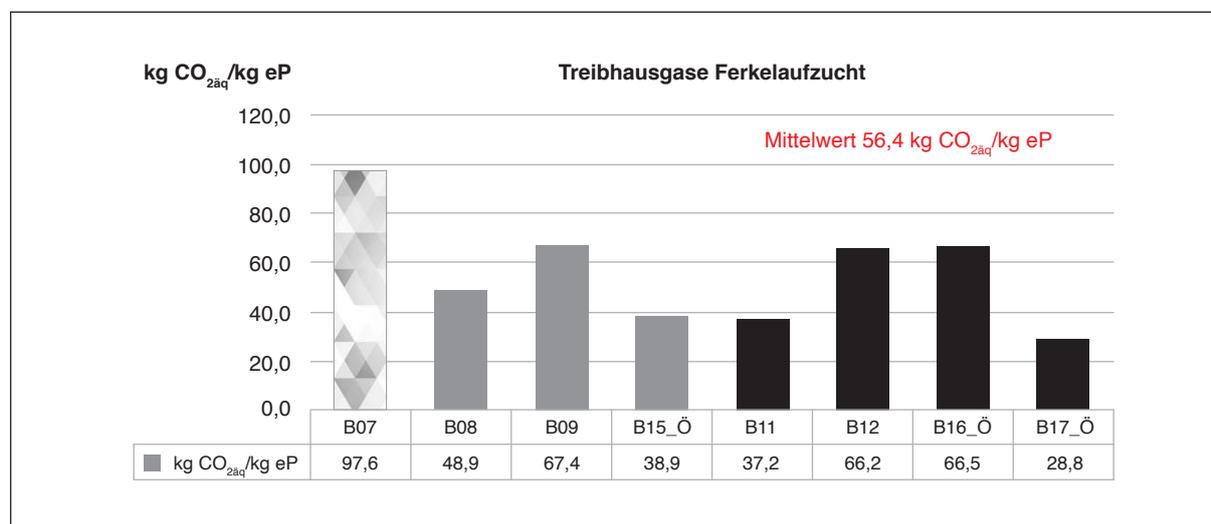


Abbildung 30: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Ferkelaufzucht

Die auf den 16 Betrieben mit der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläuferaufzucht ermittelten Treibhausgaswerte liegen zwischen 96,5 und 427,2 kg CO₂_{äq}/a je Tier. Im Mittel lässt sich jährlich eine Treibhausgas-Emission von 241,6 kg CO₂_{äq}/a je Tier für die Mast und Zuchtläuferhaltung beschreiben (Tabelle 49). Hinsichtlich der leistungsbezogenen Treibhausgasberechnung liegen die ermittelten Werte zwischen 8,9 und 46,5 kg CO₂_{äq}/kg eP. Für die mittlere Treibhausgas-Emission pro Jahr ergeben sich somit für die Ferkelaufzucht 25,2 kg CO₂_{äq}/kg eP.

Tabelle 49: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer

Betrieb	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B08	B09	
essbares Protein (kg eP)	8,75	9,46	9,65	8,64	9,19	8,65	10,54	11,02	
Energieintensität									
CO ₂ _{aq} - Energieintensität	29,29	36,42	22,29	51,76	55,45	59,71	101,18	76,29	
Methan-Emissionen									
CO ₂ _{aq} - enterische Methan-Emissionen	26,30	23,35	25,90	27,30	28,48	30,02	24,89	11,64	
CO ₂ _{aq} - lagerbedingte Methan-Emissionen	133,71	134,36	100,62	151,28	200,59	21,84	114,39	181,99	
Lachgas-Emissionen									
CO ₂ _{aq} - Lachgas-Emissionen	29,80	29,80	29,80	0,00	89,40	59,60	0,00	41,72	
Ammoniak-Emissionen									
CO ₂ _{aq} - Ammoniak-Emissionen	5,79	10,42	11,97	5,02	53,27	20,84	9,26	18,10	
Gesamteinsatz	224,88	234,35	190,58	235,35	427,19	192,02	249,72	329,74	
Klimawirkung									
CO ₂ _{aq} je kg eP	25,70	24,77	19,75	27,24	46,48	22,20	23,69	29,92	
Betrieb	B10	B11	B12	B13	B14_Ö	B15_Ö	B16_Ö	B17_Ö	MW
essbares Protein (kg eP)	10,54	10,06	10,76	8,55	8,85	10,81	8,67	9,19	9,58
Energieintensität									
CO ₂ _{aq} - Energieintensität	194,43	125,80	14,44	37,29	75,03	40,54	16,75	28,10	60,30
Methan-Emissionen									
CO ₂ _{aq} - enterische Methan-Emissionen	24,58	36,21	22,39	23,84	24,38	16,23	20,15	13,16	23,68
CO ₂ _{aq} - lagerbedingte Methan-Emissionen	77,51	142,01	196,02	159,10	17,67	8,81	23,44	16,41	104,98
Lachgas-Emissionen									
CO ₂ _{aq} - Lachgas-Emissionen	0,00	23,84	29,80	0,00	29,80	17,88	65,56	149,00	37,25
Ammoniak-Emissionen									
CO ₂ _{aq} - Ammoniak-Emissionen	3,47	12,08	12,66	2,70	11,19	13,05	17,52	38,60	15,37
Gesamteinsatz	299,99	339,94	275,31	222,94	158,08	96,52	143,42	245,26	241,58
Klimawirkung									
CO ₂ _{aq} je kg eP	28,46	33,79	25,59	26,07	17,86	8,93	16,54	26,69	25,23

Die leistungsbezogenen Ergebnisse der Treibhausgas-Emissionen in der Mast und Zuchtläufereaufzucht sind in Abbildung 31 grafisch dargestellt. Zur grafischen Darstellung der Betriebsergebnisse wurden die Produktionsrichtungen farblich kategorisiert und auf der X-Achse der nachstehenden Abbildung abgetragen. Die indikatorbezogenen Betriebsergebnisse sind auf der Y-Achse dargestellt.

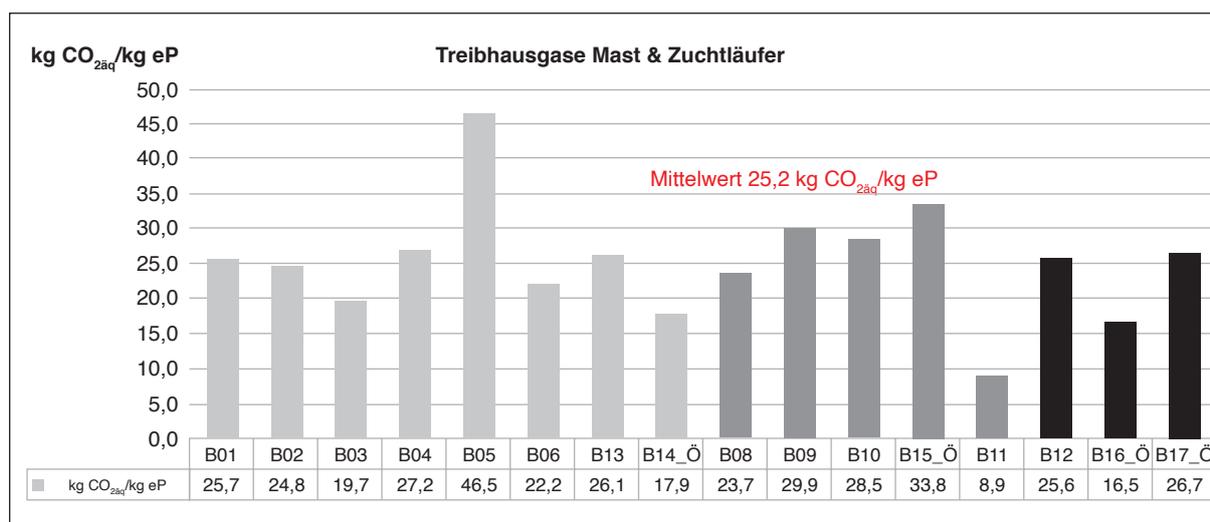


Abbildung 31: Testbetriebsergebnisse für den Indikator Treibhausgase der Produktionsrichtung Mast & Zuchtläufer

Die Gesamtbetrachtung der Treibhausgasemissionen zeigt den Einfluss der Gülle- und Festmistsysteme auf die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Die wesentlichen Treibhausgasemissionen in Flüssigmistsystemen stammen aus der lagerbedingten Methan-Emission und den prozessbedingten Treibhausgasemissionen durch direkte und indirekte Energieaufwendungen, wobei es zwischen den Produktionsrichtungen Unterschiede gibt. In den Flüssigmistsystemen der Ferkelerzeugung besitzen die prozessbedingten Treibhausgasemissionen aus den direkten und indirekten Energieaufwendungen mit 36,7% den höchsten Anteil an den Gesamtemissionen, gefolgt von den Methanemissionen in Höhe von 27,8%. Hintergrund sind die höheren indirekten Energiemengen resultierend aus den spezialisierten Ausstattungen der bei der Ferkelerzeugung (Abferkelbucht, Ferkelnest). Bei der Ferkelaufzucht wiederum stellen die Methan-Emissionen mit 55,0% den größten Anteil an den Gesamtemissionen in Güllesystemen dar. In der Mast und Zuchtläuferaufzucht besitzen die Methan-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung für Flüssigmistsysteme einen Anteil von 53,2% an den Gesamtemissionen, während die Methanemissionen in Festmistsystemen nur 17,6% der Gesamtemissionen ausmachen. In Festmistsystemen der Mast und Zuchtläuferaufzucht entstammen insgesamt 50,6% der Gesamtemissionen aus den Ammoniak- und Lachgasemissionen.

3.7.4 Ableitung der Zielwerte für die Treibhausgase

Zur Findung von Ziel- und Grenzwerten für den Indikator Treibhausgase sollen die Ergebnisse der Testbetriebe berücksichtigt werden. Aufgrund der Präsenz und der Bedeutung des Stickstoffs im Kreislauf biologischer Systeme, werden bei den biochemischen Prozessen immer Ammoniak und Lachgas produziert. Ebenso verhält es sich mit Methanemissionen und dem Energieaufwand für Stallbauten und Wirtschaftsdüngerlagerung. Für den Indikator Treibhausgase wird daher bei der Erarbeitung und Bewertung des Zielwertbereiches nur eine positive Abweichung (Überschreitung) des berechneten Zielwertes betrachtet. Der Optimalbereich reicht für jede Produktionsrichtung von 0 bis + 5% Überschreitung des Zielwertes und bedeutet ein ausgeglichenes Verhältnis von Treibhausgasemissionen zu produziertem essbarem Protein. Bei einer Überschreitung des Zielwertes um 10% wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt und es kann auf eine ineffektive Schweinewirtschaft geschlossen werden (Abbildung 32).

Indikator	Kategorie	Zielwerte	Optimalbereich	Grenzwert Nachhaltigkeit	Betriebswerte	
			+ 5 %	+ 10 %	Min	Max
			[kg CO _{2äq} /kg eP]			
Treibhausgase [kg CO _{2äq} /kg eP]	Ferkelerzeugung	153,18	160,84	168,50	54,68	276,95
	Ferkelaufzucht	56,44	59,26	62,09	28,77	97,63
	Mast	25,23	26,49	27,75	8,93	46,48

Abbildung 32: Vergleich von vorgeschlagenen Zielwerten und den ermittelten Betriebswerten für den Indikator Treibhausgase

Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Treibhausgase wird vorerst je eine eigene Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. In den dargestellten Bewertungsfunktionen wird ein Optimalbereich von 5% Überschreitung des Zielwertes definiert, der die Bewertung 1 erhält. Bis zu einer Überschreitung der Zielwertes von 10% wird eine nachhaltige Bewirtschaftung mit 0,75 bewertet. Ab einer Überschreitung von mehr als 10% wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt (Abbildung 33).

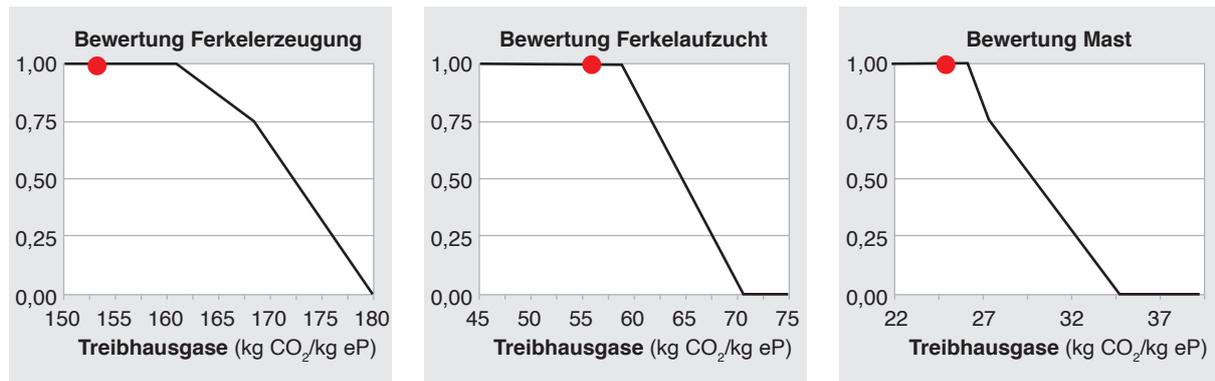


Abbildung 33: Entwürfe der Bewertungsfunktionen für den Indikator Treibhausgase in den Produktionsrichtungen Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast

3.8 Indikatoren der Tiergerechtigkeit

Nachhaltigkeitsbewertung hat seit nunmehr 300 Jahren einen festen Stellenwert in der Bewertung forstwirtschaftlicher, später auch landwirtschaftlicher Bewirtschaftungssysteme. Der Grundgedanke richtete sich an den Entzug von Rohstoffen in nur der Höhe, wie sie in dem gleichen Zeitintervall auch reproduziert werden können. Ein weiterer Grundsatz liegt darin, dass die Nutzung der Rohstoffe nur in dem Maße möglich sein kann, dass den nachfolgenden Generationen die gleiche Grundlage zur Verfügung steht. In dem vorliegenden Ansatz sollte der Nachhaltigkeitsgedanke um die Aspekte einer gesellschaftlich akzeptierten Tierhaltung durch die Erweiterung von Indikatoren der Tiergerechtigkeit ausgeweitet werden.

3.8.1 Landwirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung

In der Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Nutzungssysteme hat sich das Konzept dreier gleichbedeutender Säulen etabliert, die sich als ökologische, wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit darstellen. Es wird jedoch aus wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht zunehmend die Notwendigkeit gefordert, die Tiergerechtigkeit mit in den Fokus der Betrachtung zu ziehen. Wird die Betrachtung

mit dem gleichen Selbstverständnis geführt, geht es auch hier um Verfahren und Haltungskonzepte, die es zukünftigen Generationen erlauben, ebenso alle Säulen der Nachhaltigkeit zu erfüllen und den momentanen Ansprüchen Genüge zu leisten. Das Bild der drei separaten Nachhaltigkeitssäulen stellt die Brisanz einer jeden in den Fokus, visualisiert jedoch nicht die bedeutenden Interaktionen zwischen den Bereichen. In Abbildung 34 wurde der Versuch unternommen die Tiergerechtigkeit als einen gleichbedeutenden Bereich in der Nachhaltigkeitsbewertung zu integrieren, die Verknüpfungen darzustellen und die momentane Gewichtung abzubilden. Bei einer solchen Darstellung muss gewiss sein,

dass es sich hiermit um ein dynamisches, von äußeren Faktoren abhängendes System handelt. Stellen die Umwelteinflussgrößen eine zunehmende Restriktion dar (bspw. Verfügbarkeit von Wasser in Landnutzungssystemen), wird die Bedeutung der ökologischen Nachhaltigkeit stark wachsen. Wird andererseits die Verfügbarkeit von Arbeitskraft zum limitierenden Faktor, wird dies die Bedeutung der sozialen Nachhaltigkeit stark erhöhen. Aktuell erhöht sich der politische und gesellschaftliche Wille, die Art der Nutztierhaltung und die Tiergerechtigkeit der Haltungssysteme und -verfahren stärker zu berücksichtigen. Dabei stellen die Komplexität der Bewertungsmethoden und eine zum Teil ungenaue Terminologie, die nicht selten die gestellten Ansprüche unzureichend bedienen kann, große Probleme dar. So sind aus fachlicher Sicht ganz erhebliche Unterschiede zwischen den Erwartungen „Nutztiere zu schützen“ (Tierschutz), „dem Nutztier gerecht zu werden“ (Tiergerechtigkeit) und „ein Wohlergehen der Tiere zu gewährleisten“ (Tierwohl). Mit dem international verwendeten Begriff „animal welfare“ scheint es bei dessen sprachlichen Gebrauch weit weniger unerfüllte Erwartungen und unklare Verwendung zu geben. Es ist jedoch aus methodischer Sicht bedeutsam, welchem Anspruch ein solches Bewertungssystem zum Nutzen der Tiere genügen soll. Der weithin genutzte Begriff des Tierwohls muss daher auch Methoden zur Anwendung bringen, die nicht nur Ausdruck für einen positiven Gefühlszustand der Tiere sein können, sondern auch der Validität darin genügen. Insbesondere die Nutzung soziopositiver Interaktionen zwischen Individuen einer Tiergruppe, aber auch zwischen Tierhalter und Tier, müssen hinreichend abgebildet sein. Unsere heutigen Nutztierassen sind durch Domestikation und anschließende intensive züchterische Bearbeitung stark an unsere heutigen Haltungsbedingungen angepasst. Die Adaptationsfähigkeit des Einzeltieres an die gegebenen Bedingungen stellen folglich einen normalen Prozess der Individualentwicklung dar. Ziel von Bewertungssystemen der Tiergerechtigkeit ist es zu prüfen, ob diese Anpassung geregelt stattfinden kann, oder ob die Tiere mit der Anpassungsleistung überfordert werden. Der Fachausschuss für Tiergerechtigkeit der DLG e.V. fasst dies in seinem Merkblatt 383 (2015a) wie folgt zusammen: „Mit dem Begriff der Tiergerechtigkeit wird beschrieben, in welchem Maß die Haltungs-umwelt das Wohlbefinden der Tiere sichern kann und die Anpassungsfähigkeit der Tiere nicht überfordert, Verhaltensmuster nicht eingeschränkt und somit Schmerzen, Leiden oder Schäden vermieden werden“. Dabei muss den Tieren ermöglicht werden verschiedene biologische Funktionskreise ungehindert ausleben zu können. So müssen Futteraufnahme-, Ausscheidungs-, Ruhe-, Sozial-, Spiel-, Erkundungs-, Komfort-, Fortpflanzungs- und Thermoregulationsverhalten gewährleistet sein (DLG, 2015a) sowie die Bewältigung von Eustress (positiver Stress) möglich sein. Es ist davon auszugehen, dass für diese Verhaltensweisen jeweils ein Bedarf, vergleichbar dem Bedarf an Nährstoffen, besteht. Bei dem hier vorgeschlagenen Ansatz zur Tiergerechtigkeitsbewertung gilt es also zu prüfen, ob unter den betrieblichen Gegebenheiten dem Bedarf an essenzieller Verhaltensausübung entsprochen werden kann. Weil dieser Bedarf meist nicht direkt ablesbar ist, wird sich in der wissenschaftlichen Praxis geeigneter Indikatoren bedient. Diese haben eine enge Korrelation zum zu untersuchenden Merkmal und bilden diesen indirekt zu einem hohen Maße ab. Dadurch ist ein Rückschluss auf die entsprechende Verhaltensweise möglich.

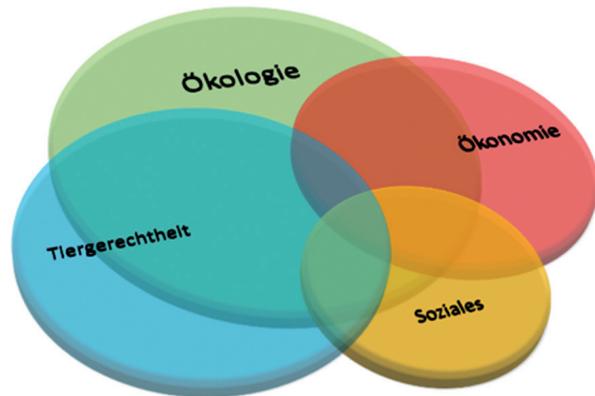


Abbildung 34: Schematische Darstellung eines Ansatzes zur Nachhaltigkeitsbewertung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung

Aus bestehenden Systemen, Managementtools und wissenschaftlichen Studien lassen sich eine Vielzahl potenzieller Indikatoren zusammentragen. Eine Nutzung von Indikatoren ist meist notwendig, da Abweichungen vom Wohlbefinden, die zu Schmerzen, Leiden und Schäden führen, meist nicht direkt zugänglich sind. Andere können direkt am Tier oder durch dessen Verhaltensausübung bestimmt werden. Diese sollten insbesondere Indikatoren der Ethologie und der Tiergesundheit sowie der Physiologie, Leistung, des äußeren Erscheinungsbildes/ Habitus und der Hygiene sein. Auf diesen Ansprüchen beruht auch der hier dargestellte Ansatz zur Tiergerechtheitsbeurteilung innerhalb eines Nachhaltigkeits-Managementtools. Für die Analyse stehen aufgrund der Literaturrecherche einschlägiger wissenschaftlicher Arbeiten Indikatoren mit Ressourcen-, Management- und direktem Tierbezug zur Verfügung. Dabei ist es wissenschaftlicher Konsens, der so auch Einzug in die Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung erhalten hat, tierbezogene Indikatoren zu priorisieren. Deutlich wird dies an den gesetzlichen Ausführungen zur betrieblichen Eigenkontrolle in § 11 Tierschutzgesetz (1972). Als potenzielles Beratungsinstrument sowie aus Gründen fehlender geeigneter und praxistauglicher tierbezogener Indikatoren, werden auch solche mit Management- und Ressourcenbezug verwendet. Insbesondere eine grundlegende Einschätzung der Eignung der Haltungsumwelt macht die Nutzung ressourcenbezogener Indikatoren sinnvoll. Der Wunsch einer transparenter werdenden Nutztierhaltung, verbunden mit Verbraucherinformationen zur tiergerechten Haltung (die Tiergerechtigkeit bezieht sich auf die äußeren Bedingungen (dem „Tier gerecht zu werden“) nicht aber auf den Zustand (Befindlichkeit) der Tiere, der nur über Tierwohlindikatoren zu erschließen ist), wird auch in der zunehmenden Anzahl von Labeln von staatlichen Institutionen bis hin zum Lebensmitteleinzelhandel deutlich. In der vorliegenden Bewertungsmethode soll weit über die Informationsgüte eines Labels hinausgegangen werden. Es sollen Möglichkeiten einer betrieblichen Status-quo-Erhebung, einer Schwachstellenanalyse und eines Managementtools für Entscheidungsprozesse geschaffen werden.

3.8.2 Angewandte Methoden zur Bestimmung und Ableitung von Zielwerten für die Tiergerechtigkeit

Die Methodenwahl für die Tiergerechtheitsbewertung richtete sich nach der Validität, Wiederholbarkeit und Praxistauglichkeit von Indikatoren sowie unter der Maßgabe eines limitierten Zeitbudgets. Außerdem sollten so wenig wie möglich neue Daten generiert werden und ein Großteil im Betrieb vorhandener Daten genutzt werden (Tiermeldungen, Schlachtabrechnungen, Rationskalkulationen, Betriebsauswertungen, Herdenmanagement-Software). Die Methoden sollten weiterhin relativ unabhängig von den Tagesbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit etc.) abhängen und in zwei sich sehr stark unterscheidenden Jahreszeiten erhoben werden. Es wurde eine Zeitspanne in den Sommermonaten (25.05. bis 10.08.2018) sowie in den Wintermonaten (15.11. bis 06.02.2019) gewählt. Für die Erhebung wurde ein Team aus sieben Personen in der Versuchseinheit der Universität sowie im Praxisbetrieb geschult, um wiederholbare und valide Ergebnisse zu erhalten. Des Weiteren wurden für die Betriebserhebung Industrietablet-PCs zur Verfügung gestellt. Diese waren mit einem makrogestützten MS-Excel-Erhebungstableau ausgestattet und enthielten neben benutzerfreundlichen Eingabefeldern das gesamte Set an Methoden, Boniturschemata sowie dazugehörige Stichprobenumfänge und Zusatzinformationen. Alle grundsätzlichen Informationen, die im Jahresbezug zu erheben sind, wurden bereits in der ersten Betriebserhebung generiert. Die zweite Erhebung galt als Wiederholungserhebung und benötigte entsprechend weniger Zeit. Innerhalb der Erhebung gestaltete sich eine konsequente Aufteilung bei der Aufnahme der Daten als zielführend. Soweit nicht anders beschrieben, wurden die Methoden bei allen Tiergruppen und allen Produktionsstufen angewandt. Die Grundsätze der Auswahl an Indikatoren und die angewandten Methoden werden in den folgenden Abschnitten genauer beschrieben.

3.8.2.1 Charakterisierung und Einteilung der Indikatoren in Indikatorgruppen

Das Ziel einer ganzheitlichen betrieblichen Tiergerechtheitsbewertung resultierte in der Erarbeitung von vier Indikatorgruppen. Dadurch ist es möglich bei einer Aggregation der Indikatoren innerhalb dieser Gruppen sowie weiterführend innerhalb der Indikatorgruppen, eine Gewichtung vorzunehmen.

Als erste Indikatorgruppe wurde zur Beschreibung der Grundanforderungen für ein tiergerechtes Haltungssystem und dessen Management die „**Haltungsumwelt und Ressourcen**“ gewählt. Diese Indikatoren sind mit relativ geringem Zeitaufwand und sehr valide und wiederholbar zu erheben. Die vorgeschlagenen zehn Indikatoren erfahren bei einer Aggregation eine geringe Gewichtung von insgesamt 15 %. Ressourcenbezogene und managementbezogene Indikatoren stellen die Erhebungsmethoden dar.

Als zweite Indikatorgruppe wurde „**Tierleistung und Tiergesundheit**“ gewählt. Darin sind eine Vielzahl von managementbezogenen und tierbezogenen Indikatoren enthalten. Mit der Analyse von Schlachthofbefunddaten und den Inzidenzen verschiedener Erkrankungskomplexe werden Indikatoren genutzt, die retrospektiv sehr valide Aufschluss über die Tiergesundheit und das Management geben. Dies ist besonders bei einer geringen Besuchshäufigkeit von zwei Terminen wichtig, um Aussagen über einen langen Zeitraum zu generieren. Bei anderen Indikatoren ist es wichtig, sie in unterschiedlichen Produktionsabschnitten zu erheben, da die Möglichkeit einer nur kurzen Wirkung besteht. Für die Aggregation innerhalb der Indikatorgruppe wird ein Faktor von 25 % empfohlen.

In einer dritten Gruppe wurden verschiedene Indikatoren des „**Äußeren Erscheinungsbildes**“ zusammengefasst. Diese beinhalten sowohl tierbezogene Indikatoren der Tiergesundheit als auch der Physiologie und des Managements und charakterisieren den Habitus der Tiere. Da sie alle an der Körperhülle bestimmbar sind, wurden sie hier zusammengefasst. Für eine anschließende Aggregation wird eine Gewichtung von 30 % empfohlen.

Als vierte Gruppe wurden Indikatoren des „**Tierverhaltens**“ erfasst. Diese sind in ihrer Methodik relativ aufwendig zu bestimmen, liefern jedoch wichtige Informationen über den affektiven Zustand, die Stabilität der Haltungsguppen und weitere Aspekte des Managements. Außerdem sind sie wichtige Anzeichen der Anpassung der Tiere an die Haltungsbedingungen. Ihre große Aussagekraft beruht auch auf den unterschiedlichen Merkmalen, die sie indirekt abbilden. Auch hier wird für die Aggregation innerhalb der Indikatorgruppe ein Gewichtungsfaktor von 30 % empfohlen.

3.8.2.2 Indikatoren der Haltungsumwelt und Ressourcen

Da die Annäherung und Abschätzung der „wahren betrieblichen Tiergerechtigkeit“ innerhalb zweier, durch externe Auditoren durchgeführte Erhebungen gewissen Kompromissen bedarf, ist es wichtig, die grundsätzliche Möglichkeit zur Auslebung der Verhaltensweisen abzubilden. Es ist wahrscheinlich, dass innerhalb der Analyse des Tierverhaltens einige Probleme nicht deutlich werden, die jedoch bei Betrachtung der Haltungsumwelt mit großer Sicherheit auftreten können. Somit ist es ggf. innerhalb der Erhebung nicht möglich eine ungestörte Futteraufnahme aller Tiere zu beobachten, die jedoch durch das Platzangebot und die Ausgestaltung der Buchten eine hohe Wahrscheinlichkeit erwarten lassen, dass dies insbesondere bei rangniederen Tieren nicht gezeigt werden kann.

3.8.2.2.1 Indikator Sauberkeit des Tränkwassers

Die Versorgung mit ausreichend Tränkwasser in geeigneter Qualität ist eine „Allgemeine Anforderung“ und Grundvoraussetzung der Tierhaltung, die insbesondere auch durch die Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung vorgegeben wird. Außerdem gilt die Wasserversorgung als preiswertestes und wichtigstes Lebensmittel, von dessen Verfügbarkeit fast alle Stoffwechselprozesse abhängen. Auch für die Bewertung der Tiergerechtigkeit hat der Zugang zu ausreichend den Qualitätsanforderungen entsprechendem Trinkwasser große Bedeutung. Die Erhebung der Sauberkeit des Tränkwassers erfolgte anhand des nachfolgenden Boniturschlüssels. Bei diesem und den nachfolgenden Indikatoren, bei denen keine Einheit angegeben ist, handelt es sich um Boniturnoten.

- | | |
|---|--|
| 0 | saubere Tränke, geringe Anteile von frischem Futter |
| 1 | gering verschmutzte Tränke, Futter oder geringe Anteile von Schmutz |
| 2 | stark verschmutzte Tränke, deutliche funktionale Beeinträchtigung durch älteres Futter und Schmutz |

Als Ziel-, Grenz- und Mehrwerte nach der in Kapitel 3.4.3 dargestellten Methode werden die in der folgenden Tabelle 50 dargestellten Werte angewandt. Diese richten sich nach den Angaben, wie sie die DLG für die Nachhaltigkeitsbewertung in der Rinderhaltung empfiehlt (2015b).

Tabelle 50: Bewertungsbereiche der Tränkwasserversorgung

Indikator	Einheit Unit=U	MW	ZW	GE	IW	K.o.- Kriterium
Sauberkeit Tränken	Kategorien (0,1,2)	≥80% Kat.0 & 0% Kat.2	≥70% Kat.0 & ≤5% Kat.2	≥40% Kat.0 & ≥90% <Kat.2	≥10% Kat.2 / <40% Kat.0	ja
Wasser- nachlauf	Kategorien (0,1,2)	≥80% Kat.0 & 0% Kat.2	≥70% Kat.0 & ≤5% Kat.2	≥40% Kat.0 & ≥90% <Kat.2	≥10% Kat.2 / <40% Kat.0	ja

3.8.2.2.2 Indikator Nachlauf der Tränken

Die ungehinderte Wasseraufnahme hängt neben der Verfügbarkeit von Wasser auch von der Durchflussrate der Tränken ab. Diese ist im Wesentlichen von der Einstellung der Tränken und damit dem Management abhängig. Weitere Einflussgrößen können der anliegende Wasserdruck, die Dimensionierung der Leitungen sowie die Pflege und Wartung der Anlage sein. Insbesondere für rangniedere Tiere und der Verfügbarkeit weniger Tränken ist der Nachlauf entscheidend für eine bedarfsdeckende Wasserversorgung. Die Bonitur des Tränkwassernachlaufs erfolgte durch das fünfmalige Auslitern von Tränken je Produktionsbereich und der anschließenden Schätzung der Durchflussrate. Der im nachfolgenden dargestellte Schlüssel (Tabelle 51) wurde dazu verwendet.

Tabelle 51: Boniturschlüssel des Wassernachlaufs von Tränken (nach DLG, 2008)

Tiergruppe	0	1	2
Saugferkel	0,4 – 0,5	<0,4 / >0,5	<0,2 / >0,7
Mastschweine	0,6 – 1,5	<0,6 / >1,5	<0,4 / >1,8
tragende Sau	1,5 – 1,8	<1,5 / >1,8	<1 / >2,5
säugende Sau	2,5 – 3	<2,5 / >3	<2 / >5

Die Darstellung der Bewertung des Indikators erfolgte bereits bei dem vorherigen Indikator.

3.8.2.2.3 Indikator NH₃-Konzentration

Die Konzentration an Ammoniak in den Stallanlagen ist ein wichtiger Einflussfaktor für die Tiergesundheit und ein Indikator für das Management der Stalllüftung. Andauernde hohe Konzentrationen können zu chronischen Atemwegserkrankungen und Sekundärerkrankungen führen. Auch die Höchstmenge für diesen Luftschadstoff, die nicht über einen längeren Zeitraum herrschen darf, wird in der TierSchNutzV (2001) geregelt. Die Konzentration wurde mit einem mobilen Ammoniak-Sensor in fünfmaliger Wiederholung innerhalb eines Abteils einer Produktionsstufe gemessen und danach gemittelt. So entstanden durch die wiederholte Betriebserhebung zwei Messungen. Die anschließende Bewertung erfolgte anhand der nachfolgenden Tabelle 52.

Tabelle 52: Bewertungsbereiche der Ammoniakkonzentration

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.- Kriterium
Ammoniak- konzentration	ppm	mind 1x ≤5 & ≤10	mind 1x ≤10 & 1x ≤20 / 2x ≤15	mind 1x ≤15 & 1x ≤30 / 2x ≤20	1x >20	ja

3.8.2.2.4 Indikator Temperatur

Für ein optimales Wohlbefinden spielt die Temperatur in dem jeweiligen Produktionsabschnitt eine wichtige Rolle. Bestimmte Abweichungen von einem Optimum sind durch Anpassungen der Haltungsumwelt, durch Einstreu oder stark wärmeleitende Böden tolerabel. Die Tiere können sich dann durch kompensatorische Futterraufnahme zu Deckung des Wärmebedarfs oder Verhaltensanpassungen an die Gegebenheiten adaptieren. Die Temperatur im hiesigen Ansatz wurde in fünffacher Wiederholung innerhalb eines Abteils der Produktionsabschnitte gemessen und daraus ein Mittelwert gebildet. Dies erfolgte an beiden Erhebungsterminen. Die Bewertung des Indikators Temperatur erfolgte anhand der nachfolgenden Methode (Tabelle 53).

Tabelle 53: Bewertungsbereiche des Indikators Temperatur

Produktionsabschnitt	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast	°C	2x <26 & >14	△ MW	max 1x 8-30	mind 1x >32 & <8 / 2x 8-30	nein
Aufzucht	°C	2x <26 & >15	△ MW	max 1x 8-31	mind 1x >32 & <8 / 2x 8-31	nein
Sauen Deckbereich	°C	2x <10 & >24	△ MW	max 1x 10-30	mind 1x >32 & <6 / 2x 6-32	nein
Sauen Wartebereich	°C	2x <10 & >24	△ MW	max 1x 10-30	mind 1x >32 & <6 / 2x 6-32	nein
Sauen Abferkelung	°C	2x <12>24	△ MW	max 1x 12-28	mind 1x >30 & <10 / 2x 8-30	nein

3.8.2.2.5 Indikator Temperature-Humidity-Index (THI)

Die Bewertung der Wärmebelastung als Maßstab des Wohlbefindens erfährt bereits eine lange wissenschaftliche Anwendung. Abgebildet werden kann dies durch den Temperature-Humidity-Index (THI). Er stellt den Zusammenhang der Wirkung von Temperatur und relativer Luftfeuchte dar. Sowohl hohe Temperaturen oder Luftfeuchtegehalte als auch die Kombination aus beiden Einflussgrößen kann zu Stressbelastungen der Tiere führen. Der THI wurde anhand der nachfolgenden Gleichung vom NRC (1971) aus der gemittelten Temperatur und Luftfeuchte berechnet.

$$(12) \quad THI = (1,8 \cdot T_{db} + 32) - ((0,55 - 0,0055 \cdot RH) \cdot (1,8 \cdot T_{db} - 26,8))$$

Die anschließende Bewertung erfolgte für alle Tiergruppen gleich und berücksichtigte beide Erhebungstermine. Die Bewertungsbereiche sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 54: Bewertungsbereiche des THI (für die Methode des NRC, 1971)

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
THI		2x 55-75	2x 50-80	max 1x 40-90	mind 1x <40 / >90	nein

3.8.2.2.6 Indikator Verfügbarkeit von Stallfläche

Die Verfügbarkeit von ausreichend Stallfläche ist eine Grundvoraussetzung für die artgemäße Ausübung essenzieller Verhaltensweisen, der Vermeidung von übermäßigen Rangauseinandersetzungen bis hin zu dem Anlegen unterschiedlicher Funktionsbereiche. Der Indikator entspricht hier der Möglichkeit der Tiere sich aus dem Wege gehen zu können sowie ungestörtes Ruheverhalten ausleben zu können. Außerdem wird durch die Bemessung von Mindeststallflächen diesem Indikator auch in der TierSchNutzTV eine hohe Bedeutung bemessen. Die Bewertung des Indikators Verfügbarkeit von Stallfläche ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 55: Bewertungsbereiche der Verfügbarkeit von Stallfläche

Produktionsabschnitt	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast	m ²	≥1,3	≥1,1	≥0,75	<0,75	ja
Aufzucht	m ²	≥0,7	≥0,5	≥0,35	<0,35	ja
Sauen Deckbereich	m ²	≥3,5	≥2,5	≥1,65	<1,65	nein
Sauen Wartebereich	m ²	≥3,5	≥2,5	≥2,05	<2,05	ja
Sauen Abferkelung	m ²	≥3,5	≥1,6	≥1,3	<1,3	nein
Saugferkel	m ²	≥0,5	≥0,3	≥0,25	<0,25	nein

3.8.2.2.7 Indikator Verfügbarkeit von Liegefläche

Durch planbefestigten Boden oder leicht drainierten Boden geschaffene Liegefläche, die sich von dem übrigen Boden unterscheidet, wird als weiterer Indikator für die Möglichkeit Ruheverhalten ungestört ausführen zu können erhoben. Dieser Zusatzindikator dient der besonderen Berücksichtigung der Tierwohlleistung. Die Bewertung ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Diese enthält wegen des Bonus-Charakters nur Werte für den Mehrwert und den Zielwert.

Tabelle 56: Bewertungsbereiche der Verfügbarkeit von Liegefläche

Produktionsabschnitt	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast	m ²	≥1,0	≥0,5			nein
Aufzucht	m ²	≥0,35	≥0			nein
Sauen Wartebereich	m ²	≥1,5	≥1,0			nein
Sauen Abferkelung	m ²	≥1,5	≥1,0			nein
Saugferkel	m ²	ja				nein

3.8.2.2.8 Indikator Verfügbarkeit von Auslauf

Die Auslaufhaltung von Schweinen bietet den Tieren die Möglichkeit unterschiedliche Klima- und Funktionsbereiche aufsuchen zu können. Damit ist es ihnen möglich, bestimmte Funktionsbereiche selbst anzulegen und es unterstützt die Tiere bei der Thermoregulation. Außerdem ist von einer besseren Luftqualität und geringerer Schadgaskonzentration auszugehen. Der Bereich ist zudem weniger von der Lüftungssteuerung abhängig. Bei der hier dargestellten Methode der Tiergerechtigkeitsbewertung soll es jedoch nicht zur Benachteiligung von Systemen ohne Auslauf kommen. Es ist den Autoren bewusst, dass insbesondere emissionsschutzrechtliche Rahmenbedingungen und schwer zu realisierende Umbauten in vielen Fällen das Angebot eines Auslaufs erschweren. Aus diesem Grund stellt der Indikator nur einen Bonus in der Bewertung der Haltungsumwelt dar. Das bedeutet, dass beim Vorhandensein eines Auslaufs der Mehrwert von 10 in die Mittelwertbildung der Indikatorgruppe einfließt und sich die Anzahl im Nenner durch die geteilt wird erhöht. Weitere Bewertungen erfolgen nicht.

3.8.2.2.9 Indikator Verfügbarkeit unterschiedlicher Funktionsbereiche

Breiter wissenschaftlicher Konsens besteht darüber, Schweinen eine Strukturierung der Bucht zur Ausübung unterschiedlicher Verhaltensweisen zu gewähren. Auch der WBA (2015) empfiehlt dies in seinem Gutachten. Zur Bewertung wird beim Vorhandensein von Funktionsbereichen bei allen Tiergruppen der Mehrwert (10 Punkte) und der Grenzwert beim Fehlen berücksichtigt.

3.8.2.2.10 Indikator Verfügbarkeit unterschiedlicher Klimabereiche

Auch die Möglichkeit des Aufsuchens unterschiedlicher Klimabereiche für eine gesteigerte Robustheit und eine angepasste Thermoregulation wird vom WBA (2015) empfohlen. Dabei sollen sowohl

der direkte Einfluss des Außenklimas als auch bestimmte Kleinklimabereiche innerhalb des Stallabteils Berücksichtigung finden. Die Bewertung erfolgt nach der gleichen Methode für die Verfügbarkeit unterschiedlicher Funktionsbereiche für alle Tiergruppen.

3.8.2.3 Indikatoren der Tiergesundheit und Tierleistung

Ein breiter Konsens besteht zwischen Wissenschaft, Praxis und Gesellschaft, dass Tiere, bei denen Schäden, Leiden und Schmerzen festzustellen sind, keine optimalen Leistungen erbringen können. Der Rückschluss, dass das Wohlergehen eines Tiers mit guter Leistung folgerichtig gesichert ist, ist damit nicht zulässig. Auch wenn dies gelegentlich als Argument zu Rate gezogen wird. Ein Expertenteam, welches sich in einem Fachausschuss der DLG mit der Tiergerechtheitsbewertung auseinandersetzt, fasst dies in dem Merkblatt 383 (DLG, 2015a) wie folgt zusammen: „Unbeeinträchtigte Leistung allein darf nicht als Beweis für Tiergerechtigkeit gewertet werden“. Aus diesem Grund orientieren sich die hier aufgezeigten Methoden weniger an der erzielten Wachstumsleistung, sondern bewerten, ob bei der erreichten Leistung wichtige Aspekte der Tiergerechtigkeit eingehalten werden. Dies sind in erster Linie Empfehlungen zur Nährstoffausstattung der Rationen und zum Bedarf an Rohfaser. Ein wichtiger Aspekt bei der Analyse ist die Gesundheit als Maß einer durch das Tier erbrachten Leistung. Außerdem steht die Aufzuchtleistung der Sau als indirekter Indikator und die erreichte mittlere Wurfnummer abgehender Sauen im Sinne der Lebensleistung im Fokus. Die Tiergesundheit wird durch direkte Krankheitsinzidenzen über Managementsysteme oder Dokumentationen auf dem Betrieb als kurz- und mittelfristige Effekte des Haltungssystems und über Schlachthofbefunddaten als langfristige und retrospektive Bewertung erhoben. Außerdem sollen Verlustraten und Antibiotika-Behandlung-Indizes Aufschluss über die Gesundheitsleistung der Tiere geben.

3.8.2.3.1 Indikator Bedarfsdeckung mit Umsetzbarer Energie (ME)

Als wichtiger Indikator des Fütterungs- und Betriebsmanagements wird die Bedarfsdeckung mit Umsetzbarer Energie (ME) bewertet. Es soll damit geprüft werden, ob das Tier in eine Stresssituation gerät, da es kompensatorisch Futter aufnehmen muss oder eine Überversorgung mit weiteren negativen gesundheitlichen Auswirkungen zu erwarten ist. Ein Nebenaspekt ist sicher die dadurch provozierte Ausscheidung an überschüssigen Nährstoffen und der damit einhergehenden Belastung für den Stoffwechsel des Tieres sowie der Umwelt.

Die Berechnung erfolgt auf Basis der Empfehlungen der GfE (2006) als Prozentsatz zur empfohlenen Menge. Die anschließende Bewertung erfolgt für alle Tiergruppen außer laktierende Sauen nach der in Tabelle 57 dargestellten Methode. Bei laktierenden Sauen wird davon ausgegangen, dass die Versorgung mit umsetzbarer Energie die Limitierung darstellt und dies zur Mobilisierung von Körpersubstanz führt. Demzufolge ist es unwahrscheinlich, dass eine Überversorgung in dieser Produktionsstufe stattfindet.

Tabelle 57: Bewertungsbereiche der Bedarfsdeckung mit umsetzbarer Energie (ME)

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Bedarfsdeckung ME	%	≤15	≤30	≤50	>50	nein

3.8.2.3.2 Indikator Bedarfsdeckung mit praececal verdaulichem Lysin (pcvLys)

Auch die Bedarfsdeckung mit der erstlimitierenden Aminosäure Lysin stellt einen Indikator der Leistung dar. Diese gilt damit als Referenzwert, auch für die Ausgeglichenheit der Ration mit essenziellen Aminosäuren und hat somit erheblichen Einfluss auf die Leistung der renalen Ausscheidung und damit auch auf die Umweltwirkung. Zur Anwendung kommt die Menge an praececal verdaulichem Lysin (pcvLys). Die Berechnung erfolgt für die Tiergruppen nach den Empfehlungen der GfE (2006) als Prozentsatz zur empfohlenen Menge pcvLys. Für die anschließende Bewertung kommen die in Tabelle 58 dargestellten Werte zur Anwendung. Dabei wird zwischen laktierenden Sauen und allen anderen Produktionsrichtungen unterschieden.

Tabelle 58: Bewertungsbereiche der Bedarfsdeckung mit preceacal verdaulichem Lysin (pcvLys)

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
laktierende Sauen	%	≤15	≤30	≤50	>50	nein
alle Schweine	%	≤10	≤20	≤50	>50	nein

3.8.2.3.3 Indikator Bedarfsdeckung mit Rohfaser

Die Rohfaserversorgung von Schweinen erfüllt verschiedene essenzielle Anforderungen. So befriedigt sie den Bedarf an Sättigung im Magen-Darm-Trakt und eine gewisse Beschäftigung mit der Futteraufnahme. Besonders die physikalische und chemische Wirkung beim Abbau als auch die Beständigkeit der Faser für die biomechanischen Einflüsse an der Darmwand haben positive Wirkungen auf die Tiergesundheit und das Tierwohl. Weitere Sekundäreigenschaften gehen mit höheren Mengen an Rohfaser einher. Zur Beurteilung der Faserqualität und der Wirkung der Rohfaser auf das Tier ist die bakteriell fermentierbare Substanz zu bevorzugen. Diese ist jedoch nur laboranalytisch zu bestimmen und liegt nicht durch Berechnung vor. Aus diesem Grund wird im hier dargestellten Ansatz die Rohfaser berücksichtigt. Dies wird dahingehend gestützt, dass auch in der TierSchNutzV (2001) die Bezugsebene der Rohfaser berücksichtigt wird. Während bei tragenden Sauen die Rechtskonformität im Fokus steht, sind es bei anderen Produktionsbereichen Empfehlungen, wie sie in einschlägiger Literatur zu finden ist (LfL, 2015; Stalljohann, 2015). Je nach Tiergruppe und Produktionsrichtung wird die Bewertung anhand des Gehaltes an Rohfaser in g kg⁻¹ der Ration, in % der Trockensubstanz oder in täglicher Rohfasermenge in g vorgenommen. Die Bewertung erfolgt anhand der in Tabelle 59 dargestellten Bereiche.

Tabelle 59: Bewertungsbereiche der Bedarfsdeckung mit Rohfaser

Produktionsabschnitt	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast	g kg ⁻¹	≥40	≥30	≥28	<28	nein
Ferkel Aufzucht	g kg ⁻¹	≥40	≥35	≥30	<30	nein
Zuchtläufer Aufzucht	g kg ⁻¹	≥40	≥30	≥28	<28	nein
Sauen tragend	g kg ⁻¹	≥75	≥70	≥60	<60	nein
Sauen tragend	g d ⁻¹	≥237,5	≥209	≥190	<190	ja
Sauen tragend	% TS	≥8,55	≥8,075	≥7,6	<7,6	ja
Sauen laktierend	g kg ⁻¹	<35	≥40	≥35	≥50	nein

3.8.2.3.4 Indikator Mittlere Wurfnummer bei Abgang

Als Indikator der Lebensleistung und der Tiereffektivität wird die Mittlere Wurfnummer beim Abgang der Sauen erhoben. Dies ist auch aus gesellschaftlicher und ökonomischer Sicht ein wichtiger Aspekt der Nachhaltigkeitsbewertung. Die ineffektivere Zeit der Aufzucht weiblicher Zuchtläufer sollte im hohen Verhältnis zur anschließenden produktiven Zeit stehen. Kam es aus betrieblichen Gründen zu ungewöhnlich hohen Bestandsveränderungen oder waren Sanierungsmaßnahmen durchzuführen, wurde der Bemessenszeitraum von einem Jahr auf bis zu drei Jahre erweitert. Die Bewertungsmethode ist der nachfolgenden Tabelle 60 zu entnehmen.

Tabelle 60: Bewertungsbereiche der Mittleren Wurfnummer bei Abgang

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mittlere Wurfnummer bei Abgang	Anzahl	≥5	≥4	≥3,5	<3,5	nein

3.8.2.3.5 Indikator Saugferkelverluste

Bei der Aufzucht während der Säugephase der Ferkel kommt es zu unvermeidbaren Ferkelverlusten. Hier sollen die Saugferkelverluste als Indikator der Aufzuchtleistung der Sau Verwendung finden. Die Höhe der Verluste hängt jedoch stark von der Mütterlichkeit der Sau, der Anzahl lebend geborener Ferkel und der Möglichkeit eines Wurfausgleichs, der Anzahl verfügbarer funktionsfähiger Zitzen und der

Milchleistung der Sau, den baulichen Gegebenheiten und weiterer Managementmaßnahmen ab. Ein gewisser Anteil an Erdrückungsverlusten und lebensschwachen Ferkeln scheint dabei unvermeidbar zu sein. Ein hoher Anteil führt insbesondere beim Verbraucher zu großer Kritik. Nicht zuletzt gehen hohe Ferkelverluste immer mit einem hohen entgangenen Nutzen für den Betrieb einher, weshalb ein besonderes Eigeninteresse zur Minimierung bestehen sollte. Die Bewertung der Saugferkelverluste wird anhand der Werte in der nachfolgenden Tabelle 61 vorgenommen. In den meisten Betriebsauswertungen der Verbände und Länder werden mittlere Saugferkelverluste von etwa 15 % ausgewiesen. Da dieser Wert aus Sicht der Autoren nicht als Richtwert für einen Zielwert herangezogen werden kann, wird er hier für den gerade noch zu akzeptierenden Grenzwert verwendet.

Tabelle 61: Bewertungsbereiche der Saugferkelverluste

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Saugferkelverluste	%	≤10	≤12,5	≤15	>15	nein

3.8.2.3.6 Indikator Therapieindex Antibiotika

Seit der 16. Novelle des Arzneimittelgesetzes im Jahr 2014 sind auch Tierhalter zu einer halbjährlichen Information über den Antibiotikaeinsatz verpflichtet. Dieser Indikator stellt eine wichtige indirekte Informationsquelle für das Erkrankungsgeschehen und das Betriebsmanagement dar. Da es aus mittelfristiger ökonomischer Sicht nicht sinnvoll für den Betrieb ist notwendige Therapien zu unterlassen, stellt der Therapieindex einen wichtigen Indikator dar. Kann der Betrieb auf ein akutes endemisches Krankheitsgeschehen verweisen, wird der Zeitrahmen für die Bewertung auf mehrere Jahre ausgeweitet um ein realistisches Bild zu zeichnen. Der Therapieindex berechnet sich nach der durch die KTBL-Fachgruppe vorgeschlagenen Methode für die betriebliche Eigenkontrolle in Gleichung (13) (KTBL, 2016) oder alternativ dem im QS-Programm ausgewerteten Index.

$$(13) \quad \text{Therapieindex} = \frac{(\text{Antibiotikaanwendung (Wirkdauer)}) \cdot \text{Anz. Wirkstoffe} \cdot \text{Anz. behandelter Tiere}}{(\text{durchschnittliche Anzahl belegter Tierplätze je Tiergruppe})}$$

Die anschließende Bewertung erfolgt anhand der für die unterschiedlichen Tiergruppen dargestellten Bereiche.

Tabelle 62: Bewertungsbereiche des Antibiotikaindex

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast		≤3	≤4,8	≤26,2	>26,2	nein
Ferkelaufzucht		≤3	≤4,8	≤26,2	>26,2	nein
Sauen		≤0,5	≤1	≤3	>3	nein

3.8.2.3.7 Indikator Tierverluste

Die Tierverlustrate der verschiedenen Tiergruppen gibt Aufschluss über den Umgang mit der Tiergesundheit, der Therapie von Erkrankungen und dem Herdenmanagement. Ein gewisser Prozentsatz geht unvermeidbar mit der Tierhaltung einher und hat einen geringen Einfluss des Betriebsmanagements. Jedoch ist ein hoher Wert an Verlusten ein Sammelindikator für verschiedene Tiergerechtigkeitsprobleme. Die Bewertung der Tierverluste erfolgt nach der in Tabelle 63: Bewertungsbereiche der Tierverluste dargestellten Methode.

Tabelle 63: Bewertungsbereiche der Tierverluste

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast		≤2	≤2,5	≤3	>3	nein
Ferkelaufzucht		≤2,2	≤3	≤3,2	>3,2	nein
Sauen		≤5	≤6,5	≤7,5	>7,5	nein

3.8.2.3.8 Indikatoren Mastitis-, Metritis- und Uterusprolapsinzidenz

Ein wichtiger Aspekt der Bestandsführung stellt die Herdenüberwachung dar. Zur Tiergesundheitsüberwachung nutzen die Betriebe zunehmend die zur Verfügung stehende Herdenmanagementsoftware. Es wird von den Autoren als wichtig erachtet, diese Informationsquellen für die Managemententscheidungen zu nutzen. Fehlende Kenntnis über die Erkrankungshäufigkeiten bei den tierschutzrelevanten und auch wirtschaftlich bedeutsamen Erkrankungen ist dabei nicht akzeptabel. Dazu gehören insbesondere die Gesäuge – und Gebärmutterentzündung und der Gebärmuttervorfall. Die Bewertung der Inzidenzen erfolgte anhand der Methode in Tabelle 64.

Tabelle 64: Bewertungsbereiche der Inzidenzen an Mastitis, Metritis und Uterusprolaps

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mastitisinzidenz	%	≤5	≤10	≤15	>15	nein
Metritisinzidenz	%	≤2,5	≤5	≤10	>10	nein
Uterusprolapsinz.	%	≤2	≤2,5	≤5	>5	nein

3.8.2.3.9 Indikatoren Schlachthofbefunde (Pleuritis, Pneumonie, Perikarditis, Veränderungen Leber, Abszesse, Arthritis)

Eine wichtige Informationsquelle zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit stellt die Auswertung von Schlachthofbefunddaten dar. So lassen sich daraus retrospektiv Schlüsse über die Haltungsumwelt, die Tiergesundheit und das Management ziehen. Diese Indikatoren können dabei eine Zusatzinformation zu dem Krankheitsgeschehen und zu Boniturmerkmalen liefern. Aus wissenschaftlichen Studien und eigenen Arbeiten zur Thematik ist bekannt, dass die Befundung auf dem Schlachthof nicht genau einer Befundung durch Betriebsbonituren entspricht. Durch die effektive Auswertung einer großen Menge an Tieren und einer für alle Betriebe konsistenten Unterschätzung in ausgewählten Merkmalen, kann aber trotzdem von einer hohen Zuverlässigkeit ausgegangen werden. Besonders bei für die Weiterverarbeitung wichtigen Partien und Organen, welche von hohem ökonomischen Interesse sind, stellt sich eine weitaus validere Befundung dar. Als bedeutende Schlachthofbefundungen, welche auch im Ansatz des WQ-Protokolls genutzt werden, sind Brustfell-, Lungen- und Herzbeutelentzündungen, Veränderungen der Leber, Abszesse an allen Partien und Arthritiden zu sehen (Welfare Quality®, 2009). Da ein wissenschaftlich basiertes Benchmarking bislang nicht hinreichend erfolgte, werden die Empfehlungen aus dem WQ-Protokoll entnommen. Die sehr stark variierenden Grenz- und Zielwerte sollten zukünftig anhand von Expertenmeinungen und wissenschaftliche Studien angepasst werden. Die angewandte Bewertungsmethode ist der Tabelle 65 zu entnehmen.

Tabelle 65: Bewertungsbereiche der Schlachthofbefunde (Pleuritis, Pneumonie, Perikarditis, Veränderungen Leber, Abszesse, Arthritis)

Schlachtbefund	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Pleuritis	%	≤5	≤28	≤55	>55	nein
Pneumonie	%	≤2	≤2,7	≤6	>6	nein
Perikarditis	%	≤2,5	≤5	≤20	>20	nein
Leberveränderung	%	≤5	≤10	≤23	>23	nein
Abszesse	%	≤2	≤5	≤10	>10	nein
Arthritis	%	≤1	≤2,5	≤5	>5	nein

3.8.2.4 Tierbezogene Indikatoren des äußeren Erscheinungsbildes

Neben Indikatoren, die der Herdenmanagementsoftware sowie Auswertungen zu entnehmen sind, liefern besonders durch direkte Inaugenscheinnahme der Tiere erhobene Indikatoren eine wichtige Information. Das äußere Erscheinungsbild, als Kontaktfläche des Tieres mit der Haltungsumgebung gibt Auskunft über Pflegezustand, Versorgung der Tiere und das Betriebsmanagement.

3.8.2.4.1 Indikator Körperkonditionszustand (BCS)

Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten sind zur Thematik der Körperkonditionsbeurteilung beim Schwein veröffentlicht. Aus der Kondition der Tiere lassen sich Rückschlüsse auf die bedarfsgerechte Versorgung der Tiere, die Futterqualität und -darbietung und das Management der Fütterungstechnik sowie den Gesundheitszustand der Tiere ziehen. Die Gefahren von Unter- und auch Überkonditionierung für die Ausprägung von Sekundärerkrankungen oder Belastungen des Stoffwechsels stehen besonders im Fokus. Bei der Datengenerierung wurde sich der Methode des KTBL (2016) bedient. Darin wird ein 5 stufiger Schlüssel beschrieben. In unserem Ansatz sind bei der Erhebung, vergleichbar zahlreicher fünfstufiger Boniturschlüssel, Zwischennoten im 0,5er Abstand zulässig. Es wurden dann für alle Produktionsabschnitte empfohlene Zielbereiche recherchiert. Für Mastschweine, Aufzuchtferkel und ferkelführende Sauen wird nur die Unterkonditionierung betrachtet. Die anschließende Bewertung erfolgte anhand der in Tabelle 66 dargestellten Methode.

Tabelle 66: Bewertungsbereiche der Körperkonditionsbeurteilung (BCS)

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast	%	≥95 normal	≥90 normal	≥85 normal	<85 normal	nein
Ferkelaufzucht	%	≥95 normal	≥90 normal	≥85 normal	<85 normal	nein
Sauen Deckbereich	%	≥95 normal & ≤5 unterk.	≥80 normal & je ≤15 unterk. & überk.	≥65 normal & je ≤25 unterk. & überk.	je >25 unterk. & überk.	nein
Sauen Wartebereich	%	≥95 normal & ≤5 unterk.	≥80 normal & je ≤15 unterk. & überk.	≥65 normal & je ≤25 unterk. & überk.	je >25 unterk. & überk.	nein
Sauen Abferkelung	%	≥95 normal	≥85 normal	≥70 normal	>30 unterk.	nein

3.8.2.4.2 Indikator Verschmutzung des Körpers

Ein wichtiger Indikator mit Aussagekraft über das Entmistungsmanagement, die Möglichkeit Funktionsbereiche nutzen zu können und die Temperaturbedingungen stellt die Verschmutzung des Körpers dar. Es soll dabei weniger um die Bewertung frischer Verschmutzungen als um die mittelfristige Einwirkung gehen. Die Verschmutzungsbonitur gibt auch Aufschluss über mögliche hygienische Probleme und Erkrankungen, die durch hohen Keimdruck entstehen. Kontinuierliche Kot- und Harnverschmutzungen führen zu Veränderungen und Entzündungen der Haut. Die angewandten Methoden entstammen den Empfehlungen zur betrieblichen Eigenkontrolle für Mastschweine und Sauen (KTBL, 2016). Dabei kommt ein dreigliedriger Boniturschlüssel zur Anwendung (0, 1, 2). Die anschließende Bewertung erfolgt anhand der in Tabelle 67 dargestellten Werte.

Tabelle 67: Bewertungsbereiche der Verschmutzung

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mast	%	≥85 Note 0 & 0 Note 2	≥75 Note 0 & ≤10 Note 2 / ≥60 Note 0 & ≤5 Note 2	≥35 Note 0 & ≤50 Note 1 & ≤10 Note 2 / ≥50 Note 0 & ≤15 Note 2	<35 Note 0 & >50 Note 1 & >10 Note 2 / <50 Note 0 & >15 Note 2	nein
Ferkelaufzucht	%	≥85 Note 0 & 0 Note 2	≥80 Note 0 & ≤5 Note 2 / ≥60 Note 0 & 0 Note 2	≥35 Note 0 & ≤50 Note 1 & ≤10 Note 2 / ≥50 Note 0 & ≤15 Note 2	<35 Note 0 & >50 Note 1 & >10 Note 2 / <50 Note 0 & >15 Note 2	nein
Sauen	%	≥85 Note 0 & 0 Note 2	≥75 Note 0 & ≤10 Note 2 / ≥60 Note 0 & ≤5 Note 2	≥35 Note 0 & ≤50 Note 1 & ≤10 Note 2 / ≥50 Note 0 & ≤15 Note 2	<35 Note 0 & >50 Note 1 & >10 Note 2 / <50 Note 0 & >15 Note 2	nein

3.8.2.4.3 Indikatoren Verletzung der Vorderhand, des Rumpfes und der Hinterhand

Verletzungen geben Aufschluss über die Haltungsumwelt, die Stabilität der Gruppen und der antagonistischen Auseinandersetzungen. Verschiedene Körperregionen sind unterschiedlich stark von diesen Ursachen betroffen. Für die Tierbonitur wurden im vorliegenden Ansatz die Vorderhand, der Rumpf und die Hinterhand bonitiert. Dafür wurde die Methode des KTBL (2016) verwendet. Ein dreigliedriger Schlüssel liegt der Erhebung für alle Tiergruppen und alle Körperregionen zugrunde (0, 1, 2). Der Indikator kam bei allen Tiergruppen und Produktionsstufen zum Einsatz. Zur anschließenden Bewertung kamen die in Tabelle 68 dargestellten Bereiche zur Anwendung.

Tabelle 68: Bewertungsbereiche der Verletzung

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Verletzung	%	≥85 Note 0 & 0 Note 2 / ≥95 Note 0 & ≤5 Note 2	≥75 Note 0 & ≤5 Note 2 / ≥65 Note 0 & 0 Note 2	≥50 Note 0 & ≤50 Note 1 & ≤10 Note 2 / ≥50 Note 0 & ≤15 Note 2	<50 Note 0 & >50 Note 1 & >10 Note 2 / <50 Note 0 & >15 Note 2	nein

3.8.2.4.4 Indikator Schulterläsion

Eine neuralgische Körperregion, die für schmerzhafte Veränderungen exponiert ist, stellt die Schulterregion dar. Das Schulterblatt ist durch überlagerte Gewebsschichten von äußeren Einflüssen geschützt. Schulterläsionen entstehen meist im Abferkelbereich bei starker Abmagerung der Sauen oder generell bei zu harten Böden oder bei einer durch die Haltungsumwelt bedingten Veränderung des Liegens und Abliegens, die zu höherer Druckbelastung führt. Veränderungen äußern sich zuerst als Rötungen und Druckstellen infolge von Gewebsveränderungen und brechen dann auf. Neben den Schmerzen und Leiden, die direkt mit der Läsion einhergehen, bieten diese Stellen auch eine Eintrittspforte für Erreger und führen dadurch zu Sekundärerkrankungen. Die Bonitur erfolgte anhand des für die betriebliche Eigenkontrolle empfohlenen dreistufigen Boniturschlüssels (KTBL, 2016). Es wurde eine Stichprobe an Sauen aus allen Produktionsstufen, wie in Kapitel 1.2.3.3 beschrieben, erhoben. Die Beurteilung im Sinne der Tiergerechtigkeitsbewertung erfolgte anhand der in Tabelle 69 dargestellten Methode. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind darin alle Indikatoren zusammengefasst, die neben Verletzungen weitere Schäden oder Veränderungen an der Körperhülle beurteilen.

Tabelle 69: Bewertungsbereiche der Schulterläsion, Gelenk- & Klauenveränderungen. Ektoparasiten, des Hautzustandes, Gesäuges, der Lahmheit

Indikator (Tiergruppe)	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Schulterläsion (Sauen)	%	≥85 Note 0 & 0 0 Note 2	≥80 Note 0 & ≤ 5 ≥75 Note 0 & 0 Note 2	≥70 Note 0 ≤10 Note 2		nein
Gelenkveränderungen	%	≥85 Note 0 & 0 0 Note 2	≥80 Note 0 & ≤ 5 ≥75 Note 0 & 0 Note 2	≥70 Note 0 ≤10 Note 2		nein
Klauenveränderungen (Mast & Aufzucht)	%	≥95 Note 0	≥90 Note 0	≥80 Note 0	<80 Note 0	nein
Klauenveränderungen (Sauen)	%	≥90 Note 0	≥80 Note 0	≥65 Note 0	<65 Note 0	nein
Ektoparasiten (Sauen)	%	≥95 Note 0	≥90 Note 0	≥80 Note 0	<80 Note 0	nein
Hautzustand	%	≥85 Note 0 & 0 0 Note 2	≥80 Note 0 & ≤5 ≥75 Note 0 & 0 Note 2	≥70 Note 0 & ≤10 Note 2		nein
Gesäuge (Sauen)	%	≥90 Note 0	≥80 Note 0	≥65 Note 0	<65 Note 0	nein
Lahmheit (Mast & Aufzucht)	%	≥95 Note 0 & 0 0 Note 2	≥90 Note 0 & ≤2 Note 2	≥80 Note 0 & ≤5 Note 2		nein
Lahmheit (Sauen)	%	≥90 Note 0 & 0 0 Note 2	≥80 Note 0 & ≤5 Note 2	≥65 Note 0 & ≤10 Note 2		nein

3.8.2.4.5 Indikator Gelenkveränderungen

Veränderungen an den Gelenken, insbesondere im Mittelfußbereich, entstehen häufig durch Liegen und Abliegevorgänge auf zu hartem Boden. Die hohen Liegedauern der Schweine machen diese Körperregion besonders anfällig. Sie können sich als Verdickungen der Haut (Hyperkeratosen), der Ausbildung von Hilfsschleimbeuteln bis hin zu Schleimbeutelentzündungen (Bursitiden) ausbilden. Meist sind diese Veränderungen schmerzhaft, behindern das Tier und sie können entzündlich werden, aufbrechen und zu Sekundärerkrankungen führen. Die angewandte Methode entspricht den Darstellungen des dreistufigen Boniturschlüssels des KTBL (2016) und wurde anschließend mit der in Tabelle 69 dargestellten Bewertungsmethode beurteilt.

3.8.2.4.6 Indikator Klauenveränderungen

Veränderungen der Klauen können vielfältige Aussagen zur Haltung und dem Management der Tiere zulassen. Sie können Aufschluss über Bodentyp und -gestaltung, das Bewegungsverhalten der Tiere, eine physiologische Stoffwechsellage, die Qualität und den Pflegezustand der Haltungsumwelt und Nutzung der Genetik bzw. die Zucht auf eine geeignete funktionelle Anatomie geben. Außerdem sind sie Ausdruck des Pflegezustandes der Tiere. Veränderungen der Klauen können sehr unterschiedlich sein. Sie führen jedoch fast immer zu sehr schmerzhaften Schäden am Tier. Außerdem gehen durch die unphysiologische Gewichtsverlagerung und Verhaltensänderungen oft Sekundärerkrankungen einher. Meist sind entzündliche, hochgradig schmerzhaft Erkrankungen die Folge. Zur Bonitur wurde ein zweistufiger Schlüssel des KTBL (2016) bei Sauen im Abferkelbereich angewandt, in welchem die folgenden Veränderungen abgebildet wurden: Klaue (auch Afterklaue) zu lang, Verletzung der Klaue, blutige Abschürfung des Wandhorns, deutlich sichtbare Hornspalten, Klauenentzündung mit Eiterung am Kronsaum (Panaritium). Die anschließende Bewertung erfolgte mit Hilfe der in Tabelle 69 dargestellten Methode.

3.8.2.4.7 Indikator Ektoparasiten

Der Pflege- und Hygieniezustand der Tiere und das Management des Stalls und des Wirtschaftsdüngers hat einen Einfluss auf das Auftreten von Parasiten, die sich in oder an der Haut befinden. Die Auswirkungen sind im Herabsetzen des Wohlbefindens und in Verhaltensänderungen infolge von Juckreiz zu beobachten. Die Anzeichen für den Besatz mit Ektoparasiten, welche mit bloßem Auge sichtbar sind, wurden in einem zweistufigen Schlüssel bonitiert (KTBL, 2016). Die anschließende Bewertungsmethode ist in Tabelle 69 dargestellt.

3.8.2.4.8 Indikator Hautzustand

Der Hautzustand der Tiere lässt Rückschlüsse über einen länger andauernden negativen Einfluss auf die Haut zu. Zum Beispiel führt ein andauernder Kontakt von Körperpartien mit Kot und Harn zu entzündlichen und dadurch geröteten Veränderungen. Zur Bonitur wurde ein dreistufiger Schlüssel angewandt. Dabei bildete eine entzündete, verfärbte oder gefleckte Veränderung von weniger als 10 % der Hautfläche die Note 1 und mehr als 10 % die Note 2 im Vergleich zu unveränderter oder minimal veränderter Haut. Auch für diesen Indikator ist die Bewertungsmethode der Tabelle 69 zu entnehmen.

3.8.2.4.9 Indikator Gesäugeschäden

Das Gesäuge und die damit verbundene Milchleistung der Sauen stellen eine wichtige Körperregion für die Nutzung dar. Veränderungen und Verletzungen sind meist sehr schmerzhaft, führen zu einer Herabsetzung der Milchleistung oder der Anzahl funktionsfähiger Zitzen und können auch langfristig die vollständige Nutzung durch die Ferkel einschränken. Häufig sind Schäden am Gesäuge Hinweis auf Mängel in der Haltungsumwelt bzw. im Management. Böden können mangelhaft positioniert, scharfkantig oder rutschig sein und somit Verletzungen verursachen. Aber auch der Einfluss der Ferkel beim Säugen ist wesentlich. Das Tierverhalten und Abweichungen von einem Normalzustand sind weitere Ursachen, die durch Manipulationen (z.B. „belly nosing“ in der Wartehaltung) oder Aggression Veränderungen hervorrufen können. Dadurch, dass das Gesäuge intensiv von den Ferkeln genutzt wird, sind schmerzhaft Veränderungen immer mit erheblichen Leiden verbunden. Durch ein Meideverhalten der

Sau gegenüber Saugakten kann dadurch die Aufzuchtleistung erheblich herabgesetzt werden. Die Bonitur erfolgt mithilfe des auch für die betriebliche Eigenkontrolle empfohlenen Schlüssels (KTBL, 2016). Der Indikator wird mit der in Tabelle 69 dargestellten Methode bewertet.

3.8.2.4.10 Indikator Lahmheit

Lahmheiten beschreiben meist die Folge von entzündlichen Veränderungen von Klauen und Gelenken und stellen sich als Veränderungen des Gangbildes aufgrund von Schmerzen dar. Weiterhin können sie Aufschluss über die Hygiene und den Pflegezustand der Haltungsumwelt sowie die Konstitution des Tieres geben. Verschmutzungen von Böden, ein rutschiger Untergrund oder ein mangelhafter Bodentyp können ursächlich sein. Meist gehen damit erhebliche Veränderungen des Tierverhaltens einher. So steigt die Aggressivität bei gleichzeitig fehlendem Vollbesitz an Kräften, das Abliegeverhalten verändert sich zum Nachteil des Tiers und ggf. der Ferkel (Erdrückungsverluste) und der Zugang zu Futter, Wasser und weiteren Ressourcen wird erschwert. Die Methode des KTBL (2016) für die betriebliche Eigenkontrolle findet hier Anwendung. Den Auditoren standen ebenso die Videos des KTBL durch Verlinkung über den digitalen Erhebungsbogen zur Verfügung. Die anschließende Bewertung erfolgte anhand der in Tabelle 69 dargestellten Methode.

3.8.2.4.11 Indikator Schwanzintegrität

Die Auswirkungen von Mängeln der Haltungsumwelt, der Fütterung, der sozialen Struktur von Tiergruppen, anderweitigem Stress sowie von Beschäftigungsmöglichkeiten und vielen weiteren Einflussgrößen äußert sich meist an Verhaltensanomalien. Diese wiederum können zu Manipulationen an Artgenossen führen. Eine der – auch wirtschaftlich – bedeutendsten Folgen sind Verletzungen am Schwanz. Die exponierte Lage von Schwanz und Ohren birgt das größte Risiko von Schäden. Diese können sich als blutende oder nekrotische Wunden, aber auch anhand deutlicher Schwellungen infolge von Entzündungen äußern. Es können Einzeltiere oder Probleme der ganzen Gruppe Auslöser sein. Die in Anlehnung an die Empfehlung zur betrieblichen Eigenkontrolle zur Anwendung kommende Methode umfasst einen dreistufigen Boniturschlüssel, welcher nachfolgend näher beschrieben wird. Den Auditoren stand zudem ein visualisierter Boniturschlüssel über die Erhebungsdatei zur Verfügung. Der Indikator wird unabhängig vom Kupieren der Schwänze erhoben. Für die Bewertung nichtkurativer Eingriffe steht bei den Saugferkeln der Indikator „Schwanzlänge“ zur Verfügung.

- | | |
|---|--|
| 0 | unversehrte Schwänze |
| 1 | oberflächliches Schwanzbeißen ohne Schwellungen oder frisches Blut |
| 2 | frisches Blut am Schwanz, einige Schwellungen oder Infektionen vorhanden, Verlust von Schwanzteilen, Entstehung von Nekrosen |

Die anschließende Bewertung des Indikators erfolgt mit der ebenfalls in Tabelle 69 dargestellten Methode.

3.8.2.5 Indikatoren des Tierverhaltens

Nach der Expertengruppe des DLG-Fachausschusses Tiergerechtigkeit kann „aus dem Tierverhalten auf die Befindlichkeit des Tieres geschlossen werden“ (DLG, 2015a). Insbesondere das Spontanverhalten in Bezug auf ein für Art, Rasse und Produktionsabschnitt typischen Normalverhaltens gibt Aufschluss über Probleme. Außerdem ist es Ausdruck des sozialen Gefüges der Tiergruppe und des Managements. Sie können bis hin zur Abbildung soziopositiver Interaktionen zwischen Tieren führen. Das Spektrum an Verhaltensindikatoren reicht von der Qualitätsbeurteilung von Ressourcen (z.B. Untersuchung und Manipulation von Beschäftigungsmaterial wie Stroh) über die Anpassung an das Klimamanagement (z.B. Zittern) bis hin zum sozialen Gefüge und stabiler Rangordnungen (z.B. soziales Liegen mit Körperkontakt).

3.8.2.5.1 Indikator Sozialverhalten

Ein wesentlicher Indikator für die soziale Stabilität einer Tiergruppe und die Abwesenheit erheblicher Probleme ist ein ausgeprägtes Sozialverhalten. Bei der sehr sozial geprägten Tierart Schwein spielen

zahlreiche Interaktionen der Tiere eine Rolle. Sowohl passive als auch aktive Kontakte sind dazu zu zählen. Bei diesem Indikator soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die Auditoren vertraut mit den Methoden ethologischer Untersuchungen sind und Fähigkeiten und Fertigkeiten für eine systematische Analyse besitzen. Der hier dargestellte Indikator „Sozialverhalten“ stellt das Verhältnis von positiven und negativen Interaktionen zum gesamten aktiven Verhalten dar (Gleichung (14)). Dabei werden die Verhaltensdefinitionen der Methode von Welfare Quality® (2009) für positives und negatives Sozialverhalten (SV) verwendet. Der Indikator wird in der Ferkelaufzucht, der Schweinemast und der Wartesaunenhaltung erhoben. Als Datengrundlage dienen mindestens fünf Scan Samples je zu erhebender Tiergruppe (je nach Gruppengröße auch mehrere Gruppen je Produktionsbereich), die danach gemittelt werden. Für die Auditoren wird die Methode wie folgt im Erhebungsbogen beschrieben: „Ziel sind 5 Scan Samples; alle Tiere sind vorsichtig aufzutreiben, 5-10 min. später Erhebung vom Gang aus; Boxenanzahl in Abhängigkeit der Gruppengröße (<15 Tiere = 3 | >40 Tiere = 1 | mittlere Gruppe = 2 | Großgruppen [>60 Tiere] = 1 Teilbereich). Im Folgenden werden die Verhaltensweisen für diesen und die weiteren Indikatoren genauer erläutert.

negativ	aggressives Verhalten; Beißen; soz. Verh., das jegliche abwehrende Reaktion beim gestörten Tier hervorruft
positiv	schnüffeln; Kontakt Rüsselscheibe; keine Fluchtreaktion oder aggressives Verh. vom bedrängten Tier
explorativ Stall	beschnüffeln, Kontakt Rüsselsch., bekauen oder lecken von Stallequipment
explorativ & Spiel	Spielverhalten; Erkundung mit Stroh oder anderen Beschäftigungsmaterialien/-gegenständen
anderes aktives V.	alle Verhaltensweisen, die nichts mit Artgenossen und Stallequipment zu tun haben (Fressen, Luft schnüffeln etc.)
Ruhen	bewegungsloses Liegen

$$(14) \quad \text{Sozialverhalten} = \frac{(\text{negativ} + \text{positiv})}{(\text{negativ} + \text{positiv} + \text{explorativ Stall} + \text{explorativ \& Spiel} + \text{anderes aktives V.})}$$

Die anschließende Bewertung ist für diesen und die Indikatoren „Negatives Verhalten“, „Exploratives Verhalten“ sowie die „Nutzung von Beschäftigungsmaterial“ in der nachfolgenden Tabelle 70 dargestellt.

Tabelle 70: Bewertungsbereiche der Indikatoren „Sozialverhalten“, „Negatives Verhalten“, „Exploratives Verhalten“, „Nutzung von Beschäftigungsmaterial“

Indikator (Tiergruppe)	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Sozialverhalten	%	≥30	≥25	≥20	<20	nein
Negatives Verhalten	%	≤10	≤20	≤30	>30	nein
Exploratives Verhalten	%	≥50	≥40	≥25	<25	nein
Nutzung von Beschäftigungsmaterial	%	≥35	≥25	≥10	<10	nein

3.8.2.5.2 Indikator Negatives Verhalten

Der Indikator „Negatives Verhalten“ stellt das Verhältnis der als negativ definierten Interaktionen im Verhältnis zu der Gesamtheit des Sozialverhaltens dar. Er wird also sowohl von dem Anteil antagonistischen Verhaltens als auch von der generellen Ausprägung des Sozialverhaltens beeinflusst. Die Berechnungsmethode anhand der durch die 5 Scan Samples erlangten Daten ist der nachfolgenden Gleichung (15) zu entnehmen.

$$(15) \quad \text{Negatives Verhalten} = \frac{(\text{negativ})}{(\text{negativ} + \text{positiv})}$$

Für die anschließende Tiererechtheitsbewertung sind die Wertebereiche bereits in Tabelle 70 hinterlegt.

3.8.2.5.3 Indikator Exploratives Verhalten

Das Erkunden und Untersuchen des Lebensraums ist eine Verhaltensweise, die insbesondere bei Schweinen einen hohen Stellenwert einnimmt. Viele Überlebensstrategien begründen sich darauf und haben sich auch durch intensive Domestikation und züchterische Bearbeitung wenig verändert. Sie nehmen im Normalverhalten der Tiere neben Ruhen und dem Futteraufnahmeverhalten das größte Zeitbudget in Anspruch. Durch die Methode des Auftreibens und der späteren Erhebung wird davon ausgegangen, dass diese Verhaltensweisen zu einem gewissen Prozentsatz das Normalverhalten widerspiegeln. Als „Exploratives Verhalten“ werden alle Verhaltensweisen des Erkundens der Haltungsumwelt sowie von Beschäftigungsmaterialien als Verhältnis zum aktiven Verhalten bewertet. Auch hier bilden die fünf Scan Samples die Datengrundlage für die Berechnung. Die Berechnungsformel ist hier nachfolgend dargestellt (Gleichung (16)).

$$(16) \text{ Exploratives Verhalten} = \frac{(\text{explorativ Stall} + \text{explorativ \& Spiel})}{(\text{negativ} + \text{positiv} + \text{explorativ Stall} + \text{explorativ \& Spiel} + \text{anderes aktives V.})}$$

Die Bewertungsbereiche für die Tiergerechtigkeit sind in Tabelle 70 dargestellt.

3.8.2.5.4 Indikator Nutzung von Beschäftigungsmaterial

Innerhalb des Erkundungsverhaltens nimmt die Möglichkeit, Gegenstände und Substrate in das Maul nehmen zu können, diese zu untersuchen, zu bewegen und zu verformen, einen großen Stellenwert ein. Der Tatsache, dass es sich dabei um die Befriedigung eines Grundbedürfnisses handelt, trägt auch die Verankerung dieser Eigenschaften in § 26 der TierSchNutztV (2001) Rechnung. Besondere Beachtung finden dabei Stroh und weitere organische, jedoch gesundheitlich unbedenkliche Stoffe. Der hier dargestellte Indikator bewertet neben der Tatsache des bloßen Vorhandenseins des Beschäftigungsmaterials auch die Nutzung. Diese hängt neben der tatsächlichen Eignung für das Tier vom kontinuierlichen Interesse dafür (Neuigkeitsgrad), von der Verfügbarkeit der Ressource, von der Möglichkeit der Manipulation und dem affektiven Zustand der Tiere ab. Bei einstreulosen Verfahren minimiert sich der Anteil auf die bereitgestellten Beschäftigungsmaterialien. Zur Berechnung kommt die nachfolgende Gleichung zur Anwendung.

$$(17) \text{ Nutzung von Beschäftigungsmaterial} = \frac{(\text{explorativ \& Spiel})}{(\text{negativ} + \text{positiv} + \text{explorativ Stall} + \text{explorativ \& Spiel} + \text{anderes aktives V.})}$$

Die anschließende Tiergerechtheitsbewertung erfolgt mithilfe der in Tabelle 70 dargestellten Werte.

3.8.2.5.5 Indikator Ausstattung mit Beschäftigungs-/ Nestbaumaterial

Die Möglichkeit artgemäßes Erkundungsverhalten mithilfe geeigneter Beschäftigungsmaterialien durchzuführen hängt maßgeblich vom Vorhandensein und der Funktionstüchtigkeit des Equipments ab. Die Eignung der Materialien wird durch deren Form, und die Möglichkeit zur Verformung und zum Bewegen beeinflusst. Außerdem steigert auch unterschiedliches Beschäftigungsmaterial das Interesse der Tiere. Besonders bei Sauen im Abferkelbereich ist die Nutzung von Beschäftigungsmaterial im Sinne von Nestbaumaterialien essenziell. Der Bedarf für das Nestbauverhalten zur Bedürfnisbefriedigung ist besonders hoch. Die Bewertung der angebotenen Beschäftigungsgegenstände erfolgte anhand der nachfolgend dargestellten Kriterien.

ohne	kein geeignetes Beschäftigungs-/ Nestbaumaterial
Stroh	Stroh oder andere organische Materialien vorhanden und funktionsfähig/ nutzbar
geeignet	Materialien außer Stroh, wie Säcke, Seile oder vergleichbare Materialien, die vom Tier ins Maul oder am Boden bewegt werden können vorhanden und funktionsfähig/ nutzbar

bedingt geeignet Materialien nicht ausreichend, stark mit Kot verschmutzt oder ohne Nutzungsspuren vorhanden

Die anschließend zur Anwendung kommende Bewertungsmethode ist in Tabelle 71 dargestellt.

Tabelle 71: Bewertungsbereiche des Indikators Beschäftigungs-/ Nestbaumaterial

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium	
Beschäftigungs-/ Nestbaumaterial	%	≥90 Stroh & 0 ohne / ≥75 Stroh & ≥95 geeignet & 0 ohne / ≥80 geeignet & ≥95 bedingt geeignet & 0 ohne	≥50 Stroh & ≥75 geeignet & 0 ohne / ≥50 Stroh & ≥85 bedingt geeignet & 0 ohne / ≥92 geeignet & 0 ohne / ≥75 geeignet & bedingt geeignet & 0 ohne	≥75 Stroh & 0 ohne / ≥50 geeignet & ≥75 bedingt geeignet & 0 ohne / ≥60 Stroh & ≥75 bedingt geeignet & ≤10 ohne / ≤100 Summe (ohne bis bedingt geeignet) ≥60 geeignet & ≥40 bedingt geeignet & ≤10 ohne / ≥90 bedingt geeignet & ≤10 ohne		≠ GW	nein

3.8.2.5.6 Indikator Stereotypien

Wird die Anpassungsleistung der Tiere durch das Haltungssystem, die Tiergesundheit, die Fütterung oder das Management überfordert, kann das zu Abweichungen vom Normalverhalten führen. Es kann zum Auftreten von Verhaltensanomalien kommen. Diese, als stereotype Verhaltensweisen beschriebenen Handlungen können sehr unterschiedlich ausfallen. Definiert werden sie als über eine längere Zeit andauernde Handlungen, die ohne erkennbare Zweckerfüllung durchgeführt wird. Diese Art der Ersatzhandlung für die originäre Zweckerfüllung ist nicht als Normalverhalten zu werten. Als Stereotypien werden in der Methodik des digitalen Erhebungsbogens folgende Handlungen definiert: „Abfolge gleichbleibender motorischer Aktivität ohne erkennbare Zweckerfüllung/Nutzen für das Tier; Leerkauen, Zungenrollen, Zähneknirschen, Stangen-/ Trog-/ Tränkebeißen, Bodenlecken“. Es werden aber auch alle weiteren Handlungen, die diese Kriterien erfüllen berücksichtigt. Die Erhebung erfolgt aus einem größeren Abstand zu den Tieren mit möglichst gutem Überblick über die gesamte Gruppe. In einer ersten Inaugenscheinnahme werden die Tiere, die durch ihr Verhalten oder weitere äußere Anzeichen als verhaltensauffällig zu werten sind, fokussiert. Im Anschluss werden diese Tiere bis zu mehrere Minuten lang beobachtet, um die wiederholte Handlung zu registrieren. Dieser Prozess wird in fünf Scan Samples wiederholt und im Anschluss über die Ergebnisse hinweg das arithmetische Mittel gebildet. Die Anzahl an Tieren wird nach der für das Sozialverhalten beschriebenen Methode bestimmt. Die Bewertung der Tiergerechtigkeit erfolgt anhand der in Tabelle 72 dargestellten Methode.

Tabelle 72: Bewertungsbereiche des Indikators Stereotypien

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mastschweine	%	≤4	≤8	≤15	>6	ja
Aufzuchtferkel	%	≤2	≤4	≤6	>6	ja
Sauen	%	≤5	≤15	≤30	>6	ja

3.8.2.5.7 Indikatoren Abliegedauer, Abweichung der Abliegedauer, Ungehindertes Abliegen, Untypisches Abliegen

Mit 75 bis 85 % der Tageszeit nimmt das Ruheverhalten die häufigste Verhaltensweise bei Schweinen ein. Unter bestimmten Haltungsbedingungen, wie bei Ferkel führenden Sauen, kann dieser Anteil noch höher ausfallen. Innerhalb des Ruheverhaltens nimmt das Liegen die absolut dominierende Position ein. Die Frequenz der Ruheperioden ist dabei sehr variabel und orientiert sich auch an einer gewissen Gruppendynamik und dem für Schweine typischen biphasischen Aktivitätsverlauf. Für die Qualität des Liegens und die Gestaltung des Bodens muss dem Abliegeverhalten besondere Beachtung geschenkt

werden. Innerhalb dessen finden die Indikatoren „Abliegedauer“, „Abweichungen der Abliegedauer“, „Ungehindertes Abliegen“ (Kollisionen mit der Haltungsumwelt) und „Untypisches Abliegen“ Verwendung. Die gruppen- und bestandsspezifische Abliegedauer zeigt an, wie gut die Tiere mit den vorhandenen Haltungsbedingungen Normalverhalten zeigen. Sehr hohe, aber auch besonders schnelle Werte, die auf Diskomfort bzw. ein „Fallenlassen“ hindeuten, sind wichtige Anzeiger von Problemen. Führt zwar das Haltungssystem zu eher ungewöhnlichen Werten, aber die Streubreite der Abliegevorgänge ist relativ gering, zeigt dies eher geeignete Bedingungen an. Die Werte werden aufgrund der Vergleichbarkeit als Verhältnis zur mittleren Dauer in Prozent angegeben. Des Weiteren wird die Anzahl an Kollisionen mit der Haltungsumwelt als Zeichen für nicht ungehindertes Abliegen erhoben. Als Kollision gilt ein heftiger Zusammenstoß mit der Haltungsumwelt, nicht aber die Suche des Tiers nach Kontakt zu einem Hindernis, welches das Abliegen erleichtert und ein „herunterrutschen“ beim Abliegen. Dies kann durchaus Bestandteil eines normalen Abliegevorgangs sein. Außerdem ist ein als normal anzusehender Ablauf des Abliegevorgangs bekannt, der mit dem Untersuchen des potenziellen Liegeplatzes und dem ersten einknickenden Karpalgelenk beginnt und mit der endgültigen Liegeposition in Bauch-, Halbseiten- oder Seitenlage endet. Abweichungen von diesem Ablauf werden als Indikator „Untypisches Abliegen“ erhoben und weisen auf mangelhaft dimensioniertes Stallequipment oder auf gesundheitliche Schäden hin. Hierbei wird nur erhoben, ob es zu untypischem Abliegen kommt.

Die anschließende Bewertung im Sinne der Tiererechtheitsbeurteilung erfolgt nach den in Tabelle 73 dargestellten Methoden.

Tabelle 73: Bewertungsbereiche der Indikatoren Abliegedauer, Abweichung der Abliegedauer, Ungehindertes Abliegen, Untypisches Abliegen

Indikator Produktionsabschnitt	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Abliegedauer						
Mastschweine	s	≤4 & ≥2	≤5,5 & ≥2	≤7	>7 & <2	nein
Aufzuchtferkel	s	≤2,5 & ≥1	≤3,5 & ≥1	≤5	>5 & <1	nein
Sauen Deckbereich	s	≤5,5 & ≥2,5	≤8 & ≥2,5	≤15	>15 & <2,5	nein
Sauen Wartebereich	s	≤5,5 & ≥2,5	≤8 & ≥2,5	≤15	>15 & <2,5	nein
Sauen Abferkelbereich	s	≤8 & ≥2,5	≤12 & ≥2,5	≤16	>15 & <2,5	nein
Abweichung der Abliegedauer						
Mastschweine	%	≤30 / Dauer= MW & ≤50	≤50	Dauer < 8 & ≤75 / Dauer ≥ 8 & ≤100	≠ GW	nein
Aufzuchtferkel	%	≤30 / Dauer= MW & ≤50	≤50	Dauer < 8 & ≤75 / Dauer ≥ 8 & ≤100	≠ GW	nein
Sauen Deckbereich	%	≤30 / Dauer= MW & ≤50	≤50	Dauer < 8 & ≤75 / Dauer ≥ 8 & ≤100	≠ GW	nein
Sauen Wartebereich	%	≤30 / Dauer= MW & ≤50	≤50	Dauer < 8 & ≤75 / Dauer ≥ 8 & ≤100	≠ GW	nein
Sauen Abferkelbereich	%	≤30 / Dauer= MW & ≤50	≤50	Dauer < 8 & ≤75 / Dauer ≥ 8 & ≤100	≠ GW	nein
Ungehindertes Abliegen						
Mastschweine	%	≤5 „1“ & 0 „>1“	≤10 „1“ & ≤5 „>1“	≤15 „1“ & ≤10 „>1“ / ≤5 „1“ & ≤15 „>1“	≠ GW	nein
Aufzuchtferkel	%	≤5 „1“ & 0 „>1“	≤10 „1“ & ≤5 „>1“	≤15 „1“ & ≤10 „>1“ / ≤5 „1“ & ≤15 „>1“	≠ GW	nein
Sauen Deckbereich	%	≤5 „1“ & 0 „>1“	≤12 „1“ & ≤8 „>1“	≤20 „1“ & ≤12 „>1“ / ≤10 „1“ & ≤15 „>1“	≠ GW	nein
Sauen Wartebereich	%	≤5 „1“ & 0 „>1“	≤12 „1“ & ≤8 „>1“	≤20 „1“ & ≤12 „>1“ / ≤10 „1“ & ≤15 „>1“	≠ GW	nein
Sauen Abferkelbereich	%	≤8 „1“ & 0 „>1“	≤15 „1“ & ≤10 „>1“	≤25 „1“ & ≤15 „>1“ / ≤15 „1“ & ≤20 „>1“	≠ GW	nein

Indikator Produktionsabschnitt	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kri- terium
Untypisches Abliegen						
Mastschweine	%	≤2	≤4	≤6	>6	nein
Aufzuchtferkel	%	≤2	≤4	≤6	>6	nein
Sauen Deckbereich	%	≤4	≤8	≤12	>12	nein
Sauen Wartebereich	%	≤4	≤8	≤12	>12	nein
Sauen Abferkelbereich	%	≤5	≤10	≤15	>15	nein

Bei der Abweichung der Abliegedauer erfolgt eine Bewertung in Bezug auf die mittlere Abliegedauer. Hat diese in ihrer Bewertung den Mehrwert erreicht, findet das auch hier Berücksichtigung.

3.8.2.5.8 Indikatoren Seitenlage, Halbseitenlage, Bauchlage, Liegen mit Tierkontakt, Liegen mit Kontakt von Haltungsequipment und Bein

Liegepositionen, soziales Liegen sowie die Beeinträchtigung des Liegeverhaltens sind wichtige Indikatoren für den anteilig am häufigsten vorkommenden Verhaltensbereich des Ruhens. Es gilt als fachlicher Konsens, dass die totale Seitenlage unter thermoneutralen Bedingungen den höchsten Grad an Entspannung für das Tier charakterisiert und zu über 80 % in der nächtlichen Ruhephase gezeigt wird. Die Bauchlage gilt als Körperlage mit geringer Ruheintensität. Das Liegen mit Körperkontakt entspricht dem Anspruch nach sozialem Liegen der Tiere. Es werden je Tiergruppe und Produktionsabschnitt mindestens fünf Scan Samples mit einer Mindesttierzahl von 25 bis 40 liegenden Tieren erhoben und daraus das arithmetische Mittel gebildet. Die anschließende Bewertung der Tiergerechtigkeit in diesen Indikatoren ist der Methode der nachfolgenden Tabelle 74 zu entnehmen.

Tabelle 74: Bewertungsbereiche der Indikatoren Seitenlage, Halbseitenlage, Bauchlage, Liegen mit Tierkontakt, Liegen mit Kontakt von Haltungsequipment und Bein (Bein oben)

Produktionsabschnitt Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kri- terium
Mast & Aufzucht						
Seitenlage	%	≥50	≥30	≥25	<25	nein
Halbseitenlage	%	≥35 & ≤65	≥25 & ≤75	≥20 & ≤80	<20 / >80	nein
Bauchlage	%	≤10	≤15	≤20	>20	nein
Tierkontakt	%	≥65	≥55	≥45	<45	nein
Sauen Deckbereich						
Seitenlage	%	≥50	≥30	≥25	<25	nein
Halbseitenlage	%	≥35 & ≤65	≥25 & ≤75	≥20 & ≤80	<20 / >80	nein
Bauchlage	%	≤10	≤15	≤20	>20	nein
Bein oben	%	≤2	≤5	≤10	>10	nein
Tierkontakt	%	≥65	≥55	≥45	<45	nein
Sauen Wartebereich						
Seitenlage	%	≥60	≥45	≥25	<25	nein
Halbseitenlage	%	≥35 & ≤65	≥25 & ≤75	≥20 & ≤80	<20 / >80	nein
Bauchlage	%	≤10	≤15	≤20	>20	nein
Bein oben	%	≤2	≤5	≤10	>10	nein
Tierkontakt	%	≥65	≥55	≥45	<45	nein

Produktionsabschnitt Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Sauen Abferkelbereich						
Seitenlage	%	≥60	≥45	≥25	<25	nein
Halbseitenlage	%	≥40 & ≤65	≥30 & ≤75	≥25 & ≤80	<20 / >80	nein
Bauchlage	%	≤10	≤15	≤20	>20	nein
Bein oben	%	≤2	≤5	≤10	>10	nein
Tierkontakt	%	≥65	≥55	≥45	<45	nein

3.8.2.5.9 Indikator Normale Atmung

Der Indikator „Normale Atmung“ ist ein indirekter Maßstab für eine funktionierende und angepasste Klimaführung sowie für respiratorische Erkrankungen. Es wird der Anteil an Tieren mit angestrenzter Atmung bestimmt. In der Sauenhaltung werden je Produktionsabschnitt eine Gruppe an Tieren wiederholt beobachtet. Bei Mastschweinen und Aufzuchtferkeln wird je Bucht eine Boniturnote von 0 für Atmung, eine 1 für unter 10 % der Tiere mit angestrenzter Atmung oder eine 2 für mehr als 10 % der Tiere mit angestrenzter Atmung vergeben. Die anschließende Tiergerechtigkeitsbewertung erfolgt anhand des in Tabelle 75 dargestellten Schlüssels.

Tabelle 75: Bewertungsbereiche des Indikators Normale Atmung

Tiergruppe	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Mastschweine & Aufzuchtferkel	%	≤2 „<10% Tiere“ & 0 „>10% Tiere“	≤5 „<10% Tiere“ & ≤2 „>10% Tiere“	≤10 „<10% Tiere“ & ≤5 „>10% Tiere“	>10 „<10% Tiere“ / >5 „>10% Tiere“	nein
Sauen	%	≤2	≤5	≤10	>10	nein

3.8.2.5.10 Indikatoren Husten, Niesen

Die Indikatoren Husten und Niesen charakterisieren Störungen des Atmungsapparates. Sie weisen auf eine nicht angepasste Klimaführung, hohe andauernde Schadgaskonzentrationen sowie respiratorische Erkrankungen hin. Besonders wichtig sind diese Indikatoren, da sie für Einschränkungen des Wohlbefindens stehen und mittel- und langfristige Prozesse abbilden.

Die Indikatoren werden von einer repräsentativen Anzahl an Buchten in unterschiedlichen Altersgruppen als binäre Merkmale erhoben. Werden ein oder mehrere hustende Schweine vorgefunden, wird die Bucht als „Vorhandensein von Husten/ Niesen“ erhoben. Der Anteil der so ermittelten Buchten wird anhand der in Tabelle 76 dargestellten Methode bewertet.

Tabelle 76: Bewertungsbereiche der Indikatoren Husten, Niesen

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Husten	%	≤10	≤20	≤40	>40	nein
Niesen	%	≤10	≤15	≤20	>20	nein

3.8.2.5.11 Indikator Zittern

Ein weiterer Indikator für eine nicht angepasste Klimaführung, sowie für die Haltungsumwelt und die Möglichkeiten der Thermoregulation stellt das Auftreten von Zittern dar. Der Indikator wird bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen in den Buchten, die auch für die vorangegangenen Indikatoren dienen, erhoben. Dafür steht ein dreistufiger Boniturschlüssel zur Verfügung: 0 für kein Zittern, 1 für unter 20 % Zittern und 2 für über 20 % Zittern. Der daraus berechnete Anteil an Buchten mit Auftreten von Zittern wird nach der in Tabelle 77 dargestellten Methode bewertet.

Tabelle 77: Bewertungsbereiche des Indikators Zittern

Indikator	U	MW	ZW	GW	IW	K.o.-Kriterium
Zittern	%	0	≤5	≤10	>10	nein

3.8.2.5.12 Zusätzliche Indikatoren der Tiergerechtigkeit bei Saugferkeln

Für die Beurteilung der Tiergerechtigkeit der Saugferkel kommen elf Indikatoren auf Basis des gesamten Wurfs zur Anwendung. Die Boniturschlüssel, die dabei Verwendung finden sind in Tabelle 78 zusammengefasst. Es werden genau die Würfe beurteilt, deren Sauen im Produktionsabschnitt Abferkelung erhoben werden.

Tabelle 78: Bewertungsbereiche der Indikatoren Seitenlage, Halbseitenlage, Bauchlage, Liegen mit Tierkontakt, Liegen mit Kontakt von Haltungsequipment und Bein (Bein oben)

Indikator	Boniturnote			
	0	1	2	3
Kümmerer	kein Kümmerer	ein Kümmerer	mehrere Kümmerer	
Verschmutzung	alle Ferkel ohne Schmutz	≤ 50 % verschmutzte Ferkel	> 50 % verschmutzte Ferkel	
Lahmheit	alle Ferkel mit normalem Gang	≤ 1 Ferkel mit leichter Lahmheit ¹	≥2 Ferkel mit leichter / 1 Ferkel mit schwerer Lahmheit & ≤80	
Atemfrequenz	kein Hecheln	≤20% ruhende Ferkel, die hecheln/schwer atmen	>20% ruhender Ferkel zeigen hecheln/atmen schwer	
Husten	siehe Mastschweine & Aufzuchtferkel			
Niesen	siehe Mastschweine & Aufzuchtferkel			
Normale Atmung	siehe Mastschweine & Aufzuchtferkel			
Durchfall	kein Durchfall	Anzeichen von Durchfall		
Spreizer	kein Spreizer	ein Spreizer	mehrere Spreizer	
Schwanzlänge	Schwänze intakt/lang	Schwänze bis zu 1/3 kupiert ODER max. 2 Tiere mit <2/3 Schwanzlänge aber >1/3 Schwanzlänge	Schwänze bis zu 2/3 kupiert ODER >2 Tiere mit <2/3 Schwanzlänge aber >1/3 Schwanzlänge ODER max. 1 Tier mit totalem Schwanzverlust	mehrere Tiere mit totalem Schwanzverlust
Liegeposition	gut / noch gut	zu warm / zu kalt	viel zu warm	

¹ Schwierigkeit beim Laufen aber Nutzung aller Gliedmaßen

Den Auditoren stand für die Bonitur der Liegepositionen von Saugferkeln der in Abbildung 35 visualisierte Boniturschlüssel über die Tablet-Anwendung zur Verfügung.

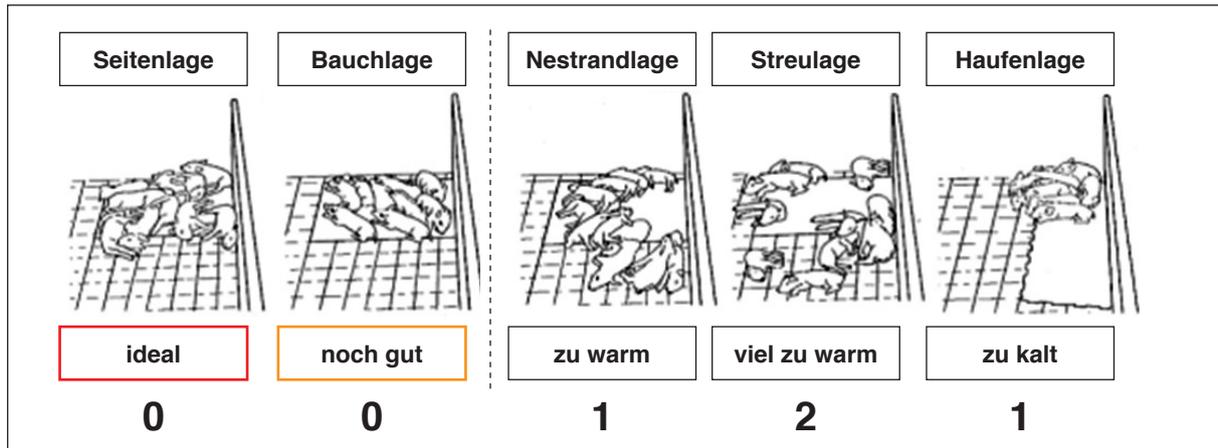


Abbildung 35: Boniturschlüssel der Liegepositionen von Saugferkeln

3.8.3 Ergebnisse der Tiergerechtigkeitsbewertung und Diskussion

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse stellen die Schwachstellenanalyse innerhalb der unterschiedlichen Indikatorgruppen und für die unterschiedlichen Produktionsabschnitte dar. Sie sollen notwendigen Handlungsbedarf visualisieren und die Stärken und Schwächen der Betriebe aufzeigen. Außerdem steht im Fokus, ob sich die angewandte Methode zur Analyse betrieblicher Unterschiede eignet. In allen Ergebnistabellen symbolisieren hellblau hinterlegte Bereiche die ökologisch wirtschaftenden Betriebe. Im unteren Teil der Ergebnistabellen befinden sich Lage- und Streuungsparameter.

Grundsätzliche Kritik am hier dargestellten Ansatz ist in folgenden Punkten zu üben: Die Auswahl an Indikatoren, unabhängig ob ressourcen-, management- oder tierbezogen, soll keinen Absolutheitscharakter darstellen. Es ist den Autoren bewusst, dass weitere, auch durchaus geeignete Indikatoren zur Verfügung stehen. Es wurde aber der Versuch unternommen, ein Indikatorenset zusammenzuführen, dass der Validität, der angestrebten Ganzheitlichkeit der Betrachtungsebene der Tiergerechtigkeit sowie der Praktikabilität innerhalb zweier Betriebserhebungen innerhalb von zwei bis sechs Stunden Genüge zu leisten vermag. Weiterhin versteht die Arbeitsgruppe den Ansatz der Tiergerechtigkeitsbewertung innerhalb, aber auch losgelöst von der Nachhaltigkeitsbewertung, als dynamischen Prozess, der in zeitlichen Abständen Methoden und Bewertungsbereiche fachlich, praxisnah und gesellschaftlich hinterfragen und ggf. aktualisieren sollte.

Ein weiterer Punkt stellt der hier dargestellte Datenumfang dar. Zum einen muss auf die hier zur Anwendung kommende Komplexität verwiesen werden. Zum anderen wäre ein breiter angelegtes Testbetriebsnetz sicher für die Aussagekraft wünschenswert. Dazu wird eine anschließende Validierungsphase anhand der vorgeschlagenen Methodik empfohlen. Die 17 Betriebe und die dadurch realisierten 27 Produktionsbereiche sind gemeinsam durch ein Expertenteam mit Mitgliedern aus der gesamten Wertschöpfungskette Schweinefleisch im Konsens ausgewählt worden. Es wurden bewusst nicht nur Betriebe aus dem Betriebsnetz der DLG-Spitzenbetriebe genommen, um einen möglichst breiten Überblick zu erhalten. Es ist aber nicht auszuschließen, dass Betriebe, die an einer derartigen Erhebung teilnehmen auch eher zu den ökonomisch, ökologisch und aus Sicht der Tiergerechtigkeit besseren und gut geführten Betrieben gehören. Diesem systematischen Fehler wurde nach bestem Wissen entsprochen. Es waren jedoch auch Betriebe enthalten, die ergebnisoffen über ihre bewussten Probleme informiert werden wollten. Auf eine weitere Tatsache musste zeitnah reagiert werden. So konnten drei geplante Betriebe aufgrund von Umbaumaßnahmen und Betriebsaufgabe nicht untersucht werden. Daraufhin musste für einen vergleichbaren Betriebstyp Ersatz gesucht werden ohne die Erhebungszeiträume auszuweiten. Dies konnte zufriedenstellen gelöst werden.

Die Bewertungsmethode soll zum einen eine Gesamtbewertung im Sinne der ökologischen Nachhaltigkeit und der Tiergerechtigkeit erlauben, jedoch vorrangig innerbetriebliche Schwachstellen aufdecken und für die Möglichkeiten von Veränderungen sensibilisieren.

Die Erhebung wurde von Fachpersonen sowie gut geschulten Auditoren vorgenommen. Viele der angewandten Methoden lassen sich durch Anleitung und Übung erlernen. Eine Erhebung durch den Betrieb selbst ist in Ausnahmefällen sicher denkbar, jedoch wird die Erhebung durch außenstehende Personen empfohlen. Der neutrale, fachliche Blick ist sonst nicht gewährleistet. Dies macht die zur Anwendung kommende Methode zwar praktikabel, ist aber mit einem nicht unerheblichen Aufwand verbunden.

3.8.3.1 Ergebnisse der Haltungsumwelt und Ressourcen sowie Diskussion

Für die Bewertung der Grundvoraussetzungen für eine tiergerechte Haltung von Schweinen wurde ein Methodenset aus ressourcen- und managementbezogenen Indikatoren entwickelt. Sie dienen der Einschätzung, wie wahrscheinlich die artgemäße Ausübung von Verhaltensweisen durch die betrieblichen Gegebenheiten möglich ist. Dies ist notwendig, da nicht alle möglichen tierbezogenen Methoden mit dem zur Verfügung stehenden Zeitbudget realisierbar sind. Sie sind jedoch auch mit einbezogen worden, weil sie eine valide indirekte Information über die zu untersuchenden Funktionsbereiche liefern. Die einzelnen Ergebnisse der durchgeführten Betriebserhebung sind den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 79 bis Tabelle 83) zu entnehmen.

Bei der Tränkwasserversorgung wird ersichtlich, dass eine große Variationsbreite, sowohl zwischen den Tiergruppen und Produktionsabschnitten als auch zwischen den Betrieben existiert. Die Ausprägung aller Wertebereiche weist darauf hin, dass die betrieblichen Unterschiede gut herausgestellt werden können und auch der Bereich, welcher als „Mehrwert“ gekennzeichnet wurde, wiederholt erreicht werden konnte. Noch deutlicher wurde dies bei den Indikatoren der Klima- und Luftbedingungen. Dabei konnten noch wesentlich mehr Betriebe und Tiergruppen die beste Bewertungsstufe erreichen. Es wird jedoch auch dabei ersichtlich, dass ein erheblicher Managementbedarf für einige Betriebe in diesen Bereichen besteht. Es ist den Autoren bewusst, dass die Bewertung dieser Indikatoren sehr stark von den tagesindividuellen Witterungsbedingungen abhängt. Jedoch dienen die Indikatoren dazu, das System auf dessen Funktionsfähigkeit bei jeglichen Wetterlagen zu prüfen. Es soll also nicht um die Tatsache einer einmaligen Überschreitung gehen, sondern um eine Prüfung der Anpassungsfähigkeit in der Klimaführung. Damit soll geprüft werden, ob dem Schwein – im Rahmen der technischen Möglichkeiten – Stress durch extreme Luftbedingungen erspart bleiben. Bei den flächenbezogenen Indikatoren arbeiten einige Betriebe sehr nah am gesetzlich geforderten Minimum und in Ausnahmefällen sogar mit einer gewissen Überbelegung. Es gibt jedoch auch zunehmend Systeme, die den Tieren bewusst mehr Platz oder speziell angelegte Funktions- und Klimabereiche zur Verfügung stellen. Meist geht das aber damit einher, dass diese unter dem Begriff „Alternative Systeme“ einzuordnen sind. Auch bei diesen Indikatoren wird ersichtlich, dass sich die betriebsindividuellen Unterschiede gut abbilden lassen. Diese Ergebnisse im Zusammenhang mit einer moderaten Gewichtung der Indikatorgruppe von 15 %, führen zu einer wichtigen Grundbewertung des Haltungssystems und dessen Managements.

Tabelle 79: Ergebnisse der Indikatoren „Sauberkeit des Tränkwassers“ und „Nachlauf der Tränken“

Betrieb	Aufzuchtferkel		Mastschweine		DB Sauen		WB Sauen		AF Sauen		Saugferkel	
	Sauberkeit Tränke	Nachlauf Tränke										
1			8	0								
2			10	0								
3			4	0								
4			4	8								
5			8	10								
6			4	4								
7	8	4										
8	8	4			4	8	4	0	4	10	4	10
9					10	10	10	10	4	0	10	4
10					4	4	0	0	4	8	8	8
11	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	4
12	0	8	8	0	4	10	4	10	0	8	0	10
13			0	4								
14			0	4								
15	10	0			10	10	10	8	4	10	10	8
16	4	10	4	4	4	10	4	4	4	10	0	10
17	8	4	10	0	10	0	10	0	8	4	0	10
MW	6,00	4,29	5,00	2,83	5,75	6,50	5,75	4,50	3,50	6,25	4,00	8,00
SD	3,21	3,45	3,61	3,31	3,53	4,21	3,53	4,09	2,40	4,05	4,36	2,45
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 80: Ergebnisse der Indikatoren Ammoniak-Konzentration, Temperatur und THI für Aufzuchtferkel und Mastschweine

Betrieb	Aufzuchtferkel						Mastschweine		
	NH ₃ -Konz.		Temperatur		THI		NH ₃ -Konz.	Temperatur	THI
	Flatdeck	Kleinklima	Flatdeck	Kleinklima	Flatdeck	Kleinklima			
1							8	8	10
2							10	8	10
3							10	10	10
4							8	8	10
5							10	4	10
6							8	4	10
7							10	0	8
8	8		10		10				
9									
10									
11	10		10		8		8	0	8
12	10		10		8		8	0	8
13							8	4	10
14							10	0	10
15	8	4	10	10	10	10			
16	10	10	10	10	10	10	10	4	10
17	10	10	10	10	10	10	10	0	10
MW	9,33	8,00	10,00	10,00	9,33	10,00	9,08	3,85	9,54
SD	0,94	2,83	0,00	0,00	0,94	0,00	1,00	3,55	0,84
Min	8,00	4,00	10,00	10,00	8,00	10,00	8,00	0,00	8,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 81: Ergebnisse der Indikatoren Ammoniak-Konzentration, Temperatur und THI für Sauen

Betrieb	DB Sauen			WB Sauen			AF Sauen		
	NH ₃ -Konz.	Temperatur	THI	NH ₃ -Konz.	Temperatur	THI	NH ₃ -Konz.	Temperatur	THI
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8	8	8	10	8	10	10	8	0	8
9	8	8	10	10	8	10	8	0	10
10	8	8	10	0	4	10	4	0	10
11	4	0	8	4	4	10	8	0	10
12	4	8	10	4	8	10	8	0	10
13									
14									
15	10	4	10	10	4	10	10	0	10
16	10	10	10	8	10	10	10	0	10
17	10	4	10	10	4	10	10	0	10
MW	7,75	6,25	9,75	6,75	6,50	10,00	8,25	0,00	9,75
SD	2,33	3,07	0,66	3,46	2,60	0,00	1,85	0,00	0,66
Min	4,00	0,00	8,00	0,00	4,00	10,00	4,00	0,00	8,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	10,00

Tabelle 82: Ergebnisse der Indikatoren Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel					Mastschweine				
	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche
1						4			4	4
2						8	10	10	10	10
3						8			10	4
4						4			4	4
5						10	8	10	10	10
6						10	10		10	10
7	4	4		4	10					
8	0	4		10	10					
9										
10										
11	4	4		4	10	4			4	4
12	0	4		10	10	0			4	4
13						10	10	10	10	10
14						10	10	10	10	10
15	4	8	10	10	10					
16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
17	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MW	4,57	6,29	10,00	8,29	10,00	7,33	9,71	10,00	8,00	7,50
SD	3,81	2,71	0,00	2,71	0,00	3,30	0,70	0,00	2,83	2,96
Min	0,00	4,00	10,00	4,00	10,00	0,00	8,00	10,00	4,00	4,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 83: Ergebnisse der Indikatoren Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Sauen und Saugferkeln

Betrieb	DB Sauen					WB Sauen					AF Sauen					Saugferkel				
	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8	0			4	4	8	10		10	10	0		4	4	8			10	10	
9	0			4	4	8	10		10	10	4		4	4	8			10	10	
10	4			4	4	8	8		10	4	4		4	4	8			10	10	
11	8			10	4	4	8		10	4	8		4	4	8			10	10	
12	0			4	4	8	8		10	4	10		10	4	8			10	10	
13																				
14																				
15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
17	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MW	5,25	10,00	10,00	7,00	6,25	8,25	9,25	10,00	10,00	7,75	7,00	10,00	10,00	7,00	6,25	8,75	10,00	10,00	10,00	10,00
SD	4,47	0,00	0,00	3,00	2,90	1,85	0,97	0,00	0,00	2,90	3,61	0,00	0,00	3,00	2,90	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00
Min	0,00	10,00	10,00	4,00	4,00	4,00	8,00	10,00	10,00	4,00	0,00	10,00	10,00	4,00	4,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

3.8.3.2 Ergebnisse der Tiergesundheit und Tierleistung sowie Diskussion

Die Tiergesundheit wird im vorliegenden Ansatz sowohl durch direkte, als auch durch indirekte und retrospektive Indikatoren abgebildet. Die Tierleistung wird anders als in vergleichbaren Ansätzen mehrheitlich über indirekte Indikatoren abgebildet. Es stehen dabei die Gesundheits- und Anpassungsleistung im Vordergrund. Die Ergebnisse der Einzelindikatoren sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst (Tabelle 84 bis Tabelle 87).

Besonders deutlich wird neben den zahlreichen Unterschreitungen der Grenzwerte, die oft fehlende Datengrundlage. Dabei ist bei dem vorliegenden Ansatz nicht angedacht sehr aufwendige Recherchen oder Kontakt mit Dritten zu suchen, um an die Informationen zu kommen. Es wird davon ausgegangen, dass bei nicht vorliegenden Daten auch keine Nutzung im Sinne der Bestandsbetreuung durchgeführt wird. Aus diesem Grund sind die Zahlenwerte in den Bewertungen meist „2“ und nicht „0“. Damit soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Werte für die Merkmale nicht besonders schlecht

sein müssen, jedoch keine Kontrolle über sie besteht. Dies ist insbesondere bei Verlust- und Schlachthofbefunddaten von Sauen der Fall. Bei vorliegenden Daten wird ersichtlich, dass insbesondere bei der Bewertung der Schlachthofbefunddaten die sehr unterschiedlichen Bewertungsbereiche einzelner Schäden erhebliche Auswirkungen haben.

Für die Gesamtbeurteilung lässt sich daraus zusammenfassen, dass die Nutzung bestimmter Information deutlich verbessert werden sollte, dass es andererseits auch wiederholt zum Erreichen des Mehrwertes kommen kann. Die Autoren empfehlen aus diesem Grund auch zukünftig an dieser Methode festzuhalten. Zu begründen ist dies dadurch, dass damit für die Tiergerechtigkeitsbewertung Indikatoren Anwendung finden, die eine sonst schwer abbildbare Zeitspanne abbilden.

Tabelle 84: Ergebnisse der Indikatoren Therapieindex, Verluste, Pleuritis, Pneumonie, Perikarditis, Veränderungen der Leber, Abszesse, Arthritis bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel		Mastschweine							
	Therapieindex	Verluste	Pleuritis	Pneumonie	Perikarditis	Leber	Abszess	Arthritis	Therapieindex	Verluste
1			8	0	4	4	10	10	8	2
2			10	8	10	10	10	10	10	2
3			8	0	8	10	10	8	4	2
4			10	4	10	10	10	10	10	2
5			10	0	8	8	10	10	4	0
6			8	0	10	10	10	10	10	10
7	2	2								
8	2	2								
9										
10										
11	0	2	8	4	8	10	8	10	10	2
12	4	2	10	0	10	10	10	10	4	10
13			10	10	10	10	10	10	4	10
14			8	0	4	0	10	10	10	0
15	2	2							2	2
16	10	0	10	0	4	4	10	10	10	0
17	2	2	8	0	4	0	10	10	2	2
MW	3,14	1,71	9,00	2,17	7,50	7,17	9,83	9,83	6,77	3,38
SD	3,00	0,70	1,00	3,41	2,60	3,87	0,55	0,55	3,29	3,71
Min	0,00	0,00	8,00	0,00	4,00	0,00	8,00	8,00	2,00	0,00
Max	10,00	2,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 85: Ergebnisse der Indikatoren Therapieindex, Verluste, Mastitis, Metritis, Uterusprolaps, Pleuritis, Pneumonie, Perikarditis, Veränderungen der Leber, Abszesse, Arthritis bei Sauen

Betrieb	Sauen										
	Mastitis	Metritis	Uterusprolaps	Pleuritis	Pneumonie	Perikarditis	Leber	Abszess	Arthritis	Therapieindex	Verluste
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	10
9	2	2	2	2	2	2	2	2	1	4	2
10	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
11	4	2	2	8	4	8	10	8	10	2	0
12	4	10	10	2	2	2	2	2	1	8	2
13											
14											
15	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
16	2	2	2	2	2	2	2	2	1	10	2
17	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0
MW	2,50	3,00	3,00	2,75	2,25	2,75	3,00	2,75	2,13	3,75	2,50
SD	0,87	2,65	2,65	1,98	0,66	1,98	2,65	1,98	2,98	3,23	2,96
Min	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00
Max	4,00	10,00	10,00	8,00	4,00	8,00	10,00	8,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 86: Ergebnisse der Indikatoren Bedarfsdeckung ME, pcvLys, XF bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel			Mastschweine								
	ME	pcv-Lys	XF	ME			pcvLys			XF		
				VM	MM	EM	VM	MM	EM	VM	MM	EM
1				0		4	4		4	10		10
2				0	0	0	0	0	4	10	10	10
3				4	10	8	8	4	8	10	10	10
4				4	0	4	4	0	0	8	8	4
5					0			4			10	
6					0			10			10	
7	8	8	10									
8	4	4	4									
9												
10												
11	8	10	8		0			10			10	
12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	10	8	8
13				0	0	4	0	0	0	10	10	10
14				8		0	4		0	10		10
15	10	10	10		10			4			10	
16	8	4	10	0		8	0		4	10		10
17	4	10	8	0	0	0	0	0	4	10	10	10
MW	6,00	6,57	7,71	1,78	2,00	3,11	2,22	3,20	2,67	9,78	9,60	9,11
SD	3,21	3,66	2,49	2,74	4,00	3,14	2,74	3,82	2,67	0,63	0,80	1,91
Min	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00	4,00
Max	10,00	10,00	10,00	8,00	10,00	8,00	8,00	10,00	8,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 87: Ergebnisse der Indikatoren Bedarfsdeckung ME, pcvLys, XF, Wurfnummer bei Abgang, Ferkelverluste bei Sauen

Sauen		Ferkelverluste		Wurfnr. Abgang		XF		pcvLys		Rohfaser (% TS)				Rohfaser (g/d)				Rohfaser (g/kg)				pcv Lys				ME				Betrieb						
		AS säug.	JS säug.	AS säug.	JS säug.	AS säug.	JS säug.	AS HT	AS NT	JS HT	JS NT	AS HT	AS NT	JS HT	JS NT	AS HT	AS NT	JS HT	JS NT	AS HT	AS NT	JS HT	JS NT	AS HT	AS NT	JS HT	JS NT	MW	SD	Min	Max					
1																																				
2																																				
3																																				
4																																				
5																																				
6																																				
7																																				
8																																				
9																																				
10																																				
11																																				
12																																				
13																																				
14																																				
15																																				
16																																				
17																																				
MW																																				
SD																																				
Min																																				
Max																																				

3.8.3.3 Ergebnisse der tierbezogenen Indikatoren des äußeren Erscheinungsbildes sowie Diskussion

Die hier angewandten tierbezogenen Indikatoren weisen einen erheblichen Beitrag zu Bewertung der Tiergerechtigkeit auf. Sie charakterisieren insbesondere mittelfristige Wirkungen des Haltungssystems und des Betriebsmanagements. Außerdem lassen sich bei genauer Betrachtung des Einzeltieres zahlreiche Funktionskreise abbilden. Die Tiere können damit Aufschluss darüber geben, welchen Einfluss die zuvor ermittelten potenziellen Wirkungen tatsächlich auf das Tier haben bzw. wie sich die Tiere daran adaptieren. Mit der Forderung nach tierbezogenen Indikatoren für die betriebliche Eigenkontrolle, wird dieser Sachverhalt gestützt.

Die genauen Ergebnisse der Indikatoren des äußeren Erscheinungsbildes sind in Tabelle 88 und Tabelle 89 zusammengefasst dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass es erhebliche tiergruppen-, produktionsabschnitt- und betriebspezifische Unterschiede gibt. Ohne einen Systemvergleich anstreben zu wollen, stellen sich die Betriebe mit ökologischer Schweinehaltung meist etwas besser gegenüber konventionellen dar. Es soll aber auch besonders auf die Betriebe mit erheblichen Mängeln und mit vorzüglicher Indikatorbewertung im umgekehrten Zusammenhang hingewiesen werden (Betrieb 5 und 14). Dass sich auch in dieser Indikatorgruppe betriebliche Unterschiede darstellen lassen, bekräftigt die Eignung der Indikatoren. Für eine Bewertung systemischer Unterschiede (konventionell/ökologisch, einstreubasiert/strohlos, Außenklima/geschlossene Bauhülle etc.) sollte die Datengrundlage deutlich erweitert werden.

Tabelle 88: Ergebnisse der Indikatoren BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Gelenkveränderung, Klauenveränderung, Hautzustand, Lahmheit, Schwanzintegrität bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel										Mastschwein									
	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Gelenkveränderung	Klauenveränderung	Hautzustand	Lahmheit	Schwanzintegrität	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Gelenkveränderung	Klauenveränderung	Hautzustand	Lahmheit	Schwanzintegrität
1											10	0	0	4	0	0	0	8	4	0
2											10	0	0	0	4	0	0	10	4	4
3											10	4	0	0	0	0	8	10	0	8
4											10	0	0	0	0	0	0	10	0	4
5											10	10	8	10	10	8	8	10	10	10
6											10	4	0	0	0	4	8	10	10	4
7	8	10	4	8	10	10	10	10	10	10										
8	10	10	0	4	4	4	4	10	10	4										
9																				
10																				
11	4	8	0	0	4	8	8	0	10	4	4	0	0	0	0	10	0	4	4	
12	10	0	0	0	4	0	10	10	8	4	10	0	0	0	4	4	10	10	4	4
13											10	8	0	8	8	10	10	10	10	10
14											10	0	0	4	0	10	10	10	8	0
15	0	0	4	4	10	10	10	8	10	10										
16	10	4	8	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10	10	10	10	10	8
17	0	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4	8	10	10	10	10	10	10	10
MW	5,39	3,90	3,60	4,32	6,18	6,00	7,55	6,35	7,76	6,18	8,78	3,11	2,26	3,96	3,96	4,88	6,92	7,31	5,72	4,96
SD	4,22	3,63	3,71	4,00	3,55	4,18	3,47	4,27	3,61	3,55	2,57	3,50	3,33	4,10	4,10	4,30	4,13	4,11	3,82	3,67
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 89: Ergebnisse der Indikatoren BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Schulterläsion, Gelenkveränderung, Ektoparasiten, Hautzustand, Lahmheit, Gesäugeschäden bei Sauen

Betrieb	DB Sauen									WB Sauen				
	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Schulterläsion	Gelenkveränderung	Ektoparasiten	Hautzustand	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8	4	0	8	10	8	0	0	10	10	8	8	0	0	0
9	4	8	0	10	4	8	4	8	10	8	0	0	4	4
10	0	0	0	4	4	8	10	10	0	0	0	0	0	0
11	4	0	0	4	4	8	4	10	8	0	4	0	4	0
12	4	0	4	8	8	10	8	10	8	4	0	0	0	0
13														
14														
15	0	0	0	0	0	10	10	10	4	8	0	4	4	4
16	8	10	8	8	10	10	10	10	10	8	0	4	4	8
17	8	8	10	8	10	10	10	10	10	8	8	10	8	10
MW	4,17	3,22	3,64	5,14	5,12	6,81	6,08	8,28	6,20	5,23	2,45	2,73	3,03	3,40
SD	2,92	3,98	3,84	3,62	3,77	3,92	3,90	3,41	3,83	3,30	3,09	3,44	2,66	3,70
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,00	8,00	10,00	8,00	10,00

3.8.3.4 Ergebnisse des Tierverhaltens und Diskussion

Die Bewertung des Tierverhaltens stellt eine der aussagekräftigsten Wirkungen des Haltungssystems und des Haltungsmanagements auf das Tier dar. Insbesondere die Analyse, ob die Tiere durch die äußeren Gegebenheiten mit der Anpassung nicht überfordert werden, lässt sich damit hinreichend bewerten. Mit dem hohen Informationsgehalt geht jedoch auch ein erheblicher Aufwand einher. Die in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Wahl an Indikatoren die betrieblichen Unterschiede gut abbildet. Versteht man die Indikatoren als Managementinstrument, kann eine genauere Analyse der Ursachen für Verhaltensabweichungen durchgeführt werden. Schlussfolgerungen über die Qualität der Bodengestaltung, die Gruppenstabilität und das Management sind dadurch möglich. Eine eindeutige Wirkung lässt sich durch strohbasierte Systeme auf zahlreiche

Fortsetzung Tabelle 89:

Betrieb	WB Sauen					AB Sauen											
	Schulterläsion	Gelenkveränderung	Ektoparasiten	Hautzustand	Lahmheit	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Schulterläsion	Gelenkveränderung	Klauenveränderung	Ektoparasiten	Hautzustand	Gesäugeschäden	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8	10	0	10	10	8	8	10	4	8	8	4	8	8	10	10	8	
9	8	0	10	10	4	8	8	8	10	4	8	0	4	8	10	4	
10	10	4	10	0	0	0	8	4	4	4	10	0	10	10	0	0	
11	8	0	10	0	4	4	8	4	4	0	4	0	4	10	4	0	
12	0	4	10	10	4	4	0	8	8	8	10	10	0	10	10	0	
13																	
14																	
15	10	10	10	10	10	4	0	8	8	8	10	10	10	10	10	10	
16	10	10	10	8	4	8	0	10	10	10	10	10	8	10	10	10	
17	10	10	10	10	8	10	8	10	8	10	10	10	8	10	10	10	
MW	6,42	4,71	8,47	6,02	4,66	5,58	4,02	6,12	6,23	5,54	6,89	5,58	5,41	8,28	6,63	4,88	
SD	4,18	4,19	3,53	4,35	3,25	3,12	3,94	3,24	3,17	3,85	3,59	4,49	3,74	3,41	4,09	4,45	
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	

Verhaltensindikatoren ableiten. Insbesondere das Explorationsverhalten und die Abliegedauer werden dadurch positiv beeinflusst. Dies ist über alle Tiergruppen und Produktionsstufen hinweg zu beobachten. Auch die Schwankungsbreite von Abliegevorgängen und ein ungehindertes und typisches Abliegen werden dabei öfter gezeigt. Es ist weiterhin ersichtlich, dass es auch zwischen den Indikatoren innerhalb eines Betriebes erhebliche Unterschiede gibt. Dies bekräftigt den Ansatz einer ganzheitlichen Tiergerechtigkeitsbewertung als betriebliches Managementtool.

Tabelle 90: Ergebnisse der Verhaltensindikatoren bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel										Mastschwein									
	Sozialv.	negatives V.	exploratives V.	Nutzung Beschäftigung	Beschäftigungsmaterial	Stereotypien	Abliegen				Sozialv.	negatives V.	exploratives V.	Nutzung Beschäftigung	Beschäftigungsmaterial	Stereotypien	Abliegen			
							Dauer	Abweichung	Ungehindertes A.	Untypisches A.							Dauer	Abweichung	Ungehindertes A.	Untypisches A.
1											10	4	4	0	0	10	4	0	8	4
2											10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3											10	0	4	4	10	4	0	4	10	8
4											10	8	8	0	4	0	4	4	8	0
5											10	10	10	10	10	10	8	4	10	10
6											8	8	10	10	10	10	10	10	10	10
7	8	0	8	0	4	4	8	10	8	8										
8	10	0	4	4	0	10	8	10	4	10										
9																				
10																				
11	10	8	4	4	8	8	4	4	8	4	10	0	4	4	4	8	4	4	8	0
12	10	0	8	4	0	10	8	10	10	10	10	8	10	0	4	10	0	4	10	0
12a																				
13											10	8	8	8	10	10	8	4	8	10
14											8	0	10	10	10	8	10	10	10	10
15	10	10	8	10	10	10	8	8	10	10										
16	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
17	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10
MW	8,86	5,14	7,43	6,00	6,00	8,86	8,00	8,86	8,57	8,86	9,00	6,17	8,17	6,33	7,67	8,33	6,50	6,17	9,33	6,83
SD	2,10	4,52	2,32	3,70	4,28	2,10	1,85	2,10	2,06	2,10	1,73	3,87	2,51	4,23	3,45	3,04	3,75	3,41	0,94	4,28
Min	4,00	0,00	4,00	0,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tabelle 91: Ergebnisse der Verhaltenindikatoren bei Sauen

Betrieb	DB Sauen				WB Sauen								AB Sauen							
	Stereotypien	Abliegen			Sozialv.	negatives V.	exploratives V.	Nutzung Beschäftigung	Stereotypien	Abliegen			Beschäftigungsmaterial	Stereotypien	Abliegen					
		Dauer	Abweichung	Ungehindertes A.						Untypisches A.	Dauer	Abweichung			Ungehindertes A.	Untypisches A.	Dauer	Abweichung	Ungehindertes A.	Untypisches A.
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8	0	4	8	0	4	10	4	4	0	0	4	8	4	4	4	0	8	4	0	0
9	8	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	8	10	8	10
10	0	0	4	4	4	10	0	4	0	8	4	4	8	10	0	8	4	4	0	8
11	0	4	8	4	0	10	0	4	4	4	4	4	4	0	0	4	8	8	4	0
12	0	0	8	0	0	10	4	4	0	0	4	8	8	8	4	4	10	10	10	10
12a																	10	10	4	0
13																				
14																				
15	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10	8	8	10	10	10	10	10	10	10	8
16	8	4	4	8	0	4	10	10	10	10	8	4	8	10	10	10	8	8	4	10
17	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10	8	4	8	8
MW	4,50	5,25	7,75	5,75	4,75	8,00	5,75	7,00	5,50	6,50	6,50	7,00	7,50	7,75	5,75	7,00	8,22	7,56	5,33	6,00
SD	4,56	3,99	2,33	4,05	4,35	3,61	4,05	3,00	4,66	4,21	2,60	2,45	2,18	3,53	4,05	3,61	1,75	2,63	3,65	4,32
Min	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

3.8.3.5 Ergebnisse der Tiergerechtheitsbeurteilung von Saugferkeln und Diskussion

Die Ergebnisse der Tiergerechtheitsbewertung von Saugferkeln sind in Tabelle 92 dargestellt. Im Fokus der Betrachtung stand hier insbesondere die Wurfgruppe. In dem Indikatorenset wurden bewusst tierbezogene und verhaltensbezogene Merkmale gewählt. Die Ergebnisse sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nur für die sauenhaltenden Betriebe dargestellt. Bei einem erheblichen Anteil an Indikatoren konnten die Betriebe den Mehrwert erreichen. Auch bei Betrieben, die die bestmögliche Bewertung erhielten kam es in ausgewählten Indikatoren zur Nichterreichung des Grenzwertes. Die Bonitur der Würfe stellt sich als sehr praktikabel dar, wenn sie gemeinsam mit der der ferkelführenden Sauen durchgeführt wird. Die Ferkel zeigen nachdem man die Sauenbonitur durchgeführt hat stets wieder Normalverhalten, womit sich der Einfluss der erhebenden Person minimiert. Die Ferkelbonitur wurde aus diesem Grund in dem digitalen Erhebungsbogen direkt mit der Sauenbonitur verlinkt.

Tabelle 92: Ergebnisse der Tiergerechtheitsindikatoren bei Saugferkeln

Betrieb	Saugferkel										
	Kümmerner	Verschmutzung	Lahmheit	Atemfrequenz	Husten	Niesen	Atmung	Durchfall	Spreizer	Schwanzlänge	Liegeposition
8	8	8	10	10	4	4	10	8	10	8	4
9	8	10	10	10	8	0	10	8	4	8	10
10	0	10	8	10	10	10	0	8	4	0	4
11	0	10	8	8	4	8	0	4	8	0	4
12	8	0	0	10	10	10	10	0	10	0	4
15	0	0	8	10	10	10	10	0	10	10	10
16	10	4	10	10	4	10	10	10	10	10	10
17	0	10	10	10	10	10	0	4	10	10	10
MW	3,92	5,42	6,42	7,58	6,45	6,64	5,25	4,82	6,58	4,77	5,75
SD	4,21	4,41	4,11	3,86	3,75	4,23	4,78	3,93	3,88	4,35	3,79
Min	0,00	0,00	0,00	8,00	4,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	4,00
Max	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

3.8.3.6 Zusammenfassung und Aggregation der Ergebnisse der Tiergerechtigkeitsbewertung

Ziel des hier dargestellten Nachhaltigkeitsansatzes (Ökologie und Tiergerechtigkeit) war die Aggregation der unterschiedlichen Indikatoren zu ermöglichen. Aus diesem Grund soll auch im Folgenden die gemeinsame Darstellung aller Indikatorgruppen der Tiergerechtigkeit erfolgen. Eine Bewertung systemischer Unterschiede (konventionell/ökologisch, einstreubasiert/strohlos, Außenklima/geschlossene Bauhülle etc.) ist nur partiell möglich und sollte durch weitere Ergebnisse gestützt werden. Es ist jedoch ersichtlich, dass es betriebsindividuelle Unterschiede zwischen verschiedenen Indikatorgruppen gibt. Da insbesondere die ökologische Wirkung durch gasförmige Stickstoff-Emissionen im Zusammenhang mit unterschiedlichen Haltungsverfahren diskutiert wird, ist die N-Emission (NH_3 und N_2O) in die Tabellen mit integriert. Es ist jeweils der Einzelfall des Betriebes zu prüfen, da das Gesamtbetriebskonzept mitverantwortlich für die Ausprägung der Indikatoren ist und nicht immer die Flexibilität für Veränderungen gegeben ist. Bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben erreichen alle mindestens den Grenzwert von 5 in dem ökologischen Indikator, bei der Tiergerechtigkeit wird dieser in vier Fällen knapp unterschritten. Die ökologisch wirtschaftenden Betriebe erreichen nur in einem von vier Betrieben den Grenzwert für den ökologischen Indikator, dafür aber jeweils deutlich über 5 Punkte für die Tiergerechtigkeit (6,42-8,47). Der hier beschriebene methodische Ansatz soll bewusst die ökologische Nachhaltigkeit im Kontext der Tiergerechtigkeit bewerten. Der Wissenschaftliche Beirat Agrarpolitik des BMEL spricht sich im Zweifel aber für eine höhere Gewichtung der Tierwohlaspekte aus (WBA BMEL, 2015).

Die Auswahl der 17 Testbetriebe führte dazu, dass überproportional zum momentanen Ist-Zustand der Schweinehaltung, viele als „alternative Systeme“ zu charakterisierende Betriebe teilgenommen haben. Es sollten somit auch innovative und zukunftsweisende Verfahren abgebildet werden. Diese Tatsache ermöglicht es auch, einen ersten Vergleich zwischen alternativen und konventionellen Betrieben – bei aller interpretatorischen Vorsicht – vorzunehmen. Zu den alternativen Systemen werden in dem Fall all diejenigen Betriebe gezählt, die Einstreumaterialien nutzen, den Tieren Kontakt zum Außenklima gewähren, eine deutliche Ausgestaltung der Buchten durch Funktionsbereiche und dadurch erhebliche planbefestigte Bereiche schaffen. Von den Testbetrieben erfüllen das neun Betriebe (Betrieb 2, 5, 6, 9, 13 und die Ökobetriebe 14 bis 17). Diese sind in Tabelle 94 durch Schraffur hervorgehoben. Betrachtet man die Ergebnisse, wird deutlich, dass die alternativen Systeme etwa um 1,5 Notenpunkte unter den Vergleichsbetrieben bei den dargestellten ökologischen Indikatoren abschließen, bei der Tiergerechtigkeit jedoch etwa einen Notenpunkt über der Vergleichsgruppe liegen. Diese Ergebnisse besitzen nach der Auffassung der Autoren noch keinen Allgemeingültigkeitsstatus, sind jedoch ein wichtiges Indiz für eventuelle Unterschiede. Außerdem weisen die alternativen Systeme eine sehr große Streuung auf. Dies wird daran deutlich, dass sich die Gesamtminima und -maxima fast identisch in der Gruppe der alternativen Systeme wiederfinden.

Für den hier dargestellten Gesamtansatz wird geschlussfolgert, dass die vorgeschlagenen Indikatoren sich gut eignen und untereinander ergänzen und somit für eine Tiergerechtigkeitsbeurteilung im Sinne der Nachhaltigkeitsbewertung zu nutzen sind.

Tabelle 93: Zusammenfassung der Ergebnisse der N-Emissionsindikatoren (Ammoniak & Lachgas) und der Tiergerechtigkeitsindikatoren

Betrieb	Aufzuchtferkel					Mastschweine/Zuchtläufer					Sauen					gesamt	
	N-Emissionen	Haltungsumwelt	Leistung & Gesundheit	äußeres Erscheinungsbild	Verhalten	N-Emissionen	Haltungsumwelt	Leistung & Gesundheit	äußeres Erscheinungsbild	Verhalten	N-Emissionen	Haltungsumwelt	Leistung & Gesundheit	äußeres Erscheinungsbild	Verhalten	N-Emissionen	Tiergerechtigkeit
1						10,00	5,75	4,73	2,60	6,11						10,00	4,80
2						10,00	8,60	5,36	3,20	9,44						10,00	6,65
3						10,00	7,00	6,64	4,00	5,56						10,00	5,80
4						10,00	6,25	4,80	2,40	5,56						10,00	4,75
5						10,00	9,00	8,63	9,40	8,44						10,00	8,87
6						5,00	7,78	6,74	5,00	8,11						5,00	6,91
7	10,00	5,50	8,53	9,00	6,78											10,00	7,45
8	7,00	7,50	5,73	6,00	6,33	10,00					7,00	6,53	5,84	6,68	5,35	8,00	6,25
9	7,00					2,00					10,00	7,20	4,21	6,39	8,54	6,33	6,59
10						10,00					10,00	5,73	3,07	4,00	5,78	10,00	4,65
11	10,00	7,50	5,20	4,60	6,11	10,00	3,50	4,95	2,20	5,56	10,00	5,07	4,71	3,80	4,86	10,00	4,84
12	7,00	7,75	4,40	4,60	6,22	10,00	4,00	5,28	4,60	5,89	10,00	6,60	4,81	4,29	5,95	9,00	5,37
13						7,00	7,60	7,52	8,40	7,56						7,00	7,77
14						0,00	7,40	5,73	5,20	7,33						0,00	6,42
15	0,00	8,15	6,67	6,60	8,67	0,00					5,00	9,14	5,27	6,59	9,30	1,67	7,55
16	4,00	10,00	8,93	9,20	8,33	8,00	8,20	7,91	9,40	8,22	5,00	8,76	6,19	8,39	8,16	5,67	8,47
17	0,00	10,00	7,33	8,40	8,22	0,00	8,00	6,72	9,20	8,89	0,00	8,38	6,59	8,88	9,46	0,00	8,34
MW	5,63	8,06	6,69	6,91	7,24	7,00	6,92	6,25	5,47	7,22	7,13	7,18	5,09	6,13	7,18	7,22	6,56
SD	3,71	1,45	1,57	1,83	1,04	4,02	1,67	1,25	2,74	1,37	3,41	1,37	1,07	1,82	1,76	3,51	1,34
Min	0,00	5,50	4,40	4,60	6,11	0,00	3,50	4,73	2,20	5,56	0,00	5,07	3,07	3,80	4,86	0,00	4,65
Max	10,00	10,00	8,93	9,20	8,67	10,00	9,00	8,63	9,40	9,44	10,00	9,14	6,59	8,88	9,46	10,00	8,87

Tabelle 94: Zusammenfassung der Ergebnisse der N-Emissionsindikatoren (Ammoniak & Lachgas) und der Tiergerechtigkeitsindikatoren unter Berücksichtigung alternativer Systeme

Betrieb	Aufzuchtferkel					Mastschweine/Zuchtläufer					Sauen					gesamt Index	alt. Systeme	
	N-Emissionen	Haltungsumwelt	Leistung & Gesundheit	äußeres Erscheinungsbild	Verhalten	N-Emissionen	Haltungsumwelt	Leistung & Gesundheit	äußeres Erscheinungsbild	Verhalten	N-Emissionen	Haltungsumwelt	Leistung & Gesundheit	äußeres Erscheinungsbild	Verhalten		N-Emiss.	TierG.
1						10,0	5,8	4,7	2,6	6,1						4,8		
2						10,0	8,6	5,4	3,2	9,4						6,7	10,0	6,7
3						10,0	7,0	6,6	4,0	5,6						5,8		
4						10,0	6,3	4,8	2,4	5,6						4,8		
5						10,0	9,0	8,6	9,4	8,4						8,9	10,0	8,9
6						5,0	7,8	6,7	5,0	8,1						6,9	5,0	6,9
7	10,0	5,5	8,5	9,0	6,8											7,5		
8	7,0	7,5	5,7	6,0	6,3	10,0					7,0	6,5	5,8	6,7	5,4	6,2		
9	7,0					2,0					10,0	7,3	4,2	6,4	8,5	6,6	6,3	6,6
10						10,0					10,0	5,9	3,1	4,0	5,8	4,7		
11	10,0	7,5	5,2	4,6	6,1	10,0	3,5	4,9	2,2	5,6	10,0	5,1	4,7	3,8	4,9	4,8		
12	7,0	7,8	4,4	4,6	6,2	10,0	4,0	5,3	4,6	5,9	10,0	6,6	4,8	4,3	6,0	5,4		
13						7,0	7,6	7,5	8,4	7,6						7,8	7,0	7,8
14						0,0	7,4	5,7	5,2	7,3						6,4	0,0	6,4
15	0,0	8,2	6,7	6,6	8,7	0,0					5,0	9,1	5,3	6,6	9,3	7,5	1,7	7,5
16	4,0	10,0	8,9	9,2	8,3	8,0	8,2	7,9	9,4	8,2	5,0	8,8	6,2	8,4	8,2	8,5	5,7	8,5
17	0,0	10,0	7,3	8,4	8,2	0,0	8,0	6,7	9,2	8,9	0,0	8,4	6,6	8,9	9,5	8,3	0,0	8,3
MW	5,63	8,06	6,69	6,91	7,24	7,00	6,92	6,25	5,47	7,22	7,13	7,18	5,09	6,13	7,18	6,56	5,07	7,51
SD	3,71	1,45	1,57	1,83	1,04	4,02	1,67	1,25	2,74	1,37	3,41	1,37	1,07	1,82	1,76	1,34	3,61	0,86
Min	0,00	5,50	4,40	4,60	6,11	0,00	3,50	4,73	2,20	5,56	0,00	5,07	3,07	3,80	4,86	4,68	0,00	6,42
Max	10,00	10,00	8,93	9,20	8,67	10,00	9,00	8,63	9,40	9,44	10,00	9,14	6,59	8,88	9,46	8,87	10,00	8,87

4 Programmtechnische Arbeiten

4.1 Überarbeitung der Futtermitteldatenbank Schwein

Für die Nährstoffbilanzierung aus dem Futter ist die Überarbeitung der bestehenden Futtermitteldatenbank im REPRO die Voraussetzung. Grundlage dafür waren die DLG-Futtermitteldatenbank und die DLG-Futterwerttabelle für Schweine (DLG, 2014).

Im ersten Arbeitsschritt wurden die wirtschaftseigenen Futtermittel, deren Erzeugnisse und deren Nebenprodukte hinsichtlich des Trockenmassegehaltes (g/ kg FM), des Energiegehaltes (MJ ME/ kg TM), der Rohnährstoffgehalte (g/kg TM) und Mineralstoffgehalte (g/ kg TM) anhand der aktuellen DLG-Futtermitteldatenbank aktualisiert. Parallel dazu erfolgte die Einarbeitung der Futterwerte Schwein für die wirtschaftseigenen Futtermittel, deren Erzeugnisse und deren Nebenprodukte. Hierbei wurden die Verdaulichkeit der organischen Masse, des Rohproteins, des Rohfettes und Phosphors sowie die praecaeale Verdaulichkeit relevanter Aminosäuren in der Futtermitteldatenbank REPRO hinterlegt.

Im zweiten Arbeitsschritt wurden die Stammdaten der Handels- und Mischfuttermittel zusammen mit dem FLI erarbeitet. Hierbei werden die relevantesten Mastfuttermittel für die Phasen-Fütterung, Ferkelaufzuchtfutter, Trage- und Säugefutter für die Sauen sowie Eiweißkonzentrate für die Ferkelaufzucht-, Sauen- und Mastfütterung berücksichtigt. Für die Handels- und Mischfuttermittel erfolgte eine Zusammenstellung der relevanten Inhaltsstoffe und deren Bedeutung bei der Futterwertbetrachtung in einer umfangreichen Literaturrecherche und unter Einbeziehung der DLG-Futtermitteldatenbank und DLG-Futterwerttabellen Schwein.

Im Programm sind die einzelnen Parameter editierbar, so dass eine betriebsspezifische Anpassung der Futtermittel erfolgen kann.

4.2 Stammdatensammlung Lagerung

4.2.1 Stammdaten Wirtschaftsdünger

Die in der Schweinhaltung anfallenden Wirtschaftsdünger stellen eine Hauptkomponente des betrieblichen Nährstoffflusses dar. Sie sind das Resultat aus Haltungssystem, Tierleistung und Fütterung. Im Programm werden aus den gegebenen Haltungsbedingungen die jeweilige Art, Menge und Qualität der Dünger berechnet. Für die Möglichkeit einer Auswertung von Betriebsdaten ohne Kenntnis der Fütterung (z.B. Szenarien) ist es allerdings notwendig, die Stammdaten von Gülle, Festmist und Jauche vorzugeben, einschließlich ihrer Emissionsfaktoren. Hintergrund ist, dass die Exkrememente hinsichtlich ihrer Zusammensetzung durch die Einteilung der Tiergruppen und Haltungsverfahren der Schweine variieren.

4.2.2 Stammdaten Wirtschaftsdüngerlager

Bei der Einteilung der Wirtschaftsdüngerlager sollen die unterschiedlichen Lagertypen, Baumaterialien und Abdeckungen berücksichtigt werden. So ergeben sich die in Tabelle 95 dargestellten Kategorien in der Wirtschaftsdüngerlagerung.

Tabelle 95: Kategorien der Wirtschaftsdüngerlagerung in schweinehaltenden Betrieben

Lagertyp	Baumaterial	Umrahmung	Abdeckung
Güllebecken	Beton		Offen (ohne natürliche Schwimmdecke)
	Stahl		Feste Abdeckung (inkl. Zelt)
	Stahlbeton		Natürliche Schwimmdecke
	Edelstahl		Schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)
			Schwimmende Abdeckung (Folie)
Erdbecken	Folie		Offen (ohne natürliche Schwimmdecke)
Gülle Keller	Stahlbeton		
Mistplatte	Beton	Einseitig	
	Stahlbeton	Zweiseitig	
		Dreiseitig	
Stall - Tretmist			
Stall - Tiefstreu			
Jauchegrube	Beton		Feste Abdeckung (inkl. Zelt)
	Stahl		
	Stahlbeton		
	Edelstahl		

4.3 Programmtechnische Umsetzung

4.3.1 Datenbankkonzeption und Modelstruktur

Die Abbildung der Schweinehaltung sowie die darauf aufbauende Ermittlung von Nachhaltigkeitsindikatoren soll an das Betriebsbilanzierungsmodell „REPRO“ gekoppelt werden. Das Modell REPRO ist für die Beschreibung komplexer Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Betriebssysteme in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung entwickelt worden. Mit der Software wird ein landwirtschaftlicher Betrieb als System abgebildet, in dem einzelne Teilbereiche des Betriebes (Standort, Pflanzenbau, Lagerhaltung, Tierhaltung) als Subsysteme definiert, untereinander verknüpft und durch Interaktionen gekennzeichnet sind. Gesamtbetriebliche Analysen basieren auf der Abbildung geschlossener innerbetrieblicher Stoffkreisläufe. Zudem können Angaben zu Qualität und Quantität betriebseigener Futtermittel bzw. Wirtschaftsdünger auf Plausibilität geprüft werden.

Die Software ist modular aufgebaut. Dabei gilt, dass ein vollständiges Modul Funktionalitäten zur Datenerfassung spezifischer Standort- und/ oder Bewirtschaftungsdaten, mindestens ein Analysetool sowie Bewertungsverfahren bereitstellen muss. Diese Modularisierung ist notwendig, da nicht jeder Nutzer alle Komponenten benötigt, sondern individuell zugeschnittene Programmpakete nutzen kann.

Die Abbildung der Tierhaltung und die Berechnung spezifischer Indikatoren erfolgt in einem separaten Modulkomplex. Die Ermittlung von Nachhaltigkeitsparametern in der Schweinehaltung stellt dabei ein Teilmodul dar. Die Programmierung der Tierhaltungsmodule erfolgt unter Verwendung der weit verbreiteten Programmiersprache JAVA. Als Programmierumgebung diente Netbeans IDE. Im Bezug zur Basissoftware „REPRO“, welche mit der Programmiersprache DELPHI entwickelt wurde und Borland Database Engine benutzt, verfügt somit die Abbildung der Tierhaltung über eine eigene Datenbank, die einer kompatiblen Eigenentwicklung entspricht.

Schnittstellen zwischen Basisprogramm und Tierhaltung bestehen über Futtermittel und wirtschaftseigener Dünger. Dadurch wird die Abbildung innerbetrieblicher Stoffkreisläufe ermöglicht. Die vorhandenen Module zur Futter- und Düngerlagerung dienen als Übergabestellen und wurden an die Anforderun-

gen der Indikatoren zur Tierhaltung erweitert. Von dem jeweiligen Ursprungsmodul werden Datendateien erzeugt, die im Zielmodul verarbeitet werden können. Die Ausweisung von gesamtbetrieblichen Indikatoren (z.B. Energiebilanz, Klimawirkung) ist mit der Bereitstellung einer Datei für Teilindikatoren aus der Tierhaltung weiterhin gegeben (Abbildung 36).

Eine Grundvoraussetzung der Software ist die Bereitstellung umfangreicher Stammdaten. Diese beinhalten alle Parameter und Standardwerte, die für die Berechnungen der Stoffflüsse und Nachhaltigkeitsindikatoren notwendig sind. Die Aufnahme und Bearbeitung von Stammdaten erfolgt grundsätzlich in einer separaten Software außerhalb des Analyseprogrammes. Über Importfunktionen werden Aktualisierungen und Erweiterungen im Stammdatenbestand der Betriebsbearbeitung bereitgestellt. Dies garantiert bei der Auswertung von Betriebsdaten auf verschiedenen Computern eine konsistente Datenbasis.

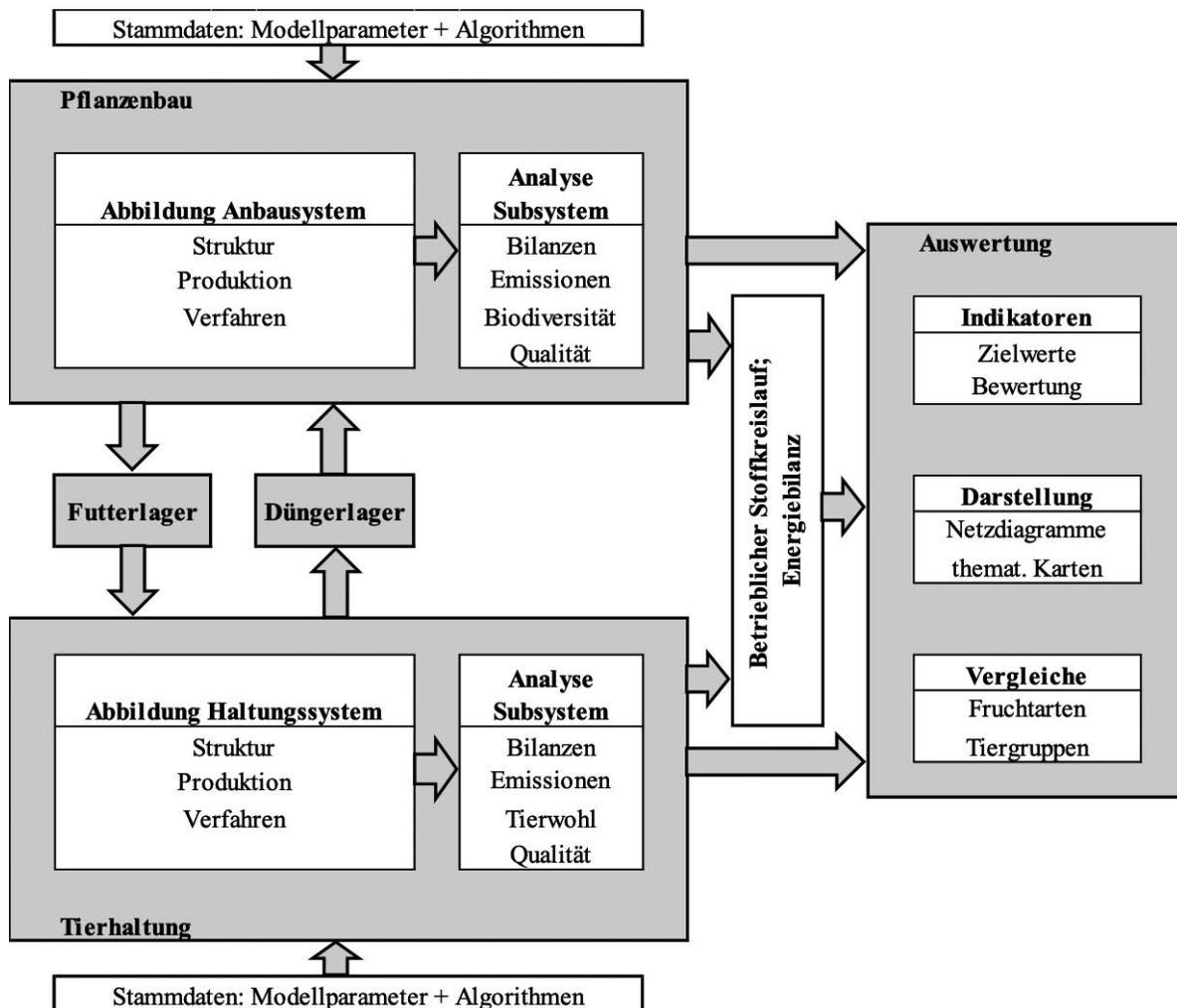


Abbildung 36: Einbindung des Tiermoduls in die Software „REPRO“

Bei der Entwicklung eines Moduls zur Analyse der Schweinehaltung besteht zudem der Anspruch, die Bearbeitungsoberflächen in die Menüabfolge und der grundsätzlichen Gestaltung der Menümasken zur bereits bestehenden Abbildung der Rinderhaltung zu integrieren. Dies soll dem Nutzer ermöglichen, thematisch zusammengehörende Daten eines Betriebes mit komplexer Tierhaltung (z.B. Milchproduktion + Schweinemast) in einem einheitlichen Menüpunkt zu erfassen. Dabei können Oberflächen unabhängig der Tierart gleichgestaltet sein (z.B. Fütterung). Andere weisen tierartenspezifische Besonderheiten auf (Stallgebäude und Ausstattungen). Die Verrechnung der Betriebsdaten und die Ermittlung der Indikatoren erfolgt dann programmintern nach tierarten- und tiergruppenspezifischen Algorithmen.

4.3.2 Programmierung Kernmodul

Die Struktur des jeweiligen Tierartenmoduls ist durch die allgemeine Arbeitsweise der Software vorgegeben (Abbildung 37). Bei der Abbildung der Schweinehaltung sollen die drei Arbeitsbereiche Betriebsdatenaufnahme, Analyse und Bewertung durchlaufen werden. Diese Arbeitsbereiche werden in der Software über entsprechende Menüpunkte und Untermenüs umgesetzt. Innerhalb der Arbeitsbereiche gibt es weitere Untergliederungspunkte, die thematische Einheiten zusammenfassen.

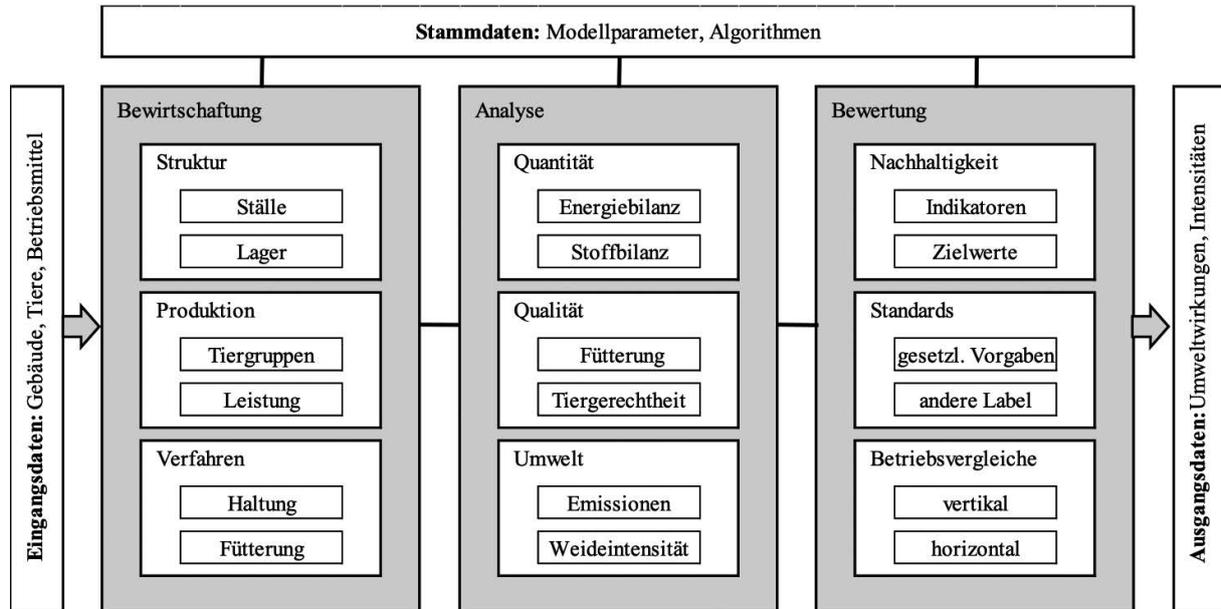


Abbildung 37: Struktur des Tiermoduls

4.3.2.1 Erfassung der Bewirtschaftungsdaten

Erfassung des Haltungssystems

Bei der Definition des Stalls wurde darauf geachtet, dass Kaltställe, Warmställe und Außenklimaställe getrennt voneinander erfasst werden können. Die speziellen Haltungsverfahren in der Schweinehaltung können über verschiedene Komponenten des Haltungssystems (Ein-, und Zweiraumlaufstall, Groß- und Kleingruppenbucht, Gruppenabferkelbucht, Kistenstall, Multisucklingbucht und Unterstand), Stallausstattungen (Lauffläche, Liegefläche, Fressbereich, Buchten, Klimatisierung, Beleuchtung, Fütterungs-, Futtermisch- und Tränkesysteme, Ferkelerzeugung) und Entmistungssysteme (Flüssig- und Festmist) beschrieben werden.

Die umfassende Abbildung der baulichen Rahmenbedingungen ist eine grundlegende Voraussetzung zur Berechnung der Energie- und Treibhausgasbilanzen in der Schweinehaltung als auch zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit (Abbildungen 38 bis 40).

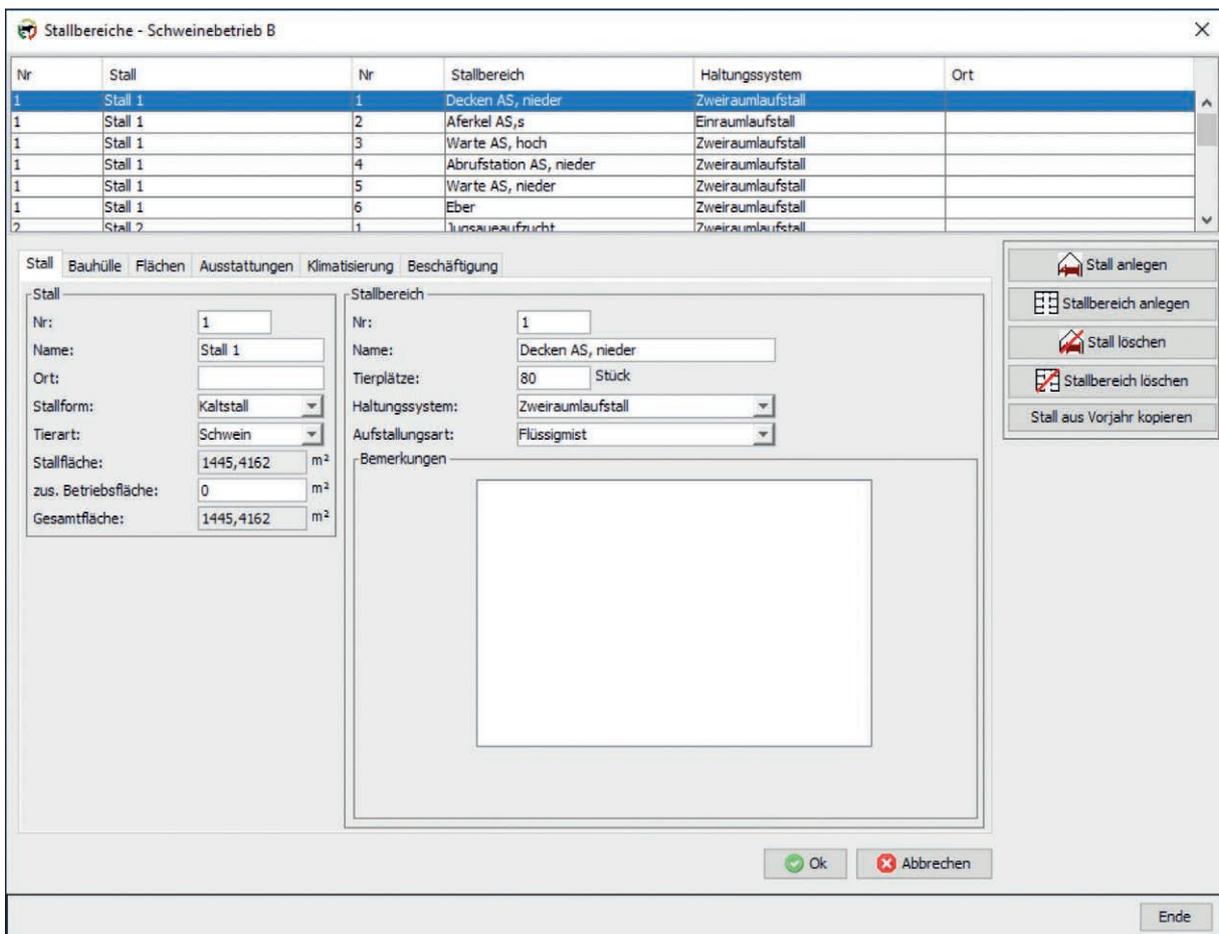


Abbildung 38: Menüoberfläche zur Erfassung der Stallform, Stallfläche, Haltungs- und Entmistungssystem

Stallbereiche - Schweinebetrieb B

Nr	Stall	Nr	Stallbereich	Haltungssystem	Ort
1	Stall 1	1	Decken AS, nieder	Zweiraumlaufstall	
1	Stall 1	2	Aferkel AS,s	Einraumlaufstall	
1	Stall 1	3	Warte AS, hoch	Zweiraumlaufstall	
1	Stall 1	4	Abrufstation AS, nieder	Zweiraumlaufstall	

Stall Bauhülle Flächen Ausstattungen Klimatisierung Beschäftigung

Flächen

Auslauf

Untergrund: m²

Fläche: m²

Auslauftage: d/a

Auslaufstunden: h/d

Liegebereich

Untergrund: m²

Fläche: m²

Buchten

Buchtenanzahl: Stück

Buchtentrennung:

Fressbereich

Untergrund: m²

Fläche: m²

Laufbereich

Untergrund: m²

Fläche: m²

Unterstand

Unterstand:

Anzahl: Stück

Unterstandfläche: m²

Stall anlegen
Stallbereich anlegen
Stall löschen
Stallbereich löschen
Stall aus Vorjahr kopieren

Ende

Abbildung 39: Menüoberfläche zur Erfassung der Flächen je Stallbereich

Stallbereiche - Schweinebetrieb B

Nr	Stall	Nr	Stallbereich	Haltungssystem	Ort
1	Stall 1	1	Decken AS, nieder	Zweiraumlaufstall	
1	Stall 1	2	Aferkel AS,s	Einraumlaufstall	
1	Stall 1	3	Warte AS, hoch	Zweiraumlaufstall	
1	Stall 1	4	Abrufstation AS, nieder	Zweiraumlaufstall	
1	Stall 1	5	Warte AS, nieder	Zweiraumlaufstall	
1	Stall 1	6	Eber	Zweiraumlaufstall	
2	Stall 2	1	Jugsauaufzucht	Zweiraumlaufstall	

Stall Bauhülle Flächen Ausstattungen Klimatisierung Beschäftigung

Ausstattungen

Standgestaltung Ferkelerzeugung

Komponente: Anzahl:

Komponente	Anzahl

Fütterung

Futtervorlage: Futterverlust: %

Anzahl: Stück Zuleitung: m

Tiere/Apparatur: Stück Länge: m

Länge Futtertrog: m

Tränkesystem

Tränkesystem: Anzahl:

Futtermischsystem

Darbietungsform: Komponente: Volumen: Anzahl:

Komponente	Volumen	Anzahl

Abbildung 40: Menüoberfläche zur Erfassung der Ausstattungen je Stallbereich

Erfassung des Tierbestandes

In einem ersten Schritt wurden allgemein gebräuchliche Produktionsrichtungen, Altersklassen und Leistungsgruppen in der Schweinehaltung definiert und mit entsprechenden Stammdaten versehen. Im Modul ist die kleinste Betrachtungsebene der Stallbereich mit der darin eingestellten Tier- bzw. Leistungsgruppe und deren Leistungsparametern. Im entsprechenden Menüpunkt können die Tierbestände definiert werden. Bei den Tiergruppen wird grundsätzlich zwischen den Produktionsrichtungen Mast und Ferkelerzeugung unterschieden. Innerhalb der Produktionsrichtungen findet hauptsächlich eine Differenzierung der Altersgruppen statt. Bei den Sauen musste aufgrund spezifischer Standardwerte und Algorithmen in einzelne Phasen der Ferkelerzeugung unterschieden werden (Abbildung 41).

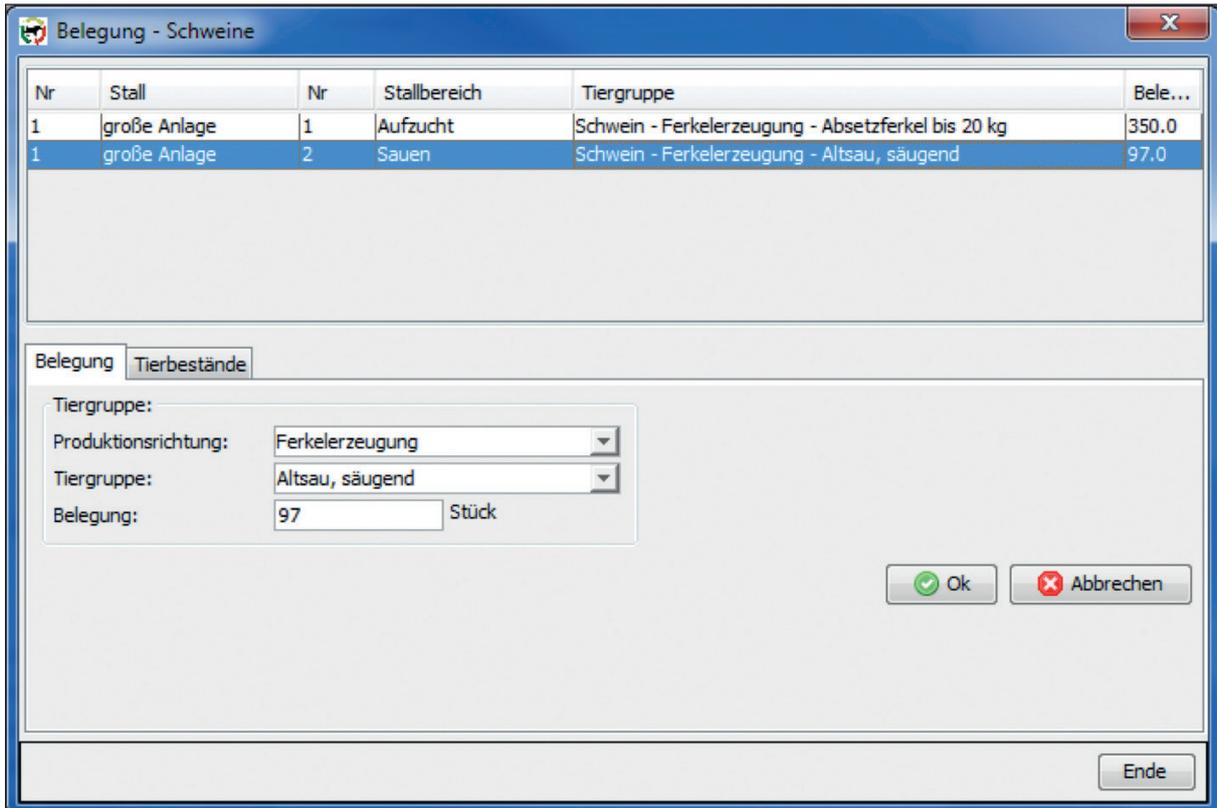


Abbildung 41: Menüoberfläche zur Bestandserfassung

Erfassung der Tierleistungen

Grundlage vieler Berechnungen ist die Dokumentation der Tierleistungen (Abbildung 42). So werden beispielweise Produkte, Futterbedarfe, Stoffflüsse, Emissionen und Ressourceneffizienzen hieraus abgeleitet. Dabei sind wichtige Eckpunkte in der Leistung mit betriebsspezifischen Werten editierbar (Anzahl Ferkel, Lebendmassezunahmen, Masttage). Somit werden eine individuelle Abbildung der Verfahrensgestaltung und die Berechnung der Umweltwirkung des Produktionssystems gewährleistet. Innerhalb des Menüpunktes werden aus den Leistungsdaten bereits stoffliche Berechnungen zu Leerkörperzusammensetzung und -zunahmen vorgenommen (Abbildung 43).

Stall	Nr	SB-Nr	PRichtung	Tiergruppe	Stück	Energie...	Protein...
große Anlage	1	1	Ferkelerzeug...	Absetzferkel bis 20 kg	350.0	0.0	0.0
große Anlage	1	2	Ferkelerzeug...	Altsau, säugend	97.0	0.0	0.0

Leerkörper

Lebendmasse

Lebendmasse Anfang: 260 kg
 Lebendmasse Ende: 244,88 kg
 Lebendmasse: 252,44 kg
 LMZ: -540 g/d
 Masttage: 28 d

diverses

Getreideeinheit: 2,87 GE/Tier
 Dungeinheit: 0,33
 Großvieheinheit: 0,5049
 Methankonversionsf...: 0 %
 Methanumwandlungsf...: 0 m³ CH₄/kg
 Einstreumenge: 0 kg/d je Tier

Wasserverbrauch: 14,6 m³/Tier/a
 Stromverbrauch: 0 kWh/Tier/a

auf Stammdaten zurücksetzen Ok Abbrechen Ende

Abbildung 42: Menüoberfläche zur Erfassung der Leistungsparameter (Teil 1)

Stall	Nr	SB-Nr	PRichtung	Tiergruppe	Stück	Energie...	Protein...
große Anlage	1	1	Ferkelerzeug...	Absetzferkel bis 20 kg	350.0	0.0	0.0
große Anlage	1	2	Ferkelerzeug...	Altsau, säugend	97.0	0.0	0.0

Nachkommen

Allg.

Anzahl Ferkel: 27 Stck/Tier/Jahr
 Durchgänge im Jahr: 2,3 Stck/Tier/Jahr
 Geburtsgewicht Ferkel: 1,4 kg
 Endgewicht Ferkel: 7 kg
 Jungtier LM: 4,2 kg
 LMZ Ferkel: 200 g/d
 Säugtage: 28 d

Durchschnitt

Jungtier N-Gehalt LM: 0,1073 kg
 Jungtier P-Gehalt LM: 0,0829 kg
 Jungtier K-Gehalt LM: 0,0315 kg
 Jungtier C-Gehalt LM: 0,84 kg
 Jungtier Energiegehalt...: 0,0588 GJ

Zunahmen

Jungtier N-Zunahme: 0,1198 kg
 Jungtier P-Zunahme: 0,0375 kg
 Jungtier K-Zunahme: 0,0112 kg
 Jungtier C-Zunahme: 1,12 kg
 Jungtier Energiezunah...: 0,0784 GJ

auf Stammdaten zurücksetzen Ok Abbrechen Ende

Abbildung 43: Menüoberfläche zur Erfassung der Leistungsparameter (Teil 2)

Ausweisung der Tierbedarfe

Im Vorfeld zur Dokumentation der Fütterung wird vom Programm ein Menüpunkt zur Berechnung der theoretischen Bedarfe angeboten. Ziel dieses Arbeitsabschnittes ist es, eine Plausibilitätskontrolle zu den betrieblichen Angaben über Futtereinsatz in den Tiergruppen zu erhalten. Zudem soll die Szenariofähigkeit der Software gewährleistet werden. In diesen Fällen können gängige Futtermittelkomponenten in schlüssigen Zusammensetzungen simuliert werden und Stoffflüsse nachgestellt werden. Als Parameter dienen der Phosphorbedarf, Energiebedarf und Lysinbedarf (Abbildung 44).

Stall	Nr	SB-Nr	PRichtung	Tiergruppe	Stück
große Anlage	1	1	Ferkelerzeug...	Absetzferkel bis 20 kg	350.0
große Anlage	1	2	Ferkelerzeug...	Altsau, säugend	97.0
		Phosphorbedarf		Energiebedarf	Lysinbedarf
je Tier und Tag		3,0 g/d		12,6 MJ/d	10,3 g/d
gesamt pro Jahr		387,2 kg/a		1605,2 GJ/Jahr	1312,6 kg/a

Ende

Abbildung 44: Menüoberfläche zur Berechnung der Bedarfe für die Fütterung

Ausweisung der Produktabflüsse

Des Weiteren ist im Modul der Menüpunkt „Produkte“ angelegt, in dem die Dokumentation über Tierverkäufe, -zäufe und Verluste quantitativ für die einzelnen Tiergruppen eingesehen werden kann (Abbildung 45).

Produktabflüsse - Schweinebetrieb A

Stall	Nr	SB-Nr	PRichtung	Tiergruppe	Stück
I Abferkelstall	3	3	Ferkelerzeugung	Altsau, hochtragend	152,3
II Deckzentrum 1a	4	1	Ferkelerzeugung	Jungsau, niedertragend	57,0
II Deckzentrum 1a	4	2	Ferkelerzeugung	Zuchteber, ausgewachsen	1,0
II Wartestall 2a	5	1	Ferkelerzeugung	Jungsau, hochtragend	20,0
II Wartestall 2a	5	2	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer, weiblich	40,0
II Wartestall 2a	5	3	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer, weiblich	41,0
II Abferkelstall 3a	6	1	Ferkelerzeugung	Jungsau, säugend	17,0
II Abferkelstall 3a	6	2	Ferkelerzeugung	Altsau, hochtragend	17,0

Fleisch Nachkommen

	Zukauf	Verkauf	Eigenverbrauch	Verluste
Stück:	0	8	0	5
kg/Stück:	30,2	119,85	119,85	75,03
Summe kg:	0	958,8	0	375,13
N kg:	0	24,5	0	9,59
P kg:	0	4,05	0	1,59
K kg:	0	1,53	0	0,6
C kg:	0	191,76	0	75,03
Energie GJ:	0	0,01	0	0
GV:	0	1,2	0	0,75
essbares Protein kg:	0	76,58	0	29,96

Ok Abbrechen

Ende

Abbildung 45: Menüoberfläche zur Ansicht der Produktabflüsse

Erfassung der Fütterung

Die Dokumentation der Fütterung erfolgt für jede Tiergruppe bzw. Stallbereich und kann in zwei Varianten erfolgen:

- a) Jahressumme der Futtermittel je Tiergruppe,
- b) Eingabe von Rationen mit Angabe des Zeitraumes.

Bei Letzteren erfolgt eine automatische Berechnung der Gesamteinsatzmenge des jeweiligen Futtermittels. Die Futtermittel werden über ein Auswahlfenster angeboten und resultieren in Art und Menge aus den Buchungen im Menüpunkt „Lager“. Dort können auch die Inhaltsstoffe nach betriebsindividuellen Untersuchungsprotokollen editiert werden.

Erweitert ist im Menüpunkt „Fütterung“ eine Plausibilitätskontrolle integriert, in der die theoretisch errechneten leistungsabhängigen Bedarfe an Protein und Energie der tatsächlich eingesetzten Menge gegenübergestellt wird. Berücksichtigung finden dabei auch Verluste bei der Futtermittellage, die standardmäßig mit 7 % angesetzt wurden. Dieser Wert ist editierbar. Zudem besteht die Anzeigemöglichkeit von Inhaltsstoffen der verwendeten Futtermittel sowie einer Übersicht zum Gesamteinsatz, Aufnahme und Verluste an Trockenmasse, Stickstoff, Phosphor, Kalium und Energie (Abbildung 46).

Nr	Stall	SB-Nr	Stallbereich	PRichtung	Tiergruppe	Stück
1	Stall 1	1	Decken AS, nieder	Ferkelerzeugung	Jungsau, niedertragend	80.0
1	Stall 1	2	Aferkel AS,s	Ferkelerzeugung	Jungsau, säugend	67.0
1	Stall 1	3	Warte AS, hoch	Ferkelerzeugung	Altsau, hochtragend	128.0
1	Stall 1	4	Abrufstation AS, nieder	Ferkelerzeugung	Altsau, niedertragend	20.0
1	Stall 1	5	Warte AS, nieder	Ferkelerzeugung	Altsau, niedertragend	20.0
1	Stall 1	6	Eber	Ferkelerzeugung	Zuchteber, ausgewachsen	2.5
2	Stall 2	1	Jugsauaufzucht	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer, weiblich	165.0

Herkunft	Kons...	HP_NP	Fruchtgruppe	Futtermittel	Produkt	Qualität	Menge (t/a)
Lager/Eigene Futtermittel	Origin...	Haupt...	Getreide	Wintergerste	Korn	mittel	34,619
Lager/Eigene Futtermittel	Origin...	Haupt...	Getreide	Winterweizen (B+C)	Korn	mittel	22,577
Lager/Handelsfutter				Handelsfuttermittel	Ergänzu...	mittel	11,74
Lager/Handelsfutter				Ölgewinnung	Sojaext...	mittel	6,322
Lager/Handelsfutter				Ölgewinnung	Sojaöl	mittel	0,903

Bedarfsdeckung mit ausgewähltem Futtermittel:		
Lysin:	Energie:	Phosphor:
122,4 %	72,54 %	135,64 %
Bedarfsdeckung mit allen Futtermitteln:		
Lysin:	Energie:	Phosphor:
414,31 %	168,66 %	396,64 %
noch benötigte Menge für 100% (dt Frischmasse):		
Lysin:	Energie:	Phosphor:
-888,94 dt	-327,63 dt	-757,11 dt

Abbildung 46: Menüoberfläche zur Eingabe der Stallfütterung

Ausweisung Anfall organischer Dünger

Aufbauend auf Leistung und Fütterung werden in diesem Menüpunkt Anfall und Inhaltsstoffe von Kot und Harn getrennt nach Stall und Auslauf (bzw. Weide, weniger relevant) ermittelt. Entsprechend der Definition des Aufstallungssystems (Tretmist, Spaltenboden usw.) berechnen sich die Art, Qualität und Quantität anfallender organischer Dünger. Besonderer Wert wurde dabei auf die Berücksichtigung differenzierter Gestaltung einzelner Komponenten, wie Laufbereich, Liegeflächen und Auslauf gelegt. So kann der Laufbereich beispielsweise mit Spaltenboden, Lochspalten oder Tiefstreu versehen sein, die Liegeflächen definieren sich z.B. nach Betonspalten, planbefestigt mit Einstreu oder Gummimatten (geschlitzt). Zusammen mit der Angabe von Einstreumengen und Futtermitteln berechnen sich je Stallbereich Stallmist-, Jauche- und/oder Güllemengen. Auslaufexkremente werden entsprechend Besatz und Dauer einer Tiergruppe auf Auslauflächen ausgewiesen. In Abhängigkeit von Auslauf- und Stallhaltung werden klimarelevante Stickstoffverluste ausgewiesen (Abbildung 47).

Die ermittelten organischen Dünger und die Verluste werden mittels Übergabedatei an die Basissoftware „REPRO“ übergeben und dort im Menüpunkt „Düngerlager“ weiterbearbeitet. Dabei wurde die Lagerhaltung an die Erfordernisse der Aufgabenstellung zur Tierhaltung erweitert und angepasst.

Stall	Nr	SB-Nr	PRichtung	Tiergruppe	Stück
Stall 1	1	1	Ferkelerzeugung	Jungsau, niedertragend	30.0
Stall 1	1	2	Ferkelerzeugung	Jungsau, säugend	67.0
Stall 1	1	3	Ferkelerzeugung	Altsau, hochtragend	128.0
Stall 1	1	4	Ferkelerzeugung	Altsau, niedertragend	20.0
Stall 1	1	5	Ferkelerzeugung	Altsau, niedertragend	20.0
Stall 1	1	6	Ferkelerzeugung	Zuchteber, ausgewachsen	2.5
Stall 2	2	1	Ferkelerzeugung	Zuchtläufer, weiblich	165.0

	Tier/Tag	Tier/Jahr	Tiergruppe/Jahr
Frischmasse:	6,2 kg	22,7 dt	181,5 t
Trockenmasse:	0,4 kg	1,4 dt	10,9 t
N gesamt:	44,4 g	16,2 kg	1297,2 kg
N löslich:	23,8 g	8,7 kg	695,4 kg
N organisch:	20,6 g	7,5 kg	601,8 kg
Phosphor:	10,5 g	3,8 kg	305,5 kg
Kalium:	18,3 g	6,7 kg	533,7 kg

Lager:		Vergärbare Substanz:		Inhaltsstoffe:	
FM ins Lager::	181,5 t	VS::	8,7 t	Trockenmasse:	6 %
				Stickstoff:	11,9097 %
				N löslich:	6,3846 %
				N organisch:	5,5251 %
				Phosphor:	2,8045 %
				Kalium:	4,8999 %

Abbildung 47: Menüoberfläche zur Ausweisung des Aufkommens an Exkrementen, Stallmist, Gülle und Jauche sowie Eingabefenster für Einstreu

4.3.2.2 Analyse und Ermittlung von Indikatoren

Die Analyse der eingegeben Daten wurde in zwei Schritten umgesetzt. Zunächst wurde eine Sammlung aller benötigten Formeln im Programm hinterlegt. Die Formeln wurden möglichst unabhängig vom Rest des Programms und auch möglichst unabhängig voneinander umgesetzt. Im zweiten Schritt wurden die Berechnungsmethoden verknüpft und angewendet. Dabei bestand die Maßgabe, dass die Wahl der jeweiligen Formel von den Daten abhängt, die in die Variablen eingesetzt werden sollen. Je nach Tiergruppen (Mast/Ferkelerzeugung/Ferkelaufzucht), Ort (Stall/Auslauf), Haltungssystem (Einflächenbucht/Kastenstand), Fütterung (flüssig/trocken) usw. wurden entsprechende Fallunterscheidungen in die Berechnungsvorschriften eingebaut.

Grundsätzlich werden in den Auswertungsmenüs verschiedene Betrachtungsebenen angeboten. Zunächst muss das auszuwertende Jahr ausgewählt werden. Daraufhin werden die Parameter für jeden Stallbereich angezeigt. Optional können Aggregationen höherer Ebenen (Produktionsrichtung; Betrieb) angezeigt werden. Standardmäßig werden die Ergebnisparameter mit der „Einheit“ Stallbereich/Jahr angezeigt. Auch hier sind Untersetzungen mit den Ergebnissen für Tier/Jahr und Tier/Tag verfügbar. Dies ermöglicht Vergleiche mit anderen methodischen Ansätzen und Aussagebereichen. Die Auswertungsmenüs umfassen Stoffbilanzen für Stickstoff und Phosphor, Energie- und Treibhausgasbilanzen sowie die Ausweisung von Emissionen (Abbildungen 48-52).

Betrachtungsebene	Betrieb	Tiergruppe Schwein											
Tierart		Mast	Ferkelerzeug	Mast	Mast								
Produktionsrichtung		Mastschwe	Altsau, säug	Jungsau, sä	Altsau, nied	Zuchtläufer	Jungsau, hoch	Altsau, hoch	Absetzferk	Zuchteber,	Mastschwe	Jungsau, nicht	Mastschwe
Tiergruppe													
Stallbereich													
Jahr	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
Anzahl Tiere	7004,50	780,00	111,00	67,00	279,00	165,00	77,00	128,00	3285,00	3,50	853,00	297,00	959,00
GV gesamt	894,56	170,06	53,82	22,44	133,21	23,12	29,65	68,16	89,35	1,40	123,66	93,56	86,14
Produkte													
essbares Protein	19,60	107,18	44,01	29,73	0,00	0,00	0,00	0,00	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Nachkommen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tierabgänge	11,93	28,58	72,87	40,50	0,00	0,00	0,00	0,00	7,62	0,00	17,61	0,00	10,86
Verkauf	5,23	28,58	11,74	7,93	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Innerbetrieblich	6,71	0,00	61,13	32,57	0,00	0,00	0,00	0,00	3,82	0,00	17,61	0,00	10,86
Bestandesänderung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zufuhr													
Tierzugänge	7,28	19,49	79,17	45,26	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	0,00	11,84	0,00	5,36
innerbetrieblich	7,28	19,49	79,17	45,26	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	0,00	11,84	0,00	5,36
Zukauf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futtereinsatz	16,46	32,03	31,53	60,57	22,50	17,14	18,27	27,73	5,99	28,73	25,23	24,91	20,85
Stall	16,46	32,03	31,53	60,57	22,50	17,14	18,27	27,73	5,99	28,73	25,23	24,91	20,85
Grundfutter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kraftfutter	16,46	32,03	31,53	60,57	22,50	17,14	18,27	27,73	5,99	28,73	25,23	24,91	20,85
Einstreue	0,34	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,91
organische Dünger	10,01	22,32	26,79	49,51	15,24	10,49	6,56	15,27	1,87	25,05	16,46	16,47	13,34
Stallmist	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gülle	10,01	22,32	26,79	49,51	15,24	10,49	6,56	15,27	1,87	25,05	16,46	16,47	13,34
Jauche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verluste													
Tierverluste	0,10	0,18	1,56	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,12	0,00	0,07
gasförmige Verluste	1,73	3,11	7,48	13,80	4,21	1,52	1,74	4,18	0,26	3,68	2,25	4,55	1,80
Saldo	0,31	-1,76	2,00	1,14	3,05	5,13	9,97	8,27	-1,14	-0,00	1,54	3,89	1,05
Verwertungsrate													
Produkt	764,79 %	89,24 %	231,12 %	66,86 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	255,67 %	0,00 %	69,81 %	0,00 %	52,09 %
Gesamt	1973,46 %	154,54 %	316,08 %	148,59 %	270,01 %	61,21 %	35,91 %	55,09 %	317,59 %	174,39 %	130,36 %	198,47 %	111,23 %
kg je GV	0,00	-0,01	0,04	0,05	0,02	0,22	0,34	0,12	-0,01	-0,00	0,01	0,04	0,01
Effizienz (Futter/jeP)	0,84	0,30	0,72	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00

Abbildung 48: Auswertungsmenü für den Indikator „Stickstoff-Bilanzsaldo“

Betrachtungsebene	Betrieb	Tiergruppe Schwein Mast	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Altsau, säu	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Jungsau, sä	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Altsau, nied	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Zuchtläufer	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Jungsau, hoch	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Altsau, hoch	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Absetzferke	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Zuchteber,	Tiergruppe Schwein Mast Mastschwe	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Jungsau, nied	Tiergruppe Schwein Mast Mastschwe
Jahr	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
Anzahl Tiere	7004,50	780,00	111,00	67,00	279,00	165,00	77,00	128,00	3285,00	3,50	853,00	297,00	959,00
GV gesamt	894,56	170,06	53,82	22,44	133,21	23,12	29,65	68,16	89,35	1,40	123,66	93,56	86,14
Produkte													
essbares Protein	19,60	107,18	44,01	29,73	0,00	0,00	0,00	0,00	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Nachkommen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tierabgänge	2,07	4,73	12,06	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	0,00	2,91	0,00	2,00
Verkauf	0,90	4,73	1,94	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Innerbetrieblich	1,17	0,00	10,11	5,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	2,91	0,00	2,00
Bestandsänderung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zufuhr													
Tierzugänge	1,24	3,22	13,10	7,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	1,96	0,00	0,99
innerbetrieblich	1,24	3,22	13,10	7,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	1,96	0,00	0,99
Zukauf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futtereinsatz	3,35	6,25	8,61	12,88	4,75	3,58	3,85	5,68	1,39	5,95	4,75	4,98	3,89
Stall	3,35	6,25	8,61	12,88	4,75	3,58	3,85	5,68	1,39	5,95	4,75	4,98	3,89
Grundfutter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kraffutter	3,35	6,25	8,61	12,88	4,75	3,58	3,85	5,68	1,39	5,95	4,75	4,98	3,89
Ernstreu	0,09	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,24
organische Dünger	2,43	5,24	9,02	13,29	4,25	2,73	2,11	4,31	0,45	5,95	3,67	4,33	2,90
Stallmist	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gülle	2,43	5,24	9,02	13,29	4,25	2,73	2,11	4,31	0,45	5,95	3,67	4,33	2,90
Jauche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verluste													
Tierverluste	0,02	0,03	0,26	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
Saldo	0,16	-0,29	0,37	0,23	0,50	0,85	1,74	1,37	0,02	0,00	0,34	0,64	0,19
Verwertungsraten													
Produkt	582,92 %	75,64 %	140,03 %	52,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	202,52 %	0,00 %	61,34 %	0,00 %	51,39 %
Gesamt	2094,95 %	153,74 %	244,80 %	155,19 %	357,09 %	76,28 %	54,70 %	75,90 %	265,53 %	200,00 %	132,07 %	260,74 %	118,91 %
kg je GV	0,00	-0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Effizienz (Futter/eP)	0,17	0,06	0,20	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00

Abbildung 49: Auswertungsmenü für den Indikator „Phosphor-Bilanzsaldo“

Betrachtungsebene	Betrieb	Tiergruppe Schwein Mast	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Altsau, säu	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Jungsau, sä	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Altsau, nied	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Zuchtläufer	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Jungsau, hoch	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Altsau, hoch	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Absetzferke	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Zuchteber,	Tiergruppe Schwein Mast Mastschwe	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeuger Jungsau, nied	Tiergruppe Schwein Mast Mastschwe
Jahr	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
Anzahl Tiere	7004,50	780,00	111,00	67,00	279,00	165,00	77,00	128,00	3285,00	3,50	853,00	297,00	959,00
GV gesamt	894,56	170,06	53,82	22,44	133,21	23,12	29,65	68,16	89,35	1,40	123,66	93,56	86,14
Ammoniak													
NH3-N-Verluste Stall	1,73	3,11	7,48	13,80	4,21	1,52	1,74	4,18	0,26	3,68	2,25	4,55	1,80
NH3-N-Verluste Auslauf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NH3-N-Verluste Lager	0,82	1,87	2,18	4,02	1,23	0,91	0,51	1,22	0,15	2,21	1,35	1,32	1,08
Lachgas													
N2O-N-Verluste Stall/Lager	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Methan													
CH4 enterisch Stall	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CH4 enterisch Auslauf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CH4 Lager	3,24	4,68	10,10	12,00	5,59	3,87	5,19	6,21	1,69	6,45	3,90	5,56	3,30
CH4 gesamt / eP	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Abbildung 50: Auswertungsmenü für den Indikator „Emissionen“

Betrachtungsebene	Betrieb	Tiergruppe Schwein Mast	Tiergruppe Schwein Altsau, säu	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Jungsau, sä	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Altsau, nied	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Zuchtläufer	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Jungsau, hoch	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Altsau, hoch	Tiergruppe Schwein Absetzferke	Tiergruppe Schwein Zuchteber,	Tiergruppe Schwein Mast	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Jungsau, ni	Tiergruppe Schwein Mast
Jahr	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
Anzahl Tiere	7004,50	780,00	111,00	67,00	279,00	165,00	77,00	128,00	3285,00	3,50	853,00	297,00	959,00
GV gesamt	894,56	170,06	53,82	22,44	133,21	23,12	29,65	68,16	89,35	1,40	123,66	93,56	86,14
essbares Protein (kg bzw. t)	19,60	107,18	44,01	29,73	0,00	0,00	0,00	0,00	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Futtermittel													
Füttererzeugung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eigenfutter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zukauffutter	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futterlagerung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futterentnahme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futtervorräte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Haltungssystem	349,27	395,04	2008,69	1362,86	915,42	273,63	690,21	612,38	242,15	825,59	48,64	738,10	347,17
Stallbau	130,63	70,56	1520,73	874,91	500,90	47,53	275,69	197,86	79,82	399,27	48,64	323,57	38,77
(Futtermischsystem)	(4,94)	(4,30)	(34,70)	(45,50)	(8,44)	(1,42)	(13,61)	(3,88)	(1,34)	(22,29)	(4,30)	(19,27)	(6,63)
(Heizung)	(21,24)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(45,28)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)
direkte Energie	182,07	280,53	280,53	280,53	280,53	150,00	280,53	280,53	150,00	280,53	0,00	280,53	280,53
Prozesswasser	36,57	43,95	207,43	207,43	134,00	76,11	134,00	134,00	12,33	145,79	0,00	134,00	27,87
Entmistung/Lagerung	9,33	13,90	94,80	36,52	51,46	8,56	73,92	1,13	0,31	36,75	7,64	25,68	4,85
Energieintensität													
GJ je GV	0,40	2,40	39,08	62,37	7,26	12,21	25,77	9,00	2,71	615,96	0,46	8,16	4,09
MJ je kg eP	18,30	3,82	47,80	47,06	0,00	0,00	0,00	0,00	17,02	0,00	0,00	0,00	0,00

Abbildung 51: Auswertungsmenü für den Indikator „Energieintensität“

Betrachtungsebene	Betrieb	Tiergruppe Schwein Mast	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Altsau, säu	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Jungsau, sä	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Altsau, nied	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Zuchtläufer	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Jungsau, hoch	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Altsau, hoch	Tiergruppe Schwein Absetzferke	Tiergruppe Schwein Zuchteber,	Tiergruppe Schwein Mast	Tiergruppe Schwein Ferkelerzeu Jungsau, ni	Tiergruppe Schwein Mast
Jahr	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
Anzahl Tiere	7004,50	780,00	111,00	67,00	279,00	165,00	77,00	128,00	3285,00	3,50	853,00	297,00	959,00
GV gesamt	894,56	170,06	53,82	22,44	133,21	23,12	29,65	68,16	89,35	1,40	123,66	93,56	86,14
essbares Protein	19,60	107,18	44,01	29,73	0,00	0,00	0,00	0,00	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Energie													
Energieeinsatz	358,60	408,94	2103,49	1399,39	966,89	282,19	764,14	613,51	242,45	862,34	56,28	763,78	352,02
CO ₂ -Energie	15,79	18,01	92,64	61,63	42,58	12,43	33,65	27,02	10,68	37,98	2,48	33,64	15,50
Methan													
CO ₂ -äqu Wirtschaftsdünger	80,96	117,07	252,62	299,98	139,72	96,74	129,65	155,34	42,27	161,31	97,47	138,93	82,38
Lachgas													
CO ₂ -äqu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ammoniak													
CO ₂ -äqu	11,96	23,31	45,24	83,49	25,49	11,38	10,53	25,28	1,93	27,58	16,87	27,53	13,46
Gesamt													
CO ₂ -äqu	108,71	158,39	390,50	445,10	207,79	120,55	173,83	207,64	54,87	226,87	116,82	200,10	111,35
kg CO ₂ -je GV	851,20	726,48	805,34	1329,13	435,20	860,42	451,47	389,94	2017,43	567,18	805,81	635,18	1239,67
kg CO ₂ -je eP	5,55	1,48	8,87	14,97	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00

Abbildung 52: Auswertungsmenü für den Indikator „Treibhausgase“

5 Webanwendung

5.1 Zielstellung

Die Webanwendung soll dem Landwirt bzw. seinem Berater die Möglichkeit geben, Angaben zu seiner Produktion selbst eingeben können. Die Daten werden dann zur Berechnung zurück übermittelt.

5.2 Umfeld

Eine besondere Herausforderung ist, dass im Rahmen des Projektes nicht geklärt ist, wie die Webanwendung später betrieben werden soll. Insbesondere ist unklar, welche Software auf dem Server installiert und betrieben werden kann, welche Verbindungen der Server aus dem Rechenzentrum haben darf und wie der Zugriff auf Daten und Programm während des Betriebs geregelt wird. Bei der Wahl des Programmierframeworks und der Kommunikationsabläufe muss deshalb darauf geachtet werden, dass man möglichst unabhängig von serverseitigen Begebenheiten bleibt. Umgesetzt wurde, dass das Programm nicht auf dem Server, sondern vollständig auf dem Rechner des Benutzers läuft und die Datenhaltung ohne Datenbanksoftware erfolgt. Als Programmierframework wird „Vue 2.0“ verwendet. Eine modernes in JavaScript geschriebenes Framework für Webanwendungen, das bei Bedarf ohne Serverkomponenten auskommt und auch keine ständige Verbindung zum Internet benötigt.

Für die Datenhaltung wird „JSON“ (JavaScript Object Notation) verwendet, das sich zum Standard für Datenaustausch und -haltung in Javascriptprogrammen entwickelt hat. JSON ist ein kompaktes und einfach lesbares Format, das von allen Javascriptprogrammen verstanden wird. Die meisten anderen Programmiersprachen und Datenbanksysteme können JSON importieren und exportieren. JSON selbst wird in einfacher Textform gespeichert, so dass Daten problemlos als Datei oder Email ausgetauscht werden können.

5.3 Stammdaten

Das Webtool benötigt Stammdaten, um dem Benutzer Werte zur Auswahl anzubieten beziehungsweise Standardwerte vorzugeben. Sie werden aus dem Modul zur Analyse der Schweinehaltung extrahiert und in der Webanwendung hinterlegt. Dabei werden nur die Daten berücksichtigt, die nötig sind damit der Benutzer seine Auswahl treffen kann. Werte und Details, die für die Berechnungen nötig sind, werden nicht übertragen.

5.4 Datenbank und Modelstruktur

Die Anfangsdaten des Webtools (ein leerer Betrieb und die Stammdaten) werden beim ersten Aufruf vom Server an den Browser übertragen. Danach hat der Benutzer die Möglichkeit seine Daten zu ergänzen. Die Daten werden während der Ausführung des Programms als Datenstruktur im Browser verwaltet. Diese Daten gehen verloren, wenn der Browser geschlossen wird. Zur dauerhaften Speicherung stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: als sogenannte „Website-Daten“ im Browser oder als Datei auf der Festplatte des Rechners.

5.5 Beschreibung des Webtools

Die Oberfläche teilt sich in die vier Bereiche Laden und Speichern, Auswahl der Jahre, Ställe und Stallbereiche sowie Eingabe der Daten.

5.5.1 Erfassung des Haltungssystems

Zu jedem Stall werden einige grundlegende Daten erfasst. Name und Ort, die Stallform und die Tierart. Dann die Größe des Stalls und Angaben zur Bauhülle, Beleuchtung, Lüftung und Entmistung. Nach Anklicken eines Stallbereichs wird zuerst der Dialog „Allgemeines“ gezeigt. Hier werden einige grundlegende Eigenschaften eingegeben. Wichtig sind hier vor allem das Haltungssystem und die Aufstallungsart. Gegebenenfalls werden die Auswahlmöglichkeiten in den folgenden Dialogen durch die Wahl von Haltungssystem und Aufstallungsart vorbestimmt.

The screenshot displays the web tool interface for recording the housing system. At the top, there is a navigation bar with buttons for 'laden', 'speichern', 'speichern in Datei', 'Datei laden', and 'Durchsuchen...'. Below this, there are buttons for selecting years: '2014', '2015', and 'neues Jahr'. The left sidebar shows a tree view of stalls: 'Stall 1', 'Stall 2', and 'Stall 3', each with sub-bereiche (1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2) and a 'neuer Stall' button. The main area is a form titled 'Allgemeines' with the following fields:

- Allgemeines:** Nummer (3), Name (Stall 3), Ort (empty), Stallform (Warmstall), Tierart (Schwein).
- Stallmaße:** Stallbreite (50 m), Stalllänge (30 m), Stallfläche (1500 m²), zus. Betriebsfläche (200 m²), Gesamtfläche (1700 m²).
- Bauhülle:** Windschutz (empty), Windschutzfläche (0 m²), Lichtfirst (Hart-PVC), Lichtfirstbreite (2 m).
- Ausstattung:** Beleuchtung (Leuchtstoffröhre), Lüftung (Nasenlüftung), Entmistung (Frontlader (täglich)).

Abbildung 53: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung des Haltungssystems

5.5.2 Erfassung der Flächen

Im zweiten Dialog „Flächen“ wird die Aufteilung des Stallbereichs eingegeben. Die Größe der Auslauffläche und wie viele Tiere für wie lange den Auslauf nutzen. Größe und Art der Liege- und Laufflächen, Unterstand, Buchten und Futtertisch.

The screenshot shows the 'Flächen' (Areas) dialog for 'Stallbereich 3.1'. The interface includes a sidebar with a tree view of stalls and a main form with the following sections:

- Auslauf (Runout area):**
 - Untergrund: kein Auslauf
 - Fläche: 0.0 m²
 - Auslaftage: 0.0 d/a
 - Auslaufstunden: 0.0 h/d
- Liegebereich (Lying area):**
 - Untergrund: Gummimatten
 - Fläche: 400 m²
- Buchten (Stalls):**
 - Anzahl: 3 Stück
 - Buchtentrennung: Liegekessel (Großgruppe)
- Fressbereich (Feeding area):**
 - Untergrund: Betonspalten (Kunststoffbelag)
 - Fläche: 100 m²
- Laufbereich (Walking area):**
 - Haltungssystem hat keinen Laufbereich
- Unterstand (Understand):**
 - Unterstand: (empty dropdown)
 - Fläche: 0 m²
 - Anzahl: 0 Stück

Abbildung 54: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung der Flächen

5.5.3 Erfassung der Ausstattungen

Im Dialog „Ausstattungen“ soll abgefragt werden, wie der Stallbereich mit Gerätschaften ausgestattet ist. Zuerst wird die Art und Anzahl der Ausstattungen für die Ferkelerzeugung abgefragt. Die Ausgestaltung der Futtervorlage wird im nächsten Abschnitt eingeben: Die Art der Futtervorlage, Daten zu Kraftfutterautomaten, zur Zuleitung und zum Futtertrog. Im Abschnitt „Futtermischsystem“ werden Details zur Zusammensetzung des Futtermischsystems erfasst. Je nachdem ob fest oder flüssig gefüttert wird, werden unterschiedliche Optionen für die einzelnen Komponenten angezeigt. Es können beliebig viele Komponenten mit ihrem jeweiligen Volumen eingegeben werden. Abschließend folgt der Abschnitt „Klimatisierung“. Hier werden Daten zur Heizung erfasst (Abbildung 55).

laden speichern speichern in Datei Datei laden Durchsuchen... Keine Datei ausgewählt.

2014 ✕ 2015 ✕ neues Jahr

Stall 1 ✕ Allgemein

Stallbereich 1.1 ✕ Flächen

Stallbereich 1.2 ✕ Ausstattungen

Stall 2 ✕

Stallbereich 2.1 ✕

Stall 3 ✕

Stallbereich 3.1 ✕

Stallbereich 3.2 ✕

neuer Stall

Standgestaltung Ferkelerzeugung

Standgestaltung hinz.

Standgestaltung	Anzahl	Löschen
Abferkelbucht (Schwenkgitter)	1	✕
Fressliegebucht	2	✕

Fütterung

Futtervorlage

Anzahl Kraftfutterautomate Stück

Tiere/Apperatur Stück

Länge Futtertrog m

Futterverlust %

Zuleitung

Länge m

Tränkesystem

Tränkesystem

Anzahl Stück

Futtermischsystem

Darbietungsform

Komponente hinz.

Komponente	Volumen	Anzahl	Löschen
Anmischtank (Edelstahl)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	✕
CCM-Dosierer (Edelstahl)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	✕

Beschäftigung

Komponente hinz.

Komponente	Anzahl	Löschen
Rütelkette	<input type="text"/>	✕
Spielomat	<input type="text"/>	✕

Klimatisierung

Bodenheizung

Fläche d. Bodenheizung m²

Wandheizung

mobile Heizung

Anzahl d. mobilen Heizungen Stück

Anzahl Ferkelnester Stück

Tiere

Fütterung

Abbildung 55: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung der Ausstattungen

5.5.4 Erfassung der Tiere

Der Dialog „Tiere“ ist das umfangreichste Menü des Webtools. Die Abschnitte des Dialogs orientieren sich wieder am Tiermodul und ermöglichen eine Eingabe aller relevanten tierbezogenen Daten. Zuerst wird festgelegt, welche Tiergruppe im Stallbereich steht. Die Werte im Abschnitt „Tierleistung“ werden daraufhin mit Standardwerten aus den Stammdaten ausgefüllt. Diese Werte können geändert werden. Im Abschnitt „Tierbestände“ sollen die Anfangsbestände eingetragen werden und die Anzahl der Tiere, die von außen in den Stallbereich hineinkommen oder ihn verlassen. Unter „Nachkommen“ werden die wichtigen Daten zu den Ferkeln abgefragt.

laden | speichern | speichern in Datei | Datei laden | Durchsuchen... | Keine Datei ausgewählt.

2014 2015

Stall 1 Allgemeines

Stallbereich 1.1 Flächen

Stallbereich 1.2 Ausstattungen

Tiere

Stall 2 Tiere

Stallbereich 2.1 Produktionsrichtung

Stallbereich 3.1 Tiergruppe

Stallbereich 3.2 Anzahl Tiere Stück

Tierbestände

Grund	Summe	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Anfangsbestand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zukauf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umstallung Zugang	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Umstallung Abgang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verkauf	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eigenverbrauch	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verluste	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endbestand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tierleistung

Lebendmasse Anfang kg

Lebendmasse Zunahme g/d

Masttage d

Getreideeinheit GE/Tier

Dungeinheit

Methankonservierung %

Methanumwandlung m³ CH₄/kg

Einstreumenge kg/d/Tier

Wasserverbrauch m³/Tier/a

Stromverbrauch kWh/Tier/a

Stromverbrauch kWh/Tier/a

C-Gehalt/kg g/kg

Energiegehalt/kg MJ/kg

Nachkommen

Anzahl Ferkel Stück/Tier/Jahr

Durchgänge im Jahr Stück/Tier/Jahr

Geburtsgewicht Ferkel kg

LMZ Ferkel g/d

Säugtage Tage

Fütterung

Abbildung 56: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung des Tierbestandes

5.5.5 Erfassung der Fütterung

Die Eingabe der Fütterung basiert auf Rationen. Es können mehrere Rationen angelegt werden, für die jeweils die Zusammensetzung der Futtermittel und die Fütterungsdauer festgelegt werden kann.

laden speichern speichern in Datei Datei laden Durchsuchen... Keine Datei ausgewählt.

2014 ✕ 2015 ✕ neues Jahr

Stall 1 ✕ Allgemeines ▾

Stallbereich 1.1 ✕ Flächen ▾

Stallbereich 1.2 ✕ Ausstattungen ▾

+ Tiere ▾

Stall 2 ✕ Fütterung ▾

Stallbereich 2.1 ✕

+ Rationen

Stall 3 ✕ neue Ration Ration 1 hinz.

Ration	Tage	Inhalt	Löschen
Ration 1	365	Futtermittel	✕

Futtermittel ▾ hinz.

Futtermittel	kg/Tier/Tag	Löschen
Futtermittel_3 ▾	0.5	✕
Futtermittel_1 ▾	1	✕
Futtermittel_2 ▾	0.8	✕

neuer Stall

Abbildung 57: Menüoberfläche im Webtool zur Erfassung der Fütterung

6. Öffentlichkeitsarbeit

Am 18. Juni 2019 wurde die Projekt-Abschlussstagung unter dem Titel „Nachhaltige Schweinehaltung – Indikatoren und Stallbaulösungen für Umweltwirkungen und Tiergerechtigkeit“ im DLG-Haus in Frankfurt am Main durchgeführt. Rund 70 Fachleuten und Betriebsleitenden wurden die Ergebnisse von zwei Projekten vorgestellt, die über die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wurden.

Wie Nährstoffströme und Treibhausgase sowie Tiergerechtigkeit in der Schweinehaltung berechnet werden können, stellten Frau Franziska Becker vom Privaten Institut für Nachhaltige Landwirtschaft (INL) in Halle und Stephan Ebschke von der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg vor. Sie zeigten, dass es auf Grundlage von individuellen Betriebsdaten möglich sei, einzelbetriebliche Bilanzen zu erstellen und eine Aussage zum Nachhaltigkeitsstatus zu treffen. Die Unterschiedlichkeit der Betriebstypen bezüglich der Produktionsrichtungen, der Tiergruppen und der Gebäudeausstattung sei gut abbildbar. Einflussfaktoren auf das Nachhaltigkeitsergebnis, wie die Leistung der Tiere, die Fütterung, die Wirtschaftsdüngerlagerung und der Stall, sind gut erkennbar und bilden die Basis für Optimierungspotenziale. Bei der Auswertung der Indikatoren können unterschiedliche Bezugsebenen gewählt werden (LMZ, Tierplatz, GV, Produkt, essbares Protein). Hervorgehoben wurde, dass die Zielwert- und Grenzwertdiskussion zwischen Stakeholdern und nationalen Projekten abzustimmen sei.

Zur Bewertung der Tiergerechtigkeit erläuterte Stephan Ebschke wie im Projekt vorgegangen wurde, um eine ganzheitliche, praktikable Status-Quo-Erhebung der Tiergerechtigkeit mit einer Analyse von Schwachstellen zu ermöglichen. Dabei wurden etablierte Methoden wie „Welfare Quality®“ und „KTBL betriebliche Eigenkontrolle“ zu Grunde gelegt und harmonisiert. Entstanden ist ein Kriterienkatalog für die Bereiche Haltungsumwelt, Leistung und Gesundheit, äußeres Erscheinungsbild und Tierverhalten.

Wie man Emissionsminderung und Tierwohl in einem Stall realisieren kann, stellten Helmut Döhler von DöhlerAgrar aus Untermerzbach und Christian Auinger von Schauer Agtronicon aus Prambachkirchen in Österreich vor. Im neu entwickelten Niedrig-Emissionsstallsystem werden Schweine in einem Außenklimastall mit innenliegendem gekapseltem Komfortbereich unter Berücksichtigung aller Tierwohl- und Tiergesundheitsaspekte gehalten. Ziel des neuen Systems zur Haltung von Schweinen ist es, die Ausbildung von Gülle zu verhindern. Hierzu werden die jeweiligen Fraktionen von Kot und Harn unmittelbar getrennt und aus dem Stall entfernt. Der Urin wird sofort im Stall stabilisiert, so dass die Harnstoffhydrolyse unterbunden oder reduziert wird und/oder entstehendes Ammonium / Ammoniak bereits im Stall neutralisiert und damit vor Ausgasung geschützt wird. Durch die Verhinderung der Durchmischung von Kot und Harn werden gleichzeitig Geruchs-, Methan- und Lachgasemissionen reduziert.

Das Programm wurde abgerundet durch parallel stattfindende Workshops, in denen rege diskutiert wurde zu drängenden Fragen der Themen Indikatoren Umweltwirkungen, Tierwohlstandards im Vergleich und Umgang mit Zielkonflikten.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse des DBU-Projektes „Entwicklung von Indikatoren und eines Analyse-tools für nachhaltige Schweinehaltung: Fütterung, Haltung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit“ zeigen, dass das komplexe Thema der Nachhaltigkeitsbewertung in der Schweinehaltung darstellbar ist und die Betriebe sich in ihrer Differenziertheit abbilden und bewerten lassen. Der Einfluss von Struktur und Intensität der Fütterung, von Haltungsverfahren und Wirtschaftsdüngerlagerung auf die Stoff- und Energieflüsse, auf den Nährstoffhaushalt sowie auf die Emissionen von NH_3 , N_2O , CH_4 und CO_2 kann quantitativ analysiert werden und macht so eine Aussage zu den Umweltwirkungen des landwirtschaftlichen Betriebs möglich. Ferner ist eine ganzheitliche Abbildung und Bewertung der Tiergerechtigkeit unter Berücksichtigung der vier Bereiche Haltungsumwelt und Ressourcen, Tierleistung und Tiergesundheit, äußeres Erscheinungsbild und Tierverhalten möglich.

Die Festlegung, die methodische Bestimmung und die Bewertung geeigneter ökologischer Indikatoren und Indikatoren der Tiergerechtigkeit erfolgte durch die Projektpartner. Zur Erprobung der Machbarkeit, der Evaluierung der Aussagekraft der Indikatoren, der Prüfung der Sensitivität des Systems für Unterschiede zwischen Systemen und sehr stark variierenden Betrieben wurden 17 Betriebe mit insgesamt 27 unterschiedlichen Nutzungsrichtungen erhoben. Die methodische Vorgehensweise, die Ergebnisse der Testbetriebe sowie die Zielwertfestlegungen wurden mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe evaluiert und diskutiert. Die programmtechnische Umsetzung der Methodik erfolgt über eine eigene Datenbank, die einer kompatiblen Eigenentwicklung entspricht.

Außerdem wurde eine Webanwendung programmiert, die dem Landwirt bzw. seinem Berater die Möglichkeit gibt, Angaben zu seiner Produktion selbst eingeben zu können.

Im Abschlussbericht werden die landwirtschaftliche und ökologische Bedeutung der Indikatoren, die Tiergerechtigkeit, die Berechnungen und Methoden zur Grenz- bzw. Zielwertfindung intensiv erläutert und dargestellt:

Der Indikator **Stickstoff-Bilanzsaldo** ist die Differenz von Stickstoff-Input zu Stickstoff-Output bezogen auf die Großvieheinheiten der jeweiligen Produktionsrichtung innerhalb eines Jahres. Demnach bedeutet ein Ergebnis von 0 kg N/ GV ein ausgeglichenes Verhältnis von N-Input und N-Output. Je effizienter der in der Fütterung eingesetzte Stickstoff verwertet wird, desto geringer sind die Nährstoffausscheidungen über die tierischen Exkrememente und somit auch das Potential zur Bildung der klimarelevanten Lachgas- und Ammoniakemissionen. Für den Indikator N-Bilanzsaldo ergibt sich ein Zielwert von 0 kg N/ GV für alle drei Produktionsrichtungen in der Schweinewirtschaft und wird als nachhaltig bewertet. Eine Über- oder Unterschreitung des Zielwertes wird innerhalb des Wertebereiches geregelt. Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Stickstoff-Bilanzsaldo wird eine gemeinsame Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. In den dargestellten Bewertungsfunktionen wird ein Optimalbereich von + 5 /- 5 % Unter- bzw. Überschreitung des Zielwertes definiert, der die Bewertung 1 erhält. Bis zu einer Unter- bzw. Überschreitung des Zielwertes von + 10 /- 10 % wird eine nachhaltige Bewirtschaftung mit 0,75 bewertet. Ab einer Unter- bzw. Überschreitung des Zielwertes von mehr als + 10 /- 10 % wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt.

Der Indikator **Phosphor-Bilanzsaldo** ist die Differenz von Phosphor-Input zu Phosphor-Output bezogen auf die Großvieheinheiten der jeweiligen Produktionsrichtung innerhalb eines Jahres. Demnach bedeutet ein Ergebnis von 0 kg P/ GV ein ausgeglichenes Verhältnis von P-Input und P-Output. Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Phosphor-Bilanzsaldo wird vorerst je eine eigene Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. Die prozentualen Abstufungen werden wie beim Stickstoff-Bilanzsaldo berechnet. Die Ergebnisse der Testbetriebe zeigen unterschiedliche Ergebnisse für die Produktionsrichtungen auf. Um negative Umweltwirkungen zu vermeiden, sollte bei der Rationsgestaltung der N- und P-Gehalt aller eingesetzten Futtermittel beachtet werden.

Die **Methan-Emissionen** werden unterschieden in Methan-Emissionen aus der Verdauung und aus der Wirtschaftsdüngerlagerung. Wird ein Vergleich zwischen den Betrieben der Produktionsrichtung Mast und Zuchtläufer hinsichtlich der mittleren jährlichen CH_4 -Emissionen (Verdauung und Lager) vorgenommen, liegen die Gemischtbetriebe in denen Zuchtläufer und Masttiere gehalten werden unterhalb des Mittelwertes, während die reinen Mastbetriebe diesen Wert übersteigen. Die Ferkelerzeugerbe-

triebe mit ausschließlicher Betrachtung der Zuchtläufer liegen oberhalb des Mittelwertes aller Betriebe. Das beste Ergebnis erzielt der ökologische Betrieb bei ausschließlicher Betrachtung der Zuchtläuferaufzucht. Hintergrund ist der vergleichsweise hohe Leerkörperzuwachs der Zuchtläufer gegenüber Masttieren mit dem daraus resultierenden höheren Output an essbarem Protein. Die Abweichung von Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast/Zuchtläufer ist auf die Definition des Indikators und seiner Abhängigkeit vom produzierten essbaren Protein zurückzuführen, welches auf Mastbetrieben über den Leerkörpermassezuwächsen der Ferkelerzeuger- und Ferkelaufzuchtbetrieben liegt.

Zur Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit der Schweinehaltung ist im Sinne einer ganzheitlichen innerbetrieblichen Stoffstrombilanz und anschließender Wichtung hinsichtlich der direkten und indirekten Klimawirksamkeit das **Ammoniak-Emissionsgeschehen** bei der Haltung der Tiere und der Wirtschaftsdüngerlagerung zu berücksichtigen. Nur so kann man eine betriebliche Gesamt-N-Bilanz und eine Abschätzung der produktbezogenen THG-Emissionen abbilden. Der Indikator NH_3 -Emission beinhaltet das Emissionsgeschehen, welches sich direkt aus der Tierhaltung stammenden Mengen über die Stall- und Auslauf- NH_3 -Emissionen und aus der betriebseigenen Wirtschaftsdüngerlagerung berechnet. Aus den für die unterschiedlichen Nutzungsformen berechneten Grenz-, Ziel- und Mehrwerten und unter Anwendung des dargestellten Ampelsystems zur Visualisierung der Nachhaltigkeitsbewertung, lässt sich zeigen, dass oft ein Mehrwert erreicht wird, wie auch die Unterschreitung des Grenzwertes.

Bei der Betrachtung klimawirksamer Gase hat **Lachgas** (N_2O) neben Methan die größte Bedeutung aufgrund seines erheblichen Vermögens, von der Erdoberfläche reflektierte Wärmestrahlung zu absorbieren. Dabei steht weniger der quantitative Ausstoß im Fokus als die erhebliche Klimawirksamkeit in der Atmosphäre. Innerhalb der Tierhaltung belaufen sich die Emissionen an N_2O durch Haltungssystem und die anschließende Wirtschaftsdüngerlagerung etwa auf 15 %. Die Ergebnisse, die durch die angewandte Methodik innerhalb der 17 Testbetriebe und 27 Nutzungsformen berechnet werden konnten, zeigen erhebliche Unterschiede. Insbesondere die strohbasierten Systeme weisen höhere N_2O -Emissionen im Vergleich zu den übrigen Systemen auf. In wie weit die Unterschiede innerhalb der strohbasierten Systeme durch eine angepasstere Fütterung, eine bessere Futter-N-Nutzungseffizienz und daraus resultierenden geringeren N-Ausscheidungen, oder durch ein höheres Wachstum resultieren, kann nicht hinreichend belegt werden. Durch die Ergebnisse wird ersichtlich, dass sich durch die Methodik, basierend auf den variierenden Eingangsgrößen (Fütterung, Einstreumenge, Tierleistung etc.), betriebsindividuelle Unterschiede abbilden lassen.

Der Indikator **Energieintensität** beschreibt den direkten und indirekten Energieaufwand eines schweinehaltenden Betriebes und wird in MJ/ kg essbares Protein (eP) ausgegeben. Bezugsbasis ist das in den Produkten enthaltene essbare Protein je Tier in den Tiergruppen Sauen, Aufzuchtferkel, Masttiere und Zuchtläufer bezogen auf den Leerkörpermassezuwachs in kg eP/ Tier und Jahr. Ziel der Betrachtung dieses Indikators ist es herauszufinden, ob ein schweinehaltender Betrieb anhand der Gegenüberstellung seiner energetischen In- und Outputs einen Nutzenbeitrag in Form eines Energiegewinnes leistet oder nicht. Grundsätzlich gilt, je kleiner die Energieintensität, desto besser ist ein Verfahren im Zuge der Bewertung der Energieeffizienz. Wird der indirekte Energieaufwand innerhalb der Kategorie Stallbau für die drei Produktionsrichtungen betrachtet, besitzt die Ferkelerzeugung im Vergleich zur Ferkelaufzucht und Mast den intensivsten indirekten Energieaufwand. Hintergrund sind die energetisch aufwendigen Ausstattungen (Abferkelkörbe, Ferkelnester) als auch die Warmställe mit isolierender Zwischendecke. Zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Energieintensität wird vorerst je eine eigene Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen. In den dargestellten Bewertungsfunktionen wird ein Optimalbereich bis 5 % Überschreitung des Zielwertes definiert, der die Bewertung 1 erhält. Bis zu einer Überschreitung des Zielwertes von 10 % wird eine nachhaltige Bewirtschaftung mit 0,75 bewertet. Bei Überschreitung von mehr als 10 % wird eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung unterstellt.

Bei der Schweinehaltung entsteht der Großteil der **Treibhausgasemissionen** direkt im Stall. Es ist ein kumulierter Indikator und setzt sich aus den Teilsummen der Indikatoren Ammoniak-Emission und Lachgas-Emission aus dem Stall und der Wirtschaftsdüngerlagerung, der CH_4 -Emission aus der Verdauung und der Wirtschaftsdüngerlagerung sowie der Energieintensität zusammen. Die Teilsummen

der einbezogenen Indikatoren werden über spezifische Treibhausgaspotentiale in CO₂-Äquivalente umgerechnet, um die unterschiedlichen Beiträge der Gase zum Treibhauseffekt bzw. deren Verbleib in der Atmosphäre zu berücksichtigen. Die Gesamtbetrachtung der Treibhausgasemissionen zeigt den Einfluss der Gülle- und Festmistsysteme auf die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Die wesentlichen Treibhausgasemissionen in Flüssigmistsystemen stammen aus der lagerbedingten Methan-Emission und den prozessbedingten Treibhausgasemissionen durch direkte und indirekte Energieaufwendungen, wobei es zwischen den Produktionsrichtungen Unterschiede gibt. Deshalb wird zur Annäherung an eine Bewertungsfunktion für den Indikator Treibhausgase vorerst je eine eigene Bewertungskurve für die Produktionsrichtungen vorgeschlagen.

Die Nachhaltigkeit wird in der Tierhaltung um den Aspekt der gesellschaftlich akzeptierten Tierhaltung ergänzt, indem eine Erweiterung mit Indikatoren der **Tiergerechtigkeit** erfolgt. Die Bewertung der Tiergerechtigkeit wird unter Berücksichtigung von vier Bereichen: Haltungsumwelt und Ressourcen, Tierleistung und Tiergesundheit, äußeres Erscheinungsbild und Tierverhalten vorgenommen. Nur durch die Gesamtbetrachtung von Leistungs- und Gesundheitsparametern, die Ausgestaltung der Haltungssysteme sowie die direkte und indirekte Wirkung auf das Tier und dessen Verhalten können Schlussfolgerungen auf die Tiergerechtigkeit und somit auf die Nachhaltigkeit gegeben werden. Für die Tiergerechtigkeitsbewertung wird ersichtlich, dass es zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den Betrieben kommt bzw. dass es große Variabilität zwischen den Indikatoren gibt. Für die Bewertung der Grundvoraussetzungen für eine tiergerechte Haltung von Schweinen wurde ein Methodenset aus **ressourcen- und managementbezogenen Indikatoren** entwickelt. Sie dienen der Einschätzung, wie wahrscheinlich die artgemäße Ausübung von Verhaltensweisen durch die betrieblichen Gegebenheiten möglich ist. Dies ist notwendig, da nicht alle möglichen tierbezogenen Methoden mit dem zur Verfügung stehenden Zeitbudget realisierbar sind. Sie sind jedoch auch mit einbezogen worden, weil sie eine valide indirekte Information über die zu untersuchenden Funktionsbereiche liefern.

Die **Tiergesundheit** wird im vorliegenden Ansatz sowohl durch direkte, als auch durch indirekte und retrospektive Indikatoren abgebildet. Die Tierleistung wird anders als in vergleichbaren Ansätzen mehrheitlich über indirekte Indikatoren abgebildet. Es stehen dabei die Gesundheits- und Anpassungsleistung im Vordergrund. Besonders deutlich wird neben den zahlreichen Unterschreitungen der Grenzwerte, die oft fehlende Datengrundlage. Bei vorliegenden Daten wird ersichtlich, dass insbesondere bei der Bewertung der Schlachthofbefunddaten die sehr unterschiedlichen Bewertungsbereiche einzelner Schäden erhebliche Auswirkungen haben. Für die Gesamtbeurteilung lässt sich daraus zusammenfassen, dass die Nutzung bestimmter Informationen deutlich verbessert werden sollte.

Die angewandten tierbezogenen Indikatoren für das **äußere Erscheinungsbild** weisen einen erheblichen Beitrag zur Bewertung der Tiergerechtigkeit auf. Sie charakterisieren insbesondere mittelfristige Wirkungen des Haltungssystems und des Betriebsmanagements. Außerdem lassen sich bei genauer Betrachtung des Einzeltieres zahlreiche Funktionskreise abbilden. Die Tiere können damit Aufschluss darüber geben, welchen Einfluss die zuvor ermittelten potenziellen Wirkungen tatsächlich auf das Tier haben bzw. wie sich die Tiere daran adaptieren. Mit der Forderung nach tierbezogenen Indikatoren für die betriebliche Eigenkontrolle wird dieser Sachverhalt gestützt. Es wird ersichtlich, dass es erhebliche tiergruppen-, produktionsabschnitt- und betriebspezifische Unterschiede gibt. Dass sich auch in dieser Indikatorgruppe betriebliche Unterschiede darstellen lassen, bekräftigt die Eignung der Indikatoren. Für eine Bewertung systemischer Unterschiede einstreubasiert/strohlos, Außenklima/geschlossene Bauhülle etc.) sollte die Datengrundlage deutlich erweitert werden.

Die Bewertung des **Tierverhaltens** stellt eine der aussagekräftigsten Wirkungen des Haltungssystems und des Haltungsmanagements auf das Tier dar. Insbesondere die Analyse, ob die Tiere durch die äußeren Gegebenheiten mit der Anpassung nicht überfordert werden, lässt sich damit hinreichend bewerten. Mit dem hohen Informationsgehalt geht jedoch auch ein erheblicher Aufwand einher. Versteht man die Indikatoren als Managementinstrument, kann eine genauere Analyse der Ursachen für Verhaltensabweichungen durchgeführt werden. Schlussfolgerungen über die Qualität der Bodengestaltung, die Gruppenstabilität und das Management sind dadurch möglich. Bei der Erreichung der Grenzwerte ergeben sich Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch wirtschaftenden Betrieben.

Die Testbetriebsvaluierungen haben gezeigt, dass sich die entwickelte Methodik gut eignet, um Betriebe hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit zu analysieren und zu charakterisieren. Es können Unterschiede in den Ergebnissen aufgrund der unterschiedlichen Produktionsrichtungen, Betriebs- und Haltungssysteme sowie Leistungsniveaus herausgearbeitet werden, die Ansätze zur Verbesserung des Nachhaltigkeitsstatus herausstellen lassen. Ersichtlich wird ebenfalls, dass die Datenbasis der 17 Betriebe mit insgesamt 27 unterschiedlichen Nutzungsrichtungen nicht ausreicht, um abschließend Zielwerte festlegen zu können. Die Zielwerte müssen zukünftig durch eine höhere Grundgesamtheit an Betrieben weiter konkretisiert und kontinuierlich angepasst werden. Wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse haben ferner die Angaben der Betriebsleiter, weshalb sichergestellt werden muss, dass die in das Analysetool eingehenden Ausgangsgrößen eine hohe Validität besitzen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass dem Landwirt mit Hilfe der Indikatoren Schwachstellen und Problembereiche im Betrieb aufgezeigt werden und er für Umweltbelange und Aspekte einer nachhaltigen Produktion sensibilisiert wird. Die gleichzeitige Darstellung der analysierten Tierschutzleistungen und deren ökologischen Konsequenzen sowie die Zielkonflikte zwischen den einzelnen Indikatoren gibt ein besonders umfassendes Bild der Nachhaltigkeit. Außerdem können die gewonnenen Erkenntnisse durch die Verknüpfung mit dem Ackerbau die Aussagekraft und die Anwendbarkeit eines Nachhaltigkeitsmanagementsystems auf Betriebsebene deutlich erhöhen.

Der Agrarsektor kann folglich mit dem Einsatz dieser Indikatoren einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Tierschutz leisten. Um einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbetrachtung Rechnung zu tragen, müsste das Modell um ökonomische und soziale Indikatoren ergänzt werden. Die zukünftige Herausforderung liegt darin, Nachhaltigkeitsindikatoren breit in der landwirtschaftlichen Praxis auf den Betrieben anzuwenden. Das kann z.B. in Form einer Zertifizierung erfolgen. Auf Grundlage der Ergebnisse können zum einen Verbesserungsmaßnahmen auf den Betrieben eingeleitet und zum anderen eine entsprechende Datenbasis aufgebaut werden. Aus dieser kann ein Status quo Bericht über die Nachhaltigkeitsleistung der Schweine haltenden Betriebe generiert werden.

Um die nachhaltige Entwicklung in der Schweinehaltung weiter voranzutreiben und den gesellschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es maßgeblicher Unterstützung seitens der Beratung, der verarbeitenden Industrie und des Lebensmitteleinzelhandels. Die Politik sollte diese Bemühungen fördernd flankieren. Das Potenzial und der Wille zur Verbesserung der aktuellen Situation sind bei den Landwirten vorhanden. Diese Bemühungen sollten ergänzt werden durch eine kontinuierliche Kommunikation mit der Gesellschaft über die Zusammenhänge von Innovation, nachhaltiger Erzeugung und Konsum.

8. Literaturverzeichnis

- Bund Anlage 1 – DüV (2017) *Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung)*. Anlage 1 DüV – Mittlere Nährstoffausscheidung landwirtschaftlicher Nutztiere; mittlere Nährstoffaufnahme von Wiederkäuern aus Grobfutter: DüV.
- Dämmgen, U., Amon, B., Hutchings, N., Haenel, H.-D., & Rösemann, C. (2012a). Data sets to assess methane emissions from untreated cattle and pig slurry and manure storage systems in the German and Austrian emission inventories. *Landbauforschung* 62, 1-20.
- Dämmgen, U., Amon, B., Gyldenkaerne, S., Hutchings, N. J., Kleine Klausning, H., Haenel, H.D., Rösemann, C. (2011). *Reassessment of the calculation procedure for the volatile solids excretion rates of cattle and pigs in the Austrian, Danish and German agricultural emission inventories*. *Landbauforschung*, 61: 115 – 126.
- DESTATIS (2019) *Tiere und tierische Erzeugung – Viehbestand in Betrieben mit konventionellem und ökologischem Landbau*. URL <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/Tabellen/oekologischer-landbau-viehbestand.html> [accessed on June 25, 2019].
- DLG (2014). *Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere*. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- DLG (2014). *DLG-Futterwertabellen Schweine* (7. Auflage Ausg.). Frankfurt am Main: DLG-Verlag GmbH.
- DLG (1973). *Mineralstoffgehalte in Futtermitteln*. Frankfurt am Main: DLG-Verlag
- DLG (2015b) *Nachhaltigkeitsbewertung in der Rinderhaltung – Fütterung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit* 206. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- DLG (2015a) DLG-Merkblatt 383: *Tiergerechtigkeit auf dem Prüfstand – Anforderungen an freiwillige Prüfverfahren gemäß § 13 a TierSchG*.
- DLG (2008) DLG-Merkblatt 351: *Tränketeknik für Schweine*.
- Döhler H., Dämmgen U., Eurich-Menden B., Osterburg B., Lüttich M., Berg, Werner, Bergschmidt, Angela, Brunsch R. (2002) BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010: Forschungsbericht 299 42 245/02. UBA-FB 000249. Berlin. 307 pp.
- EmiDaT (2018) *Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkungen der Nutztierhaltung*. URL <https://www.ktbl.de/themen/emidat/> [accessed on June 27, 2019].
- EmiMin (2019) *Verbundvorhaben Emissionsminderung Nutztierhaltung*. URL <https://www.ktbl.de/themen/emimin/> [accessed on June 27, 2019].
- Frank, H., Schmid, H., & Hülsbergen, K.-J. (2011). *Energie- und Treibhausgasbilanz milchviehhaltender Landwirtschaftsbetriebe in Süd- und Westdeutschland*. In Thünen-Institut (Hrsg.), *Thünen-Report 8* (S. 135-158). Braunschweig.
- Fritzsche, S., Seifert, C., & Wietzke, D. (2009). *Energie für Heizung und Lüftung in der praktischen Schweinehaltung*. *Landtechnik* 64, S. 423-425.
- GfE (2006). *Empfehlungen für Bedarfsnormen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen*. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- GfE (2006): *Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere*. Nr.10. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GfE (2006) *Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen*. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- Haenel, H.-D., Rösemann, C., Dämmgen, U., Freibauer, A., Wulf, S., Eurich-Menden, B., . . . Osterbirg, B. (2016). *Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2014 Report on methods and data (RMD)*. *Submission 2016. Thünen Report 39*. Braunschweig: Thünen-Institut.
- IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).

- Kresse A.D. (2008) *Minderung der Methan-, Ammoniak- und Lachgasemissionen aus Schweinemastställen durch Flüssigmistbelüftung*. Dissertation RFW Universität Bonn, 1–155.
- KTBL (2014). *Energiebedarf in der Schweine- und Hühnerhaltung KTBL-Heft 105*. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL).
- KTBL (2016). *Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) in der Landwirtschaft*. Darmstadt: KTBL.
- KTBL (2016). *Betriebsplanung Landwirtschaft 2016/2017*. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- KTBL (2016, 25. Auflage). *Betriebsplanung Landwirtschaft 2016/2017*. Darmstadt: KTBL.
- KTBL (2017). *Baukost-Investition Betriebsgebäude*. Abgerufen am 10. 8 2017 von [http://daten.ktbl.de/baukost2/?tx_ktblsso_checktoken\[token\]=](http://daten.ktbl.de/baukost2/?tx_ktblsso_checktoken[token]=)
- KTBL (Ed) (2016) *Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Schwein*: Vorschläge für die Produktionsrichtungen Sauen, Saugferkel, Aufzuchtferkel und Mastschweine. Darmstadt: KTBL. 60 pp.
- KTBL-Schrift 446 (Ed) (2006) *Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren: Methode zur Bewertung von Tierhaltungsanlagen hinsichtlich Umweltwirkungen und Tiergerechtigkeit*. Darmstadt.
- LfL (2015) *Futterberechnung für Schweine kompakt*. 42 pp.
- NRC (1971) *A Guide to Environmental Research on Animals*. National Academy of Sciences of the United States of America, 1971.
- NOVUS (1996): *Row material compendium*.
- Philippe F.-X., Cabaraux J.-F., Nicks B. (2011) *Ammonia emissions from pig houses*: Influencing factors and mitigation techniques. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141, 245–260.
- Rathke, G., & Diepenbrock. (2003). *Biogene Energieträger*. *Pflanzenbauwissenschaften* 7, 39-47.
- Rösemann, et al. (2019). *Gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990-2017 (RMD)*. Braunschweig: Thünen-Institut.
- Rösemann, et al. (2019). *Thünen Report 67. Calculation of gaseous and particulate emissions from german agriculture 1990-2017*. Braunschweig: Thünen-Institut.
- Rösemann C., Haenel H.-D., Dämmgen U., Döring U., Wulf S., Eurich-Menden B., Freibauer A., Döhler H., Schreiner C., Osterburg B., Fuß R. (2019) *Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2017*: Report zu Methoden und Daten (RMD) Bericht-erstellung 2019. Thünen Report 67. Braunschweig, 432 p.
- Stephan Schulze Mönking (2011): *Berechnung von Getreide- und Vieheinheiten als Aggregations-schlüssel in der Agrarwirtschaft*. Dissertation Georg-August-Universität Göttingen
- SMUL, LfULG (2019) *Ermittlung der Emissionsfaktoren.xls*. URL <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/luft/15220.htm> [accessed on June 27, 2019].
- Sommer S.G., Clough T.J., Chadwick D., Petersen S.O. (Eds) (2013) *Greenhouse gas Emissions from Animal Manures and Technologies for Their Reduction*: In: Sommer, S.G., Christensen. M.L., Schmidt, T., Jensen, L.S. Chichester, United Kingdom: Willey.
- Stalljohann G. (2015) *Raufutter in der Schweinefütterung*. Veredlungsproduktion Proteinmarkt – Fachartikel.
- Thünen (2019) *Treibhausgas-Emissionen aus der Landwirtschaft*. URL <https://www.thuenen.de/de/thema/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft/> [accessed on June 27, 2019].
- (1972) *Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313)*, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2586) geändert worden ist: TierSchG. 31 pp.
- (2001) *Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043)*, die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist: TierSchNutztV. 32 pp.
- UBA (2017). *Internetprotal ProBas-Prozessorientierte Daten für Umweltmangementsysteme*. Abgerufen am 11. 9 2017 von <http://www.probas.umweltbundesamt.de>
- UBA (2018) *Politikszenerarien für den Klimaschutz VII: Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2035*.

- VDI Gesellschaft Energie und Umwelt. (1997). *VDI-RICHTLINIE 4600: Kumulierter Energieaufwand (KEA) – Begriffe, Definitionen, Berechnungsmethoden.*
- Welfare Quality® (2009) Welfare Quality® assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Lelystad, Netherlands.
- Willers H.C., Melse R.W., Ogink N.W.M. (Eds) (2003) Concentration of urine from fatteners combined with ammonia removal by scrubbing exhaust air of a pig house. 8 pp.
- Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL (2015) Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Berlin

9. Mitglieder des Beirats

Dr. Jörg Bauer, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Fritzlar
Franziska Becker, Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH, Halle
Dr. Andreas Berk, Friedrich-Loeffler-Institut, Braunschweig
Stephan Ebschke, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Georg Freisfeld, Ascheberg
Sven Häuser, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Frankfurt am Main
Dr. Dirk Hesse, Agrikontakt, Braunschweig
Maik Kirchner, Drewitzer Sauenhaltungs GmbH + Co KG, Drewitz
Stefan Leuer, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster
Meike Packeiser, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Frankfurt am Main
Dr. Reinhardt Rausch, Tierarzt, Priestewitz / Böhla
Frank Reinicke, Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH, Halle
Katrín Spemann, QS Qualität und Sicherheit GmbH, Bonn
Prof. Dr. Eberhard von Borell, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Dr. Susanne Wiese-Willmaring, DBU, Osnabrück
Martin Wimmer, Essenbach
Dr. Holger N. Wurl, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück

10. Autorenverzeichnis

Kurzfassung des Berichts: Meike Packeiser (DLG)

Kapitel 1 – 1.1: Meike Packeiser (DLG)

Kapitel 1.2, 1.2.2: Andreas Berk (FLI)

Kapitel 1.2.3: Stephan Ebschke (MLU)

Kapitel 2: Andreas Berk (FLI)

Kapitel 3 – 3.3: Franziska Becker (INL)

Kapitel 3.4, 3.5: Stephan Ebschke (MLU)

Kapitel 3.6, 3.7: Franziska Becker (INL)

Kapitel 3.8: Stephan Ebschke (MLU)

Kapitel 4, 5: Stefan Pfeifer (INL)

Kapitel 6: Meike Packeiser (DLG)

Kapitel 7: Meike Packeiser (DLG)

DLG: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V., Frankfurt am Main

FLI: Friedrich-Loeffler-Institut, Braunschweig

INL: Privates Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung GmbH, Halle

MLU: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

11. Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr	MJ	Megajoule
B _o	Maximale Methan-Bildungskapazität	MW	Mittelwert
BE	Bruttoenergie	MW	Mehrwert (Kapitel 3.4, 3.5, 3.8.)
CH ₄	Methan	N	Stickstoff
d	Tag	NH ₃	Ammoniak
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft	nt	niedertragend
EO	Energieoutput	N ₂ O	Lachgas
eP	essbares Protein	OS	Originalsubstanz
FA	Ferkelaufzucht	P	Phosphor
FE	Ferkelerzeugung	pcy	praecaecal verdaulich (dünndarmverdaulich)
FLI	Friedrich-Loeffler-Institut	pcv-Lys	praecaecal verdauliches Lysin
FM	Frischmasse	SF	Saugferkel
g	Gramm	TM	Trockenmasse
GE	Getreideeinheit	TMA	Trockenmasseaufnahme
GV	Großvieheinheit	THI	Temperature Humidity Index
GW	Grenzwert	TP	Tierplatz
HIT	Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere	U	Unit = Einheit der Indikatoren
ht	hochtragend	UBA	Umweltbundesamt
INL	Institut für Nachhaltige Landbewirtschaftung	VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
IW	Inakzeptabler Wert	VQ _{os}	Verdaulichkeit der organischen Substanz
KEA	Kumulierter Energieaufwand	VS	ausgeschiedene organische Trockensubstanz
kg	Kilogramm	WBA	Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft	WD	Wirtschaftsdünger
kWh	Kilowattstunde	WQ	Welfare Quality® Assessment Protocol
lakt-	laktierend	XA	Rohaschegehalt der Futtermittelration
LM	Lebendmasse	XP	Rohprotein
LMZ	Lebendmassezunahme	ZL	Zuchtläufer
Max	Maximalwert	ZW	Zielwert
m ³	Kubikmeter		
MCF	Methan-Umwandlungsfaktor		
ME	Umsetzbare Energie		
Min	Minimalwert		

Anhang

A.-Tabelle 1: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale „Sauberkeit des Tränkwassers“ und „Nachlauf der Tränken“ bei Aufzuchtferkeln, Mastschweinen, Saugferkeln

Betrieb	Aufzuchtferkel						Mastschweine						Saugferkel					
	Sauberkeit Tränke			Nachlauf Tränke			Sauberkeit Tränke			Nachlauf Tränke			Sauberkeit Tränke			Nachlauf Tränke		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1							71,8	26,9	1,3	51,32	26,32	22,37						
2							83,3	16,7	0	43,16	33,68	23,16						
3							77,6	13,2	9,2	58,6	21,8	19,54						
4							81,5	10,9	7,6	84	11,1	4,94						
5							89,35	8,4	0,35	91,55	7,75	0						
6							74,7	20,3	5,1	74,4	18	7,69						
7	85,3	14,4	0,3	60,7	32	7,24												
8	85,2	13,05	1,75	75,25	19,55	5,15							69,7	27,3	3	90,9	9,1	0
9													86,1	13,9	0	65,6	31,2	3,2
10													79,5	20,5	0	70,5	26,9	2,6
11	45,3	44,8	9,9	27,4	47,5	25,1	39	43,2	17,9	33,7	48,4	17,98	72,4	11	16,5	67,3	28,9	3,9
12	36,7	57,8	5,6	71,1	27,8	1,1	76,7	23,3	0	36,1	36,1	27,91	43,4	42,1	14,5	93,4	6,6	0
13							56,1	25,8	18,2	57,89	39,47	2,63						
14							53,3	35,3	11,4	58,89	31,67	9,44						
15	83,3	16,7	0	66,7	22,2	11,1							80	20	0	70	30	0
16	56,3	43,8	0	93,8	6,3	0	75	16,3	8,7	70,7	22,8	6,52	47,4	42,1	10,5	100	0	0
17	72,9	25	2,1	62,5	29,2	8,3	89,7	10,3	0	51,4	27	21,62	41,4	31	27,6	80	20	0
MW	66,43	30,79	2,81	65,35	26,36	8,28	72,34	20,88	6,65	59,31	27,01	13,65	64,99	25,99	9,01	79,71	19,09	1,21
SD	18,78	16,52	3,42	18,56	11,68	7,76	14,70	10,15	6,44	17,30	11,23	9,01	16,92	11,08	9,45	12,53	11,42	1,60
Min	36,70	13,05	0,00	27,40	6,30	0,00	39,00	8,40	0,00	33,70	7,75	0,00	41,40	11,00	0,00	65,60	0,00	0,00
Max	85,30	57,80	9,90	93,80	47,50	25,10	89,70	43,20	18,20	91,55	48,40	27,91	86,10	42,10	27,60	100,00	31,20	3,90

A.-Tabelle 2: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale „Sauberkeit des Tränkwassers“ und „Nachlauf der Tränken“ bei Sauen

Betrieb	DB Sauen						WB Sauen						AF Sauen					
	Sauberkeit Tränke			Nachlauf Tränke			Sauberkeit Tränke			Nachlauf Tränke			Sauberkeit Tränke			Nachlauf Tränke		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8	65,6	31,3	3,1	75	21,9	3,1	63,8	29,8	6,4	58	30	12	81,8	12,1	6,1	87,9	12,1	0
9	100	0	0	100	0	0	95,8	4,2	0	83,3	16,7	0	66,7	33,3	0	57,5	27,7	14,9
10	47,5	52,5	0	26	66	8	31	67,2	1,7	44,8	41,4	13,8	47,8	52,2	0	80,4	16,1	3,6
11	14,5	68,3	17,1	44,4	30,6	25	55,7	36,4	8	36,5	58,8	4,7	31,8	52,6	15,6	48,6	38,1	13,3
12	58,3	41,7	0	100	0	0	50	50	0	90,5	9,5	0	34,2	54	11,8	91,9	5,4	2,7
13																		
14																		
15	85	15	0	100	0	0	91,7	8,3	0	72,7	27,3	0	55	45	0	100	0	0
16	92,1	2,6	5,3	97,4	2,6	0	77,8	16,7	5,6	63,6	31,8	4,6	66,7	26,7	6,6	100	0	0
17	92	8	0	56	28	16	92	8	0	56	28	16	78,6	21,4	0	64	36	0
MW	69,38	27,43	3,19	74,85	18,64	6,51	69,73	27,58	2,71	63,18	30,44	6,39	57,83	37,16	5,01	78,79	16,93	4,31
SD	27,01	23,50	5,58	27,56	21,75	8,77	21,92	21,14	3,17	17,21	14,01	6,20	17,71	15,04	5,73	18,51	14,40	5,81
Min	14,50	0,00	0,00	26,00	0,00	0,00	31,00	4,20	0,00	36,50	9,50	0,00	31,80	12,10	0,00	48,60	0,00	0,00
Max	100,00	68,30	17,10	100,00	66,00	25,00	95,80	67,20	8,00	90,50	58,80	16,00	81,80	54,00	15,60	100,00	38,10	14,90

A.-Tabelle 3: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale NH₃-Konzentration, Temperatur, Luftfeuchte, THI bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel												Mastschweine											
	NH ₃ -Konz.				Temperatur				Luftfeuchte				THI		NH ₃ -Konz.		Temperatur		Luftfeuchte		THI			
	1 Flat- deck	2 Flat- deck	1 Klein- klima	2 Klein- klima	1 Flat- deck	2 Flat- deck	1 Klein- klima	2 Klein- klima	1 Flat- deck	2 Flat- deck	1 Klein- klima	2 Klein- klima	1 Flat- deck	2 Flat- deck	1 Klein- klima	2 Klein- klima	1	2	1	2	1	2		
1																	11,8	14,3	26,7	17,8	56,5	63	73,2	61,9
2																	6,9	4,5	24,66	17,4	76,6	51,4	68,6	61,8
3																	5,2	4,6	24	20,1	61,4	50,2	69,4	65,4
4																	7,6	12,6	19,1	26,4	60	50,6	63,6	73,5
5																	7,8	3,7	12,4	22,9	54,2	51,3	55,4	68,9
6																	11,2	5,8	25,9	11,2	51,4	52,7	72,8	53,9
7																	2,7	4,4	29,8	30,3	43,6	38,8	79	80,4
8	8,3	8,6			22,5	21,4			53	64,5			68,3	66,1										
9																								
10																								
11	4,8	7			28,4	21,4			52,4	56			75,9	66,7										
12	1	9,4			28,4	21,4			52,4	56			75,9	66,7										
13																								
14																	9,6	3,2	16	3,7	46,6	72	60,1	46,3
15	13,2	7,1	15,6	11,5	27,9	14,1	29,2	23,1	64,4	53,1	70,6	82,6	73,6	57,6	74,2	66,5								
16	0	0	5,2	4,6	25,4	15,2	26,1	16,9	54	52,6	69	53,4	71,9	59	71	61,1	0	1,8	24,6	10,3	65	50,8	69,7	52,6
17	1,4	0	3,2	4,2	24,3	8,2	25,9	15,7	51,4	58,8	54,4	60,6	70,7	50,4	72,5	59,5	5,2	1	24,3	8,2	52,4	55,8	70,6	50,2
MW	4,78	5,35	8,00	6,77	26,15	16,95	27,07	18,57	54,60	56,83	64,67	65,53	72,72	61,08	72,57	62,37	6,97	6,87	23,71	15,80	52,82	55,49	69,92	60,12
SD	4,69	3,87	5,44	3,35	2,25	4,95	1,51	3,24	4,45	4,00	7,29	12,42	2,75	6,04	1,31	2,99	3,14	4,55	4,77	7,28	10,82	8,34	6,51	9,40
Min	0,00	0,00	3,20	4,20	22,50	8,20	25,90	15,70	51,40	52,60	54,40	53,40	68,30	50,40	71,00	59,50	0,00	1,00	12,40	3,70	35,80	38,80	55,40	46,30
Max	13,20	9,40	15,60	11,50	28,40	21,40	29,20	23,10	64,40	64,50	70,60	82,60	75,90	66,70	74,20	66,50	11,80	14,80	29,80	30,30	76,60	72,00	79,00	80,40

A.-Tabelle 4: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale NH₃-Konzentration, Temperatur, Luftfeuchte, THI bei Sauen

Betrieb	DB Sauen						WB Sauen						AF Sauen											
	NH ₃ -Konz.		Temperatur		Luftfeuchte		THI		NH ₃ -Konz.		Temperatur		Luftfeuchte		THI		NH ₃ -Konz.		Temperatur		Luftfeuchte		THI	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8	7,4	6,6	23	17,7	46,4	47,3	69,5	62,3	9,4	10,6	20,8	19,2	57	55,7	63,9	13,3	12,8	23,3	27,3	50,3	42,3	69,5	75,8	
9	10,2	10,2	20,6	20,6	50,4	50,4	66	66	0,4	4,6	24,6	20,6	50,6	50,6	71,2	66	4,6	24,6	20,6	55,4	38,2	70,7	66,8	
10	6,8	8	24,8	16,6	53,8	68	71,1	60,4	26,8	22,6	23,1	22,6	57,4	51,4	68,7	68,5	11,2	25,8	21,8	44	44,6	73,5	68	
11	16,4	15	28,3	15,7	51,4	51,4	75,9	59,6	17,8	16	25,1	16	54,2	55,4	71,5	59,9	11,6	24,8	23,8	54,2	40,6	71,1	71,1	
12	14,2	16,8	24,8	16,2	52	68,6	71,3	60	15,1	19	24,1	19,2	61,3	80,8	69,5	62,8	7,4	25	18,8	53,8	66	71,4	63	
13																								
14	2,8	4,8	26,1	16,7	52	62	73	60,7	1	1,3	26,2	12,1	54,3	60,2	72,8	55,2	0	26,8	19,3	58	65,1	73,1	63,6	
15	5	0	21,4	10,2	68	49,8	65,8	52,5	11	7,6	21,4	15,2	70	47,6	65,7	59	8,3	19,4	13,2	83	54,8	62,8	56,4	
16	0	0	24,6	8,2	57,8	54,2	70,5	50,1	0	0	24,6	8,2	57,8	54,2	70,5	50,1	6	25,2	16,7	58,8	54,6	71,1	60,8	
17	0	0	24,6	8,2	57,8	54,2	70,5	50,1	0	0	24,6	8,2	57,8	54,2	70,5	50,1	6	25,2	16,7	58,8	54,6	71,1	60,8	
MW	7,85	7,68	24,20	15,24	53,98	56,46	70,39	58,95	10,19	10,21	23,74	16,64	57,83	56,99	69,48	60,68	8,55	24,36	20,19	57,19	50,78	70,40	65,69	
SD	5,19	5,82	2,33	3,79	6,08	7,96	3,16	4,84	8,97	7,80	1,73	4,45	5,47	9,68	2,42	5,59	3,94	2,10	4,03	10,69	10,24	3,11	5,70	
Min	0,00	0,00	20,60	8,20	46,40	47,30	65,80	50,10	0,00	0,00	20,80	8,20	50,60	47,60	65,70	50,10	0,00	19,40	13,20	44,00	38,20	62,80	56,40	
Max	16,40	16,80	28,30	20,60	68,00	68,60	75,90	66,00	26,80	22,60	26,20	22,60	70,00	80,80	72,80	68,50	13,30	26,80	27,30	83,00	66,00	73,50	75,80	

A.-Tabelle 5: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Saugferkeln

Betrieb	Aufzuchtferkel					Mastschweine					Saugferkel				
	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche
1						1,02	0	0	0	0					
2						1,27	1	0,8	1	1					
3						1,2	0	0	1	0					
4						1	0	0	0	0					
5						1,7	0,7	0,7	1	1					
6						1,3	1	0	1	1					
7	0,4	0	0	0	1										
8	0,3	0	0	1	1						0,3		0	1	1
9											0,3		0	1	1
10											0,3		0	1	1
11	0,35	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,3		0	1	1
12	0,3	0	0	1	1	0,7	0	0	0	0	0,3		0	1	1
13						1,57	1,14	0,43	1	1					
14						1,65	1,26	0,39	1	1					
15	0,41	0,22	0,19	1	1						0,5	0,5	1	1	1
16	1	0,6	0,4	1	1	2,8	1,7	1,1	1	1	0,9	0,5	1	1	1
17	1,4	1,1	0,3	1	1	3,9	2	1,3	1	1	1	0,6	1	1	1
MW	0,59	0,27	0,13	0,71	1,00	1,59	0,73	0,39	0,67	0,58	0,49	0,53	0,38	1,00	1,00
SD	0,40	0,39	0,16	0,45	0,00	0,86	0,70	0,46	0,47	0,49	0,28	0,05	0,48	0,00	0,00
Min	0,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,50	0,00	1,00	1,00
Max	1,40	1,10	0,40	1,00	1,00	3,90	2,00	1,30	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00

A.-Tabelle 6: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Stallfläche, Liegefläche, Auslauf, Funktionsbereiche, Klimabereiche bei Sauen

Betrieb	DB Sauen					WB Sauen					AF Sauen				
	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche	Stallfläche	Liegefläche	Auslauf	Funktionsbereiche	Klimabereiche
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8	1,4	0	0	0	0	3,1	1,5	0	1	1	1,2	0	0	0	0
9	1,6	0	0	0	0	2,9	1,5	0	1	1	1,3	0	0	0	0
10	1,8	0	0	0	0	2,5	1,3	0	1	0	1,4	0	0	0	0
11	3	0	0	1	0	2,2	1,3	0	1	0	1,6	0	0	0	0
12	1,5	0	0	0	0	2,8	1,3	0	1	0	4,2	0	0	1	0
13															
14															
15	4,2	3,5	0,7	1	1	3,9	2,2	1,7	1	1	11,2	5	4,5	1	1
16	5,4	3,4	1,9	1	1	4,4	2,6	1,8	1	1	10,4	6,2	4,2	1	1
17	12,1	4,7	3,8	1	1	12,1	4,7	3,8	1	1	11	7,2	3,8	1	1
MW	3,88	1,45	0,80	0,50	0,38	4,24	2,05	0,91	1,00	0,63	5,29	2,30	1,56	0,50	0,38
SD	3,39	1,91	1,30	0,50	0,48	3,05	1,10	1,32	0,00	0,48	4,42	3,02	2,02	0,50	0,48
Min	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	1,30	0,00	1,00	0,00	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	12,10	4,70	3,80	1,00	1,00	12,10	4,70	3,80	1,00	1,00	11,20	7,20	4,50	1,00	1,00

A.-Tabelle 7: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Umsetzbare Energie, praecaecal verdauliches Lysin, Rohfaser bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel			Mastschweine								
	ME	pcv-Lys	XF	ME			pcvLys			XF		
				VM	MM	EM	VM	MM	EM	VM	MM	EM
1				171		137	147		138	43		53
2				180	186	163	162	163	125	55	59	61
3				138	107,5	118	120	121	117	41,2	42,7	46,2
4				135	162	141	150	160	160	32,6	32,3	29,5
5					185			141			43,4	
6					162			92,5			92,5	
7	125	115	47									
8	147	145	31,7									
9												
10												
11	116	97	36,2		155			103			60	
12	172	151	31,5	196	173	195	158	154,8	158,6	41	38	37
13				177	169	135	163	169	153	40	55	60
14				126		160	136		167	40,1		41,4
15	109	105	47,8		98			133			46,7	
16	80	69	40,9	359		78	244		74	40		55
17	147	95	39,9	180	186	163	162	163	125	55	59	61
MW	128,00	111,00	39,29	184,67	158,35	143,33	160,22	140,03	135,29	43,10	52,86	49,34
SD	27,97	26,79	6,13	65,74	29,72	31,17	32,53	25,60	27,45	6,91	16,05	10,80
Min	80,00	69,00	31,50	126,00	98,00	78,00	120,00	92,50	74,00	32,60	32,30	29,50
Max	172,00	151,00	47,80	359,00	186,00	195,00	244,00	169,00	167,00	55,00	92,50	61,00

A.-Tabelle 8: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Umsetzbare Energie, praecaecal verdauliches Lysin, Rohfaser, Wurfnummer bei Abgang, Saugferkelverluste bei Sauen

Betrieb	Sauen																MW	SD	Min	Max											
	ME				pcv Lys				Rohfaser (g/kg)				Rohfaser (g/d)								Rohfaser (% TS)				pcvLys		XF		Wurfnr. Abgang	Saugferkelverluste	
	JS NT	JS HT	AS NT	AS HT	JS NT	JS HT	AS NT	AS HT	JS NT	JS HT	AS NT	AS HT	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	AS	JS	AS	JS	AS	JS			
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8	165	98	164	90	192	79	201	77	75	75	75	75	217,5	217,5	217,5	217,5	217,5	217,5	217,5	217,5	217,5	8,5	154	170	55	55	6	18,1			
9	135	80	134	74	154	64	162	62	50,2	50,2	50,2	50,2	125	125	125	125	125	125	125	125	125	5,7	117	132	39,2	39,2	10,5	11,6			
10	139	89	138	82	160	71	168	69	60,8	60,8	60,8	60,8	164	176	164	176	164	176	164	176	164	6,9	155	180	57,3	57,3	3,5	18			
11	130	119	129	110	164	123	172	120	71	65	71	65	181,1	248,3	181,1	248,3	181,1	248,3	181,1	248,3	181,1	7,4	164	197	55	55	5,3	13,9			
12	134	80	148	84	157	65	183	70	69,8	69,8	69,8	69,8	181,5	181,5	202,4	202,4	181,5	202,4	181,5	202,4	181,5	7,9	113	130	42,8	42,8	4,49	14,7			
13																															
14	149	86	153	83	150	71	163	72	69,9	69,9	69,9	69,9	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	7,9	139	162	55,5	55,5	3,6	24,2			
15	149	86	153	83	150	71	163	72	69,9	69,9	69,9	69,9	200,97	198,9	207,9	207,2	200,97	198,9	207,9	207,2	200,97	7,9	139	162	55,5	55,5	3,6	24,2			
16	109	65	109	60	117	48	122	47	63	63	63	63	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	7,2	69	73	55	55	3,75	17,22			
17	135	96	134	88	97	48	102	47	56	56	56	56	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	RF+	6,3	93	101	50	50	4	33,3			
MW	137,00	89,13	138,63	83,88	148,88	71,13	159,13	70,50	63,64	64,46	63,64	64,46	173,82	189,66	178,00	193,84	173,82	189,66	178,00	193,84	173,82	7,31	125,50	143,13	51,23	51,23	5,14	18,88			
SD	14,92	14,90	15,62	13,27	27,42	22,11	30,07	21,43	7,49	7,92	7,49	7,92	30,00	41,59	32,16	41,61	30,00	41,59	32,16	41,61	30,00	0,86	31,27	39,26	6,28	6,28	2,19	6,48			
Min	109,00	65,00	109,00	60,00	97,00	48,00	102,00	47,00	50,20	50,20	50,20	50,20	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	125,00	5,70	69,00	73,00	39,20	39,20	3,50	11,60			
Max	165,00	119,00	164,00	110,00	192,00	123,00	201,00	120,00	75,00	75,00	75,00	75,00	217,50	248,30	217,50	248,30	217,50	248,30	217,50	248,30	217,50	8,50	164,00	197,00	57,30	57,30	10,50	33,30			

A.-Tabelle 10: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Gelenkveränderung, Klauenveränderung, Hautzustand, Lahmheit, Schwanzintegrität bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel										Mastschwein									
	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Gelenkveränderung	Klauenveränderung	Hautzustand	Lahmheit	Schwanzintegrität	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Gelenkveränderung	Klauenveränderung	Hautzustand	Lahmheit	Schwanzintegrität
	normal	0	0	0	0	0	0	0	2,8	0	normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
unterko.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	unterko.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1											97,6	31,7	30,5	60,3	40,1	29,3	70,7	81,7	80,5	36,6
1											2,4	62,2	47,6	35,7	40,1	52,4	29,3	17,1	17,1	58,5
1												6,1	6,1	5	19,8	18,3		1,2	2,4	4,9
2											100	7,3	39,8	43,5	57,2	29,3	63,4	97,6	87,8	70,7
2											0	87,8	35,9	37,2	39,1	61	36,6	2,4	12,2	29,3
2												4,9	24,4	19,3	3,7	9,8		0	0	0
3											96,3	58,8	42,6	43,4	41,5	35,1	90,8	92,4	78,7	81,8
3											3,7	35,5	40,8	35,5	49,3	55,2	9,2	7,6	19,4	17,4
3												5,7	16,6	21,1	9,2	9,7		0	1,9	0,8
4											98,6	17,8	42,9	49,3	25,7	43,5	63,8	91,2	75,3	50,8
4											1,5	66,6	37,3	41,1	55,3	47,5	36,2	8,8	21,6	49,2
4												15,5	19,8	9,7	19	9		0	3,1	0
5											100	92,3	67,9	85,9	88,5	79,5	93,6	87,2	96,2	97,4
5											0	7,7	32,1	14,1	11,5	20,5	6,4	12,8	3,8	2,6
5												0	0	0	0	0		0	0	0
6											96,2	48,9	26,6	40,1	36,1	81,8	93,5	98,7	96,1	71,6
6											3,9	45,9	51,6	48	54,2	13	6,5	1,3	4	25,8
6												5,3	32,8	18,1	15,3	5,2		0	0	2,6
7	93,4	90,1	74,8	82,8	93,2	97,7	100	96,7	97,8	97,8										
7	6,6	9,9	23	17,2	6,8	2,3	0	3,3	2,3	2,3										
7		0	2,3	0	0	0		0	0	0										
8	100	89,1	43	65,6	77,4	73	81,7	100	96,3	50,3										
8		0	10,9	48,3	34,4	20,5	27	18,3	0	3,8	49,7									
8			0	8,7	0	2,2	0		0	0	0									
9																				
9																				
9																				
10																				
10																				
10																				
11	88,1	89,6	47,2	45,9	52,4	81,9	92,9	67,9	97,3	62,2	88,9	56	31,9	46,5	45	61,5	100	59,3	80,2	53,6
11	11,9	8,5	52,8	41,1	41,1	16,1	7,1	32,1	2,7	37,8	11,2	28,3	55,3	42,1	42,2	34,2	0	40,7	18,4	43,6
11		1,9	0	13	6,5	1,9		0	0	0		15,6	12,8	11,4	12,7	4,3		0	1,4	2,9

Fortsetzung A.-Tabelle 10

Betrieb	Aufzuchtferkel										Mastschwein									
	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Gelenkveränderung	Klauveränderung	Hautzustand	Lahmheit	Schwanzintegrität	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Gelenkveränderung	Klauveränderung	Hautzustand	Lahmheit	Schwanzintegrität
	normal	0	0	0	0	0	0	0	2,8	0	normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	unterko.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	unterko.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	96,4	33	37,7	49,2	66,5	67,5	96,2	100	91,8	62	97,9	42,4	36,8	35,1	56,2	76,1	95,7	98,6	82,7	57,9
12	3,7	45,6	44,5	40,7	31,1	26,7	3,9	0	8,2	38	2,1	55,1	53,4	52,9	35,1	22,5	4,3	1,5	16,3	40,7
12		21,4	17,8	10,1	2,4	5,8		0	0	0		2,5	9,8	12	8,7	1,4		0	1	1,4
13											100	61,5	42,6	83,9	76,4	86,9	100	95,3	96,2	94,3
13											0	35,8	25,5	16,1	23,6	13,1	0	4,7	3,8	5,7
13												2,8	1,9	0	0	0		0	0	0
14											100	37,6	36,4	50,8	36,8	85,4	100	91,4	92,8	34,2
14											0	40,5	53,3	43,2	52,9	14,7	0	8,6	7,3	29,7
14												21,9	10,3	6,1	10,3	0		0	0	36,1
15	84,5	23,8	71,4	66,7	90,5	100	95,3	76,2	100	95,2										
15	15,6	61,9	23,8	33,3	9,5	0	4,8	23,8	0	4,8										
15		14,3	4,8	0	0	0		0	0	0										
16	95,5	79,7	83,4	86,1	97,3	95,8	100	100	98,6	90,5	100	79,2	73,1	91	96,9	100	100	93,8	100	84,4
16	4,5	18,9	16,6	13,9	2,7	4,2	0	0	1,4	9,5	0	14,6	26,9	9	3,1	0	0	6,3	0	13,5
16		1,4	0	0	0	0		0	0	0		6,3	0	0	0	0		0	0	2,1
17	76,2	67,1	91,2	100	100	100	100	100	100	89,6	100	50,8	84,1	95,3	95,3	100	98,2	98,2	98,2	95,3
17	23,8	29,9	8,8	0	0	0	0	0	0	10,4	0	40,6	12,8	4,7	4,7	0	1,9	1,9	1,9	4,7
17		2,9	0	0	0	0		0	0	0		8,7	3,1	0	0	0		0	0	0
MW 0	90,59	67,49	64,10	70,90	82,47	87,99	95,16	91,54	97,40	78,23	97,96	48,69	46,27	60,43	57,98	67,37	89,14	90,45	88,73	69,05
MW 1	9,44	26,51	31,11	25,80	15,96	10,90	4,87	8,46	2,63	21,79	2,07	43,38	39,38	31,63	34,26	27,84	10,87	9,48	10,48	26,73
MW 2		5,99	4,80	3,30	1,59	1,10		0,00	0,00	0,00		7,94	11,47	8,56	8,23	4,81		0,10	0,82	4,23
SD 0	7,60	25,95	19,65	18,37	16,44	12,68	6,07	12,58	2,61	17,93	3,07	22,87	17,63	21,20	24,00	25,51	13,79	10,58	8,46	21,41
SD 1	7,60	19,01	15,91	14,48	14,33	11,29	6,06	12,58	2,61	17,92	3,10	21,36	12,87	15,55	18,28	20,66	13,79	10,49	7,48	17,75
SD 2		7,80	6,09	5,28	2,24	2,03		0,00	0,00	0,00		6,18	9,91	7,62	7,17	5,60		0,33	1,08	9,72
Min 0	76,20	23,80	37,70	45,90	52,40	67,50	81,70	67,90	91,80	50,30	88,90	7,30	26,60	35,10	25,70	29,30	63,40	59,30	75,30	34,20
Min 1	0,00	8,50	8,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00	7,70	12,80	4,70	3,10	0,00	0,00	1,30	0,00	2,60
Min 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max 0	100,00	90,10	91,20	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,80	100,00	92,30	84,10	95,30	96,90	100,00	100,00	98,70	100,00	97,40
Max 1	23,80	61,90	52,80	41,10	41,10	27,00	18,30	32,10	8,20	49,70	11,20	87,80	55,30	52,90	55,30	61,00	36,60	40,70	21,60	58,50
Max 2	0,00	21,40	17,80	13,00	6,50	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,90	32,80	21,10	19,80	18,30	0,00	1,20	3,10	36,10

A.-Tabelle 11: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale BCS, Verschmutzung, Verletzung Vorhand, Verletzung Rumpf, Verletzung Hinterhand, Gelenkveränderung, Klauenveränderung, Hautzustand, Lahmheit, Schwanzintegrität bei Sauen

Betrieb	DB Sauen								WB Sauen								AB Sauen										
	überkond.	unterko.	normal	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Schulteriäsion	Gelenkveränderung	Ektoparasiten	Hautzustand	überkond.	unterko.	normal	BCS	Verschmutzung	Verletzung Vorhand	Verletzung Rumpf	Verletzung Hinterhand	Schulteriäsion	Gelenkveränderung	Klauenveränderung	Ektoparasiten	Hautzustand	Gesäugeschäden	
9	7,7	23,1	69,2	6,3	25	68,8																					
0	30,8	69,2	0	68,8	31,3																						
0	61,5	38,5	0	34,4	65,6																						
0	7,7	92,3	0	3,1	96,9																						
0	38,5	61,5	0	18,8	81,3																						
0	15,4	84,6	25	25	50																						
3,8	25,9	70,3	0	50	50																						
	7,7	92,3	0	100																							
0	7,7	92,3	0	3,1	96,9																						
11	8	81	4,8	14,3	81																						
0	86,8	13,2	0	38,1	61,9																						
26,9	62,3	10,8	23,9	57,1	19																						
2,8	35,1	62,1	9,5	61,9	28,6																						
0	40,6	59,4	7,1	59,5	33,3																						
0	19	81	0	4,8	95,2																						
0	78,5	21,5	0	31	69																						
	2,7	97,4	0	100																							
	0	100	0	4,8	95,2																						
5,6	0	94,4	0	19	81																						
	8,4	91,7	6,3	93,8																							
0	31,7	68,3	0	0	100																						
0	35	65	6,3	15,6	78,1																						
0	15	85	3,1	12,5	84,4																						
0	30	70	3,1	3,1	93,8																						
3,3	10	86,7	3,1	18,8	78,1																						
3,3	55	41,7	0	25	75																						
	31,7	68,3	15,6	84,4																							
	6,7	93,3	0	100																							
0	3,4	96,7	0	3,1	96,9																						
	26,7	73,4	18,8	81,3																							

A.-Tabelle 12: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Kümmerer, Verschmutzung, Lahmheit, Atemfrequenz, Husten, Niesen, Angestrenzte Atmung, Durchfall, Spreizer, Schwanzlänge, Liegeposition bei Saugferkeln

Betrieb	Saugferkel										
	Kümmerer	Verschmutzung	Lahmheit	Atemfrequenz	Husten	Niesen	Atmung	Durchfall	Spreizer	Schwanzlänge	Liegeposition
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2			2		2	3	2
8	76,2	85	10	100	84,1	87	100	90	100	0	72,1
8	20,9	15	0	0	15,9	13	0	10	0	95	28
8	2,9	0	0	0			0		0	5	0
8										0	
9	77,6	100	100	100	92,1	73	100	92,1	92,1	0	100
9	19,1	0	0	0	7,9	27	0	7,9	7,9	100	0
9	3,3	0	0	0			0		0	0	0
9										0	
10	28,9	90,8	90,8	100	100	100	85,5	90,8	92,1	0	84,2
10	42,1	9,2	9,2	0	0	0	9,2	9,2	7,9	85,5	13,2
10	28,9	0	0	0			5,3		0	14,5	2,6
10										0	
11	58,8	94,1	91,2	97	88,2	91,2	97,1	88,2	97,1	0	79,4
11	23,5	5,9	8,8	3	11,8	8,8	0	11,8	2,9	76,6	20,6
11	17,6	0	0	0			2,9		0	23,5	0
11										0	
12	70,6	69,5	74,6	100	100	96,5	100	78,6	100	0	65,5
12	20,2	30,6	25,4	0	0	3,5	0	21,5	0	71,4	34,5
12	9,1	0	0	0			0		0	28,6	0
12										0	
15	36,7	41,7	91,7	100	100	100	100	68,9	100	100	100
15	41,7	58,3	8,3	0	0	0	0	31,1	0	0	0
15	21,7	0	0	0			0		0	0	0
15										0	
16	84,6	81,2	96,2	100	76,9	100	100	96,2	100	100	100
16	11,5	18,8	3,8	0	23,1	0	0	3,8	0	0	0
16	3,8	0	0	0			0		0	0	0
16										0	
17	55,1	100	100	100	100	100	79,8	89,9	100	100	100
17	45	0	0	0	0	0	25,2	10,1	0	0	0

Fortsetzung A.-Tabelle 12

Betrieb	Saugferkel										
	Kümmerer	Verschmutzung	Lahmheit	Atemfrequenz	Husten	Niesen	Atmung	Durchfall	Spreizer	Schwanzlänge	Liegeposition
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2			2		2	2	2
17	0	0	0	0			0		0	0	0
17										0	

MW 0	61,06	82,79	81,81	99,63	92,66	93,46	95,30	86,84	97,66	37,50	87,65
MW 1	28,00	17,23	6,94	0,38	7,34	6,54	4,30	13,18	2,34	53,56	12,04
MW 2	10,91	0,00	0,00	0,00			1,03		0,00	8,95	0,33
SD 0	18,76	18,22	28,16	0,99	8,35	8,98	7,50	8,23	3,35	48,41	13,33
SD 1	12,03	18,23	7,95	0,99	8,35	8,98	8,45	8,24	3,35	42,35	13,29
SD 2	9,87	0,00	0,00	0,00			1,87		0,00	10,98	0,86
Min 0	28,90	41,70	10,00	97,00	76,90	73,00	79,80	68,90	92,10	0,00	65,50
Min 1	11,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	0,00	0,00
Min 2	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00		0,00	0,00	0,00
Max 0	84,60	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,20	100,00	100,00	100,00
Max 1	45,00	58,30	25,40	3,00	23,10	27,00	25,20	31,10	7,90	100,00	34,50
Max 2	28,90	0,00	0,00	0,00			5,30		0,00	28,60	2,60

A.-Tabelle 14: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Sozialverhalten, Negatives Verhalten, Explorativverhalten, Nutzung von Beschäftigungsmaterial, Vorhandensein von Beschäftigungsmaterial, Stereotypen, Abliegeverhalten bei Sauen

Betrieb	AB Sauen							WB Sauen							DB Sauen							MW	SD	Min	Max			
	Beschäftigungsmaterial				Abliegen			Beschäftigungsmaterial				Abliegen			Beschäftigungsmaterial				Abliegen									
	bed. geeignet	geeignet	Stroh	ohne	SD	Dauer	Stereotypen	untypisch	Kollision >1	Kollision =1	SD	Dauer	Stereotypen	Nutzung Beschäftigung / aktiv	explorativ / aktiv	negatives / SozialVH	SozialVH / aktiv	untypisch	Kollision >1	Kollision =1	SD	Dauer	Stereotypen					
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8	100	0	0	0	6,6	10,2	37,5	8,4	0	14,6	5,2	11	37,1	4,1	37,6	27,2	44,4	10,6	5	43,4	3,6	9,1	44,4	0				
9	100	61,5	0	0	2,6	8,7	0	0	0	0	1,4	3,1	4,5	48,2	57	8,7	8,7	0	0	3,9	1,4	3,1	11,6	0				
10	0	0	0	100	9,6	14	7	0	0	11,5	7,4	11,2	8,3	6,7	29,9	36,4	44,2	12	6,3	15,3	10,6	16,6	45,4	6,3				
11	16,9	0	0	100	5,2	10,4	23,3	16,6	0	15,6	9,3	14,1	20,9	10,9	35,6	31,3	36,2	28,3	7,9	18,3	4,6	10,1	30,4	7,9				
12	100	0	0	0	2,3	6,2	19,6	5,6	0	5,6	5,3	11,2	33,4	5	34,6	20,2	37,6	18,4	14,3	20,1	6,4	17,4	57,6	14,3				
12a	0	0	0	0	3	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
13	0	0	0	0	16,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
14	0	0	100	0	1,9	5,8	0	0	0	0	1,8	5,7	0	52,7	54,6	15,5	40,1	2,4	0	1,2	2,1	5,5	0	0				
15	0	0	100	0	3,4	8,6	0	3,2	0	6,5	4,5	7	1,5	57	62,8	7,8	24,2	12,5	6,7	3,4	4,8	8,4	7,9	3,4				
16	0	0	100	0	5,7	10,4	0	3,2	0	6,5	1,5	5,3	2	46,8	58,1	7,6	31,2	3,2	0	4,6	1,5	5,3	2	2				
17	0	0	100	0	5,7	10,4	0	3,2	0	6,5	1,5	5,3	2	46,8	58,1	7,6	31,2	3,2	0	4,6	1,5	5,3	2	2				
MW	11,46	7,69	37,50	25,00	4,48	8,93	10,93	4,63	0,00	7,54	4,55	8,58	13,46	28,93	46,28	19,34	33,33	10,93	5,03	13,78	4,38	9,44	24,91					
SD	11,12	20,34	48,41	43,30	2,38	2,52	13,36	5,32	0,00	5,59	2,70	3,56	14,03	22,51	12,20	10,58	11,22	8,76	4,67	13,17	2,87	4,86	20,95					
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	3,10	0,00	4,10	29,90	7,60	8,70	0,00	0,00	1,20	1,40	3,10	0,00					
Max	27,90	61,50	100,0	100,0	9,60	14,00	37,50	16,60	0,00	15,60	9,30	14,10	37,10	57,00	62,80	36,40	44,40	28,30	14,30	43,40	10,60	17,40	57,60					

A.-Tabelle 15: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Liegeverhalten, Angestrengte Atmung, Husten, Niesen, Zittern bei Aufzuchtferkeln und Mast Schweinen

Betrieb	Aufzuchtferkel										Mast Schweine								
	Liegeverhalten				ange-strengte Atmung		Husten	Niesen	Zittern	Liegeverhalten				ange-strengte Atmung		Husten	Niesen	Zittern	
	Seitenlage	Halbseitenl	Bauchlage	Tierkontakt	<10% Tiere	>10% Tiere				Seitenlage	Halbseitenl	Bauchlage	Tierkontakt	<10% Tiere	>10% Tiere				
1											42,4	52,4	5,1	73,8	3,3	0	50,5	0	0
2											34,8	58,6	6,6	76,5	0,0	0,0	12,5	20,0	0
3											24,7	64,1	11,1	76,1	0	4,4	34,8	25,4	0
4											27,5	52,8	19,7	52,9	0	0	25,9	14,2	0
5											42,2	45,3	12,5	72,2	0	0	38	27	0
6											34,6	50,2	15,3	67,8	10	3,4	36,7	22,7	0
7	24,4	33	42,7	61,6	0	0	8,7	0	0										
8	29,1	45,1	25,9	65,6	3,2	0	34,3	40,7	0										
9																			
10																			
11	39,2	45,2	15,6	54,5	11,1	0	15	41,7	0	31,7	53,3	15	68,6	0	4,4	30,6	27,8	0	
12	18,3	48,8	21,2	44,6	0	0	23,2	21,5	0	19	52,7	12	50,9	0	0	17,6	26,4	0	
12a																			
13											22,9	63,3	13,8	38,4	0	0	29,5	3,2	0
14											24,3	38	11,7	66,7	0	0	36,6	22,1	10
15	42,8	45,8	11,4	61,7	0	0	80	13,8	0	0									
16	27	56,9	16,1	77,2	0	0	33,1	24,4	0	39,7	49,8	10,5	61,3	0	0	57,5	35	0	
17	33,6	56,3	10,1	97,5	0	0	45,6	16,7	33,4	38,5	50,6	11	66,7	0	0	33,3	16,7	0	
MW	30,63	47,30	20,43	66,10	2,04	0,00	34,27	22,69	4,77	29,41	52,59	12,03	64,33	1,11	1,02	33,63	20,04	0,83	
SD	7,90	7,48	10,40	15,79	3,86	0,00	21,94	13,73	11,69	11,27	6,87	3,69	11,08	2,83	1,78	11,84	9,76	2,76	
Min	18,30	33,00	10,10	44,60	0,00	0,00	8,70	0,00	0,00	0,00	38,00	5,10	38,40	0,00	0,00	12,50	0,00	0,00	
Max	42,80	56,90	42,70	97,50	11,10	0,00	80,00	41,70	33,40	42,40	64,10	19,70	76,50	10,00	4,40	57,50	35,00	10,00	

A.-Tabelle 16: Ergebnisse der Erhebungsmerkmale Liegeverhalten, Angestrenzte Atmung bei Sauen

Betrieb	DB Sauen						WB Sauen						AB Sauen					
	Liegeverhalten						Liegeverhalten						Liegeverhalten					
	Seitenlage	Halbseitenl	Bauchlage	Bein oben	Tierkontakt	angestrenzte Atmung	Seitenlage	Halbseitenl	Bauchlage	Bein oben	Tierkontakt	angestrenzte Atmung	Seitenlage	Halbseitenl	Bauchlage	Bein oben	angestrenzte Atmung	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8	26,8	45	28,3	1,1	24,7	0	33,4	51,2	14,4	0	70,6	0	44,8	42,1	13	0	0	
9	19	28,8	2,2	0,3	34,5	0	53,1	41,7	5,3	0,3	74,1	0	64,7	24,7	10,5	0	0	
10	28,1	64,6	7,3	2,3	58,6	0	23	64,4	12,6	0,8	74,7	18	41,9	53,9	4,2	3	0	
11	24,7	51,8	23,4	3,4	47,7	0	34,4	50,3	15,3	2,7	54,7	3,3	41,9	41,4	16,7	0,4	4,5	
12	18,5	65,2	14,9	9,5	48,6	0	41,8	50,9	7,4	2,8	62,4	0	19	41,2	19,4	0	0	
12a													42,8	19,6	8,9	0	0	
13																		
14																		
15	56,6	36,8	6,6	0	55,1	0	66,7	30,7	2,7	0	60,5	0	67,3	27,4	5,3	0	8	
16	33,6	63	3,4	0	71,6	3	43,9	48,7	7,4	0	62,2	0	55,4	35,3	9,4	0	0	
17	54,3	41	4,7	0	69,2	0	54,3	41	4,7	0	69,2	0	50,9	39,6	9,6	0	0	
MW	32,70	49,53	11,35	2,08	51,25	0,38	43,83	47,36	8,73	0,83	66,05	2,66	47,63	36,13	10,78	0,38	1,39	
SD	13,91	12,96	9,19	3,04	15,04	0,99	13,01	9,21	4,45	1,14	6,69	5,90	13,61	9,99	4,65	0,94	2,73	
Min	18,50	28,80	2,20	0,00	24,70	0,00	23,00	30,70	2,70	0,00	54,70	0,00	19,00	19,60	4,20	0,00	0,00	
Max	56,60	65,20	28,30	9,50	71,60	3,00	66,70	64,40	15,30	2,80	74,70	18,00	67,30	53,90	19,40	3,00	8,00	



DLG e. V.

Fachzentrum Landwirtschaft

Eschborner Landstraße 122 · 60489 Frankfurt am Main

Tel. +49 69 24788-302, Fax +49 69 24788-114

www.DLG.org