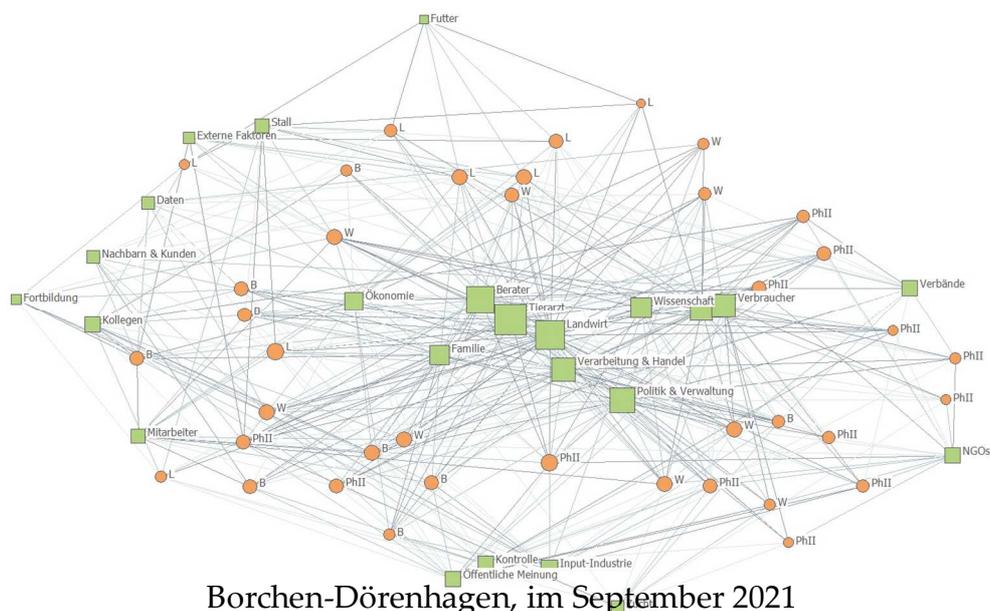


Was steht dem Wissenstransfer zur Tiergesundheit in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung entgegen?

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades
Doktorin der Agrarwissenschaften (Dr. agr.)

*vorgelegt im Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
der Universität Kassel
von*

Susanne Hoischen-Taubner
geb. in Paderborn
14.09.1969



Borchon-Dörenhagen, im September 2021

Die vorliegende Arbeit wurde vom Fachbereich für Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit der Universität Kassel als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktorin der Agrarwissenschaften angenommen.

Die Disputation fand am 20.12.2021 in Witzenhausen statt.

Erster Gutachter: Prof. Dr. Albert Sundrum

Zweite Gutachterin: Prof. Dr. Kerstin-Elisabeth Müller

Prüfer: Prof. Dr. Detlev Möller

Prof. Dr. Eva Schlecht

DOI:10.17170/kobra-202201155450

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand am Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit des Fachbereiches Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel. Dieser Arbeit liegen zwei Forschungsprojekte zugrunde: (1) REFLEXION (Reflexionen zu den Voraussetzungen und möglichen Hemmnissen eines zielführenden Wissenstransfers am Beispiel der Tiergesundheit in der ökologischen Nutztierhaltung), Förderkennzeichen 2812OE016 und (2) TIER-WIRT (Aggregiertes Indikatorkonzept zur Beurteilung von Tierschutzleistungen und deren ökonomische Implikationen in der Milchviehhaltung – Teilprojekt 1), Förderkennzeichen 2817903215.

Die Förderung erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Die Förderung des Projektes Reflexion erfolgte im Rahmen des Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft. Das Projekt Tier-Wirt wurde im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung gefördert.

Diese Dissertation wäre ohne die vielfältige Unterstützung, die ich erfahren durfte, nicht zustande gekommen.

Bedanken möchte ich mich an erster Stelle bei Prof. Dr. Albert Sundrum für den Anstoß, den Wissenstransfer zu meinem Thema zu machen. Herzlichen Dank für das Zutrauen und die gewährte Unterstützung. Die vielfältige Auseinandersetzung mit den drängenden Problemen der Nutztierhaltung und der Wissenschaft aus einer systemwissenschaftlichen Perspektive war eine Bereicherung, nicht nur für diese Dissertation. Dankbar bin ich für den Freiraum für Diskussionen, das Ringen um Erkenntnisse und den Ansporn zur kritischen Reflexion. Die Mitarbeit in den verschiedenen, spannenden Forschungsprojekten haben mir die Zeit gegeben, mein Thema in ganz unterschiedlichen Kontexten zu durchdringen. Vielen Dank für die Geduld.

Bei Prof. Dr. Kerstin E. Müller bedanke ich mich herzlich für die Übernahme des Zweitgutachtens. Von ihr habe ich viel über die Wirkmechanismen und Regelkreise im biologischen System der Milchkühe gelernt.

Besonders in das Projekt Reflexion haben sich viele Menschen eingebracht und ihre sehr persönlichen Meinungen und Ansichten mit mir und anderen geteilt. Für die Offenheit und die aufschlussreichen Diskussionen bin ich sehr dankbar. Die Zusammenarbeit mit Dipl.-Psychologin Alexandra Bielecke war eine besondere Bereicherung. Danke für die Impulse.

Im Projekt Tier-Wirt haben viele Landwirte vertrauensvoll ihre Daten mit uns geteilt und so erst unsere Auswertungen möglich gemacht. Auch dafür bin ich sehr dankbar. Für die Datenerhebung auf den Betrieben zu Projektbeginn geht ein Dank an Lara Ebert. Für die Zusammenarbeit bei der Durchführung und Auswertung sowie die intensiven fachlichen und vor allem interdisziplinären Diskussionen in den langen Runden der „Schreibwerkstatt“ bin ich Jonas Habel, Eva Schwabenbauer, Verena Uhlig und Prof. Dr. Detlev Möller sehr dankbar. Dr. Werner Feucker, Theresa Rumphorst und dem Team der Data Service Paretz danke ich für die Unterstützung bei der Datenerhebung und die Einblicke in Systeme der Datenverarbeitung und Softwareentwicklung.

Für die moralische Unterstützung, die vielen guten Gespräche in unzähligen Kaffeepausen und das gute Arbeitsklima gilt mein Dank allen meinen Kolleg*innen. Die Einblicke in so unterschiedliche Themen waren und sind eine große Bereicherung. Besonders nennen möchte ich Dr. Christina Werner, bei der ich mich für die wertvolle Unterstützung zu Beginn meiner Tätigkeit am Fachgebiet bedanke. Meiner lieben Kollegin Dr. Margret Krieger bin ich dankbar für die Zusammenarbeit im IMPRO Projekt (und darüber hinaus), bei der ich viel über Systembewertungen gelernt habe. Mit Leonie Blume verbindet mich die Zusammenarbeit im Projekt Potentialanalyse aus der sich viele Diskussionen zum Thema Wissenstransfer ergeben haben und viele Erkenntnisse zur Geflügelfütterung 😊. Mein Dank geht auch an Lisa Schulz und Angela Pitz für die Anregungen und das Feedback, nicht nur bei unseren Schreibworkshops und an Angela noch ein herzliches Dankeschön für die Durchsicht der Arbeit!

Aus meinem privaten Umfeld danke ich Familie Hoischen: Doris, Johannes und meinem ersten Mann Stefan, durch die ich den Zugang zur Landwirtschaft bekommen habe. In der Zeit am Hof und beim gemeinsame Aufbau der Direktvermarktung am Eggehof habe ich viel über Landwirtschaft und das drumherum gelernt.

Schließlich danke ich meiner Familie. Meinen Eltern für die Weitsicht und jede Unterstützung, wann immer ich sie gebraucht habe. Meinem Bruder Uli für seine Wertschätzung und meinem Cousin und quasi-großen Bruder Wolfgang dafür, dass er unerschütterlich daran geglaubt (und mich daran erinnert) hat, dass ich diese Dissertation fertigstelle. Danke an meinen lieben Sohn Alexander, dafür das Du da bist – und mir bei Datenbanken und Computerproblemen helfen konntest. Und Danke an meinen Mann Christian: ohne Deine Liebe und vielfältige Unterstützung hätte ich den Weg (zurück) an die Universität und in die Wissenschaft nicht gefunden.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V
Tabellenverzeichnis.....	IX
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Abkürzungen.....	X
Zusammenfassung.....	1
Abstract.....	3
Liste der Veröffentlichungen.....	5
1 Einleitung.....	6
2 Stand des Wissens.....	7
2.1 Produktionskrankheiten bei landwirtschaftlichen Nutztieren.....	7
2.2 Wissen und Wissenstransfer.....	9
3 Ziel der Arbeit.....	12
4 I. Knowledge transfer regarding the issue of animal health.....	13
Abstract.....	13
Acknowledgements.....	14
4.1 Introduction.....	14
4.2 Material and methods.....	18
4.2.1 Participants.....	18
4.2.2 Workshops.....	19
4.2.3 Estimation of animal health situations.....	21
4.2.4 Environmental stakeholder analysis:.....	22
4.2.5 Reflection on fault lines and dialogue cafes on barriers and areas for action.....	23
4.2.6 Walking in the shoes of... and future scenarios.....	24
4.3 Results.....	24
4.3.1 Assessment of herd health situations.....	24
4.3.2 Ranking of measures to improve a situation.....	25
4.3.3 Environmental stakeholder analysis.....	26
4.3.4 Reflection on fault lines and dialogue cafes on barriers and areas for action.....	28
4.3.5 Walking in the shoes of... and future scenarios.....	29
4.4 Discussion.....	30
4.4.1 Context of animal health.....	30
4.4.2 Schemas of context and their impact on cognition.....	32
4.4.3 Individual perception of animal health.....	34
4.4.4 Beyond self-reference.....	36
4.5 Conclusions.....	37
4.6 References.....	38
5 II. Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit:.....	42
5.1 Einleitung.....	42
5.2 Begriffsbestimmung „Wissen“ und „Wissenstransfer“.....	43
5.2.1 Wissen.....	43
5.2.2 Wissenstransfer.....	44

5.3	Material und Methoden	48
5.3.1	Teilnehmer	49
5.3.2	Workshops	50
5.4	Ergebnisse	56
5.4.1	Wahrnehmung von Tiergesundheitssituationen	56
5.4.2	Analysen des Umfeldes zum Wissenstransfer zur Tiergesundheit	57
5.4.3	Hemmnisse und Konfliktfelder	61
5.5	Diskussion.....	65
5.5.1	Unterschiedliche Wahrnehmung von Tiergesundheitssituationen	66
5.5.2	Netzwerk zum Themenfeld Tiergesundheit	68
5.5.3	Hemmnisse und Konfliktfelder	70
5.5.4	Ausblick.....	74
5.6	Schlussfolgerungen.....	77
5.7	Danksagung.....	77
5.8	Literatur.....	78
6	III. The whole and the parts.....	84
6.1	Introduction	84
6.1.1	Systemic levels in dairy farming.....	87
6.1.2	Challenges in evaluating the contribution of individual cows to the economic sustainability of a farm	90
6.2	Materials and Methods.....	92
6.3	Results.....	95
6.4	Discussion	102
6.4.1	Test day results as systemic output and indicator for farm specific management goals	102
6.4.2	Factor and cluster analysis for farm typology.....	103
6.4.3	Profitability at the cow level linked to production diseases	105
6.4.4	Re-orientation and new management goals.....	107
6.5	Conclusions.....	108
6.6	References	109
7	Zusammenfassende Diskussion	116
7.1	Wissenstransfer aus systemorientierter Perspektive.....	116
7.1.1	Ebene Einzeltier	117
7.1.2	Ebene Betrieb	119
7.1.3	Ebene des handelnden Akteurs im Betrieb	122
7.1.4	Ebene der Gesellschaft.....	123
7.1.5	Ebene der Wissenschaft.....	125
7.2	Optionen für Verbesserungen im Wissenstransfer zur Tiergesundheit.....	126
7.2.1	Die Zielausrichtung von Systemen berücksichtigen.....	126
7.2.2	Die Variation und die Kontextvariabilität berücksichtigen	129
7.2.3	Das System verändern.....	131
8	Gemeinsame Schlussfolgerungen	133
9	Literatur	135
	Eidesstattliche Erklärung.....	143

Tabellenverzeichnis (Tabellen wurden in den Artikeln einheitlich mit „Tab.“ beschriftet)

Tab. 4.1: Communication techniques applied to the workshop groups	20
Tab. 4.2: Average estimations from three workshop groups on the impairment of animals' general condition based on pictures and a video sequence.....	25
Tab. 4.3 Average estimations from three workshop groups on the herd health status based on data on somatic cell counts and lung lesions.	25
Tab. 4.4: Agreement from three workshop groups on the importance of measures to be applied in different animal health situations.....	26
Tab. 4.5: Fault lines in connection with animal health	28
Tab. 5.1: Elemente der Workshop Konzeption.....	51
Tab. 5.2: Fragen zu Situationen der Tiergesundheit.....	52
Tab. 5.3: Codes und Häufigkeiten der Codierung zu Hemmnissen und Konfliktfeldern	64
Tab. 6.1: Structure of farms included in the study (n = 32)	92
Tab. 6.2: The rotated factor matrix, result from a principal component analysis on milk recording variables, KMO = 0.616	96
Tab. 6.3: The contribution of the three classification factors to the five cluster centres.....	97
Tab. 6.4: The number of farms and the averages \pm standards deviation of a range of characteristics of dairy farming systems identified by cluster analysis.....	101

Abbildungsverzeichnis (Abbildungen wurden einheitlich mit „Abb.“ beschriftet)

Abb. 4.1: Underlying concept of knowledge	17
Abb. 4.2: Sequence of workshops.....	19
Abb. 4.3: Examples of environmental stakeholder analysis from the workshops with advisors, farmers, researchers and secondary stakeholders.....	23
Abb. 4.4: Frequency, average position and size of stakeholders identified in 39 Environmental Stakeholder Analysis	28
Abb. 5.1: Konzeptionelles Verständnis von Wissen und Wissenstransfer.	46
Abb. 5.2: Ablaufschema des Vorhabens	50
Abb. 5.3: Beispiele von Projektumfeldanalysen aus den Workshops der Berater, Landwirte, Wissenschaftler und Sekundären Stakeholder.....	54
Abb. 5.4: Einschätzungen zur Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens auf Grundlage von Bildern und einer Videosequenz sowie zu Gesundheitsdaten.....	57
Abb. 5.5: Aggregation der Projektumfeldanalysen zum Themenfeld Tiergesundheit von 39 Workshop-Teilnehmern.....	60
Abb. 5.6: Nennung der Kategorien in n = 39 Projektumfeldanalysen, Häufigkeit (incl. Mehrfachnennungen), Bedeutung und Position ausgewählter Kategorien.....	61
Abb. 6.1: Concept of system levels in a farm relevant for biological and economic sustainability.	87
Abb. 6.2: Dendrogram (using Ward linkage) for 32 dairy farms	97

Abkürzungen

AC	All cows - culled and living (alle Kühe, abgegangene und lebende)
AKIS	Agricultural knowledge and innovation system
B	Berater (Workshopgruppe)
BMEL	Bundeministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BÖLN	Bundesporgramm ökologische Landwirtschaft und andere Formen der nachhaltigen Landwirtschaft
CC	Culled cows (Abgegangene Kühe)
DIMLL	days in milk in the last / culling lactation (Abgangstag)
ESA	Environmental stakeholder analysis (Projektumfeldanalysen)
FPR	Fat-to-protein ratio (Fett : Eiweiß-Quotient (FEQ))
FPR_1	fat-protein ratio at the first test day after calving (Fett : Eiweiß-Quotient am ersten Testtag nach der Kalbung)
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements
IFSA	International Farming Systems Association
Kendalls' W	Kendall's coefficient of concordance
KMO	Kaiser–Meyer–Olkin measure of sampling adequacy
L	Landwirte (Workshopgruppe)
Lact	Lactations number (Laktationsnummer)
LEH	Lebensmittel Einzelhandel
MY _L	Daily milk yield during lifetime (Lebenstagesleistung)
MY _{LL}	Average daily milk yield during last lactation (Tagesleistung letzte Laktation)
MY _{PL}	Daily milk yield in productive live (Nutzungstagesleistung)
NGO	Non-Governmental Organisation - Nicht Regierungsorganisation
PCA	Principal component analysis
PD	Production diseases (Produktionskrankheiten)
PhII	Teilnehmer des Workshops des erweiterten Stakeholderkreises (Workshopgruppe)
PUA	Projektumfeldanalyse
SCC	Somatic cell count (somatische Zellzahl)
SCC100	More than 100.000 cells / ml milk
VAS	Visual analogue scale (Visuelle analog Skalen)
W	Wissenschaftler (Workshopgruppe)
WS	Workshop

Zusammenfassung

Produktionskrankheiten sind (auch in der ökologischen) Nutztierhaltung weit verbreitet und werden in der Gesellschaft zunehmend als negativer externer Effekt der Nutztierhaltung wahrgenommen. Produktionskrankheiten führen zum Einsatz von Antibiotika, sind Ausdruck eines beeinträchtigten Tierwohls und verursachen den landwirtschaftlichen Betrieben Ausfallkosten. Obwohl zu den Ursachen und der Vorbeugung viel geforscht wurde sind Produktionskrankheiten weit verbreitet. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den mit dem Begriff Wissenstransfer beschriebenen Prozess zur Verbesserung der Tiergesundheit kritisch zu beleuchten und Hemmnisse zu identifizieren. Dazu wurden im Forschungsprojekt REFLEXION Workshops mit Vertretern verschiedener Stakeholder-Gruppen (Landwirte, Berater, Tierärzte, Wissenschaftler, Berufsverbände und NGO's) durchgeführt und Vorstellungen und Einschätzungen zum Themenfeld „Tiergesundheit“ einer umfassenden Reflexion aus kommunikationswissenschaftlicher und erkenntnistheoretischer Sicht unterzogen (Veröffentlichung I und II). Als Hemmnisse für den Wissenstransfer wurden u.a. die Variation und Komplexität der betrieblichen Situation sowie verschiedene Konflikte (z.B. zwischen Ökonomie und Tiergesundheit) identifiziert. Auf der Ebene der Akteure stellte sich das uneinheitliche Verständnis von Tiergesundheit verbunden mit subjektiv geprägter Wahrnehmung und selbstreferenziellen Bewertungen als Hemmnis für den Wissenstransfer heraus. Die Stakeholder des Netzwerkes verfolgten teilweise gegensätzliche Interessen. Ein unklares Selbst- und Rollenverständnis war verbunden mit einer Verantwortungsdiffusion und schien geeignet, systemerhaltende und beharrende Motive anstelle von Veränderung zu begünstigen.

Im Projekt TIER-WIRT (Veröffentlichung III) wurden die Komplexität der betrieblichen Zusammenhänge und die Variation zwischen Betrieben, die als Hemmnis für den Wissenstransfer identifiziert wurden, am Beispiel von 32 Milchviehbetrieben thematisiert. Ausgehend von Daten der Milchkontrolle wurden hinsichtlich des Leistungsniveaus und des Gesundheitsstatus (emergente Systemvariablen) fünf Betriebstypen identifiziert, die sich neben anderen Parametern signifikant im Anteil der Milchkühe unterschieden, die bis zu ihrem Ausscheiden aus dem Betrieb mindestens die mit ihrer Aufzucht und Haltung verbundenen Kosten erwirtschaften konnten (Kühe in der Gewinnphase). In den Gruppen von Betrieben, die durch einen größeren Anteil von Kühen mit Hinweisen auf Stoffwechselprobleme gekennzeichnet waren, lag der Anteil der Kühe in

der Gewinnphase teils deutlich unter 50 %, auch bei sehr hohen Milchleistungen. Unterschiede der Betriebstypen verdeutlichten die Notwendigkeit spezifischer strategischer Betriebsziele und Maßnahmen. Der Anteil der Kühe in der Gewinnphase scheint als Schlüsselvariable für das strategische Management geeignet, da sie sowohl die Überlebensfähigkeit des Einzeltieres als auch die wirtschaftliche Nachhaltigkeit des Betriebes aggregiert und damit der Komplexität der Systeme gerecht wird. Als Zielvariable des betrieblichen Managements kann sie den Bedarf an spezifischem Wissen zur Verminderung der Produktionskrankheiten wecken und so Veränderungen fördern.

In der gemeinsamen Diskussion wurden die identifizierten Hemmnisse zum Wissenstransfer sowie das Konzept des Wissenstransfers selbst im Kontext systemwissenschaftlicher Forschung kritisch diskutiert. Dabei wurde das nach wie vor weit verbreitete lineare Konzept des Wissenstransfers auch für den Bereich der Tiergesundheit als fehlgeleitet identifiziert. Ein Hemmnis für die Verbesserung der Tiergesundheit ist auch die produktivistische Prägung der Landwirtschaft und des mit ihr verbundenen Stakeholdernetzwerkes. Aus einer systemorientierten Perspektive muss das (messbare) Ziel verminderter Produktionskrankheiten mit dem Zweck der landwirtschaftlichen Betriebe (und damit dem Selbsterhalt) verknüpft werden, damit ein Bedarf an neuen Erkenntnissen und Motivation für ihre Umsetzungen entstehen und sich das vorhandene Stakeholdernetzwerk mit seinen vielfältigen Akteuren auf dieses neue Ziel ausrichtet.

Abstract

Production diseases are widespread (also in organic livestock farming) and are perceived by society as a negative external effect of livestock farming. Production diseases lead to the use of antibiotics, are an expression of impaired animal welfare and cause failure costs for agricultural enterprises. Although much research has been performed on the causes and prevention, production diseases are widespread. The aim of this study was to critically examine the process of improving animal health described by the term "knowledge transfer" and to identify obstacles. To this end, the REFLEXION research project conducted workshops with representatives of various stakeholder groups (farmers, advisors, veterinarians, scientists, professional associations and NGOs) and subjected their ideas and assessments on the topic of "animal health" to comprehensive reflection from the perspective of communication science and epistemology (publications I and II). Among the obstacles to knowledge transfer were the variation and complexity of the farm situation and various conflicts (e.g. between economics and animal health). At the stakeholder level, the inconsistent understanding of animal health combined with subjective perceptions and self-referential assessments emerged as barriers to successful knowledge transfer. Some of the stakeholders in the network pursued conflicting interests. An unclear understanding of self and role was associated with a diffusion of responsibility and seemed likely to lead to system-maintaining and persisting motives instead of change.

In the TIER-WIRT project (publication III), the complexity of farm interrelationships and the variation between farms, which were identified as an obstacle to knowledge transfer, were addressed using 32 dairy farms as examples. Based on milk recording data, five farm types were identified in terms of performance level and health status (emergent system variables), which, apart from other parameters, differed significantly in the proportion of dairy cows that were able to earn at least the costs associated with their rearing and keeping until they left the farm (profit cows). In the groups of farms characterised by a larger proportion of cows with indications of metabolic problems, the proportion of profit cows was sometimes well below 50%, even with very high milk yields. Differences between farm types highlighted the need for specific strategic farm objectives and measures. The proportion of profit cows seems to be suitable as a key variable for strategic farm management, as it aggregates both the survivability of the individual animal

and the economic sustainability of the farm and thus does justice to the complexity of the systems. As a target variable of farm management, it can awaken the need for specific knowledge to reduce production diseases and thus promote change.

In the general discussion, the identified obstacles to knowledge transfer and the concept of knowledge transfer were critically discussed in the context of systems science research. The still widespread linear concept of knowledge transfer was identified as misguided for the field of animal health. Another obstacle to improving animal health is the productivist character of agriculture and the associated stakeholder network. From a system-oriented perspective, the (measurable) goal of reduced production diseases must be linked to the purpose of farms (and thus self-preservation), so that a need for new knowledge and motivation for its implementation arise and the existing stakeholder network with its diverse actors aligns itself with this new goal.

Liste der Veröffentlichungen

Die vorliegende Arbeit basiert auf den folgenden Publikationen, die im Text mit römischen Ziffern bezeichnet werden:

- I. Hoischen-Taubner S, Bielecke A, Sundrum A (2018) Knowledge transfer regarding the issue of animal health. *Organic Agriculture* 8:105–120.
Veröffentlicht unter DOI: 10.1007/s13165-017-0175-9.
- II. Hoischen-Taubner S, Sundrum A (2018) Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit: Ergebnisse und Implikationen eines Reflexionsprozesses mit Stakeholdern. *Berichte über Landwirtschaft* 96:1–38.
Veröffentlicht unter DOI: 10.12767/BUEL.V96I3.215.G407.
- III. Susanne Hoischen-Taubner, Jonas Habel, Verena Uhlig, Eva-Marie Schwabenbauer, Theresa Rumphorst, Lara Ebert, Detlev Möller and Albert Sundrum (2021) The Whole and the Parts—A New Perspective on Production Diseases and Economic Sustainability in Dairy Farming. *Sustainability* 13:9044.
Veröffentlicht unter DOI: 10.3390/su13169044.

1 Einleitung

Tiergesundheit und Tierschutz sind von zunehmender Bedeutung im gesellschaftlichen Diskurs der Nutztierhaltung in Deutschland und anderen westlich geprägten Gesellschaften (Boogaard et al., 2011; Clark et al., 2016). Die Akzeptanz für die intensive Nutztierhaltung in der Gesellschaft sinkt (Busch und Spiller, 2018; Tonsor, 2018; Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015). Tiergesundheit wird vermehrt als öffentliches Gut wahrgenommen, dessen Beeinträchtigung u.a. durch Zoonosen, Resistenzbildung und Medikamentenrückstände in der Umwelt erheblich über die Grenzen eines landwirtschaftlichen Unternehmens hinauswirkt (Hueston et al., 2018; Nichols et al., 2018; Rossi und Garner, 2014; Vidaurre et al., 2016). Viele der in der Diskussion stehenden Themen stehen in engem Bezug zur Prävalenz von Produktionskrankheiten in den Nutztierbeständen (Sundrum, 2018). Insbesondere multifaktoriell bedingte Produktionskrankheiten sind weit verbreitet (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015).

Ein hoher Tiergesundheitsstatus ist eine qualitative Zielgröße, die in der ökologischen Landwirtschaft eng mit den vier Leitprinzipien Ökologie, Gerechtigkeit, Sorgfalt und Gesundheit verbunden ist (International Federation of Organic Agriculture Movements, 2014; Vaarst und Alrøe, 2012). Entgegen der Erwartung von Verbrauchern erreichen ökologisch wirtschaftende Betriebe nicht grundsätzlich eine bessere Tiergesundheit als konventionell wirtschaftende (Krieger et al., 2017c; Sundrum, 2010; Vaarst et al., 2008).

Obwohl aus den Agrar- und Veterinärwissenschaften umfangreiche Erkenntnisse zu den Ursachen und der Vorbeugung von Produktionskrankheiten vorliegen, sind Produktionskrankheiten weit verbreitet. Eine Ursache für ausbleibende Erfolge bei der Reduktion der Prävalenz- und Inzidenzraten von Produktionskrankheiten wird in einer unzureichenden Umsetzung von Erkenntnissen aus der Forschung in der landwirtschaftlichen Praxis gesehen (More, 2009). Die Gründe für die wahrgenommene „know-do gap“ (Pakenham-Walsh, 2004) bleiben ungewiss und vielfältig. Daraus resultieren Fragen nach der Effektivität des Wissenstransfers und den Möglichkeiten, diese zu verbessern. Im Rahmen der Promotion wurde der Frage nachgegangen, welche Hemmnisse einer wirksamen Anwendung von bereits verfügbaren und neuen Erkenntnissen aus der Wissenschaft entgegenstehen.

2 Stand des Wissens

2.1 Produktionskrankheiten bei landwirtschaftlichen Nutztieren

Unter dem Begriff Produktionskrankheiten werden Erkrankungen zusammengefasst, die einen engen Bezug zum Management der Nutztiere haben und deren Häufigkeit und Schwere mit steigender Intensität in den Tierhaltungssystemen zunehmen (Jones et al., 2019; Maes et al., 2020; Nir (Markusfeld), 2003). Sie sind häufig multifaktoriell bedingt und entstehen durch ein komplexes Zusammenspiel von Krankheitserregern, Tiergenetik und Umwelt, sowie Mängeln in den Haltungsbedingungen und der Ernährung (Chantziaras et al., 2018; Jones et al., 2019; Niemi et al., 2020). Neben Stoffwechselerkrankungen und Infektionen gehören auch die Folgen einseitiger Zucht auf Leistungssteigerung (Oltenacu und Broom, 2010) sowie Technopathien zum Spektrum der Produktionskrankheiten (Herdt, 2006; Jones et al., 2019). Payne (1972) beschrieb Produktionskrankheiten als ein menschengemachtes Problem, das durch den Zusammenbruch der verschiedenen Stoffwechselsysteme des Körpers unter der kombinierten Belastung von hoher Produktion und moderner Intensivhaltung entsteht.

Saborido und Moreno (2015) verweisen darauf, dass die Bewertung von Gesundheit und Krankheit nicht von der Wertsetzung und subjektiven Einschätzungen externer Beobachter abhängen. Die Referenz für die Definition von Krankheit als biologische Fehlfunktion liegt nicht in der Interpretation biostatistischer Normalität oder menschlicher Wertsetzungen, sondern im individuellen biologischen System selbst. Ein Zustand wird als Krankheit definiert, wenn eine Anpassungsreaktion eines regulatorischen (Teil-)System ausgelöst wird, dieses die vollständige Funktionalität jedoch nicht aufrechterhalten kann, die Anpassungsfähigkeit also überfordert ist. Broom (2006) bezieht sich ebenfalls auf den normativen Charakter des Selbsterhalts biologischer Systeme, wenn er Beeinträchtigungen des Tierwohls an pathologischen Veränderungen und einer Überforderung der Anpassungsfähigkeit an die Herausforderungen der Umwelt festmacht (Broom, 1991).

In der Schweinehaltung zählen u.a. Saugferkelverluste, Probleme nach dem Absetzen der Ferkel und Störungen am Bewegungsapparat zu den Produktionskrankheiten (Maes et al., 2020). Bei Sauen und Mastschweinen sind Magengeschwüre weit verbreitet (Mö-

ßeler et al., 2010; Rutherford et al., 2018), deren Auftreten mit vielen Faktoren in Zusammenhang gebracht werden (Doster, 2000; Herskin et al., 2016). In der Geflügelhaltung gehören weit verbreitete Erkrankungen der Atemwege und des Verdauungs- und Reproduktionstraktes sowie Skelettschäden und Erkrankungen der Fußballen und Verletzungen durch Federpicken zu den Produktionskrankheiten (Jones et al., 2019; Julian, 2005).

Verluste bei neugeborenen Kälbern stehen in engem Zusammenhang mit dem Abkalbmanagement (Mee, 2013). Während der Kälberaufzucht sind Erkrankungen des Verdauungsapparates und der Atemwege häufige Ursachen für Tierverluste, die mit dem Management und den Denkmustern der Landwirte in Verbindung gebracht werden (Santman-Berends et al., 2014).

In der Milchviehhaltung sind neben Stoffwechselerkrankungen Unfruchtbarkeit, Endometriosen, Mastitiden und Lahmheiten weit verbreitete Produktionskrankheiten (Nir (Markusfeld), 2003). Sie werden durch ein Produktionsniveau begünstigt, das eine ausreichende Energieaufnahme aufgrund der begrenzten Kapazität der Futteraufnahme zu Beginn der Laktation unmöglich macht. Verschärft wird die Problematik durch Fütterungsfehler, ungünstige Haltungsbedingungen und eine ungeeignete Zuchtpolitik (Broom, 2021; Mulligan und Doherty, 2008; Sundrum, 2015). Produktionskrankheiten zählen zu den Hauptgründen für den vorzeitigen Abgang von Kühen zur Schlachtung (Bundesverband Rind und Schwein e.V., 2020; Vries und Marcondes, 2020).

Die vorzeitigen Abgänge von Tieren gehören zu den Verlustkosten, die durch Produktionskrankheiten verursacht werden (Hilgers und Heger, 2017; Hogeveen und Van der Voort, 2017; Jones et al., 2019; Mee, 2008). Wirtschaftlich von Bedeutung sind auch die Kosten für präventive Maßnahmen (Gibson und Jackson, 2017; McInerney et al., 1992; Van Soest et al., 2016). Weitere Kosten entstehen durch eine schlechtere Effizienz der Nutztierhaltung (Hogeveen et al., 2019). Verminderte Milchleistung oder schlechtere Tageszunahmen tragen ebenso wie die Tierverluste (für die mehr Nachzuchttiere aufgezogen werden müssen) zur Vergrößerung des ökologischen Fußabdrucks bei.

Eine aktuelle Studie in Deutschland, mit 765 Milchviehbetrieben, kam zu dem Ergebnis, dass eine beträchtliche Anzahl von Betrieben die gute landwirtschaftliche Praxis in Bezug auf Tiergesundheit, Haltung, Hygiene, Fütterung und Biosicherheit bei Milchkühen,

Jungvieh und Kälbern nicht einhält (Hoedemaker et al., 2020). Dies wirft die Frage auf, warum das vorhandene Verfügungswissen (vgl. dazu Koch et al., 2014; Mittelstraß, 2017) offenbar zu wenig angewendet wird.

2.2 Wissen und Wissenstransfer

Der Wissensbegriff bezieht sich oft auf die Hierarchie von Daten, Informationen und Wissen (Zins, 2007). Während Daten das Rohmaterial bilden und unverbundene Fakten beschreiben, sind Informationen für einen bestimmten Zweck organisiert und strukturiert. Wissen ist eine Voraussetzung für das Handeln (Lam, 2000; Polanyi, 1998; Polanyi und Sen, 2011) 'und wird vom Individuum durch persönliche Interpretation, Verstehen, Erfahrung und Praxis konstruiert. Diesem Verständnis folgend ist es nicht Wissen, sondern Information, welche weitergegeben wird. Die Information muss verstanden und in das subjektive Bewusstsein aufgenommen werden, bevor sie umgesetzt werden kann, d.h. zum Handeln führt. Der Begriff "Wissenstransfer" ist jedoch weit verbreitet und dient in dieser Arbeit als Schlagwort für den weiter unten skizzierten Prozess, dessen Ergebnis die Anwendung von neuem Wissen in der Praxis sein soll.

Mit Blick auf die Vielzahl der z.B. auch durch die Wissenschaft bereitgestellten Informationen weist Mittelstraß (2017) auf den Unterschied zwischen Verfügungs- und Orientierungswissen hin und stellt fest, dass Verfügungswissen um Ursachen, Wirkungen und Mittel in unserer Wissensgesellschaft in zunehmendem Maß verfügbar ist. Verfügungswissen beschreibt, „wie etwas ist und geht“. Um jedoch zu erkennen, wann dieses Wissen eingesetzt werden sollte, welche Ziele mit dem Verfügungswissen verfolgt werden sollen und welches die gerechtfertigten Zwecke für seine Anwendung sind, ist Orientierungswissen erforderlich, an dem es nach er Einschätzung von Mittelstraß fehlt.

Die Frage nach dem Nutzen öffentlich geförderter Forschung ist eng mit dem Nutzen für die Gesellschaft verbunden. Das impliziert i.d.R., dass gewonnene Erkenntnisse Veränderungen zur Folge haben und eine Wirkung entfalten sollen (Rohe, 2015; Zens und Bens, 2021). Ein Transfer der Erkenntnisse in Bereiche außerhalb der Wissenschaft ist die Voraussetzung dafür, dass die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit zur Lösung politischer, ökologischer oder sozialer Probleme beitragen (Jahn et al., 2010). Demzufolge ist der Erfolg des Wissenstransfers in die Praxis daran messbar, ob und in wie weit er in einem außerwissenschaftlichen Kontext eine Wirkung zeigt (Diehl et al., 2012).

Für die agrarwissenschaftliche Forschung hat die Umsetzung von Forschungsergebnissen und entwickelten Verfahren in der landwirtschaftlichen Praxis eine große Bedeutung. Das Ergebnis eines Prozesses, der mit dem Begriff Wissenstransfer umschrieben wird (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2016; Jahn et al., 2010; Wissenschaftsrat, 2016). Dieser Ansatz beinhaltet ein hierarchisches Verständnis, das der Wissenschaft einen übergeordneten Status zuschreibt, deren Erkenntnisse über eine Zwischenstufe wie die Beratung oder andere Experten an die betriebliche Praxis vermittelt werden. Die Anwendung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in der Praxis ist neben der Landwirtschaft in weiteren Disziplinen relevant, wo vergleichbare Metaphern verwendet werden, um die Verbindung zwischen Wissen und Praxis zu beschreiben (Braithwaite et al., 2018; Greenhalgh und Wieringa, 2011). Van Kerkhoff und Lebel (2006) weisen auf Ähnlichkeiten zwischen den linearen Konzepten des Wissenstransfers in der Landwirtschaft und im Gesundheitsbereich hin, wobei die Annahme zugrunde liegt, dass die Praxis mehr evidenzbasiertes Wissen umsetzen sollte. Die Unwissenheit der Praktiker wird als Barriere für gewünschte Veränderungen angesehen. Eine Verbesserung soll durch vermehrte Anstrengungen bei der Übersetzung der Erkenntnisse der Wissenschaft in die Praxis und das Angebot von entsprechend aufbereitetem Wissen an Praktiker erreicht werden (Zens und Bens, 2021).

Der Wissenstransfer von der Wissenschaft in die Praxis wird insbesondere von Forschungsförderungseinrichtungen als ein Schlüsselthema für Veränderungen angesehen (Greenhalgh und Wieringa, 2011; Van Kerkhoff und Lebel, 2006). So heißt es in einer Broschüre des Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., 2013): "Das Wissen aus Forschung, Entwicklung, Beratung und Praxis wird aufbereitet und umgehend verfügbar gemacht." Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) beschreibt seine Kernkompetenz in der zielgruppengerechten Aufbereitung von Fachinformationen, um Wissen in die Praxis zu bringen und nennt unter der Überschrift Wissenstransfer Seminare, Merkblätter, Videos, Leitfäden und Internetseiten sowie Weiterbildungsmöglichkeiten (Forschungsinstitut für biologischen Landbau, 2019).

Der Fortschritt in der Landwirtschaft durch Wissenstransfer nach diesem linearen Modell, häufig in der Form eines Technologietransfers, war vorzugsweise dort erfolgreich,

wo die kontinuierliche Steigerung der Erzeugung unter möglichst homogenen und mit Versuchsanstellungen vergleichbaren Bedingungen angestrebt wurde.

Zu den Beschränkungen des linearen Konzeptes von Wissenstransfer zählt, dass die Bedürfnisse der Anwender, bzw. deren spezifische Problemstellungen oft nicht berücksichtigt werden (Darnhofer et al., 2012). Verschiedene Ansätze zur partizipativen Forschung wurden entwickelt, die den Landwirt, die Individualität des Betriebes und den Kontext einbeziehen. Weitere bedeutende Elemente sind interdisziplinäre Forschung in einem systemischen Verständnis der Wechselwirkungen im landwirtschaftlichen Kontext und der Fokus auf soziale Aspekte von Landwirtschaft. Beispiele sind der „Farmer first“ Ansatz (Chambers, 1989) und die Farming Systems Research Bewegung, die seit den 1990er Jahren auch als europäische Gruppe (IFSA – International Farming Systems Association – Europe Group) organisiert ist (Darnhofer et al., 2012)

Im Kontext systemorientierter Forschung entwickelten sich in den vergangenen Jahrzehnten weitere Perspektiven auf den Prozess, der zu einer Weiterentwicklung landwirtschaftlicher Systeme führt. Dazu gehören das Agricultural knowledge and innovation system (AKIS) (Dockès et al., 2012; Röling, 1988) und das Agricultural innovation system (Klerkx et al., 2012), die beide die Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure beinhalten und in unterschiedlichem Ausmaß ein größeres Umfeld von Institutionen und Wertschöpfungsketten adressieren (Klerkx et al., 2012).

Häufig wird im landwirtschaftlichen Kontext und insbesondere auch in der Forschungsförderung das Konzept der Innovation synonym zum Wissenstransfer gebraucht: danach finden ausgehend von Grundlagen- und angewandter Forschung wissenschaftliche Erkenntnisse Eingang in die Praxis und erfahren weitere Verbreitung (Godin, 2006; Klerkx et al., 2012). Innovationen können sich dabei sowohl auf Technologien als auch auf Prozesse oder Verfahren beziehen. Innovation zielt auf eine Steigerung der Produktivität und/oder Nachhaltigkeit durch einen partizipativen Prozess, der die Motivation und das Engagement der wichtigsten Akteure voraussetzt. Dieser Prozess beinhaltet die Übernahme und Anwendung von neuem Wissen und Techniken, um wirtschaftlichen Erfolg zu erzielen (Klerkx et al., 2011; Röling, 2009) und ist eng mit der Rolle der landwirtschaftlichen Beratung verknüpft (Faure et al., 2012).

3 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Kenntnisse über Hemmnisse im Prozess des Wissenstransfers zur Verbesserung der Tiergesundheit zu erweitern, um Lösungsansätze zu deren Überwindung zu entwickeln.

Die Forschungsfragen lauteten im Einzelnen:

- 1) Welche Bedeutung haben mentale Modelle verschiedener Akteure
 - a) auf die Wahrnehmung von Tiergesundheit?
 - b) auf das Rollenverständnis der involvierten Personengruppen?
- 2) Sind die vorhandenen Kommunikationsstrukturen geeignet, den Wissenstransfer für eine verbesserte Tiergesundheit zu unterstützen?
- 3) Können Konfliktfelder in der Verbesserung der Gesundheit der Nutztiere wie Ökonomie und Komplexität durch eine neue Kennzahl für die Wirtschaftlichkeit in der Milchviehhaltung aufgelöst werden?
- 4) Welche Bedeutung hat die Komplexität der biologischen, ökonomischen und soziokulturellen Aspekte für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Ziel einer verbesserten Tiergesundheit?

4 I. Knowledge transfer regarding the issue of animal health

Susanne Hoischen-Taubner¹, Alexandra Bielecke², Albert Sundrum¹

¹ Department of Animal Nutrition and Animal Health, Faculty of Organic Agricultural Science, University of Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Germany

² Schulz von Thun Institute for Communication, Rothenbaumchaussee 20, 20148 Hamburg, Germany

Corresponding author: Susanne Hoischen-Taubner, hoischen@uni-kassel.de, Tel. +49 5542 98-1652,

Fax: +49 5542 98-1581

Abstract

The transfer of knowledge and information gained from scientific investigations into farm practice is a primary constituent of applied agricultural science. The importance of this for both agricultural practice and agricultural science is in marked contrast with the fact that only very few studies have been conducted so far which have focussed on the framework required to achieve a successful transfer of knowledge.

Both the necessary prerequisites for and potential barriers to the successful transfer of knowledge regarding the issue of animal health have been the topic of this study taking different stakeholder perspectives into account. Based on a socio-cognitive approach to knowledge transfer, different communication techniques (e.g. evaluations of animal health situations, environmental stakeholder analysis and dialogue cafes) were used to depict and record the views on and understanding of different stakeholders on the issue of animal health.

The analysis revealed divergence in the understanding of animal health, unclear responsibilities and self-referential judgements as barriers in the process of knowledge transfer. In the face of these constraints it is concluded that a targeted transfer of knowledge with respect to the issue of animal health is considerably compromised, requiring the creation of a framework which would provide the conditions for knowledge transfer. A common strategic goal, limiting the prevalence of production diseases, would help to bypass the current lack of a universally accepted definition of animal health. At the same time, this would function as a quality reference value in line with growing interest in animal welfare in livestock production.

Key words: conflicting areas, stakeholder analysis, system justification, organic livestock farming, reflection.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) for financial support based on a decision of the Parliament of the Federal Republic of Germany via the Federal Office for Agriculture and Food (BLE) under the Federal Organic Farming Scheme (BÖLN), grant no. 12OE016. The authors want to thank the participants for attending the workshops and their preparedness to contribute to the reflection.

4.1 Introduction

In livestock farming animal health is a central issue of farm management due to its impact on performance and economic results (McInerney et al. 1992; Dijkhuizen et al. 1995). Improvements in animal health, which usually require additional financial or personnel resources, are judged against possible losses or improved performance. But, beside the impact of clinical and subclinical diseases on the economic outcome of a farm business, animal health becomes an issue for reasons beyond the individual farm business: the risk of foodborne diseases; the high quantities of antibiotics used in livestock production; the increasing risk of antimicrobial resistance; and the growing concerns of the general public regarding animal welfare (Rossi and Garner 2014).

The issue of animal welfare features highly in the discussion of livestock production. From the consumers' perspective, animal health, i.e. freedom from disease, is a precondition and integral element of animal welfare (Vanhonacker et al. 2010; Ventura et al. 2014). Ethical concerns regarding animal welfare are important drivers in themselves, and function as indicators for health and food safety (Harper and Makatouni 2002; Hermansen 2003; Magnusson et al. 2003). In organic agriculture the issue of animal health is strongly related to the organic principles of ecology, fairness, care, and health (Vaarst and Alrøe 2012; Sundrum 2014; International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) 2014) and is the most important decision criteria for consumers when buying organic products of animal origin (Zander and Hamm 2010).

Contrary to consumer expectation, organic farms in general do not provide higher animal health status than conventional ones (Sundrum et al. 2010; Cicconi-Hogan et al. 2013). In several studies the level of production diseases has varied more between individual farms than actual production methods (Vaarst et al. 2008).

Production diseases are multi-factorial and emerge from manifold risk factors and processes which in themselves would not necessarily cause clinical signs of a disease. Their occurrence indicates an overstrained capacity of the farm animals to cope with the living conditions provided by a specific farm situation (Gröhn et al. 1998; Nir 2003). Thus, animal health is a complex phenomenon emerging from the interaction of farm animals with the corresponding living conditions, and which cannot be deduced from single factors (Sundrum 2012).

In the context of knowledge transfer the complexity is further increased by the social system including farm management. It plays a key role in the improvement of the state of animal health because it directly affects the living conditions in which production diseases emerge.

Despite the efforts of the professional groups involved such as animal scientists, veterinarians, advisors and farmers, the prevalence of production diseases remains high (Sundrum 2014). Moreover, even in organic farming, where animal health is of great importance for consumer confidence, where regulations provide for better living conditions for animals and where farmers have access to a wide range of advisory services, the number of production diseases is generally no better than in conventional systems. This situation questions the effectiveness of the previous approach to knowledge transfer with respect to animal health. The aim of the current study was the identification of prerequisites for successful knowledge transfer as well as the detection of barriers and constraints to this process.

Knowledge transfer and the concept of knowledge

Knowledge transfer usually describes processes of exchange, often from an expert site to a novice site, leading to new knowledge and its application (Carlile and Reberntisch 2003; Ringberg and Reihlen 2008; Wilkesmann and Wilkesmann 2011). Roux et al. (2006) describe several domains involved in the transfer of knowledge as science, policy and management as well as society, arriving at different degrees of codification and practical application. With respect to the issue of animal health, several stakeholder groups are involved such as farmers, veterinarians, advisors, and scientists but also consumers, the general public and retailers. Regarding the issue of animal health, scientific study is usually accepted as the expert site, the creator of explicit knowledge, based on research in

the field of animal health. The subsequent transfer of knowledge is directed at farm management, aiming for change and the implementation of strategies and measures. Dissemination and generation of information and knowledge regarding animal health is a process of communication largely influenced by individual circumstances and mind-sets (Leeuwis and Ban 2004; Lam et al. 2011; Jansen and Lam 2012).

Abb. 4.1 illustrates the underlying concept of knowledge in this study. It refers to the widely-used hierarchy of data, information and knowledge (Zins 2007), where data are seen as the raw material, based on observation, describing disconnected facts. Information is based on data, which are organised and structured for a specific purpose and according to the context of use. Based on data and information, knowledge is constructed by the individual through personal interpretation and understanding. Accordingly, the transformation from data to information and information to knowledge is largely dictated by the context of data assessment, aggregation and interpretation as well as personal interpretation, individual parameters and mind-sets (Arce and Long 1987; Probst et al. 2006; Liyanage et al. 2009). In their socio-cognitive approach to knowledge transfer, Ringberg and Reihlen (2008) emphasise the importance of cultural and private models, the level of categorical or reflective thinking and the level of social interaction for the cognitive process leading to different types of knowledge transfer outcomes. Harris (1994) referred to the individual knowledge structure enabling efficient processing of incoming information as “schema”. They represent a cognitive structure guiding the processing of incoming information and are based on experiences and existing knowledge. When identifying problems, some authors attribute greater importance to individual patterns of perception than to the severity of the problem itself (Beratan 2007; Nerdinger 2012; Richert et al. 2013).

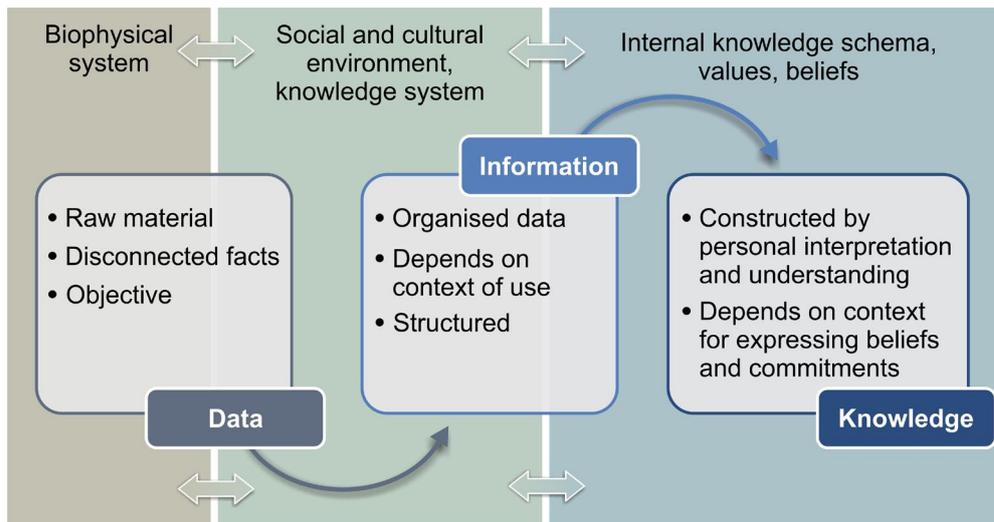


Abb. 4.1: Underlying concept of knowledge

based on Arce and Long 1987; Harris 1994; Probst et al. 2006; Zins 2007; Tàbara and Chabay 2013.

The existence of data in biophysical systems, the observation of data by humans, aggregation to information and transformation to subjective knowledge happens within a context. Several authors describe the social and cultural environment as knowledge system, indicating the complex, open and interacting character in which the scope and aim of data assessment is defined and data is structured to information (Arce and Long 1987; EU SCAR 2012; Tàbara and Chabay 2013). From an individual's view the environment forms the live-world, in which knowledge is gathered and assessed for its usefulness (Arce and Long 1987). Within the knowledge system live-worlds are as manifold as the individuals involved.

Tàbara and Chabay (2013) describe and criticise the prevailing distinction made in science between the social knowledge system and the biophysical system in the field of environmental and sustainability research. They describe the biophysical system as the natural system, providing information that emerges from inherent processes. The same applies in the context of animal health, where the living systems of animals with their inherent capacities to adapt to varying living conditions, meets the social and cultural environment of livestock farming.

As indicated in Abb. 4.1, the spheres of biophysical systems, human knowledge systems and internal knowledge are interlinked and influence each other. Within this framework of knowledge it becomes clear that knowledge is seen as an open system with several actors and perspectives. Based on this understanding the study aimed to assess different

perspectives on the topic of animal health, trying to reveal prerequisites and constraints for a successful transfer of knowledge, resulting in improved animal health.

4.2 Material and methods

According to the framework outlined above, the study aimed to identify the live-worlds of stakeholders involved in the process of knowledge transfer with respect to animal health. The process required not only the recording and observation of assessments but also a specific level of reflective thinking by the participants. Therefore, core elements of the study were interdisciplinary collaboration with an expert on communication and the use of several communication techniques in stakeholder workshops.

4.2.1 Participants

In a first stage of the research project farmers (8), agricultural and veterinarian advisors (9), as well as animal scientists (9), were identified as primary stakeholders in the process of knowledge transfer on the issue of animal health. They are directly involved and affected. A flow of information regarding animal health aiming at a reduction of production diseases cannot take place without them (Freeman 1984; Clarkson 1995).

In a second stage 13 representatives of Non-Governmental Organizations (NGO) in the field of farmers' organisations, consumer and animal protection as well as food retailers were involved. They belong to the broader range of secondary stakeholders, who are not directly linked to the transfer of information but represent a system of values from which they influence the socio-economic context (Clarkson 1995). They affect to a large degree ethical values, economic and ultimately the legislative environment framing the topic of animal health.

Participants were expected to represent a range of possible perspectives on animal health in the different workshop groups, rather than a representative average opinion. Therefore, a non-probability sampling method was used to select the participants. The people initially invited were selected from the target groups of farmers, advisors and researchers as well as actors from relevant stakeholder groups identified in the first stage of the project. They were further asked to name other interested persons to be invited.

4.2.2 Workshops

Based on the underlying concept of knowledge and the importance of individual perspectives, a series of workshops was planned to determine different perspectives on the issue of animal health and reflect on barriers in the transfer of knowledge. Based on findings from this stage secondary stakeholders were invited to participate in the project. The sequence of workshops is illustrated in Abb. 4.2.

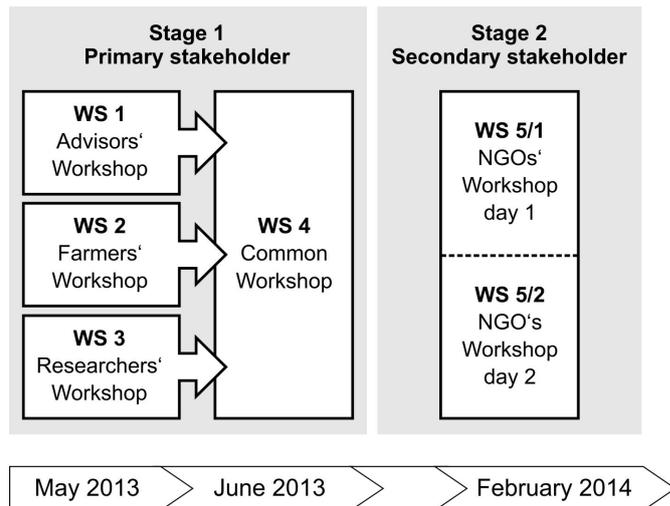


Abb. 4.2: Sequence of workshops

The outline of the workshops as well as the assessment of the process addressed the importance and complexity of communication and were supported by an expert on communication and moderation. Tools from communication science were employed. In order to foster unbiased debates in the workshops, the project team limited itself to an observer role, leaving the moderation of the workshops to the skilled and impartial moderator.

In stage one, separate workshops for each stakeholder group (WS1, WS2 and WS3) were held to assess their specific perspectives. The section was complemented by a common workshop (WS4) with all participants. Due to the heterogeneity of secondary stakeholders, no separate workshops for subgroups were held in the second stage, but a two-day workshop (WS5/1 and WS5/2) was held to allow for reflection on perspectives and scenarios according to the first stage.

The course of the workshops was designed to determine the individual perception of the issue addressed, to picture the context framing the transfer of knowledge on animal health, to reflect on barriers and to think about future scenarios. Several communication

techniques were selected according to the aim and adapted to the workshop groups (tab 4.1). To assess the individual perception of animal health, the workshops started with a (i) brief estimation of different animal health situations including (ii) the ranking of measures in WS1 - WS3. The context forming the framework conditions for communication and decision-making was addressed by (iii) individual environmental stakeholder analysis (ESA).

In the common workshop at the first stage (WS 4), interim results from WS 1, 2 and 3, as well as a brief reflection from the communication expert were reported and discussed (iv). Thereafter, the participants worked in small groups on topics identified during the separate workshops and considered their options for action (v).

The second day of WS 5 (secondary stakeholder) was aimed at a change in perspectives (vi), analogues to WS4 for the primary stakeholders, and elaborating options to act upon (vii).

Due to time restrictions, two participants were not able to attend WS5. In a separate consultation (WS6, Tab 4.1) they worked on ESAs in a similar way to the other workshop participants and these were included in this paper.

Tab. 4.1: Communication techniques applied to the workshop groups

Workshop (WS)	1	2	3	4	5/1	5/2	6
n =	9	8	9	26	11	10	2
i Estimation of animal health situations on a Visual Analogue Scale (VAS)							
- by pictures and video sequence	■	■	■				
- by data sheets	■	■	■		■		
ii Ranking of measures	■	■	■				
iii Environmental Stakeholder Analysis (ESA)	■	■	■		■		■
iv Reflection on fault lines				■			
v Dialogue cafes on barriers and areas for action				■			
vi Walking in the shoes of...						■	
vii Future Scenarios						■	

The outcome of the workshops was evaluated by qualitative content analysis, descriptive statistics, and inter-rater reliability, focussing on the communication structure including role models.

4.2.3 Estimation of animal health situations

For each group workshops started with a brief estimation of different animal health situations. A questionnaire was designed to determine perceptions, interpretations and considerations with respect to further actions to improve the animals' situation. Five different animal health situations were presented to the participants by pictures (2), video (1), and data sheets (2). The first situation was a picture of an acute udder inflammation in a single dairy cow. Monthly milk recording data on somatic cell counts (SCC) in a dairy herd, indicating the number of animals in different categories of SCCs on the farm level made up the second situation. This was followed by a picture of a clinical udder infection of a sow together with young piglets. The fourth situation was described by another data sheet, showing anatomical-pathological findings on lesions of lungs in fattening pigs above average, recorded as routine meat inspections at the slaughterhouse. The last health problem was illustrated by a short video, showing an obvious lame dairy cow. The participants answered both open-ended and closed questions on the findings individually.

Corresponding with the agenda in the first stage of the project, the participants in the second stage (WS 5/1) were asked to rate the data on SCC and lung lesions which were supplemented by short explanations due to the lack of familiarity of the participants with the topic.

Assessment of single animal's general condition and the herd health status

For each of the findings presented, the participants were asked individually to either give their estimation of the animals' general condition (situations 1, 3, and 5) or of the herd health status (situations 2 and 4) on a visual analogue scale (VAS). Visual analogue scales are an instrument used to measure subjective attitudes by indicating a position on a continuous line between two end-points. VAS are used to measure the perception of pain in humans but were also validated for the recording of subjective observer assessments of lameness and pain in animals (Hudson et al. 2004).

For the situation presented by the pictures and the video, the participants were asked to mark the impairment of the animals' general condition on a 10 cm horizontal line between the endpoints "no impairment" and "severe impairment". For the situations presented by data, the herd health status was assessed by marking a point on a line between the end-points "very good" (0) and "very bad" (10).

Ranking of measures to improve a situation

For each of the five situations a set of six to eight measures was ranked by the participants according to their estimation of importance. The ranking of measures was compared by Kendall's coefficient of concordance (Kendalls' W) within and between the workshop groups. Kendalls' W is used to evaluate the degree of association in a panel of observers ranking the same set of items (Legendre 2010). The range of Kendalls' W covers values from 0 to 1 in which high values derive from similar rankings.

4.2.4 Environmental stakeholder analysis:

Environmental stakeholder analysis (ESA) is an instrument adopted by the project management to help identify different stakeholders and influencing variables, in order to analyse their interests in the project and to better understand their relationship (Vetter 2012). At the same time it is a method used to draw up a cognitive map, reflecting the live-world of a person (Arce and Long 1987). In this study, the ESA was used to gain a visual overview of people, institutions, factors, and framework conditions in terms of animal health. Listing stakeholders and relevant factors was the first step in undertaking an ESA. In accordance with their significance for animal health, the issues were noted on cards of three different sizes (small, medium, large = little, medium, great importance). The cards were placed on posters with distance and size dictating their relation to the topic and each other. Lines, arrows and symbols were used to express the quality of relations (Abb. 4.3). In the separate workshops all of the participants were asked to work on an individual environmental (stakeholder) analysis and to present their estimation to the workshop group.

separate workshops. In the second round of dialogue cafés, the participants worked at three tables within their stakeholder group and at the fourth table in a mixed group on the question as how best to define specific areas of action. Results were presented to the whole group.

4.2.6 Walking in the shoes of... and future scenarios

On day two of the secondary stakeholder workshop (WS5/2), a role-playing game aimed at a change in perspectives. The participants were assigned to differing roles and answered questions concerning the topic of animal health from this perspective. Answers were collected on flip charts and presented to the whole group. The change of perspective was intended to foster the understanding of other perspectives in the field and support the elaboration of feasible future scenarios.

While discussing in small groups, the participants were asked to work on a future scenario and realistic action plan targeted at an increased animal health status in 2020. Again, the scenarios were presented to the whole group.

4.3 Results

4.3.1 Assessment of herd health situations

Tab. 4.2 and 4.3 represent the average estimations regarding the animals' general condition (findings 1, 3 and 5) and the herd health status (findings 2 and 4) on a visual analogue scale (VAS) for each workshop. The assessment regarding a lame cow, presented by a short video sequence, varied the least. The assessment on the VAS ranged from 7.0 in the farmers' workshop up to 10 in the workshops of farmers and researchers. Concerning the findings presented by pictures, the assessments varied more both within (finding 1) and between the workshop groups (finding 3). The estimations regarding the herd health status represented by data on SCC and findings at the slaughterhouse showed the highest variation for both situations in the workshop of advisors and least in the workshop of farmers.

Tab. 4.2: Average estimations from three workshop groups on the impairment of animals' general condition based on pictures and a video sequence.

Findings	Workshop	N	Minimum	25 th percentile	50 th percentile (median)	75 th percentile	Maximum
1 Picture, udder, cow	Advisors	9	1.9	6.2	6.6	8.0	9.4
	Farmers	8	2.6	6.3	6.8	7.9	8.5
	Researchers	9	2.3	5.1	7.1	8.2	9.5
3 Picture, udder, sow	Advisors	9	5.8	7.6	8.2	8.8	10.0
	Farmers	8	5.5	7.6	8.1	8.2	8.4
	Researchers	9	1.8	5.0	6.5	7.7	9.5
5 Video, lameness, cow	Advisors	9	7.3	7.7	8.5	9.3	9.5
	Farmers	8	7.0	8.5	9.5	9.7	10.0
	Researchers	9	7.5	8.6	9.3	9.5	10.0

Visual Analogue Scale end-points: 0 = no impairment, 10 = severe impairment

Tab. 4.3 Average estimations from three workshop groups on the herd health status based on data on somatic cell counts and lung lesions.

Findings	Workshop	N	Minimum	25 th percentile	50 th percentile (median)	75 th percentile	Maximum
2 Data, SCC, dairy herd	Advisors	9	3.7	6.5	8.2	8.9	9.6
	Farmers	8	3.4	5.8	6.6	6.8	8.3
	Researchers	9	3.3	7.0	7.4	8.3	8.8
	NGOs*	11	2.3	4.0	6.3	6.9	7.8
4 Data, lung lesions, pigs	Advisors	9	2.9	4.9	7.8	8.5	10.0
	Farmers	7	5.3	6.4	6.7	7.0	7.5
	Researchers	9	3.8	6.3	6.9	7.6	8.2
	NGOs*	11	1.5	5.0	6.7	8.1	9.6

Visual Analogue Scale end-points: 0 = very good, 10 = very bad; * missing values: n=2

4.3.2 Ranking of measures to improve a situation

The participants' level of agreement concerning the ranking of measures was assessed by Kendall's coefficient of concordance, which ranges from 0 (no agreement) to 1 (total agreement). The results presented in Tab. 4.4 show varying degrees of agreement amongst participants for different situations ranging from 0.129 to 0.435. In the advisors' and farmers' workshops, the agreement between participants in ranking the measures

according to their importance was highest for the measures presented for the situation represented by the somatic cell count of a dairy herd and weakest for the finding presented by a picture of an inflamed udder of a cow. In the researchers workshop agreement between the participants was higher for the finding presented by a picture of an inflamed udder of a sow and only weak for the set of measures regarding the inflamed udder of a cow. Within workshop groups, the ranking of measures in some situations was indistinguishable from coincidental accordance indicated by $p > 0.05$.

Tab. 4.4: Agreement from three workshop groups on the importance of measures to be applied in different animal health situations.

Workshop Finding	All			Advisors			Farmers			Researchers		
	N	W ¹	p	N	W ¹	p	N	W ¹	p	N	W ¹	P
1: Udder, cow	26	0.129	0.01	9	0.221	0.08	8	0.248	0.78	9	0.118	0.38
2: SCC, dairy herd	24	0.435	0.00	8	0.566	0.00	7	0.517	0.00	9	0.372	0.01
3: Udder, sow	26	0.350	0.00	9	0.448	0.00	8	0.281	0.03	9	0.440	0.00
4: Lung lesions, pigs	25	0.265	0.00	9	0.299	0.02	7	0.331	0.04	9	0.232	0.06
5: Lameness, cow	26	0.300	0.00	9	0.376	0.01	8	0.269	0.06	9	0.437	0.00

¹W = Kendall's W

4.3.3 Environmental stakeholder analysis

The 39 ESAs contained a total of 583 terms of which 460 were related to people, groups and institutions in the field of animal health. The terms were condensed into 28 categories, 17 of them representing stakeholder groups. In Abb. 4.4, these stakeholders are represented in a stacked column diagram, showing the number of items related to each category from the different workshops.

Terms not related to stakeholders were mentioned less frequently and focused on the farm situation (forage, barn, external factors), management aspects (control, economy, data, organisation) or addressed more general influences (breeding, further education).

Most items were related to the categories *advisor*, *veterinarian* and *purchase & trade*. The categories *animal*, *policy & administration* and *farmer* were mentioned considerably less frequently in the ESAs, followed by *NGOs*, *supplier*, *consumer*, and *science*.

The most important stakeholder in the field of animal health, reflected by the average size of cards (2.9) and a SD of 0.3, was the *farmer*. The next categories in the ranking relate to the direct environment of the farms such as, *employees* (2.2 ± 0.7), *family* (2.1 ± 0.8), and *animal* (2.1 ± 0.9). Important categories from outside this inner circle were *purchase & trade* (2.0 ± 0.7), followed by *veterinarian* (2.0 ± 0.7), *policy & administration* (1.9 ± 0.8), *advisor*, and *colleagues* (all 1.9 ± 0.7). The category *science* appeared in 26 ESAs, while its importance was valued on a comparably low level (1.5 ± 0.7), the same as for the category NGOs.

The category *veterinarian* was seen in 35 ESAs while *advisor* and *farmer* appeared in 30 and 32 ESAs, respectively. While *farmer* was placed centrally in most of the posters (average position 5.2 ± 0.8), *veterinarian* (average position 3.6 ± 1.1) and *advisor* (average position 3.3 ± 1.1) occurred at some distance to the centre.

While the posters from the farmers' workshop included fewer terms and were focussed on the farm situation, those from the advisors' and the researchers' workshop illustrated a broader environment including further actors and the farms' business environment whereas factors at farm level were missing. ESAs from secondary stakeholders revealed a broader spectrum of stakeholders, including NGOs, *purchase & trade* as well as *policy & administration* to a larger degree.

For some categories the frequency and size varied considerably between the workshops. The categories *barn* and *forage* were found in nearly all ESAs in the farmers' workshop and in only one ESA from the other workshops. Terms in the category *purchaser & trade*, *family* and *economy* were seen in nearly all ESAs in the advisors' workshop while they appeared less often in other workshops. The categories *animal* and *science* were found in nearly all ESAs in the researchers' workshop and the category NGOs was mostly used in the ESAs of secondary stakeholders.

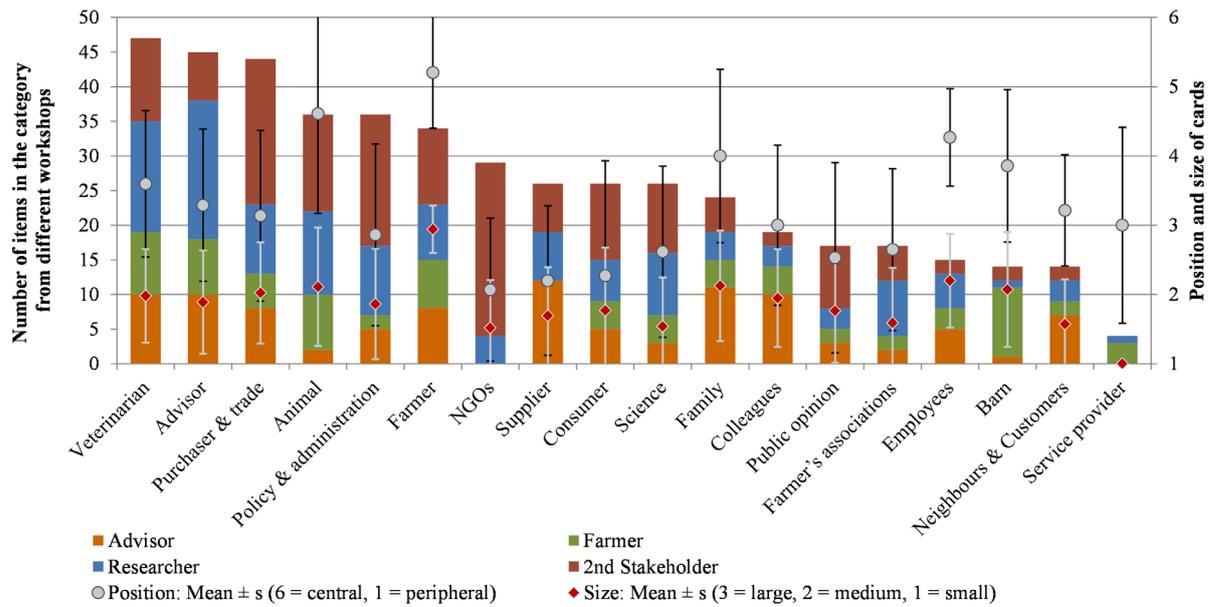


Abb. 4.4: Frequency, average position and size of stakeholders identified in 39 Environmental Stakeholder Analysis

4.3.4 Reflection on fault lines and dialogue cafes on barriers and areas for action

All workshop groups identified animal health as a significant value, desirable for all participants. Nonetheless, during the workshop process three main areas of conflict emerged from group discussions (Tab. 5.5) and were subsequently presented to the participants in the common workshop.

Tab. 4.5: Fault lines in connection with animal health

Animal health	⇔	Economy
Detailed knowledge	⇔	Holistic view
Individual autonomy	⇔	Public interest

The conflicting areas of *animal health* and *economy* at farm level were especially an issue for the group of farmers. The dichotomy between the application of *detailed knowledge* and the requirement for a *holistic view* challenges agricultural science: the complexity of individual farm conditions impedes the applicability of findings which are based on detailed, objective knowledge, gained by research in specific circumstances. The farmers' claim to *autonomy* in the form of independent decisions in their businesses conflicts with *public interest* in the animal health issue as a common good. Pushing for the resolution

of conflicts and weighing out opposing viewpoints was expected to lead to intense discussions between stakeholders. However, the participants seemed to avoid discussing controversial issues and persisted with their previous line of argument without being able to see things from another point of view.

From a list of topics revealed during the separate workshops, the participants chose (i) *animal health*, (ii) *transfer of knowledge*, (iii) *reflection on barriers*, and (iv) *understanding of roles* to work with in the first round of the dialogue cafés.

The discussion on the topic of animal health revealed quite different understandings of the concept among the participants. Furthermore, participants identified varying approaches, referring to different levels like the single animal or herd prevalence and different aims. In line with this was the identification of inadequacy in the definition of animal health and benchmarking as a barrier to the process of knowledge transfer. The handling of experiential knowledge and a lack of communication were further topics. Conflicts in the understanding of roles were named as (i) farmers, feeling patronised and not appreciated; (ii) advisors, trapped between the expectation to solve a problem and the dependency on farmers decision to implement; (iii) scientists, asking for clarification of tasks and referring to the problem of third-party funding.

Based on these insights, the second round of dialogue cafés yielded the following specific areas of action: (i) increasing motivation, (ii) standards and indicators, (iii) models for cooperation, (iv) creating options for communication, (v) holistic view, (vi) significance of animal health.

4.3.5 Walking in the shoes of ... and future scenarios

Three scenarios aimed at improved animal health status were worked on. One topic was the identification of indicators for animal health fixed either in legal requirements or voluntary values and norms. Other topics were regulations for treatments including the use of antibiotics, improved animal housing conditions and the policing of regulations. Participants identified veterinarians, advisors, farmers, scientists, surveillance authorities, and retailers as responsible actors.

Asked for own concrete first steps in the next four months, wait and see was mentioned in all three groups, combined with the plan to follow business as usual (actions currently on the agenda).

4.4 Discussion

While the presentation of results followed the order of the topics in the workshops, this discussion starts with a more general view on the framework conditions for communication on production diseases and proceeds to the individual perception of both, the context and the issue of animal health.

4.4.1 Context of animal health

The individual ESAs created by different stakeholders depict the system of communication and the operational structure for the transfer of knowledge on animal health. In most ESAs, veterinarians, advisors and farmers were identified as the main actors in the field of animal health. In total, 17 Stakeholder groups were identified, several of them consisting of distinguishable subgroups such as advisors acting for companies, farmers' organisations or official extension services. Stakeholders identified in the field of animal health largely represent actors along the value-creation chain, but also address a wider field of people, organisations and companies who can affect or are affected by animal health, thereby matching the early definition of the term 'stakeholder' by Freeman (1984). The categories *Public opinion*, *Neighbours & Customers*, *Family* and *Animal* are examples from this broader frame. While the participants valued the possibility of collaboration in the project on an equal footing, it has to be acknowledged that the stakeholders in real life have quite different perspectives and spheres of action.

From the viewpoint of the farmers, advisors and animal scientists involved, the transfer of knowledge on animal health takes place in a network formed by the identified stakeholders. The structure matches the characterisation of a network by Schlippe and Schweitzer (2012) including fuzzy and flexible borders, informal membership, varying constellation of members and a lack of binding rules and agreements. Members in the network may interact and install contracts in their relationship but this is not mandatory. In such an environment the understanding of roles and responsibilities is largely based on self-perception.

In the ESAs the perception of rights, duties, expectations, norms and behaviours assigned to the participants own role and those of the other actors was represented by the size and position of issues and their connections. The frequency in which each stakeholder group was mentioned in the ESAs varied, indicating that their role in relation to animal health is valued differently. This was underlined by the differing levels of importance allocated to the topic. The variation was low for the assigned importance of the farmer but quite high for most of the other stakeholders. The variation between the ESAs concerning these values indicates not only differing expectations but also a differing understanding of roles and responsibilities. Not feeling responsible would be a significant obstacle to the process of knowledge transfer, because it prevents the demand for specific knowledge to change a situation and relocates the need for action to other stakeholders.

This conclusion is supported by other authors, assessing the food chain and its actors: Most stakeholders named in the ESAs belong to the value-creation chain for products from animals' origin. It is characterised by specialisation both in conventional and organic farming. Specialisation within the supply chain resulted in fragmentation of tasks and management responsibilities. Van Bueren et al. (2014) conclude in their analysis of the Dutch chicken meat chain that the fragmentation encourages individual actors to neglect their responsibility. They refer to the concept of 'organised irresponsibility' described by Beck (1992) showing the incapability of society in dealing with risk and responsibility within a fragmented system. Kjærnes (2012) elaborates in this context on the final shift of responsibility to the consumer when she states: „The “problem” is located in the character of citizens instead of in specific social arrangements.“ Jonge and Trijp (2013) described the situation in the supply chain in European livestock production as inert regarding change and innovation in the field of animal health and welfare. They refer to the status quo as 'system lock-in', resulting from stakeholders' conflicting interests, the prioritisation of economic rules, and specific characteristics of the meat supply chain.

The network forming the context of animal health is shaped along the value-creation chain of products of animal origin. Accordingly, perception and discussion are heavily influenced by economic considerations. In this context qualitative attributes of animal health like prevalence of production diseases have no visible market value. For actors in

livestock production it is questionable if effort in this field will pay off. Consequently, the lack of normative frames in the field of production diseases is leading to market distortion, favouring those who save on effort at the expense of animal health (Sundrum 2014).

It is important to recognize that the context described above determines the genesis of subjective knowledge among its individual members. Tabara and Chabay (2013) refer to the network of agents and holders of knowledge in a specific context as ‘knowledge system’, providing the sense-making framework for learning and putting knowledge into meaningful practice. In the field of agriculture the concept of an ‘Agricultural Knowledge and Innovation System (AKIS)’ describes the role of actors from several stakeholder groups for innovation in the food chain. It comprises actors from the supply chain (input supplier, farmer, food processor, retailer, consumer) as well as accompanying areas like commercial services, accountants, banks, press and NGOs and actors and organisations in the field of research, education and extension (EU SCAR 2012).

This description corresponds quite well with the stakeholders identified in the ESAs. Within the knowledge system (research-) questions are formulated and investigated. The context has a huge impact on which data are collected and considered. Furthermore, the context provides the background for the interpretation of data as well as the structure for communication and freedom to act. The ‘knowledge system’ in the field of animal health is characterised by heterogeneity of stakeholders mainly linked in the value-creation chain. This alone includes conflicting interests which are further extended by stakeholders from outside the value-creation chain, varying approaches and values concerning animal health. Following the concept of a ‘knowledge system’ it becomes obvious that within this heterogeneous network, data and information on animal health are inevitably regarded differently leading to varying demand for knowledge. Consequently, linear concepts of transferring information from scientific study to practice are doomed to fail due to the complexity of the biophysical systems and the socio- economic context.

4.4.2 Schemas of context and their impact on cognition

Beside the general description of the network forming the context in which the generation of data, preparation of information and creation of knowledge happens, the ESAs represent individual mental maps of the factual and social environment which has an

impact on animal health. These mental maps frame the individual perception and interpretation of data and information. Accordingly, the variation detected in the ESAs is an indicator for different understanding and different values.

Stakeholder groups identified in the ESAs have deviating reference to the topic of animal health, various starting points and different levels for action, partly resulting in conflicting interests. In the workshops conflicting interests manifested themselves in fault lines, discussed in WS 4 (see Tab. 4.5). Contrary to expectation neither the proven method of “square of values” (Schulz von Thun 2010) (WS4) nor the “walking in the shoes of” - section in WS5/2 could support the development of workable solutions to bridge the gaps between different interests and foster the development of joint action plans, aimed in the long run at reduced prevalence of production diseases. Facing the heterogeneity in assessments and opinions on animal health and confronted with other perspectives, the participants seemed to seek coherence within their corresponding peer groups to underpin their positions.

The observation that participants slipped back into self-referential perspectives on individual and group levels in the situation of the common workshop (WS4) and day 2 of the NGOs Workshop (WS5/2) confirms the importance of coherence (e.g. with own world views or peer groups) revealed by Kahneman (2012) and Eidelman and Crandall (2009). Van Bueren et al. (2014) identified competing and conflicting interests in the value chain of chicken meat as important barrier to improving sustainability. According to Eshuis and Stuiver (2005), conflicting areas among actors collaborating in a project is a risk factor to collaborative learning because it enhances self-referentiality, thereby limiting the learning to the individual frame of thought and hampering the reflection on the frame itself.

Jost and Banaji (1994) described the system justification motive as a strong driver in defending the status quo of a prevailing social or economic system. This motive appears to grow stronger with the perception of inevitability, growing assaults against the system and the perceived dependency of the individual. Stakeholders tend to justify their role and the system, even if they are disadvantaged by it; especially when the situation is perceived as unchangeable (Johnson and Fujita 2012). In the ESAs, participants revealed their impression of other stakeholders having considerable impact on animal health. The

fact that most stakeholders are reliant on the value-creation chain supports the impression of path dependency. The discussion along the fault line of animal health and economy revealed accusations against the system of livestock production. The environment described by the participants in their ESAs seems therefore to foster system justification rather than progress towards the aim of reducing production diseases. Also in their study in the field of sustainability in chicken meat production van Bueren et al. (2014) concluded that self-justifying behaviour and actors stuck in path dependency are a key reason for not taking action. While the methodological approach of the ESAs supported a process of reflection during the workshops within the stakeholder groups, the common workshop with all participants revealed self-referentiality and system justification motives as inherent obstacles in the system of knowledge regarding animal health.

4.4.3 Individual perception of animal health

The assessment of animal health situations was based on limited information, provided as pictures, data sets and a video. Therefore, the aim was not to evaluate right or wrong answers, but to capture the variation that occurs in the process of perception, interpretation and action. This refers to the internal character of knowledge, which is embodied in humans, depending on the context, and constructed by the knowledge holder (Probst et al. 2006). The pictures, the video and the data sets provided different amounts of information: while the pictures left the most room for individual perception and interpretation, the video clip provided much more information. In fact, the scores for the impairment of the general condition of the lame cow shown in the video, varied least. For the pathological findings presented by data sheets showing high levels of SCCs in a dairy herd and pathological findings on lung infections in fattening pigs, the perception of the visual presentation was expected to have lesser influence on the process of perception and interpretation, because the information was based on figures. Accordingly, the variation in the estimation of herd health situation based on the data sheets could be expected to be lower than in the cases presented by pictures. However, the variation in the interpretation of the SCCs and lung lesions was quite high, indicating large differences in the reference values of individuals concerning the evaluation of pathological findings, presumably leading to diverging sense of urgency.

Jansen et al. (2009) found variation in farmers' normative frame of reference to be a relevant explanation for variation in mastitis incidence. Self-referential assessments on udder health information were also reported by Garforth et al. (2013) and van Asseldonk et al. (2010) who found farmers acting self-referentially and not in relation to an external reference value by referring to farm level constraints and their specific beliefs in efficacy when arguing against the implementation of measures and considering actions with regard to SCCs.

The heterogeneous results on animals' health impairment and the judgement of herd health status indicate the subjective nature of perception, depending largely on individual frames or schemas (Leeuwis and Ban 2004; Probst et al. 2006; Liyanage et al. 2009). The importance of the farmer in the field of animal health came up in all ESAs, revealing his prime position in the process of efforts to reduce the prevalence of production diseases. Aiming for changes in behaviour, the individual perception of a situation is more important than the severity of the problem itself (Beratan 2007). Jansen and Lam (2012) referring to conventional, as well as Richert et al. (2013) referring to organic livestock production and small conventional farms have confirmed this conclusion in their studies in the field of animal health in dairy herds.

According to the heterogeneous assessments of the presented findings, the ranking of measures varied a lot within and between the workshop groups. In real on-farm situations this would lead to different recommendations (e.g. from a veterinarian and an advisor) which is seen as an important obstacle in the communication on animal health (Lam et al. 2011).

Contrary to the variation in assessments observed in this study, Wemelsfelder et al. (2012) found a high degree of inter- and intra-observer reliability in the qualitative assessment of body language of pigs between groups with different professional backgrounds (large animal veterinarians, pig farmers and pig protectionists). This could be explained by different qualitative target levels of observations. The qualitative behaviour assessment aimed at a subjective description of animal behaviour referring to what the animal itself experiences. Empathy for what animals' experience is rooted in the human mirror neuron system (White et al. 2014) and seems to provide comparable results independent of the observer's profession. In contrast, the health situation in a group of

animals and the impact of a specific disease situation on animals' general condition refers to a construct, consisting of manifold information and therefore requires knowledge and subjective norms for its assessment. Nonetheless, in the field of communication on and improvement of animal health, the people directly involved are confronted by this complex situation in their day-to-day decision-making.

4.4.4 Beyond self-reference

Recognising a problem is the result of the perceived tension between a desired or expected situation and reality. Referring to the concept of schemas, forming the template for individual behaviour, awareness occurs when perception reveals an unexpected situation that does not fit the underlying schema. Accordingly, a process of learning, the search for a solution to a problem, will not start without demand arising from problem perception and requires the availability of information on the specific situation (Leeuwis and Ban 2004; Liyanage et al. 2009).

This is the starting point for concepts for advice, which will only be addressed briefly in this article. Based on the insight that the transfer of knowledge does not follow the linear concept of transfer of technology (Röling 1988) new advisory concepts are centred on the perceived individual needs of the farmer and focussed on the farm context (Hoffmann and Albrecht 1989; Boland 1991; Darnhofer et al. 2012). While the still not overcome transfer of technology approach fails to work in the complex farm specific socio-economic context as well as the complex aetiology of production diseases, the farm focused advisory concepts are hampered by self-referential perception due to a lack of external reference values.

Assessing the decision processes in complex socio-ecological systems, Beratan (2007) identified norms and assumptions resulting from discourse in a network of social interactions as expression of cultural development and drivers for changes in a system. It can be assumed that reference values concerning the prevalence of production diseases could provide such normative orientation.

Recommending qualitative reference values instead of the dominating economic constraints puts faith in the aspect of resilience in a diverse network of stakeholders (Beratan 2007). This network has adjusted to the overwhelming challenges of the 'agricultural

treadmill' in the past (Cochrane 1958; Röling 2009) and bears the potential to achieve more qualitative goals, given a normative frame that provides orientation and serves as safeguard against unfair competition. The latter occurs when products realize the same price irrespective of a certain quality which is of interest for common welfare (in this case the level of production diseases in a herd), putting those farms that invest in animal health at a disadvantage.

Binding normative values concerning an acceptable prevalence of production diseases would safeguard farms with a certain herd health status against unfair competition and reduce miscommunication by limiting the variety of underlying values and making them explicit (van Bueren et al. 2014). The focus on the prevalence of diseases takes into account the complex and emerging aetiology of health rather than defining minimum standards for input factors that does not necessarily lead to a good health status (Sundrum 2014). Furthermore, the reference to animal based values allows the animal to hold a role as stakeholder in this context.

4.5 Conclusions

Findings from the workshop process revealed a quite complex context for reflection on the animal health issue due to the plurality of stakeholders, huge variation in statements between and within stakeholder groups, and the manifold parameters to be considered within the farm system. The individual actors in the system of communication and operational structure do not have a general overview and operate from their self-referential perspective.

The theoretical construct "animal health" was understood quite differently by the stakeholders and proved to be not actionable in terms of measurability. By contrast, the frequency of production diseases is quantifiable and refers to the absence of disease as a necessary if not sufficient prerequisite for animal health. Levels for prevalence of production diseases should be established to overcome the lack of definition of animal health and serve as a strategic goal.

Differences in role expectations and vague perceptions of responsibilities were identified as obstacles in the system of communication structures and conditions, depicted in the ESAs. Self-referential judgements are an obstacle inherent in the system when striving

for increased implementation of knowledge to reduce production diseases. This conclusion is in line with the findings of van Bueren et al. (2014), who referred to ‘organised irresponsibility’ and institutional inertia in his analysis of the Dutch chicken meat sector and Jonge and Trijp (2013), who identified the status of ‘system-lock in’ in the European meat supply chain. We conclude that the current communication structure, identified in the network of stakeholders, is not suitable for enabling a targeted transfer of information and the generation of knowledge aimed at a reduced prevalence of production diseases.

4.6 References

- Arce A, Long N (1987) The dynamics of knowledge interfaces between Mexican agricultural bureaucrats and peasants: a case study from Jalisco. *Boletín de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*:5–30. <http://www.jstor.org/stable/25675346>.
- Beck U (1992) *Risk society towards a new modernity*. Sage Publ, Los Angeles [u.a.].
- Beratan KK (2007) A cognition-based view of decision processes in complex social–ecological systems. *Ecology and Society* 12:27.
- Boland H (1991) *Interaktionsstrukturen im Einzelberatungsgespräch der landwirtschaftlichen Beratung*. Zugl.: Gießen, Univ., Habil.-Schr. Wiss.-Verl. Vauk, Kiel.
- Brown J (2005) *The world café: Shaping our futures through conversations that matter*. Berrett-Koehler Store.
- Carlile PR, Reberich ES (2003) Into the Black Box: The Knowledge Transformation Cycle. *Management Science* 49:1180–1195.
- Cicconi-Hogan KM, Gamroth M, Richert R, Ruegg PL, Stiglbauer KE, Schukken YH (2013) Associations of risk factors with somatic cell count in bulk tank milk on organic and conventional dairy farms in the United States. *J Dairy Sci* 96:3689–3702.
- Clarkson MBE (1995) A Stakeholder Framework for Analyzing and Evaluating Corporate Social Performance. *The Academy of Management Review* 20:92–117. <http://www.jstor.org/stable/258888>.
- Cochrane WW (1958) *Farm prices : myth and reality*. Univ. of Minnesota, Minneapolis.
- Darnhofer I, Gibbon D, Dedieu B (2012) *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Dijkhuizen AA, Huirne R, Jalvingh AW (1995) Economic analysis of animal diseases and their control. *Veterinary Epidemiology and Economics. Preventive Veterinary Medicine* 25:135–149.
- Eidelman S, Crandall CS (2009) A psychological advantage for the status quo. In: Jost JT (ed) *Social and Psychological Bases of Ideology and System Justification*. Oxford Univ. Press, Oxford [u.a.], pp 85–106.
- Eshuis J, Stuiver M (2005) Learning in context through conflict and alignment: Farmers and scientists in search of sustainable agriculture. *Agric Hum Values* 22:137–148.
- EU SCAR (ed) (2012) *Agricultural knowledge and innovation systems in transition. A reflection paper*. EUR-OP, Brussels.
- Freeman RE (1984) *Strategic management a stakeholder approach*. Pitman, Boston.
- Garforth CJ, Bailey AP, Tranter RB (2013) Farmers’ attitudes to disease risk management in England: A comparative analysis of sheep and pig farmers. *Preventive Veterinary Medicine* 110:456–466. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587713000676>.
- Gröhn YT, Eicker SW, Ducrocq V, Hertl JA (1998) Effect of diseases on the culling of Holstein dairy cows in New York State. *J Dairy Sci* 81:966–978.

- Harper GC, Makatouni A (2002) Consumer perception of organic food production and farm animal welfare. *British Food Journal* 104:287–299.
- Harris SG (1994) Organizational Culture and Individual Sensemaking: A Schema-Based Perspective. *Organization Science* 5:309–321. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.5.3.309>.
- Hermansen JE (2003) Organic livestock production systems and appropriate development in relation to public expectations. *Organic Livestock Production* 80:3–15. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622602003135>.
- Hoffmann V, Albrecht H (eds) (1989) 1. Basic concepts and methods. GTZ [u.a.], Eschborn.
- Hudson JT, Slater MR, Taylor L, Scott HM, Kerwin SC (2004) Assessing repeatability and validity of a visual analogue scale questionnaire for use in assessing pain and lameness in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 65:1634–1643.
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) (2014) The IFOAM Norms for Organic Production and Processing. Version July 2014. http://www.ifoam.bio/sites/default/files/ifoam_norms_version_july_2014.pdf. Accessed 7 January 2016.
- Jansen J, Lam TJ (2012) The Role of Communication in Improving Udder Health. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 28:363–379. 22664213.
- Jansen J, van den Borne, B.H.P., Renes RJ, van Schaik G, Lam T, Leeuwis C (2009) Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: The influence of farmers' attitudes and behaviour. *Preventive Veterinary Medicine* 92:210–223.
- Johnson IR, Fujita K (2012) Change We Can Believe In: Using Perceptions of Changeability to Promote System-Change Motives Over System-Justification Motives in Information Search. *Psychological Science* 23:133–140.
- Jonge J de, Trijp HCM van (2013) Meeting Heterogeneity in Consumer Demand for Animal Welfare: A Reflection on Existing Knowledge and Implications for the Meat Sector. *J Agric Environ Ethics* 26:629–661.
- Jost JT, Banaji MR (1994) The role of stereotyping in system-justification and the production of false consciousness. *British Journal of Social Psychology* 33:1–27. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2044-8309.1994.tb01008.x>.
- Kahneman D (2012) *Thinking, Fast and Slow*. Penguin Books, London.
- Kjærnes U (2012) Ethics and Action: A Relational Perspective on Consumer Choice in the European Politics of Food. *J Agric Environ Ethics* 25:145–162.
- Lam T, Jansen J, van den Borne, BHP, Renes RJ, Hogeveen H (2011) What veterinarians need to know about communication to optimise their role as advisors on udder health in dairy herds. *New Zealand Veterinary Journal* 59:8–15.
- Leeuwis C, Ban A van den (2004) *Communication for rural innovation. Rethinking agricultural extension*, 3rd edn. Blackwell Science; Iowa State Press, for CTA, Oxford, Ames, Iowa.
- Legendre P (2010) Coefficient of concordance. In: Salkind NJ (ed) *Encyclopedia of research design*. SAGE reference, Los Angeles [etc.], pp 164–169.
- Liyanage C, Elhag T, Ballal T, Li Q (2009) Knowledge communication and translation – a knowledge transfer model. *Journal of Knowledge Management* 13:118–131. [info:Journal Acronym:jkm](http://www.informaworld.com/10.1080/13693150903288888).
- Magnusson MK, Arvola A, Hursti UK, Åberg L, Sjöden P (2003) Choice of organic foods is related to perceived consequences for human health and to environmentally friendly behaviour. *Appetite* 40:109–117. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666303000023>.
- Mayring P (2000) Qualitative Content Analysis. *Qualitative Social Research* 1. <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089/2385>.
- McInerney JP, Howe KS, Schepers JA (1992) A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Preventive Veterinary Medicine* 13:137–154.
- Nerding FW (2012) *Grundlagen des Verhaltens in Organisationen*, 3rd edn. Kohlhammer, Stuttgart.
- Nir O (2003) What are Production Diseases, and How do we Manage them? *Acta Vet Scand* 44:P1.
- Probst GJ, Raub S, Romhardt K (2006) *Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*, 5th edn. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Wiesbaden.

I. Knowledge transfer regarding the issue of animal health

- Richert RM, Cicconi KM, Gamroth MJ, Schukken YH, Stiglbauer KE, Ruegg PL (2013) Risk factors for clinical mastitis, ketosis, and pneumonia in dairy cattle on organic and small conventional farms in the United States. *J Dairy Sci* 96:4269–4285.
- Ringberg T, Reihlen M (2008) Towards a Socio-Cognitive Approach to Knowledge Transfer. *Journal of Management Studies* 45:912–935.
- Röling N (1988) *Extension science. Information systems in agricultural development*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Röling N (2009) Pathways for impact: scientists' different perspectives on agricultural innovation. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7:83–94.
- Rossi J, Garner SA (2014) Industrial Farm Animal Production: A Comprehensive Moral Critique. *J Agric Environ Ethics* 27:479–522.
- Roux DJ, Rogers KH, Biggs H, Ashton PJ, Sergeant A (2006) Bridging the science-management divide: Moving from unidirectional knowledge transfer to knowledge interfacing and sharing. *Ecology and Society* 11. <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art4/>.
- Schlippe A von, Schweitzer J (2012) *Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung I. Das Grundlagewissen*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- Schulz von Thun F (2010) *Miteinander reden: Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation*. Allgemeine Psychologie der Kommunikation, 46th edn. Rowohlt Taschenbuch-Verlag, Reinbek bei Hamburg.
- Sundrum A (2012) Health and Welfare of Organic Livestock and Its Challenges. In: Ricke SC, van Loo EJ, Johnson MG, O'Bryan CA (eds) *Organic Meat Production and Processing // Organic meat production and processing*. Wiley-Blackwell; John Wiley and Sons, Oxford, UK, pp 87–112.
- Sundrum A (2014) Organic Livestock Production. In: Van Alfen, Neal K. (ed) *Encyclopedia of agriculture and food systems*. Elsevier, San Diego, pp 287–303.
- Sundrum A, Goebel A, Boichichio D, Bonde M, Bourgoin A, Dietze K, Dippel S, Hegelund L, Leeb T, Lindgren K, Prunier A, Wiberg S (2010) Health status in organic pig herds in Europe. In: *Int. Pig Veterinary Society (IPVS) (ed) Proceed. 21st Int. Pig Veterinary Society (IPVS) Congress*.
- Tàbara DJ, Chabay I (2013) Coupling Human Information and Knowledge Systems with social–ecological systems change: Reframing research, education, and policy for sustainability. Special Issue: Responding to the Challenges of our Unstable Earth (RESCUE) 28:71–81. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901112002080>.
- Vaarst M, Alrøe HF (2012) Concepts of Animal Health and Welfare in Organic Livestock Systems. *J Agric Environ Ethics* 25:333–347.
- Vaarst M, Padel S, Younie D, Hovi M, Sundrum A (2008) Animal health challenges and veterinary aspects of organic livestock farming identified through a 3 year EU network project. *Open Veterinary Science Journal* 2:111–116. <http://centaur.reading.ac.uk/17925/1/111TOVSJ.pdf>.
- van Asseldonk MA, Renes RJ, Lam, T. J. G. M., Hogeveen H (2010) Awareness and perceived value of economic information in controlling somatic cell count. *Veterinary Record* 166:263–267.
- van Bueren EM, Lammerts van Bueren ET, van der Zijpp AJ (2014) Understanding wicked problems and organized irresponsibility: challenges for governing the sustainable intensification of chicken meat production. *SI: Sustainability governance and transformation* 8:1–14. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343514000335>.
- Vanhonacker F, van Poucke E, Tuytens F, Verbeke W (2010) Citizens' Views on Farm Animal Welfare and Related Information Provision: Exploratory Insights from Flanders, Belgium. *J Agric Environ Ethics* 23:551–569.
- Ventura BA, von Keyserlingk, M. A. G., Weary DM (2014) Animal Welfare Concerns and Values of Stakeholders Within the Dairy Industry. *J Agric Environ Ethics*.
- Vetter H (2012) Projektumfeldanalyse. In: Rohm A (ed) *Change-Tools: Erfahrene Prozessberater präsentieren wirksame Workshop-Interventionen*, 5th edn. ManagerSeminare-Verl.-GmbH, Bonn, p 100 ff.
- Wemelsfelder F, Hunter AE, Paul ES, Lawrence AB (2012) Assessing pig body language: agreement and consistency between pig farmers, veterinarians, and animal activists. *Journal of animal science* 90:3652–3665.

- White NC, Reid C, Welsh TN (2014) Responses of the human motor system to observing actions across species: A transcranial magnetic stimulation study. *Brain and Cognition* 92:11–18. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278262614001535>.
- Wilkesmann M, Wilkesmann U (2011) Knowledge transfer as interaction between experts and novices supported by technology. *VINE* 41:96–112.
- Zander K, Hamm U (2010) Consumer preferences for additional ethical attributes of organic food. *Food Quality and Preference* 21:495–503. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329310000078>.
- Zins C (2007) Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 58:479–493. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.20508>

5 II. Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit: Ergebnisse und Implikationen eines Reflexionsprozesses mit Stakeholdern

Susanne Hoischen-Taubner und Albert Sundrum,
Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel

5.1 Einleitung

Agrarwissenschaftliche Forschung ist nicht darauf beschränkt, Phänomene in der Landwirtschaft zu beschreiben, sondern strebt danach, Lösungsansätze für Probleme der landwirtschaftlichen Praxis zu entwickeln, die eine Veränderung der jeweiligen Situation zum Positiven bewirken sollen. So kommt der Umsetzung von Forschungsergebnissen und entwickelten Verfahren in die landwirtschaftliche Praxis eine große Bedeutung zu, ein Prozess, der mit dem Begriff Wissenstransfer umschrieben wird (12; 40; 103).

Seit vielen Jahren wird die landwirtschaftliche Nutztierhaltung von öffentlicher Seite kritisch wahrgenommen. Viele der in der öffentlichen Diskussion stehenden Themen weisen einen engen Bezug zu Fragen der Tiergesundheit, resp. der Prävalenz von Produktionskrankheiten in den Nutztierbeständen auf (85; 93). Die Erkenntnis, dass die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt in enger Wechselbeziehung zueinander stehen, wird im „One World – One Health“ Konzept aufgegriffen (www.oneworldonhealth.org). Dieses wurde 2004 formuliert und hat in Forschung und Politik bereits viel Aufmerksamkeit gefunden. Das Konzept ist nicht auf die Problematik der Übertragbarkeit von Erregern zwischen Tieren und Menschen beschränkt. Vielmehr berücksichtigt es neben der Komplexität biologischer Systeme auch die Verflechtungen mit sozialen und ökonomischen Systemen (39). Entsprechend sollte Tiergesundheit nicht länger vorrangig hinsichtlich der ökonomischen Bedeutung für den landwirtschaftlichen Betrieb, bzw. die landwirtschaftliche Produktion betrachtet werden. Das Konzept hebt demgegenüber hervor, dass Tiergesundheit ein öffentliches Gut ist, dessen Beeinträchtigung erheblich über die Grenzen eines landwirtschaftlichen Unternehmens hinauswirkt. Beispiele sind neben Verbraucherschutzrelevanten Erkrankungen wie z.B. Salmonellose oder Campylobacteriose die Rolle der Nutztierhaltung in der Entstehung und Verbreitung antibiotikaresistenter Keime (74) und die Belastung von Böden und Gewässern durch Medikamentenrückstände (60; 99).

Umfangreiche Forschung und Erkenntnisgewinne in den Agrar- und Veterinärwissenschaften konnten bislang nicht verhindern, dass insbesondere multifaktoriell bedingte Produktionskrankheiten weit verbreitet sind (102). Eine Ursache für ausbleibende Erfolge bei der Reduktion der Prävalenz- und Inzidenzraten von Produktionskrankheiten kann in einer unzureichenden Umsetzung von Erkenntnissen aus der Forschung in der landwirtschaftlichen Praxis gesehen werden (72).

In einer explorativen Studie mit verschiedenen Stakeholdern wurde der Prozess des Wissenstransfers zur Tiergesundheit einer kritischen Reflektion unterworfen und Voraussetzungen für einen erfolgreichen Wissenstransfer und mögliche Hindernisse identifiziert. Im Folgenden werden nach einer kurzen Erläuterung der zugrundeliegenden Konzepte von Wissen und Wissenstransfer die Ergebnisse aus fünf Stakeholder Workshops zur Wahrnehmung von Tiergesundheit, zum Umfeld, in dem der Wissenstransfer zur Tiergesundheit stattfindet, sowie zu Hemmnissen und Konfliktfeldern dargestellt. Die Schlussfolgerungen aus der Diskussion der Untersuchungsergebnisse geben Hinweise auf notwendige Veränderungen der politischen Rahmenbedingung und Herausforderungen für die Forschung, um nachhaltige Verbesserungen im Gesundheitsstatus landwirtschaftlicher Nutztiere zu erreichen.

5.2 Begriffsbestimmung „Wissen“ und „Wissenstransfer“

Den Rahmen für die Auseinandersetzung mit dem Thema Wissenstransfer bildet ein allgemeines Verständnis von Wissen. In der Literatur finden sich allerdings vielfältige Definitionen und Konzepte, die aus der Perspektive verschiedener Fachdisziplinen jeweils unterschiedliche Aspekte beleuchten.

5.2.1 Wissen

Das Verständnis des Konzepts „Wissen“ sowie die daraus abgeleiteten Konzepte zum Begriff „Wissenstransfer“ lassen sich grob in eine kognitivistische und eine konstruktivistische Perspektive unterscheiden (95). Während erstere Wissen als eine objektiv existierende Realität begreift, dessen Qualität danach bewertet werden kann, wie genau, bzw. valide die Realität durch Informationen wiedergegeben wird, bezieht die konstruktivistische Perspektive die Wahrnehmung durch den einzelnen Betrachter als wesentliche Komponente mit ein (32; 54; 58).

Im Bereich der Wirtschaft wird Wissen vorrangig als Produktionsfaktor betrachtet (13; 63). Nach Probst et al. (80) bezeichnet Wissen „die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen. Dies umfasst sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Alltagsregeln und Handlungsanweisungen. Wissen stützt sich auf Daten und Informationen, ist im Gegensatz zu diesen jedoch immer an Personen gebunden. Es wird von Individuen konstruiert und repräsentiert deren Erwartungen über Ursache-Wirkungs- Zusammenhänge“ (80, S. 23). Diese Definition entspricht der weitverbreiteten konzeptionellen Abgrenzung von Daten, Information und Wissen in hierarchischer Form (105). Daten werden als Zeichen oder Symbole als das Ergebnis von Beobachtung und Messung betrachtet, die ohne den dazugehörigen Kontext keine Bedeutung haben. Durch die Interpretation werden Daten zu einer Information. Erst verstandene Informationen, die sich durch einen hohen Grad an Gewissheit auszeichnet und zum Handeln befähigt, bedeutet Wissen.

Aus wissenschaftstheoretischer Perspektive unterscheidet Mohr (71) die von Polanyi (79) eingeführte Abgrenzung von personengebundenem, implizitem Wissen, das unter anderem durch persönliche Überzeugungen, Erfahrungen und Wertesysteme beeinflusst ist, vom expliziten Wissen, das z.B. in Form wissenschaftlicher Erkenntnisse vorliegt. Das implizite Wissen bildet den subjektiven Rahmen, in dem Informationen aufgenommen und so zu Wissen werden. Darüber hinaus spielt es eine große Rolle bei der retrospektiven Sinngebung von Ereignissen und Handlungen.

5.2.2 Wissenstransfer

Wie für den Wissensbegriff existieren auch für den Prozess des Wissenstransfers verschiedene Definitionen. Ihnen ist gemeinsam, dass der Wissenstransfer zwischen einem Sender und einem Empfänger stattfindet, häufig von Experten zu Laien (14; 100) oder von der Wissenschaft in die Politik erfolgt (9). Das übertragene Wissen befähigt dem Empfänger zum Handeln und macht das Wissen damit nutzbar (43; 59; 80). Um die Subjektivität der Wahrnehmung einzubeziehen, schlagen Ringberg und Reihlen (82) ein sozial-kognitives Modell zur Betrachtung des Wissenstransfers vor.

Bezogen auf die Wissenschaft ist ein Transfer der Erkenntnisse in Bereiche außerhalb der Wissenschaft die Voraussetzung dafür, dass die Ergebnisse der wissenschaftlichen

Arbeit zur Lösung politischer, ökologischer oder sozialer Probleme beitragen (40). Demzufolge ist der Erfolg des Wissenstransfers in die Praxis daran messbar, ob er in einem außerwissenschaftlichen Kontext eine Wirkung zeigt (21). Der Wissenstransfer ist Voraussetzung für die Anpassung an sich wandelnde Anforderungen.

Häufig wird im landwirtschaftlichen Kontext das Konzept der Innovation synonym zu dem oben skizzierten Verständnis von Wissenstransfer gebraucht: ausgehend von Grundlagen- und angewandter Forschung finden wissenschaftliche Erkenntnisse Eingang in die Praxis und erfahren weitere Verbreitung (34). Innovationen können sich dabei sowohl auf Technologien als auch auf Prozesse oder Verfahren beziehen. Obwohl bereits seit Jahrzehnten kritisiert, folgt auch oder gerade aufgrund der Komplexität des biophysikalischen Systems „Tier“ der Wissenstransfer zur Tiergesundheit häufig einem linearen Verständnis von Wissen, das an Universitäten entsteht und durch Vermittler (Experten / Tierärzte) in die Praxis getragen und dort umgesetzt werden soll (83; 87). In diesem technokratischen Verständnis von Wissenstransfer ist die Rolle der Landwirte auf die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse beschränkt (83). Es wird kritisiert, weil es der Komplexität landwirtschaftlicher Systeme und der Bedeutung des Lernens und sozialer Interaktion nicht gerecht wird (15; 56). Der Wissenstransfer wird vermehrt als sozialer Prozess verstanden, der Akteure mit unterschiedlichen Zielsetzungen umfasst, die in komplexen Systemen eingebettet sind. Lernen ist demnach ein interaktiver Prozess, der als Reaktion auf Probleme, Möglichkeiten und Herausforderungen innerhalb individueller Denkmuster und mentaler Modelle stattfindet (23; 29; 46).

Das Konzept mentaler Modelle geht zurück auf Craik (17) und Johnson-Laird (44). Mentale Modelle werden als individuell konstruierte kognitive, unvollständige und dynamische Abbilder der Realität verstanden (46), die eine Form der Komplexreduktion im Umgang mit der Lebensumwelt darstellen. Sie beeinflussen die Wahrnehmung, Informationsverarbeitung und den Entscheidungsprozess. Mentale Modelle unterstützen die begrenzte Kapazität des menschlichen Arbeitsgedächtnisses und stehen in engem Zusammenhang mit intuitiven Schlussfolgerungen des „System 1“ (45; 50). Sie reduzieren den Aufwand für die Verarbeitung vielfältiger Informationen, geben Orientierung durch Strukturen, die auf Erfahrungen basieren und unterstützen Einschätzungen zukünftiger Entwicklungen (37). Systemwissenschaftler wie Forrester (30), Meadows et al (70) und

Sterman (91) betonen die Unzulänglichkeiten mentaler Modelle hinsichtlich systemimmanenter Wechselwirkungen, Rückkopplungsschleifen und dynamischer Entwicklungen. Sie scheinen nicht geeignet für den Umgang mit komplexen Systemen und Nicht-Linearität (24).

In Abb. 5.1 ist ein Konzept von Wissen und Wissenstransfer schematisch dargestellt, auf dem die weiteren Ausführungen basieren. Es differenziert zwischen Daten, Information und Wissen. Daten, die aus nicht weiter verbundenen Fakten bestehen, werden als Rohmaterial des Wissens betrachtet. Auf Daten basierte Information bildet die nächste Stufe der Hierarchie. Sie wird für einen bestimmten (Anwendungs-) Zweck organisiert und strukturiert. Wissen schließlich entsteht durch individuelle Wahrnehmung und Interpretation der Information (105).

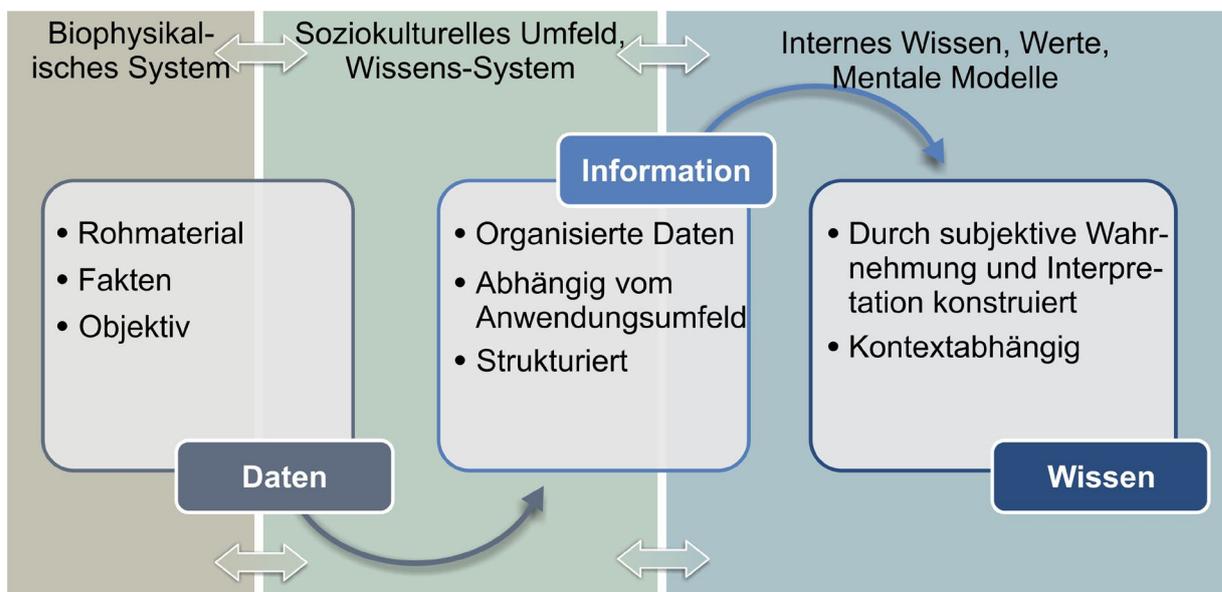


Abb. 5.1: Konzeptionelles Verständnis von Wissen und Wissenstransfer.

Eigene Darstellung nach Doyle und Ford (25), Zins (105), Jones et al. (46), Probst et al. (80) und Tàbara und Chabay (94).

Die Erhebung von Daten, ihre Interpretation und Aggregation zu Information sowie die Wahrnehmung der Information und Einordnung in den subjektiven Wissenskontext des Empfängers finden vor dem Hintergrund verschiedener Wissenssysteme statt. Als Wissenssystem wird das Zusammenspiel verschiedener Akteure verstanden, die im Zusammenhang mit dem Austausch von Daten und Informationen in einem spezifischen Bereich, wie z.B. der Landwirtschaft, stehen. Es wird durch wissenschaftliche Disziplinen oder unterschiedliche Kulturkreise geprägt (4; 83; 94). Nach Röling und Jiggins (84) wer-

den Wissenssysteme durch die folgenden Bestandteile charakterisiert: (i) eine Überzeugung über die Ursprünge menschlichen Wissens (Epistemologie), (ii) ein Verständnis dazu, wie Menschen mit der bio-physikalischen Lebensumwelt interagieren, (iii) eine Reihe von Praktiken zum Management von Agrarökosystemen, (iv) Lern- und Bildungssysteme, (v) unterstützende institutionelle Rahmenbedingungen und Netzwerke sowie (vi) ein förderliches politisches Umfeld. Kulturelle Überzeugungen und Werte sind weitere elementare Bestandteile (94). In den Umweltwissenschaften und der Nachhaltigkeitsforschung werden soziale und biophysikalische Wissenssysteme unterschieden. Letztere sind natürliche Systeme mit Eigengesetzmäßigkeiten folgenden, inhärenten Prozessen (94). Im hier thematisierten Problemfeld des Wissenstransfers zur Tiergesundheit ist die Interaktion von biophysikalischen und sozialen Wissenssystemen von besonderer Bedeutung: die lebenden Systeme der Nutztiere mit ihren inhärenten Kapazitäten zur Anpassung an unterschiedliche Lebensumfelder sind in der soziokulturellen Umwelt der Nutztierhaltung eingebettet. Die Interpretation von Daten erfolgt vor dem Hintergrund und im Kontext dieser Systeme. Eine Bedeutung als Information erhalten Daten durch ihre Einordnung in einen spezifischen Kontext und die Aufbereitung im Hinblick auf ihre Verwendung.

Im Hinblick auf die Lösung von kontextabhängigen Problemen ist ein entscheidender Schritt im Prozess zum Erreichen einer Handlungsebene die Transformation von Informationen zu personengebundenem Wissen. Die Filter, die auf dieser Stufe die Transformation von Information zu Wissen beeinflussen, sind subjektiv und nur schwer von dritter Seite nachvollziehbar. Davenport und Prusak (19) heben die Bedeutung der impliziten Anteile des Wissens für die Wahrnehmung und Aufnahme von Informationen hervor. Vorhandenes Wissen und Erfahrungen formen mentale Modelle und bilden einen Filter, durch den Information selektiv wahrgenommen und in den subjektiven Kontext integriert werden (25; 46; 62). Hinsichtlich der Wahrnehmung von Problemen als einer Voraussetzung für die aktive Suche nach neuem Wissen, schreiben einige Autoren den individuellen Mustern der Wahrnehmung eine größere Bedeutung zu als dem Schweregrad eines Problems (8; 73; 81). Darüber hinaus haben der soziale Kontext und psychische Motive einen erheblichen Einfluss auf die Bewertung von Informationen und deren Überführung in Wissen (28; 41; 50; 82).

Das Konzept mentaler Modelle kommt in Bereichen der Volks- und Betriebswirtschaft im Zusammenhang mit der Analyse und Simulation komplexer, dynamischer Systeme zur Anwendung (24). Mit der Erkenntnis um die Bedeutung vielfältiger Stakeholder für Problemlösungen im Umweltschutz erhalten mentale Modelle zunehmende Bedeutung im Bereich der Umweltwissenschaften (46) und in den Agrarwissenschaften (57). Mentale Modelle wurden untersucht, um verschiedene Perspektiven von Stakeholdern zu integrieren und ein gemeinsames Verständnis zu erreichen (57; 77) oder um Unterschiede im Verständnis zu untersuchen und die Kommunikation zu verbessern (1; 104). Verschiedene Techniken wurden entwickelt, um mentale Modelle im direkten Austausch mit dem Wissenschaftler oder indirekt durch Textanalysen zu erheben (36; 51; 97). Viele Techniken folgen der Annahme, dass mentale Modelle in Form eines Netzwerkes aus Objekten und Verbindungen dargestellt werden können (46; 51). Solche kognitiven Landkarten veranschaulichen das individuelle Kategoriensystem, das genutzt wird, um die Komplexität der Lebenswelt zu reduzieren, Informationen zu filtern und Erfahrungen zu bewerten (4; 35; 46).

In Abb. 5.1 ist angedeutet, dass sich das biophysikalische System, das soziokulturelle Umfeld sowie die subjektiven Wissenshintergründe wechselseitig beeinflussen. Danach ist das Wissenssystem ein offenes System mit einer Vielzahl von Akteuren und Perspektiven. In diesem Verständnis wurden in einem Forschungsvorhaben die Perspektiven unterschiedlicher Stakeholder zu Fragen der Tiergesundheit beleuchtet, um Voraussetzungen und Hemmnisse für einen erfolgreichen Wissenstransfer zur Verbesserung der Tiergesundheit in der Nutztierhaltung zu identifizieren.

5.3 Material und Methoden

Ausgehend von dem vorstehend beschriebenen konzeptuellen Verständnis von Wissen und Wissenstransfer war es ein Ziel des Vorhabens, Perspektiven von Stakeholdern, die am Prozess des Wissenstransfers zur Tiergesundheit beteiligt sind, unter Berücksichtigung von Aspekten der individuellen Wissensstrukturen zu erfassen. Dazu sollten nicht nur Einschätzungen der Teilnehmer beobachtet und ausgewertet werden, sondern auch eine kritische Reflexion angeregt werden. Ein Kernelement des Vorhabens war daher die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit einer Kommunikationsexpertin und die Anwendung verschiedener Kommunikationstechniken in Stakeholder Workshops (WS).

5.3.1 Teilnehmer

In einer ersten Projektphase wurden Landwirte (8), landwirtschaftliche Berater und Tierärzte (9) sowie Wissenschaftler mit agrarwissenschaftlichem und veterinärmedizinischem Hintergrund (9) als primäre und direkt involvierte Stakeholder im Prozess des Wissenstransfers zur Tiergesundheit identifiziert. Die Entstehung von Wissen zur Verminderung von Produktionskrankheiten und die Weitergabe der entsprechenden Informationen ist ohne diese Stakeholder nicht denkbar (16; 31).

In einer zweiten Projektphase waren 13 NGOs aus den Bereichen Landwirtschaft, Verbraucher- und Tierschutz sowie Vertreter aus dem Bereich Verarbeitung und Handel beteiligt. Sie gehörten dem Kreis der sekundären Stakeholder an. Diese sind nicht direkt am Prozess des Informationstransfers beteiligt, repräsentieren aber jeweils ein Wertesystem, aus dem heraus sie Einfluss auf gesellschaftspolitisch relevante Prozesse nehmen und Beurteilungen abgeben (16). Sie beeinflussen einen wesentlichen Teil der ethisch/moralischen, ökonomischen und normativen Rahmenbedingungen, innerhalb derer das Themenfeld ‚Tiergesundheit‘ wahrgenommen und der Wissenstransfer ausdifferenziert wird. Auch haben sie erheblichen Einfluss auf das Selbstverständnis der Akteure aus dem Kreis der primären Stakeholder.

Die Teilnehmer der Workshops repräsentierten einen Querschnitt durch die Vielfalt der einzelnen Stakeholder-Gruppen. Aufgrund des explorativen Charakters der Untersuchung erfolgte die Auswahl der Teilnehmer in Form einer Nicht-Zufallsstichprobe. Einladungen zur Teilnahme wurden an einzelne Mitglieder der Stakeholder-Gruppen versandt und um die Benennung weiterer interessierter Personen gebeten.

Ziel des Vorhabens war es nicht, sämtliche Perspektiven zum Themenfeld einzubeziehen oder aus einer repräsentativen Teilnehmergruppe eine Perspektive zu validieren. Vielmehr sollten in einem polyokularen Analyseansatz (2) unterschiedliche Perspektiven in die Reflexion zum Themenfeld Tiergesundheit einbezogen werden. Nach Alrøe und Noe (2) unterstützt ein polyokularer Analyseansatz ein umfassendes und ausbalanciertes Verständnis einer Fragestellung. Das Konzept geht auf Maruyama (65; 66) zurück und besagt, dass insbesondere die Unterschiede zwischen Perspektiven eine neue Erkenntnisdimension ermöglichen, die über die Addition der Anzahl unterschiedlicher Einzelaspekte hinausgeht.

5.3.2 Workshops

Die Bedeutung der Kommunikation für den Wissenstransfer und die Komplexität der Thematik bestimmten die Konzeption des Vorhabens und der Workshops (Abb. 5.2). Diese wurden durch eine Kommunikationsexpertin unterstützt und moderiert, während sich die Projektleitung die Rolle von Beobachtern beschränkte.

Wesentliche Strukturelemente der ersten Projektphase waren separate Workshops für jede Stakeholder-Gruppe (WS1, WS2 und WS3), um zunächst die spezifischen Perspektiven innerhalb der Gruppen zu reflektieren und die Zusammenführung der unterschiedlichen Perspektiven in einem gemeinsamen Workshop der primären Stakeholder (WS4). Aufgrund der Heterogenität der Gruppe der sekundären Stakeholder wurden in der zweiten Projektphase keine Workshops für Sub-Gruppen durchgeführt. Stattdessen wurde der Workshop als zweitägige Veranstaltung geplant (WS5/1 und WS5/2), um analog zu den Workshops der ersten Phase die Reflektion über Perspektiven und Zukunftsszenarios zu ermöglichen.

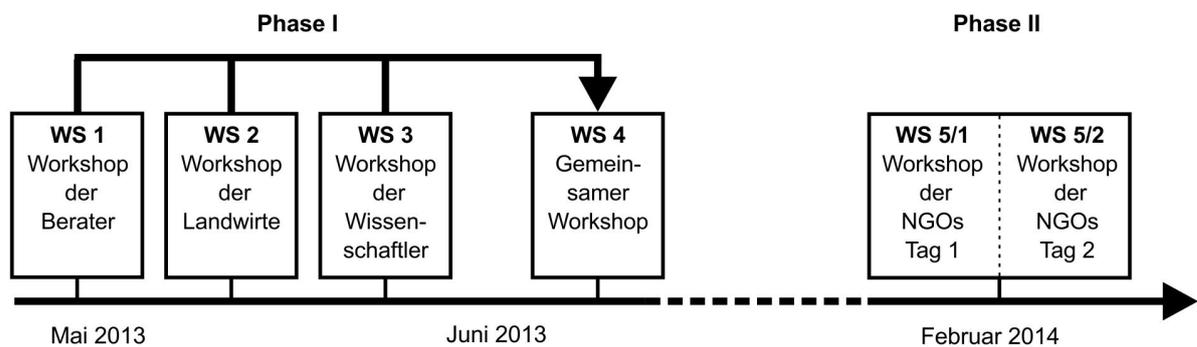


Abb. 5.2: Ablaufschema des Vorhabens

Im Rahmen der Workshops sollten einerseits Informationen über das soziokulturelle Umfeld generiert werden, in dem Wissenstransfer zur Tiergesundheit stattfindet. Andererseits sollten individuelle Perspektiven auf die Thematik erfasst werden. Im Fokus standen Hemmnisse im Wissenstransfer und die Entwicklung von Zukunftsszenarios. Entsprechend der Zielstellung wurden unterschiedliche Kommunikationstechniken genutzt (Tab. 5.1).

Am Beginn der Workshops stand (i) eine empirische Erhebung zur Wahrnehmung und Interpretation von Tiergesundheit durch die Workshop-Teilnehmer. In den Workshops (WS) 1, 2 und 3 der ersten Projektphase schloss sich eine Diskussion um Wissen und Wissensquellen an (ii). Im Workshop der sekundären Stakeholder (WS5/1) entwickelte

sich eine Diskussion zum Verständnis von Tiergesundheit (iii). Das rahmende Umfeld, in dem der Wissenstransfer zu Tiergesundheit stattfindet, wurde durch (iv) Projektumfeldanalysen (PUA) aller Teilnehmer adressiert. In allen Workshops wurden Hemmnisse und Konfliktlinien aus der Perspektive der Teilnehmer identifiziert (v). Der gemeinsame Workshop der primären Stakeholder (WS4) begann mit der Vorstellung und Diskussion erster Auswertungen der Gruppenworkshops (WS1, WS2, WS3) sowie einer kurzen Einschätzung der Kommunikationsexpertin. Im Anschluss arbeiteten die Teilnehmer in kleinen Gruppen zunächst zu ausgewählten Themen, die in den Einzelworkshops als Themen für den gemeinsamen Workshop benannt worden waren. In einer zweiten Runde reflektierten die Gruppen zu Handlungsfeldern (vi). Teilnehmer aus dem erweiterten Stakeholder Kreis (WS5/2) entwickelten Zukunfts-Szenarien (vii).

Tab. 5.1: Elemente der Workshop Konzeption

Workshop (WS)	1	2	3	4	5/1	5/2	6
n =	9	8	9	26	11	10	2
i Kurze Einschätzungen zur „Tiergesundheit“							
- anhand von Bildern und einer Videosequenz							
- anhand von Daten							
ii Diskussionsrunde zu Wissen und Wissensquellen							
iii Diskussion zum Verständnis von Tiergesundheit							
iv Projektumfeldanalysen (PUA)							
v Identifikation von Hemmnissen und Konfliktlinien							
vi Reflektion zu Konfliktlinien und Entwicklung von Handlungsfeldern							
vii Zukunfts-Szenarien							

Die Einschätzungen der Workshop-Teilnehmer wurden mit der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse (69) und deskriptiver Statistik unter Verwendung der Software MAXQDA (68) ausgewertet.

In diesem Beitrag soll die Bedeutung der subjektiven Wahrnehmung im Vordergrund stehen. Dazu werden die Ergebnisse der empirischen Erhebung zur Wahrnehmung und Interpretation von Tiergesundheit (i), der Projektumfeldanalysen (iv) sowie den Hemmnissen und Konfliktlinien (v, vi) im Folgenden vorgestellt und diskutiert.

5.3.2.1 Assoziationen und Interpretationen zur Tiergesundheit

Am Beginn jedes Workshops stand eine empirische Erhebung zur Wahrnehmung und zur Interpretation von Krankheitsbefunden. Die Teilnehmer der ersten Projektphase sollten anhand von Bildern, Daten und einer Videosequenz eine Aussage zu verschiedenen Gesundheitsstörungen treffen. Die Situationen wurden durch ein Foto eines klinisch erkrankten Euters (Situation 1) bzw. Gesäuges (Situation 3), Datenblätter zu Zellzahlklassen (Situation 2) bzw. anhand der prozentualen Anteile von Lungenbefunden bei Schlachtschweinen (Situation 4) sowie einer Filmsequenz zur Lahmheitsbeurteilung (Situation 5) dargestellt.

Auch die Teilnehmenden der erweiterten Stakeholder-Gruppe (Phase 2) wurden um kurze Einschätzungen zur Tiergesundheit gebeten. Die Aufgabenstellung unterschied sich von der aus den Workshops der ersten Phase, da nicht alle Personen aufgrund ihres Quellberufs in der Lage sein würden, konkrete Aussagen über Erkrankungen aufgrund von Abbildungen zu treffen. Grundlage für die Einschätzungen des erweiterten Stakeholder-Gruppe waren Daten zu Zellzahlklassen eines Milchviehbetriebs (Situation 2) und Schlachthofbefunde zur Lungengesundheit (Situation 4), die auch in den Workshops der ersten Projektphase gezeigt wurden. Zusätzlich zu den Daten, enthielten die Abbildungen eine kurze inhaltliche Erläuterung sowie Kennwerte.

Zu jeder Situation waren fünf, bzw. sechs offene und geschlossene Fragen zu beantworten, die dem Dreischritt von Wahrnehmung, Interpretation und Handlung folgten. Die Teilnehmer beantworteten unabhängig voneinander offen und geschlossen formulierte Fragen zu den gezeigten Situationen. Die hier vorgestellten Auswertungen beziehen sich auf eine Frage zur Interpretation der Situationen (Tab. 5.2).

Tab. 5.2: Fragen zu Situationen der Tiergesundheit

Nr. Frage	Situation	Phase
5a Wie stark ist das Tier in seinem Allgemeinbefinden beeinträchtigt?	1, 3, 5	1
5b Wie beurteilen Sie die Situation?	2, 4	1 u. 2

Einschätzungen zu Frage 5 wurden auf einer visuellen Analog-Skala (VAS) vorgenommen. Dazu markierten die Teilnehmer einen Punkt auf einer 10 cm langen Achse zwi-

schen den Endpunkten *keine Beeinträchtigung*, bzw. *sehr gut* (0) und *sehr starke Beeinträchtigung*, bzw. *sehr schlecht* (10). Hudson et al. (38) validierten die Verwendung von visuellen Analog Skalen für die Erfassung von Lahmheit und Schmerzen bei Tieren durch Beobachter. Kielland et al. (52) nutzten VAS um zu evaluieren, wie Landwirte die Schmerzhaftigkeit verschiedener Situationen (z.B. Laminitis, Mastitis, Enthornung) für Milchkühe und Kälber anhand von Bildern einzuschätzen.

5.3.2.2 Projektumfeldanalyse

Projektumfeldanalysen (PUAs) werden eingesetzt, um Stakeholder und Einflussgrößen bei der Umsetzung von Projektzielen zu identifizieren. Ziel ist es, die grundlegenden Interessen der Beteiligten zu analysieren sowie die Beziehungsmuster untereinander zu verstehen (98). Gleichzeitig sind PUAs eine Methode, um mentale Modelle in Form kognitiver Landkarten sichtbar zu machen (5; 51). Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde dieses Instrument genutzt, um die subjektiven Perspektiven von Stakeholdern auf das Umfeld, in dem sich der Wissenstransfer zur Tiergesundheit ereignet, zu erfassen.

Im Verlauf der Workshops benannten 39 Vertreter von Stakeholder-Gruppen (Landwirte, Berater, Tierärzte, Wissenschaftler, Berufsverbände, NGOs, Verarbeitung und Handel) Stakeholder und Einflussfaktoren im Zusammenhang mit Tiergesundheit. Die Begriffe wurden auf Karten unterschiedlicher Größe notiert (klein, mittel, groß = geringe, mittlere, große Bedeutung), um die Bedeutung für die Thematik darzustellen. Durch die Positionierung der Karten auf einem Poster wurde der Bezug zum Thema Tiergesundheit sowie Stakeholdern und Faktoren zum Ausdruck gebracht. Die Qualität der Beziehungen konnte durch Linien, Pfeile oder Symbole zum Ausdruck gebracht werden (Abb. 5.3). In einem Auswertungsgespräch unter Anleitung der Kommunikationsexpertin wurden die Umfeldanalysen im Plenum erläutert.

die Elemente durch die Software so angeordnet, dass ähnliche Elemente näher zueinander positioniert wurden. Die Ähnlichkeit der Elemente beruht auf dem mit der Bedeutung (Kartengröße 1 bis 3) gewichteten Auftreten einer Kategorie in einer PUA.

5.3.2.3 Identifikation von Hemmnissen und Konfliktfeldern

Im Anschluss an die Vorstellung der PUAs in den Gruppen und dem Gespräch über einzelne Elemente wurden in Diskussionen Hemmnisse und Konfliktfelder für den Wissenstransfer zur Tiergesundheit identifiziert. Die Gesprächsbeiträge wurden unmittelbar auf Moderationskarten festgehalten und von der Moderatorin strukturiert. Die Visualisierung der einzelnen Aspekte hatte das Ziel, die Diskussionsbeiträge zu strukturieren, und die Wahrnehmung und Erinnerung der Diskussion zu verbessern (27).

Im Workshop der erweiterten Stakeholder-Gruppe (WS5/2) wurde zur Unterstützung der Reflexion von Konfliktfeldern und Hemmnissen die Methode eines geleiteten Perspektivwechsels gewählt („Walking in the shoes of...“). Die Teilnehmenden wurden für diese Arbeitsphase in vier Gruppen eingeteilt: (i) Lebensmittel Einzelhandel (LEH), (ii) Landwirt, (iii) NGO „Tierschutz“, (iv) NGO „Verbraucher“. Ziel war es, dass sich die Beteiligten für einen begrenzten Zeitraum von ca. 40 – 50 Minuten in einen dieser spezifischen Akteure aus dem Umfeld „Tiergesundheit“ hineinversetzten, dessen Sichtweise und Interessen analysierten und dafür die eigene Position (zumindest kurzzeitig) verließen. Die Besetzung der Arbeitsgruppen aus jeweils 3 bis 4 Personen wurde so gewählt, dass sich alle Teilnehmenden in „fremden Schuhen“ befanden. Aus dieser anderen Perspektive heraus, diskutierten und beantworteten sie die nachstehenden Fragen: In meiner Rolle als (Lebensmittel Einzelhandel, Landwirt, ...), (a) Wo sehe ich Konfliktlinien im Umfeld der Tiergesundheit?, (b) Wo sind Reibungspunkte?, (c) Welche meiner Interessen sind berührt / betroffen?, (d) Von wem werden meine Interessen wodurch beeinträchtigt?

Die Arbeitsgruppen hielten ihre Erkenntnisse auf einem Flipchart fest und präsentierten diese im Anschluss an die Arbeitsgruppenphase im Plenum. In dieser Phase wurden Ergänzungen oder Korrekturen vorgenommen, die durch die Moderatorin auf einer Stellwand aufgenommen wurden. Zur Auswertung der Diskussionen aus allen Workshops wurden die verwendeten Begriffe gemäß dem Prozess der qualitativen Inhaltsanalyse (69) erfasst und kategorisiert.

5.4 Ergebnisse

5.4.1 Wahrnehmung von Tiergesundheitsituationen

Die anhand von Bildern, einem Video sowie Daten dargestellten Gesundheitssituationen wurden durch die Workshop-Teilnehmer auf der Visuellen Analog Skala (VAS) überwiegend auf der schlechteren Seite der Skala bewertet (Abb. 5.4). In der Zusammenfassung aller Einschätzungen vermuteten die Teilnehmer bei der durch eine Videosequenz dargestellten Situation einer lahmen Kuh die stärkste Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens, gefolgt von dem Foto eines Gesäuges einer Sau und dem Bild eines Kuheuters. Die durch Daten zu Zellzahlgehalten und Lungenbefunden repräsentierte Herdengesundheit wurden ähnlich bewertet.

Auffallend ist die Variation der Einschätzungen. Die Spannweite der Ergebnisse umfasst für die zweite Situation 71 % der Skala. Geringfügig kleinere Spannweiten wurden für Situation 1 (69 %) und Situation 4 (63 %) beobachtet. Die Variation der Einschätzungen zu den durch Daten repräsentierten Situationen 2 und 4 kann nur teilweise durch die Einschätzungen der vermeintlich weniger erfahrenen Teilnehmer der zweiten Projektphase erklärt werden. Ohne deren Einschätzungen umfasste die Spannweite 65 %, bzw. 62 % der Skala (Ergebnisse nicht dargestellt). Die Einschätzungen variierten weniger für Situation 3 (50 % der Skala). In den Beurteilungen der Lahmheit anhand einer Videosequenz (Situation 5) wurden die geringsten Unterschiede beobachtet (30 % der Skala).

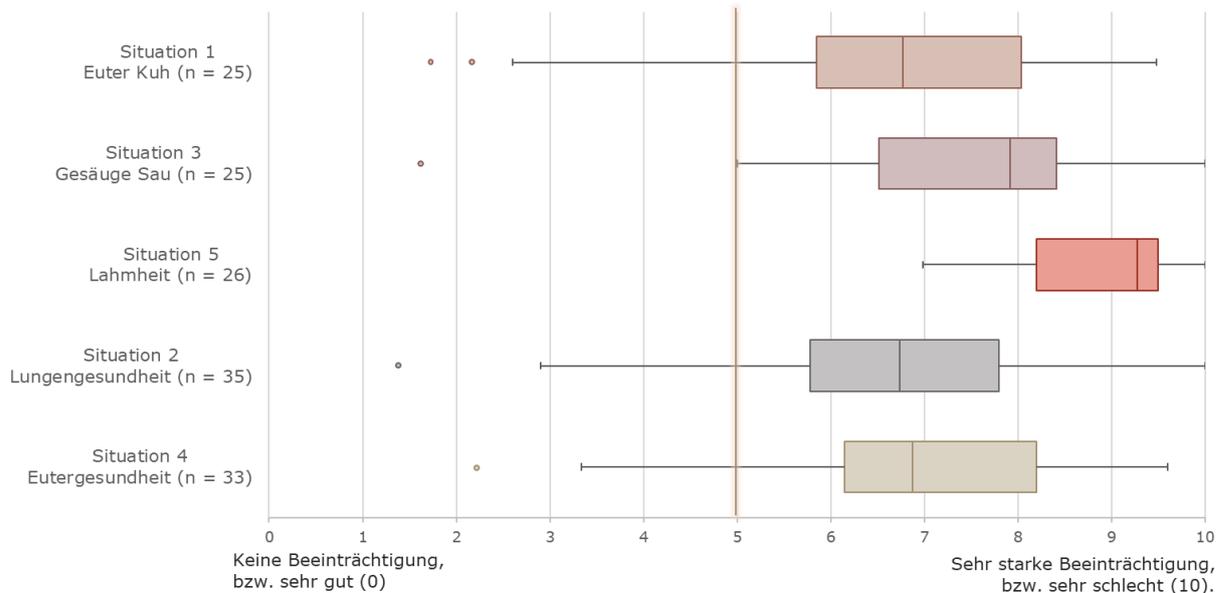


Abb. 5.4: Einschätzungen zur Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens auf Grundlage von Bildern und einer Videosequenz sowie zu Gesundheitsdaten (Kühe: Zellzahlklassen, Schweine: Lungenbefunde) auf einer Visuellen Analog Skala.

Frage 5: Wie stark ist das Tier in seinem Allgemeinbefinden beeinträchtigt? Bzw. Wie beurteilen Sie die Situation der Eutergesundheit / Lungengesundheit?

Quelle: Eigene Erhebung

5.4.2 Analysen des Umfeldes zum Wissenstransfer zur Tiergesundheit

Akteure und Komponenten des soziokulturellen Umfeldes, vor dem der Wissenstransfer zur Tiergesundheit stattfindet, wurden durch die Teilnehmer in 39 Projektumfeldanalysen beschrieben. Insgesamt platzierten die Teilnehmer 583 Begriffe, denen jeweils eine geringe, mittlere oder große Bedeutung für das Themenfeld zugemessen wurde. Davon bezogen sich 460 auf Personen, Gruppen und Institutionen. Die Begriffe wurden zu 28 Kategorien aggregiert. Es wurden 17 Stakeholder-Gruppen identifiziert, die zusammen mit weiteren Einflussfaktoren die Kommunikations- und Handlungsstrukturen im Themenfeld Tiergesundheit repräsentieren. Begriffe, die keine Stakeholder bezeichnen, wurden seltener genannt und bezogen sich auf die betrieblichen Rahmenbedingungen (*Futter, Stall, externe Faktoren* wie z.B. Standort), Aspekte der Betriebsführung (*Kontrolle, Ökonomie, Daten, Organisation*) oder benannten allgemeinere Einflussgrößen (*Zucht, Fortbildung*). Die Akteure sind einerseits der Wertschöpfungskette zuzurechnen

II. Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit:

(z.B. *Verarbeitung & Handel, Landwirt, Tierarzt, Berater*), andererseits aber auch dem engeren und weiteren sozialen Umfeld (z.B. *Familie, Kollegen, Öffentliche Meinung*) sowie dem biophysikalischen System (z.B. *Tier, Stall, Futter*).

Die einzelnen PUAs umfassten zwischen 7 und 28 Begriffe (MW 14,9, $\pm 4,4$). In weiteren Auswertungen wurden die Kategorien *Organisation der Arbeitsabläufe* und *Dienstleister* wegen der geringen Zahl der Nennungen (4) sowie die Kategorie *Sonstige*, die nicht sinnvoll interpretierbar war, nicht berücksichtigt.

Abb. 5.5 stellt eine Aggregation der PUAs aller Teilnehmer dar. Die Darstellung beinhaltet die Verbindungen aller Teilnehmer zu den in den individuellen PUAs verwendeten Kategorien. Mögliche Verbindungen zwischen den Workshop-Teilnehmern waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Bei der Darstellung handelt es sich daher nicht um ein Netzwerk im engeren Sinn, sondern um eine kombinierte Darstellung der Ego-Networks der einzelnen Teilnehmer, welche die Häufigkeit und Gewichtung der Kategorien in allen PUAs veranschaulicht. Die Anordnung der Elemente (Kategorien und Teilnehmer) erfolgte nach dem Prinzip der Ähnlichkeit: Kategorien, die ähnlich häufig und bedeutsam in den PUAs benannt wurden, sind beieinander gruppiert. Ebenso sind die Teilnehmer, deren PUAs ähnliche Kategorien aufwiesen näher zueinander angeordnet.

In Abb. 5.6 sind Details zur Häufigkeit der Kategorien in den PUA sowie den zusätzlichen Informationen zu Größe und Bedeutung der Elemente dargestellt. Da teilweise mehrere Begriffe einer PUA derselben Kategorie zuzuordnen waren (z.B. Stallbauberater, Futterberater) sind außerdem die Häufigkeiten der Kategorie Nennung sowie die Bedeutung für Tiergesundheit, ausgedrückt in der Größe der verwendeten Karten und die Nähe zum Thema, ausgedrückt in der Positionierung der Karten auf dem Poster, dargestellt.

Die Anordnung der Workshop-Teilnehmer in Abb. 5.5 lässt erkennen, dass Teilnehmer der Workshop-Gruppen der Landwirte, Berater und der sekundären Stakeholder innerhalb der Gruppen häufig ähnliche PUAs erstellt haben. Ausnahmen gibt es allerdings für alle Gruppen. Die PUAs aus dem Workshop der Wissenschaftler lassen in dieser (zweidimensionalen) Anordnung weniger Ähnlichkeiten erkennen, sie bilden kein Cluster.

Eine Gruppe von zehn Kategorien wurde zentral angeordnet. Begriffe dieser Kategorien wurden in vielen PUAs benannt und ihnen wurde häufig eine relativ hohe Bedeutung beigemessen, was in der Größe der Symbole zum Ausdruck kommt: Im Mittelpunkt sind die Kategorien *Tierarzt*, *Landwirt* und *Berater* angeordnet. Der *Tierarzt* wurde in den meisten PUAs (92 %) benannt, dicht gefolgt von *Landwirt* (85 %) und *Berater* (77 %). Die zentrale Anordnung verdeutlicht, dass auch PUAs, die über diese Kategorien hinaus eher abweichende Elemente zeigten, den Landwirten, Tierärzten und Beratern große Bedeutung beimessen.

Innerhalb der zentralen Gruppe sind weitere Kategorien angeordnet, die aufgrund der ihnen zugemessenen Bedeutung ein großes Gewicht haben, deren Rolle und Bedeutung aber nicht in allen PUAs abgebildet wurde. Die Kategorie *Verarbeitung & Handel* wurde fast so häufig (n=44) benannt wie die Kategorie *Berater* (n=45), allerdings in einer geringeren Zahl PUAs (Abb. 5.6). *Politik & Verwaltung* wurden ebenfalls in vielen PUAs benannt, gefolgt von den Kategorien *Wissenschaft*, *Tier* und *Verbraucher*. Letztere bilden eine Gruppe, die gegenüber der Kategorien *Familie* und *Ökonomie* angeordnet wurde.

Die verbleibenden 14 Kategorien wurden in einem äußeren Kreis gruppiert. Eine große Gruppe wird durch die Kategorien *Kollegen*, *Daten*, *Stall*, *Nachbarn & Kunden*, *externe Faktoren*, und *Fortbildung* gebildet, die besonders durch Teilnehmer der Workshop Gruppe der Landwirte und der Berater benannt wurden. Die Kategorie *Futter* wurde ausschließlich in PUA von Landwirten verwendet und ist daher etwas abgesetzt angeordnet. Die Kategorie *Mitarbeiter* wurde auch von Teilnehmern der Workshops der Wissenschaftler und des erweiterten Stakeholder Kreises verwendet. Eine weitere Gruppe bilden die Kategorien *Öffentliche Meinung*, *Input-Industrie*, *Kontrolle* und *Zucht*. Diese Kategorien wurden überwiegend in den Workshops der Wissenschaftler, des erweiterten Stakeholder Kreises und der Berater aufgeführt. Die Kategorien *Verbände* und *NGOs* wurden fast ausschließlich in den PUAs des erweiterten Stakeholder Kreises benannt.

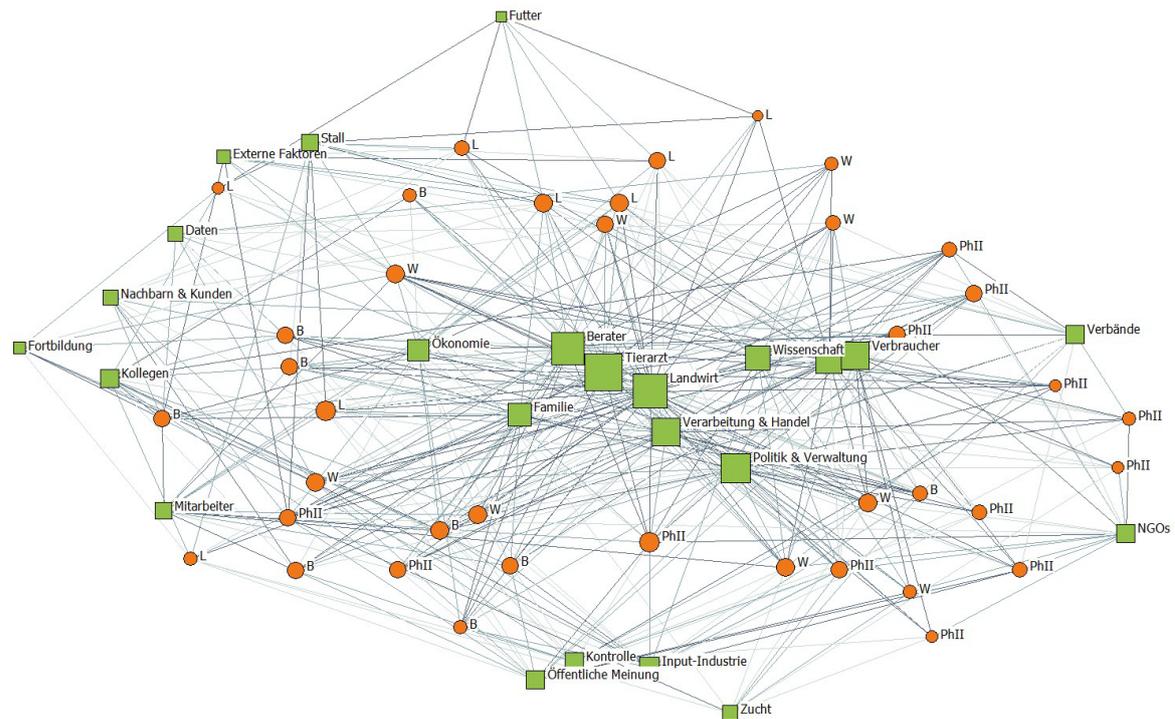


Abb. 5.5: Aggregation der Projektumfeldanalysen zum Themenfeld Tiergesundheit von 39 Workshop-Teilnehmern.

Grün = Kategorien der dargestellten Akteure und Komponenten, Größe entsprechend der Anzahl der eingehenden Verbindungen (In-Degree); Orange = Workshop-Teilnehmer, Größe entsprechend der Anzahl der ausgehenden Verbindungen (Out-Degree), L= Teilnehmer des Workshops der Landwirte, B= Teilnehmer des Workshops der Berater, W= Teilnehmer des Workshops der Wissenschaftler, PhII= Teilnehmer des Workshops des erweiterten Stakeholderkreises.

Abbildung erstellt mit Ucinet Software for Social Network Analysis (10). Quelle: Eigene Erhebung

Als wichtigster Stakeholder des Themenfeldes Tiergesundheit wurde der *Landwirt* identifiziert. Begriffe dieser Kategorie wurden nahezu ausschließlich mit großer Bedeutung belegt. Gleichzeitig waren 88 % der Begriffe dieser Kategorie sehr zentral (Position 5 und 6) in den Umfeldanalysen angeordnet (Abb. 5.6). Begriffe der Kategorie *Tierarzt* wurden häufig mit einer mittleren Bedeutung gekennzeichnet und mit einigem Abstand zum Zentrum platziert. Für Begriffe der Kategorie *Berater* traf dies noch ausgeprägter zu. Als weiteren bedeutenden Stakeholder identifizierten die Workshop-Teilnehmer das *Tier* selbst. In 24 PUA wurden Begriffe dieser Kategorie genannt und meist zentral angeordnet. Mit den Kategorien *Politik & Verwaltung*, *Verarbeitung & Handel*, *Verbraucher* sowie *Wissenschaft* wurden Elemente benannt, die aus dem weiteren Umfeld der Betriebe stammen. Der *Wissenschaft* wurde ebenso wie dem *Verbraucher* häufig nur eine geringe Bedeutung beigemessen. Letztere wurden überwiegend mit großem Abstand zum Zentrum positioniert.

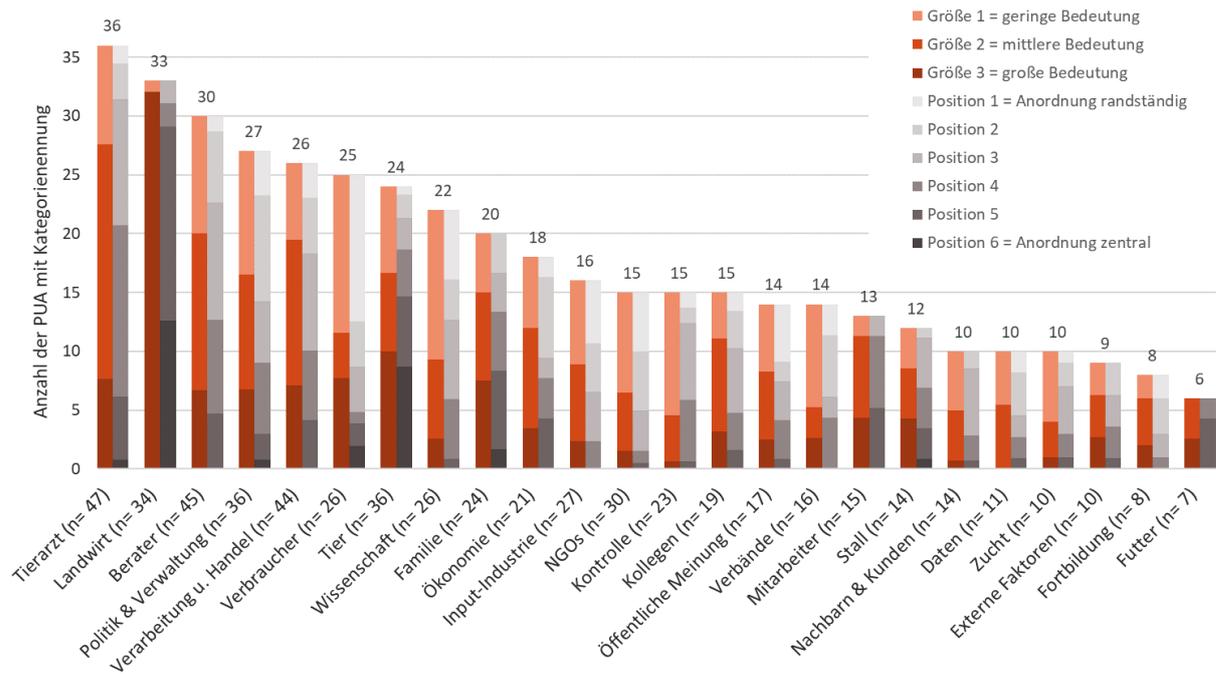


Abb. 5.6: Nennung der Kategorien in n = 39 Projektumfeldanalysen, Häufigkeit (incl. Mehrfachnennungen), Bedeutung und Position ausgewählter Kategorien.

Quelle: Eigene Erhebung

Die meisten Kategorien (17) wurden in weniger als der Hälfte der PUAs verwendet. Gleichwohl wurden einige dieser Kategorien als bedeutsam angesehen und zentral in den jeweiligen PUAs positioniert (z.B. *Futter* und *Mitarbeiter*). Mit Ausnahme der Kategorien *Landwirt* (n=34), *Daten* (n=11) und *Futter* (n=7) wurden alle weiteren Kategorien von den Teilnehmern sehr unterschiedlich eingeschätzt, indem Begriffe dieser Kategorien sowohl mit geringer als auch mittlerer oder großer Bedeutung gekennzeichnet wurden. Vergleichbares gilt für die Positionierung der Begriffe.

5.4.3 Hemmnisse und Konfliktfelder

In vier Workshops (WS1 – 3 sowie WS 5/2) wurden insgesamt 151 Diskussionsbeiträge zu Hemmnissen und Konfliktfeldern zum Wissenstransfer zur Tiergesundheit dokumentiert. In iterativen Schritten wurde ein System aus 36 Codes und Sub-Codes entwickelt und die Beiträge codiert. Dabei wurden 169 Codierungen vorgenommen (Tab. 5.3). Besonders häufig wurden Aspekte aus dem Bereich *Ökonomie* benannt. Die entsprechenden Diskussionsbeiträge thematisierten Aufwand und Kosten für mehr Tiergesundheit

auf verschiedenen Ebenen von der Landwirtschaft bis zum Verbraucher und die Notwendigkeit angemessener Bezahlung. Weitere Beiträge benannten die Fokussierung auf Produktivität, also möglichst hohe Leistungen der Tiere, als ein Problemfeld. Für den Lebensmitteleinzelhandel sind Wettbewerb und Marktanteile kritische Themen.

Während Beiträge aus dem Bereich der *Ökonomie* schwerpunktmäßig im Workshop der erweiterten Stakeholder-Gruppe diskutiert wurden, war die *Kommunikation* über Tiergesundheit im Allgemeinen und die Kommunikation zwischen direkt beteiligten Akteuren (Landwirt, Berater, Tierarzt) sowie auf einer gesellschaftlichen Ebene in allen Workshops ein wichtiges Thema. Zum Bereich *Kommunikation* wurden auch Hinweise auf das bewusste oder unbewusste Ausblenden von Informationen (*Ignorance*) als Hemmnis in der Verbesserung der Tiergesundheit gezählt.

In allen Workshops wurde thematisiert, dass es keine von Allen akzeptierte *Definition* von Tiergesundheit gibt und dies die Kommunikation über mögliche Problemfelder beeinträchtigt. Das Fehlen allgemein akzeptierter, messbarer Kriterien zur Beurteilung der Tiergesundheit behindert nach Einschätzung der Teilnehmer die Regulierung und Kontrolle. Teilnehmer benannten im Zusammenhang mit dem Begriff Tiergesundheit verschiedene Aspekte. Hierzu gehörten: die Verringerung der Sterblichkeits- bzw. Erkrankungsraten, die ökonomisch sinnvolle Ausnutzung der Lebenszeit eines Tieres, die Vermeidung von Tierleid oder den Schutz vor Antibiotikaresistenzen.

Der *Motivation* der Beteiligten wurde für den Wissenstransfer zur Tiergesundheit eine große Bedeutung zugeschrieben. Unter dem Code *Motivation* wurden vielfältige Aspekte erfasst, die als Hemmnis im Wissenstransfer angesehen wurden. Dies konnte die fehlende *Motivation* zur Handlung sein oder Eigeninteressen wesentlicher Impulsgeber, die dem Einsatz für eine verbesserte Tiergesundheit entgegenstehen konnten. Unter dem Code wurden ebenfalls Beiträge erfasst, die unklare Verantwortlichkeiten beschreiben oder die verdeutlichen, dass Aspekte der Tiergesundheit nicht das Hauptkriterium der Entscheidungsfindung oder Betriebsführung sind.

Die *Komplexität* des Themenfeldes Tiergesundheit wurde ebenfalls als Hemmnis für den Wissenstransfer benannt. Unter der Codierung wurden Beiträge zusammengefasst, die die Vielfältigkeit der Rahmenbedingungen und damit verbunden die Notwendigkeit passgenauer Verbesserungskonzepte thematisierten. Einerseits sind dies Beiträge, die

die Bedeutung einer ganzheitlichen Herangehensweise sowie die Heterogenität und die Schwierigkeiten damit benennen, andererseits auch Beiträge, die Einzelaspekte wie Züchtung oder Fütterung als Problemfelder adressieren.

Beiträge, die der Codierung *Unsicherheit* entsprachen stammten aus dem Workshop der Landwirte (WS2) und dem Workshop des erweiterten Stakeholder Kreises (WS5/2). Ausschließlich im Workshop der erweiterten Stakeholder-Gruppe, aber mit Bezug auf verschiedene Stakeholder-Gruppen, wurde das *Image* und in Verbindung damit der Aspekt von Wertschätzung als kritischer Bereich angesprochen. Beiträge, die begrenzte Ressourcen, sowohl auf der betrieblichen als auch der persönlichen Ebene der Betriebsleiter als Hemmnis für den Wissenstransfer zur Tiergesundheit thematisierten, stammten wiederum aus dem Workshop der Landwirte (WS2) und dem Workshop der erweiterten Stakeholder-Gruppe (WS5/2).

Tab. 5.3: Codes und Häufigkeiten der Codierung zu Hemmnissen und Konfliktfeldern

Code	Sub-Code	Häufigkeit der Codierung	
		Sub-Codes	Codes
Ökonomie		22	
	Produktivität	5	
	Markt	4	
	Konkurrenz / Wettbewerb	3	
		Ökonomie gesamt	34
Kommunikation		16	
	Ignorance	5	
	Rolle der Beratung	4	
	Ausbildung / Wissen	3	
		Kommunikation gesamt	28
Motivation		4	
	Eigeninteressen	13	
	Verantwortlichkeit	4	
	Selbstreferenz	4	
	Nebenschauplatz	3	
		Motivation gesamt	28
Komplexität		4	
	Einzelaspekte	10	
	Individualität / Passgenauigkeit	7	
	Interdisziplinarität	2	
	Anspruchsgruppen	2	
	Heterogenität	1	
	Zeit / Dauer	1	
		Komplexität gesamt	27
Definition		8	
	Messbarkeit	6	
	(fehlende) Regeln	6	
	Kontrolle	4	
		Definition gesamt	24
Unsicherheit		4	
	Vertrauen	6	
	Sicherheit	5	
		Unsicherheit gesamt	15
Image		5	
	Wertschätzung	2	
	Qualität	1	
		Image gesamt	8
Ressourcen		3	
	Überlastung	2	
		Ressourcen gesamt	5
		Gesamt	169

5.5 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden drei Bereiche beleuchtet, die einen Einfluss auf den Wissenstransfer zur Tiergesundheit in der Nutztierhaltung haben: die subjektive Wahrnehmung, das wahrgenommene Umfeld, in dem der Wissenstransfer zur Tiergesundheit stattfindet sowie von den Teilnehmern benannte Hemmnisse und Konfliktfelder. Mit dieser Herangehensweise wurde für die Analyse der Probleme im Wissenstransfer zur Tiergesundheit ein systemischer Ansatz gewählt. Im Gegensatz zu Forschungsansätzen, die einem linearen Verständnis des Wissenstransfers folgen, standen nicht allein die Gründe für die (ausbleibende) Umsetzung von Maßnahmen im Fokus der Untersuchung, sondern ebenso die Bedeutung des soziokulturellen Umfeldes und von Wissenssystemen (56; 83). Während lineare Konzepte des Wissenstransfers in Bereichen erfolgreich sind, die die Produktivität steigern (z.B. der Technologieentwicklung und Pflanzenzüchtung) scheinen sie nicht ausreichend, um eine Innovation des Systems der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung hin zu einer mehr qualitativen als quantitativen Ausrichtung zu befördern (56; 88).

Es wurde deutlich, dass dieselbe Tiergesundheitssituation durch Teilnehmer teils sehr unterschiedlich wahrgenommen und bewertet wurde. Die Analyse des Umfeldes, in dem der Wissenstransfer zur Tiergesundheit stattfindet, ergab ein facettenreiches Netzwerk aus relevanten Personengruppen und Rahmenbedingungen. Als Schnittmenge der unterschiedlichen Perspektiven der Workshop-Teilnehmer wurden der Landwirt, Tierarzt und Berater als bedeutende Stakeholder identifiziert. Diese agieren jedoch nicht unabhängig von weiteren Akteuren und Faktoren, über deren Rollen und Bedeutung keine Einigkeit zwischen den Projektteilnehmern herrschte. Das gesamte Netzwerk bildet das sozioökonomische Umfeld, in dem der Wissenstransfer zur Tiergesundheit ausgestaltet wird. Die Ergebnisse zur Wahrnehmung der Tiergesundheit und dem sozioökonomischen Umfeld wurden ergänzt durch Hemmnisse und Konfliktfelder, die von den Teilnehmern im Verlauf der Workshops benannt wurden. Neben der Ökonomie, der Kommunikation im weiteren Sinne, Aspekten der Motivation sowie der Komplexität wurde von allen Stakeholder-Gruppen das Fehlen einer Definition von Tiergesundheit als Hemmnis herausgestellt.

5.5.1 Unterschiedliche Wahrnehmung von Tiergesundheitssituationen

Die Einschätzungen zu den Reaktionen der Stakeholder auf verschiedene Tiergesundheitssituationen basierten in der vorliegenden Studie auf Informationen in Form von Bildern, Datentabellen und einer Videosequenz. Es war ausdrücklich nicht das Ziel, die Angemessenheit der Einschätzungen zu beurteilen. Dem eingangs beschriebenen Verständnis von Wissen folgend, das als personengebunden und individuell konstruiert definiert wird, ging es vielmehr darum, die Variation in dem Prozess von Wahrnehmung, Interpretation und Handlung zu erfassen.

Bilder, Daten und Videosequenz stellten ein unterschiedliches Maß an Information bereit. Während die Bilder den größten Raum für individuelle Wahrnehmung und Interpretation zuließen, bot die Videosequenz mehr Detailinformation. Die Daten zu Lungenbefunden bei Schweinen und der Verteilung von Kühen auf Zellzahlklassen ließ den geringsten Spielraum bei der Wahrnehmung zu, da die Daten in einer Tabelle bzw. Abbildung für alle in gleicher Weise lesbar waren. Trotzdem war die Variation in den Einschätzungen der Teilnehmer groß. Das galt auch für die zweite Projektphase, in der den Teilnehmern zusätzliche Informationen zur Interpretation der Daten zur Verfügung standen.

Einschätzungen zum Allgemeinbefinden, bzw. zur Tiergesundheitssituation der Herde nahmen die Teilnehmer auf einer Visuellen Analog Skala vor. Die Möglichkeit der Anwendung von Visuellen Analog Skalen im Zusammenhang mit der Beurteilung von Schmerzen bei Tieren findet ihre Erklärung in einem grundlegenden Konzept von Empathie, das speziesübergreifend das Erkennen von Schmerzen ermöglicht (6; 26). Kieland et al. (53) entwickelten eine Befragung zur Einschätzung der Schmerzhaftigkeit spezifischer Situationen in der Rinderhaltung (z.B. Laminitis, Ketose, Mastitis) auf Visuellen Analog Skalen. Sowohl die Einschätzungen von Studenten der Tiermedizin (Situationen teilweise beschrieben, teilweise durch Bilder illustriert; 53) als auch Einschätzungen von Landwirten (Situationen durch Bilder illustriert; 52) zeigten erhebliche Spannweiten. Auch wenn in der vorliegenden Studie nicht die Schmerzhaftigkeit der Situation zu bewerten war, sondern allgemeiner formuliert das Allgemeinbefinden, bzw. die Tiergesundheitssituation der Herde, eingeschätzt werden sollte, scheint die zutage tretende Subjektivität der Einschätzungen vergleichbar.

Die Heterogenität der durch die Teilnehmer zum Ausdruck gebrachten Einschätzungen veranschaulichen die Bedeutung des individuellen Bezugsrahmens bei der Interpretation der Informationen. Die Heterogenität der Einschätzungen kann als Hinweis auf das subjektive Wissen und die damit verbundenen unterschiedlichen Wertsetzungen der Teilnehmer interpretiert werden (59). Nach Füllsack (32) sind menschliche Beobachter durch ihre individuellen Kapazitäten zur Komplexreduktion selbstreferenziell, d.h. sie nehmen nur die für sie in der jeweiligen Situation relevanten Komponenten der Außenwelt wahr. Die Wahrnehmung hat erhebliche Bedeutung für die Aneignung und Umsetzung von Informationen und Wissen (8; 62; 81). Jansen und Lam (41) untersuchten die Kommunikation zwischen Landwirten und Tierärzten im Zusammenhang mit der Eutergesundheit. Aus der Perspektive der Landwirte war die Problemwahrnehmung eine entscheidende Voraussetzung für die Bereitschaft zur Umsetzung von Maßnahmen im Mastitis Management.

Nicht nur die individuellen Wahrnehmungen der Landwirte, sondern auch die Einschätzungen der Berater und Wissenschaftler variierten erheblich. In der Beratungspraxis können abweichende Einschätzungen einer Situation zu unterschiedlichen Beratungsempfehlungen führen. Dies stellt ein Hemmnis im Prozess des Wissenstransfers dar. Leeuwis und Ban (62) heben hervor, dass widersprüchliche Einschätzungen über die Art und Bedeutung eines Problems verwirrend wirken und von der Auseinandersetzung mit dem Problem abhalten können. Lam et al. (61) betonen die Bedeutung übereinstimmender Aussagen aller Personen und Organisationen im Umfeld des Landwirts als Ergebnis einer Studie zur Kommunikation zwischen Tierärzten und Landwirten zur Eutergesundheit. Neben der Wahrnehmung von Tiergesundheit gibt es weitere intrapersonelle Einflussgrößen, die in der vorliegenden Studie nicht Gegenstand der Untersuchung waren. So können Einstellungen die Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergesundheit befördern oder behindern (47; 76). Jones et al. (48) ermittelten, dass ökologisch wirtschaftende Landwirte in vier Europäischen Ländern eine positive Einstellung zur Umsetzung weiterer Maßnahmen zur Prävention von Produktionskrankheiten in ihren Betrieben hatten. Nach Analysen von Dillon et al. (22) hat die Einschätzung von Landwirten zum Risiko einer Erkrankung einen größeren Einfluss auf die Umsetzung präventiver Maßnahmen als seine Einstellungen. Weiterhin können Gewohnheiten und Traditionen die Umsetzung beeinträchtigen (22; 48).

5.5.2 Netzwerk zum Themenfeld Tiergesundheit

Aus den Projektumfeldanalysen (PUA) der einzelnen Workshop-Teilnehmer wurden Informationen zum soziokulturellen Umfeld des Wissenstransfers zur Tiergesundheit extrahiert. Die PUA können als Repräsentationen der mentalen Modelle dieses Umfeldes der individuellen Teilnehmer angesehen werden (5; 25; 35). Die dargestellte Aggregation der PUA darf nicht als die Darstellung eines gemeinsamen, d.h. geteilten Verständnisses der Projektteilnehmer missverstanden werden (35; 90). Die Zusammenstellung ist vielmehr eine Form der Beobachtung zweiter Ordnung der individuellen Repräsentationen mit dem Ziel einer facettenreichen (polyocularen) Erfassung des realen Umfeldes (3). Während alle Teilnehmer der Workshops ihre Perspektive zu der aggregierten Betrachtung beigetragen haben, zeigen die heterogenen PUAs, dass sie nicht dasselbe Gesamtbild teilen. Gray et al. (35) weisen im Zusammenhang mit der Frage nach der Untersuchung von geteiltem Wissen in Gruppen und Gemeinschaften durch die Methode der Fuzzy Cognitive Maps (FCM) darauf hin, dass aggregierte individuelle FCM nicht automatisch das durch alle Individuen einer Gruppe geteilte Wissen darstellen. Den am Netzwerk beteiligten Stakeholdern sind jeweils nur Ausschnitte des Netzwerkes bewusst, in denen Landwirte, Tierarzt und Berater als Schnittmenge, oder kleinster gemeinsamer Nenner erscheinen. Diese können jedoch nicht unabhängig von den Akteuren und teils widerstreitenden Zielsetzungen der weiteren Akteure eine Wirkung entfalten.

Die Projektumfeldanalysen der Workshop-Teilnehmer beschreiben ein soziales Netzwerk, das durch weitere Komponenten des Umfeldes angereichert ist. Nach Maertens und Barrett (64) wird ein soziales Netzwerk durch seine individuellen Mitglieder und die zwischen ihnen ausgetauschten Informationen, Güter, Dienstleistungen und Geldflüsse gebildet. Es ist durch unscharfe und variable Grenzen zu seiner Umwelt gekennzeichnet (86). Die im Vorhaben beteiligten Stakeholder-Gruppen sind Teil des beschriebenen Netzwerkes und in unterschiedlichen Rollen in den Wissenstransfer zur Tiergesundheit involviert.

Das von den Teilnehmern aufgezeigte Netzwerk beinhaltet Einflüsse, sowie Kommunikations- und Handlungsstrukturen im Zusammenhang mit der Tiergesundheit aus den unterschiedlichen Perspektiven der Teilnehmer. Es ist dabei von Bedeutung, dass die

Tiergesundheit nicht im Fokus des Zusammenschlusses dieses Netzwerkes steht. Allerdings repräsentiert es Akteure, die einen Einfluss auf die Implementierung von Wissen in Handeln zum Zweck der Verbesserung der tiergesundheitlichen Situation auf den landwirtschaftlichen Betrieben haben.

Anhand der PUAs wurde deutlich, dass dem Netzwerk der Kommunikations- und Handlungsstrukturen sowohl Akteure entlang der Wertschöpfungskette als auch aus dem sozialen und gesellschaftlichen Umfeld sowie Elemente des biophysikalischen Systems zuzurechnen sind. Mit Verweis auf die Bedeutung der Selbstreferenzialität zur Erhaltung jedes Systems (59; 67) ist festzustellen, dass die Akteure innerhalb des dargestellten Netzwerkes unterschiedliche, teils widersprüchliche Ziele verfolgen. Die Ziele der meisten Stakeholder im Netzwerk sind auf marktwirtschaftlichen Erfolg ausgerichtet. Das Streben nach (mehr) Umsatz, Gewinn und Wachstum, zählt zu den prägenden Werten unserer Gesellschaft und bildet damit einen Teil des sozialen Kontextes, in dem der Informationstransfer zur Tiergesundheit stattfindet.

Akteure und Gruppen des weiteren sozioökonomischen Umfeldes wie NGOs oder die *Öffentliche Meinung* verfolgen vielfältige andere Ziele, die beispielsweise der Sorge um gesundheitliche Beeinträchtigung (durch Zoonosen, Rückstände oder Resistenzen) entspringen oder den Schutz von Gemeingütern zum Ziel haben (85). Diese Ziele stehen den Bemühungen um marktwirtschaftlichen Erfolg zumindest teilweise entgegen.

Das bedeutendste Element des biophysikalischen Systems ist das Tier in seinen inhärenten systemischen Wirkungszusammenhängen. Das angestrebte Ziel des Wissenstransfers zur Tiergesundheit, nämlich eine Verbesserung derselben, muss sich hier manifestieren. Die gesundheitlichen Probleme in den Nutztierbeständen lassen sich häufig dem Bereich der Produktionskrankheiten zurechnen, die im Zusammenhang mit dem Management der Tierhaltung stehen (93). Ihre Verminderung ist somit das Ziel des Wissenstransfers zur Tiergesundheit, der die Handlungsebene des betrieblichen Managements anspricht. Das Auftreten von Produktionskrankheiten wird in einer systemischen Betrachtung als Reaktion des autopoietischen Systems des Tieres auf unausgewogene und gestörte Beziehungen zum umgebenden, übergeordneten System des Betriebes verstanden (78; 92). Auch das biophysikalische System der Tiere steht in einem Spannungsfeld

mit den Bemühungen um marktwirtschaftlichen Erfolg und der damit verbundenen Intensivierung, weil eine intensivierte Output-Leistung der Tiere mit gesteigerten Anforderungen an die Ressourcenbereitstellung und die Schutzwirkungen durch das umgebende System des Betriebes und damit des Tiergesundheitsmanagements verbunden ist.

Die im Projekt sichtbar gewordenen unterschiedlichen Ziele der am Netzwerk beteiligten Akteure stellen ein systeminhärentes Hemmnis in den Bemühungen und ein vermindertes Auftreten von Produktionskrankheiten dar. Diese Einschätzung deckt sich mit der Schlussfolgerung von Jonge und Trijp (49), die der Lieferkette in der Europäischen Nutztierhaltung Trägheit im Hinblick auf Veränderungen zu verbesserter Tiergesundheit und Tierschutz attestieren. Sie beschreiben den Zustand als ein durch Interessenskonflikte der Stakeholder, durch einseitige Ausrichtung auf ökonomische Ziele und durch Besonderheiten der Fleisch-Lieferkette charakterisiertes und blockiertes System.

In der aggregierten Betrachtung der PUA wurde deutlich, dass die abgebildeten Netzwerke der für den Wissenstransfer zur Tiergesundheit relevanten Personen, Gruppen und Faktoren trotz einer gewissen Schnittmenge bezüglich des Umfangs und der Bedeutung einzelner Elemente variierten. Gray et al. (35) führen mit Bezug auf Cupchik (18) und Stahl (90) aus, dass eine solche Variation zwischen Mitgliedern einer Gemeinschaft auf die subjektive Interpretation einer innerhalb der Gruppe geteilten Realität hinweist. Die in den individuellen PUAs repräsentierten mentalen Modelle der Workshop-Teilnehmer über das Netzwerk der am Prozess des Wissenstransfers zur Tiergesundheit beteiligten Personen, Organisationen und Faktoren veranschaulichen einen Teil des selbstreferenziellen Bezugsrahmens, in dem die Teilnehmer Daten und Informationen zum Themenfeld Tiergesundheit wahrnehmen und interpretierten (7).

5.5.3 Hemmnisse und Konfliktfelder

Von den Teilnehmern der Workshops wurden Hemmnisse und Konfliktfelder benannt, die in Verbindung mit Erkenntnissen über die subjektive Wahrnehmung und das Netzwerk der Akteure Hinweise zur Verbesserung des Wissenstransfers erlauben.

5.5.3.1 Ökonomie

In den Diskussionsbeiträgen der Workshop-Teilnehmer wurden Aspekte, die dem Oberbegriff Ökonomie zuzuordnen sind, besonders häufig genannt. Die Teilnehmer machten

damit deutlich, dass Bemühungen um eine verbesserte Tiergesundheit in einem Spannungsverhältnis zum wirtschaftlichen Erfolg stehen. Die Dauerfähigkeit des Systems landwirtschaftlicher Betrieb wird durch den wirtschaftlichen Erfolg bestimmt, so dass Aufwendungen im Zusammenhang mit der Tiergesundheit hinsichtlich ihres Beitrags dazu beurteilt werden müssen (42). Während in Industrie und Wirtschaft neues Wissen und Innovation einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil bedeuten, ist die Implementierung von Informationen für mehr Tiergesundheit mit Mehraufwand verbunden, dessen wirtschaftlicher Vorteil häufig nicht vorhanden ist oder zumindest unklar bleibt (93). Die Bedeutung der Ökonomie für den Wissenstransfer zur Tiergesundheit wurde mehrheitlich in den Workshops der Berater und der erweiterten Stakeholder-Gruppe thematisiert, seltener im Workshop der Landwirte. Landwirte agieren zwar in einem ökonomisch ausgerichteten System, allerdings sind Wahrnehmung und Entscheidungsfindung nicht auf die ökonomische Dimension beschränkt. Sie werden maßgeblich durch Einstellungen, Motivation, Werte und soziale Einflüsse bestimmt. Ein Fokus auf die Wirtschaftlichkeit als Hemmnis im Wissenstransfer durch wichtige Stakeholder im Netzwerk kann ein Hinweis darauf sein, dass andere, aus Sicht der Landwirte bedeutendere Aspekte, übersehen werden und in den Bemühungen um einen verbesserten Wissenstransfer nicht genügend Berücksichtigung finden (33; 48).

5.5.3.2 Kommunikation

Als weiteres Konfliktfeld nannten die Workshop-Teilnehmer Aspekte im Zusammenhang mit dem Bereich Kommunikation. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen verschiedener Studien, insbesondere zur Kommunikation zwischen Landwirten und Tierärzten (41; 55; 61). Eine Ursache für Schwierigkeiten bei der Kommunikation kann in einem unterschiedlichen Rollenverständnis und den damit verbundenen Erwartungshaltungen vermutet werden. Diese waren in den heterogenen PUAs der Teilnehmer ersichtlich. Jansen und Lam (41) schlussfolgern, dass Tierärzte in der Kommunikation zur Eutergesundheit eine große Bedeutung haben können, sofern sie sich der Rolle als Berater bewusst sind, und über eine angemessene, auf die Situation abgestimmte Kommunikationsfähigkeit verfügen. Garforth (33) hebt hervor, dass die Kommunikation von Wissen zum Tiergesundheitsmanagement verbessert werden kann, wenn Landwirte entsprechend ihrer spezifischen Bedürfnisse angesprochen werden.

5.5.3.3 Motivation

Unter den Oberbegriff Motivation fallen Aspekte, welche die Eigeninteressen der Teilnehmer widerspiegeln, die dem Wissenstransfer zur Tiergesundheit entgegenstehen können. Im Rahmen einer Studie zu nachhaltiger Milchviehhaltung untersuchten Eshuis und Stuiver (28) das Lernverhalten von Landwirten und Wissenschaftlern. Dabei fanden Sie heraus, dass Selbstreferenzialität in Konfliktsituationen das Lernen behinderte, weil durch Selbstreferenzialität die Fähigkeit verloren ging, die eigenen Argumente und Denkmuster aus unterschiedlichen Perspektiven zu prüfen. In Studien von van Asseldonk et al. (96) wurde die Innovationsbereitschaft von Landwirten bezüglich der Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der Zellzahlen in ihren Milchvieherden durch selbstreferenzielle Einschätzung der Situation beeinflusst. Auf der Basis ihrer Überzeugungen argumentierten sie gehäuft mit betriebspezifischen Gegebenheiten gegen Empfehlungen zur Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Eutergesundheit.

5.5.3.4 Komplexität

Die Komplexität hinsichtlich der Tiergesundheit entsteht aus den Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Einflussfaktoren auf unterschiedlichen Systemebenen (Tier, Betrieb, Landwirt, Wertschöpfungskette, Gesellschaft). In den PUAs wurden die vielfältigen Akteure mit teilweise unterschiedlichen Interessen und Zielsetzungen und die daraus resultierenden Abhängigkeiten innerhalb eines Netzwerkes beschrieben. Die aus diesem sozialen Netzwerk resultierende Komplexität stellt eine Herausforderung für das betriebliche Management dar. Zunehmend wird aber auch deutlich, dass im Zusammenhang mit dem Wissenstransfer der landwirtschaftliche Betrieb nicht länger allein mit den Kennzeichen und Kriterien seiner physikalischen Komponenten zu erfassen ist (75). Der Umgang mit der Komplexität von Tiergesundheit und den betriebspezifischen Bedingungen ist eine zentrale Herausforderung für den Wissenstransfer, die bislang noch nicht hinreichend adressiert wird (93).

5.5.3.5 Definition

Von fast allen Teilnehmern wurde die fehlende Definition von Tiergesundheit als Hemmnis für den Wissenstransfer zur Tiergesundheit benannt. Aufgrund der unterschiedlichen individuellen Assoziationen erscheint der Begriff Tiergesundheit unscharf

und ist damit geeignet, kommunikativen Missverständnissen und unterschiedlichen Erwartungshaltungen Vorschub zu leisten. Es wurde deutlich, dass abweichende Zielvorstellungen, die von den mentalen Modellen und Wertvorstellungen der Akteure beeinflusst sind, die Kommunikation sowie Ausrichtung und Umsetzungen von Aktivitäten erschweren. Im Zusammenhang mit der Unschärfe des Begriffs Tiergesundheit standen fehlende Regeln und die Notwendigkeit der Messbarkeit als Hemmnisse für den Wissenstransfer zur Tiergesundheit. Damit erweist sich der Begriff „Tiergesundheit“ als nicht hinreichend operationalisierbar. Sundrum [93] schlägt daher vor, sich im Zusammenhang mit der Tiergesundheit auf landwirtschaftlichen Betrieben zunächst den Produktionskrankheiten zuzuwenden, deren Rate quantifizierbar und zwischen den Betrieben vergleichbar ist. Vor allem aber können Prävalenzraten von ausgewählten Produktionskrankheiten als konkrete und damit überprüfbare Zielgrößen angestrebt und gehandhabt werden.

Die Fokussierung auf Produktionskrankheiten anstelle des allgemeineren und nicht eindeutig definierbaren Begriffs Tiergesundheit könnte helfen, die Unschärfe des Begriffs Tiergesundheit zu überwinden. Produktionskrankheiten sind anhand beschreib- und messbarer Kriterien definierbar, so dass Zielgrößen in Form von akzeptablen Prävalenzraten formuliert werden können. Messbare Kriterien sind sowohl für die Zielausrichtung bedeutsam als auch für die Erfassung der Diskrepanz zwischen Soll- und Ist-Werten. Aus der Spannung zwischen angestrebten Zielen und der Wahrnehmung der Realität resultiert ein Problembewusstsein und damit ein Bedarf an Wissen, eine Voraussetzung für den Wissenstransfer (41; 62). Referenzgrößen können einen Impuls zur Ausrichtung des Netzwerks auf strategische Ziele setzen, in dem sie Bedarf an Wissen schaffen. Die Förderung des Bedarfs an Wissen bezeichnen Liyanage et al. (63) als Hauptstrategie, um ein Innovations-Netzwerk zu optimieren. Die Vereinbarung von Zielen bildet das Kernelement strategischer Planung, welche wiederum die Grundlage für Umsetzungs- und Kontrollaktivitäten liefert (80). Konkrete Ziele schaffen auch die Basis für eine verbesserte Kommunikation zwischen den beteiligten Stakeholdern. Derks et al. (20) untersuchten die Kommunikation von Tierärzten und Landwirten im Zusammenhang mit tierärztlicher Bestandsbetreuung. Sie folgern aus den Studienergebnissen, dass

die Identifikation von und Verständigung über Ziele des Herden-Gesundheitsmanagements eine elementare Notwendigkeit ist, um die Kommunikation zu Fragen der Tiergesundheit und die Umsetzung von Beratungsempfehlungen zu unterstützen.

5.5.4 Ausblick

Der Komplexität des biophysikalischen und sozioökonomischen Systems begegnen die beteiligten Akteure bewusst und unbewusst mit unterschiedlichen Mechanismen der Komplexreduktion. Im sozialen Kontext und der Ebene des individuellen Akteurs ist es die Sinnggebung und die Bildung mentaler Modelle (75). Auf der betrieblichen Ebene, bzw. der Ebene der Wissenschaft stellt die Spezialisierung eine Form der Komplexreduktion dar. Sowohl die Bildung mentaler Modelle als auch die unterschiedlichen Formen der Spezialisierung unterliegen der Tendenz der Selbstreferenzialität, in dem Vorhandenes eher bestätigt als in Frage gestellt wird. Durch eine fortschreitenden Segmentierung und Spezialisierung der Akteure und Organisationen des landwirtschaftlichen Wissenssystems haben sich die dort vertretenen Vorstellungen von Landwirtschaft immer weiter von der landwirtschaftlichen Realität entfernt (56).

Das etablierte landwirtschaftliche Wissenssystem entstand vorwiegend unter der Prämisse der Produktivitätssteigerung und hat sich zur Unterstützung dieses Ziels bewährt (101). Zur Erreichung qualitativer Ziele, wie einem verminderten Auftreten von Produktionskrankheiten in der Nutztierhaltung ist dieses System nicht *per se* qualifiziert, weil die impliziten Ziele des Wissenssystems (Produktionssteigerung, Gewinnmaximierung) einem Streben nach besserer Tiergesundheit teilweise entgegenstehen.

Die gesellschaftlichen Anforderungen kennzeichnen einen Wechsel zu einer post-produktivistischen Form der Landwirtschaft, in der verstärkt qualitative anstelle von quantitativen Zielen in den Vordergrund rücken (56; 101). Dieser Wechsel erfordert grundlegende Veränderungen des landwirtschaftlichen Wissenssystems, das mit abweichenden privaten und öffentlichen Interessen umgehen muss (11; 56). Auch das im agrarischen Wissenssystem bisher vorherrschende Konzept von technologie- und marktorientierter Innovation bedarf einer Weiterentwicklung. Die Ausrichtung von Innovationen auf qualitative Ziele bedarf der Unterstützung durch normative Gestaltung der Rahmenbedingungen (56; 88; 89).

Die Autoren vertreten die Hypothese, dass der Prozess eines erfolgreichen Wissenstransfers, der zu einer Anreicherung des impliziten Wissens und zu messbaren Veränderungen, also einer Wirkung in der Praxis führt, nur ablaufen kann, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Zu diesen zählen (i) die Definition eines Zieles, (ii) die Etablierung von Methoden zur Analyse betrieblicher Zusammenhänge als komplexes System, (iii) die Entwicklung von Methoden zur Abschätzung der Effizienz in einem spezifischen Systemkontext, (iv) die Benennung der Kontextvariabilität des bekannten Wissens sowie (v) die Schaffung ökonomischer Anreize.

1. Definition eines Zieles

Um einen Bedarfs an Wissen feststellen zu können, ist der Abgleich mit einem anzustrebenden Zielzustand erforderlich. Für den Bereich der Tiergesundheit sind diese Ziele bislang nicht allgemeingültig bzw. als Norm formuliert. Daraus resultieren individuell abweichende Wahrnehmungen von Wissensbedarf, unklare Verantwortlichkeiten und Missverständnisse zwischen Stakeholdern der Tiergesundheit. Eine erste Voraussetzung zur Unterstützung des Wissenstransfers zur Verminderung des Auftretens von Produktionskrankheiten in der landwirtschaftlichen Praxis ist demnach die Definition von Zielgrößen für die Häufigkeit des Auftretens von Produktionskrankheiten. Für den Bereich der Tiergesundheit kann die Notwendigkeit der Zieldefinition aus dem gesellschaftlichen Auftrag abgeleitet werden, der seinen Niederschlag u.a. in öffentlich finanzierten Forschungsvorhaben zum Tierschutz, zur Verminderung des Medikamenteneinsatzes und zur Verbesserung der Tiergesundheit findet. Ausgangspunkt einer Diskussion um Zielgrößen könnte die durchschnittliche Prävalenz von Produktionskrankheiten in der Nutztierhaltung in Deutschland, bzw. Abweichungen davon sein.

2. Anwendung systemischer Methoden für die Betriebsanalyse

Die zweite Voraussetzung ist die Anpassung und Etablierung von Methoden zur Analyse und Diagnose komplexer, offener Systeme die eine Abschätzung der Wirksamkeit im spezifischen Systemkontext ermöglicht, für die betriebliche Analyse und Beratung. Erst die Analyse des konkreten Betriebssystems, welches den Kontext für das anzuwendende Wissen bildet, erlaubt eine Hypothesenbildung darüber, welches Wissen in Form von konkreten Maßnahmen zu einer Veränderung der Ausgangssituation in Richtung

des angestrebten Zieles führen könnte. Pauschale „best praxis“ Empfehlungen berücksichtigen sie spezifischen Bedingungen in der Einzelfallsituation häufig nicht und sind daher in ihrer Wirksamkeit kaum einzuschätzen.

3. Umgang mit Kontextvariabilität

Im Zusammenhang mit der Betrachtung des Betriebes als System steht die dritte Voraussetzung für den erfolgreichen Wissenstransfer, welche die Erzeuger der Informationen betrifft: die deutliche Benennung der Kontextvariabilität des expliziten Wissens. Erst die Kenntnis des Kontextes, in dem oder für den bestimmte Informationen gewonnen wurden und gültig, bzw. wirksam sind, ermöglicht die Auswahl von passendem Wissen für einen spezifischen Betriebskontext.

4. Betriebsspezifische Einschätzung der Effizienz

Die systemische Betrachtung muss als vierte Voraussetzung auch die Bewertung der Effizienz von Maßnahmen beinhalten. Im Zusammenhang mit Produktionskrankheiten verspricht die Anwendung von Wissen in Form spezifischer Maßnahmen, selbst wenn diese im Kontext wirksam sind, nicht automatisch einen positiven ökonomischen Effekt. Damit trägt nicht jedes Wissen zur Überlebensfähigkeit des übergeordneten Systems des Betriebes bei, die unter den gegebenen Rahmenbedingungen stärker durch die ökonomische Bilanz als die Prävalenz von Produktionskrankheiten bestimmt wird. Eine betriebsspezifische Einschätzung der Effizienz ermöglicht die Priorisierung ökonomisch sinnvoller Maßnahmen.

5. Schaffung ökonomischer Anreize

Die fünfte Voraussetzung für einen erfolgreichen Wissenstransfer zur Reduzierung der Produktionskrankheiten ist schließlich die Gestaltung eines sozioökonomischen Umfeldes, in dem Aufwendungen zur Verminderung von Produktionskrankheiten auch ökonomisch sinnvoll sind. Eine positive Unterscheidung der Prozessqualität guter Tiergesundheit, die ihren Ausdruck beispielsweise in niedrigen Erkrankungs- und Mortalitätsraten findet, müsste sich in höheren Erlösen für die Erzeuger widerspiegeln.

5.6 Schlussfolgerungen

Als bedeutendes Hemmnis im Wissenstransfer zur Verbesserung der Tiergesundheit in der landwirtschaftlichen Praxis wurde die subjektive Wahrnehmung der am Wissenstransfer beteiligten Personen identifiziert, die in einem systemtheoretischen Verständnis als Charakteristikum autopoietischer Systeme und damit auch der einzelnen sozialen Akteure verstanden werden muss.

Die Überführung des in zunehmendem Maße verfügbare spezifische Wissen im Zusammenhang mit Produktionskrankheiten in subjektives Handlungswissen ist erheblich von individuellen Wahrnehmungsmustern zur Identifikation von Problemen abhängig (8; 73; 81). Der Transfer dieses Wissens folgt somit nicht in erster Linie externen Referenzen wie einem gesellschaftlichen Wunsch nach gesünderen Nutztieren oder dem One-Health Konzept. Vielmehr liegt die entscheidende Referenz für die selektive Aufnahme von Informationen in der individuellen Wissensstruktur und der daraus resultierenden Problemwahrnehmung der beteiligten Akteure. In einer Situation des Informationsüberflusses dürfte der Bedarf an Wissen den Transfer von Information zu Wissen stärker bestimmen als das Angebot an Wissen. Um den Bedarf an Wissen für den spezifischen Bereich zu erhöhen, sollten Zielvorgaben in Form akzeptabler Prävalenzraten von Produktionskrankheiten etabliert werden. Die Ausrichtung auf ein Ziel anstelle des Fokus auf den Weg (z.B. das Propagieren von Maßnahmen und Methoden oder partizipative Konzepte ohne klare Zielvorgabe) anerkennt die Komplexität der Kontextgebenden offenen Systeme, welche eine Vielzahl möglicher Wege beinhaltet.

5.7 Danksagung

Die Förderung des Vorhabens erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (Projekt 12OE016). Ein besonderer Dank gilt Alexandra Bielecke vom Schulz von Thun Institut für Kommunikation für die fachliche Unterstützung sowie allen Teilnehmern der Workshops für die offenen und konstruktiven Reflexionen.

5.8 Literatur

1. Abel, N.; Ross, H.; Walker, P., 1998: Mental Models in Rangeland Research, Communication and Management. In: *The Rangeland Journal*, Jg. 20, H. 1, S. 77.
2. Alrøe, H. F.; Noe, E., 2008: What makes organic agriculture move: protest, meaning or market? A polyocular approach to the dynamics and governance of organic agriculture. In: *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, Jg. 7, H. 1, S. 5–22. <http://dx.doi.org/10.1504/IJARGE.2008.016976>.
3. Alrøe, H. F.; Noe, E., 2010: Multiperspectival science and stakeholder involvement: Beyond trans-disciplinary integration and consensus. In: I. Darnhofer (Hrsg.): *Building sustainable rural futures. The added value of systems approaches in times of change and uncertainty*. Vienna: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, S. 527–533. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2013/20133409823.pdf>.
4. Arce, A.; Long, N., 1987: The dynamics of knowledge interfaces between Mexican agricultural bureaucrats and peasants: a case study from Jalisco. In: *Boletín de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, H. 43, S. 5–30. <http://www.jstor.org/stable/25675346>.
5. Axelrod, R., 1976: *Structure of Decision* Princeton. The Cognitive Maps of Political Elites.
6. Bateson, P., 1991: Assessment of pain in animals. In: *Animal Behaviour*, Jg. 42, H. 5, S. 827–839.
7. Bawden, R., 2010: Messy Issues, Worldviews and Systemic Competencies. In: C. Blackmore (Hrsg.): *Social Learning Systems and Communities of Practice*. London: Springer London, S. 89–102.
8. Beratan, K. K., 2007: A cognition-based view of decision processes in complex social–ecological systems. In: *Ecology and Society*, Jg. 12, H. 1, S. 27.
9. Böcher, M.; Krott, M., 2016: *Science makes the world go round successful scientific knowledge transfer for the environment*. [Cham]: Springer.
10. Borgatti, S. P.; Everett, M. G.; Freeman, L. C., 2002: *Ucinet. Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies. <https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>.
11. Brunori, G.; Rand, S.; Proost, J., 2008: Towards a conceptual framework for agricultural and rural innovation policies. IN-SIGHT-Project. <https://goo.gl/6gW5gn>, Zugriff am 05.09.2018.
12. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2016: *Forschungsförderung im BÖLN für eine ökologische und nachhaltige Landwirtschaft*. https://www.bundesprogramm.de/fileadmin/2-Dokumente/brosch%C3%BCren/broschuere_forschungsmanagement1.pdf, Zugriff am 06.09.2018.
13. Bürgel, H. D. (Hrsg.), 1998: *Wissensmanagement Schritte zum intelligenten Unternehmen*. Berlin [u.a.]: Springer.
14. Carlile, P. R.; Reber, E. S., 2003: Into the Black Box: The Knowledge Transformation Cycle. In: *Management Science*, Jg. 49, H. 9, S. 1180–1195.
15. Chambers, R., 2009: Foreword. In: I. Scoones; J. Thompson und R. Chambers (Hrsg.): *Farmer First Revisited*. Practical Action Publishing, S. ix–xv.
16. Clarkson, M. B. E., 1995: A Stakeholder Framework for Analyzing and Evaluating Corporate Social Performance. In: *The Academy of Management Review*, Jg. 20, H. 1, S. 92–117. <http://www.jstor.org/stable/258888>.
17. Craik, K. J. W., 1943: *The Nature of Explanation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
18. Cupchik, G., 2001: Constructivist Realism. An Ontology That Encompasses Positivist and Constructivist Approaches to the Social Sciences. In: 2001, Jg. 2, H. 1. <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/968/2112>.
19. Davenport, T. H.; Prusak, L., 1998: *Wenn Ihr Unternehmen wüßte, was es alles weiß ... Das Praxishandbuch zum Wissensmanagement*. Landsberg/Lech: mi, Verl. Moderne Industrie.
20. Derks, M.; van Woudenberg, B.; Boender, M.; Kremer, W.; van Werven, T.; Hogeveen, H., 2013: Veterinarian awareness of farmer goals and attitudes to herd health management in The Netherlands. In: *The Veterinary Journal*, Jg. 198, H. 1, S. 224–228. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023313003419>.

21. Diehl, K.; Beblek, A.; Luckas, M.; Hecker, S., 2012: Interview: „Transfer ist eine Herausforderung“. In: ForschungsReport Ernährung - Landwirtschaft - Verbraucherschutz, H. 2. http://www.bmelvforschung.de/no_cache/de/startseite/veroeffentlichungen/forschungsreport/archiv/forep-2012-2.html, Zugriff am 04.09.2014.
22. Dillon, E. J.; Hennessy, T.; Howley, P.; Cullinan, J.; Heanue, K.; Cawley, A., 2018: Routine inertia and reactionary response in animal health best practice. In: *Agriculture and Human Values*, Jg. 35, H. 1, S. 207–221.
23. Dockès, A.-C.; Tisenkopf, T.; Bock, B. B., 2012: The concept of agricultural knowledge and innovation systems. In: EU SCAR (Hrsg.): *Agricultural knowledge and innovation systems in transition. A reflection paper*. Brussels: EUR-OP; Publications Office, S. 23–46. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/publications/agricultural-knowledge-and-innovation-systems>.
24. Doyle, J. K.; Ford, D. N., 1998: Mental models concepts for system dynamics research. In: *System Dynamics Review*, Jg. 14, H. 1, S. 3–29.
25. Doyle, J. K.; Ford, D. N., 1999: Mental models concepts revisited. Some clarifications and a reply to Lane. In: *System Dynamics Review*, Jg. 15, H. 4, S. 411–415. [http://https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1727\(199924\)15:4<411::AID-SDR181>3.0.CO;2-R](http://https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1727(199924)15:4<411::AID-SDR181>3.0.CO;2-R).
26. Ellingsen, K.; Zanella, A. J.; Bjerkås, E.; Indrebø, A., 2010: The Relationship between Empathy, Perception of Pain and Attitudes toward Pets among Norwegian Dog Owners. In: *Anthrozoös*, Jg. 23, H. 3, S. 231–243.
27. Eppler, M. J.; Pfister, R., 2012: *Sketching at work 35 starke Visualisierungs-Tools für Manager, Berater, Verkäufer, Trainer und Moderatoren*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
28. Eshuis, J.; Stuiiver, M., 2005: Learning in context through conflict and alignment: Farmers and scientists in search of sustainable agriculture. In: *Agriculture and Human Values*, Jg. 22, H. 2, S. 137–148.
29. EU SCAR (Hrsg.), 2012: *Agricultural knowledge and innovation systems in transition. A reflection paper*. Brussels: EUR-OP; Publications Office.
30. Forrester, J. W., 1994: Policies, decisions, and information sources for modeling. In: J. D. W. Morecroft und J. Sterman (Hrsg.): *Modeling for learning organizations*. Portland, Or: Productivity Press, S. 51–84.
31. Freeman, R. E., 1984: *Strategic management a stakeholder approach*. Boston: Pitman.
32. Füllsack, M., 2009: Gleichzeitige Ungleichzeitigkeit: Emergenz und die Parallelität aggregierter Dynamiken. In: *Conceptus*, Jg. 38, H. 93, S. 83–114. <http://homepage.univie.ac.at/manfred.fuellsack/emergenz.pdf>.
33. Garforth, C., 2015: Livestock Keepers’ Reasons for Doing and Not Doing Things Which Governments, Vets and Scientists Would Like Them to Do. In: *Zoonoses and Public Health*, Jg. 62, s1, S. 29–38. <http://https://doi.org/10.1111/zph.12189>.
34. Godin, B., 2006: The Linear Model of Innovation. In: *Science, Technology, & Human Values*, Jg. 31, H. 6, S. 639–667.
35. Gray, S. A.; Zanre, E.; Gray, S. R. J., 2014: Fuzzy Cognitive Maps as Representations of Mental Models and Group Beliefs. In: E. I. Papageorgiou (Hrsg.): *Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 29–48.
36. Hall, R. I.; Aitchison, P. W.; Kocay, W. L., 1994: Causal policy maps of managers: Formal methods for elicitation and analysis. In: *System Dynamics Review*, Jg. 10, H. 4, S. 337–360.
37. Harris, S. G., 1994: Organizational Culture and Individual Sensemaking: A Schema-Based Perspective. In: *Organization Science*, Jg. 5, H. 3, S. 309–321. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.5.3.309>.
38. Hudson, J. T.; Slater, M. R.; Taylor, L.; Scott, H. M.; Kerwin, S. C., 2004: Assessing repeatability and validity of a visual analogue scale questionnaire for use in assessing pain and lameness in dogs. In: *American Journal of Veterinary Research*, Jg. 65, H. 12, S. 1634–1643.
39. Hueston, W. D.; van Klink, E. G.M.; Rwego, I. B., 2018: One Health Leadership and Policy. In: J. A. Herrmann und Y. J. Johnson-Walker (Hrsg.): *Beyond One Health. From Recognition to Results*. Newark: John Wiley & Sons, Incorporated, S. 269–278.

II. Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit:

40. Jahn, T.; Lux, A.; Klipstein, A., 2010: Vom Wissen zum Handeln - Grundlagen des Wissenstransfers. Knowledge Flow Paper No 8. http://www.bik-f.de/files/publications/kfp_nr-8_neu_d667d3.pdf, Zugriff am 04.09.2014.
41. Jansen, J.; Lam, T. J.G.M., 2012: The Role of Communication in Improving Udder Health. In: *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, Jg. 28, H. 2, S. 363–379.
42. Jarvis, L. S.; Valdes-Donoso, P., 2018: A Selective Review of the Economic Analysis of Animal Health Management. In: *Journal of Agricultural Economics*, Jg. 69, H. 1, S. 201–225. <http://https://doi.org/10.1111/1477-9552.12131>.
43. Jensen, M. C.; Meckling, W. H., 1995: Specific and General Knowledge, and Organizational Structure. In: *Journal of Applied Corporate Finance*, Jg. 8, H. 2, S. 4–18.
44. Johnson-Laird, P. N., 1983: *Mental models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press.
45. Johnson-Laird, P. N., 2010: Mental models and human reasoning. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Jg. 107, H. 43, S. 18243–18250.
46. Jones, N.; Ross, H.; Lynam, T.; Perez, P.; Leitch, A., 2011: Mental Models: An Interdisciplinary Synthesis of Theory and Methods. In: *Ecology and Society*, Jg. 16, H. 1, S. 46. <https://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art46/>, Zugriff am 27.08.2018.
47. Jones, P. J.; Marier, E. A.; Tranter, R. B.; Wu, G.; Watson, E.; Teale, C. J., 2015: Factors affecting dairy farmers' attitudes towards antimicrobial medicine usage in cattle in England and Wales. In: *Preventive veterinary medicine*, Jg. 121, 1-2, S. 30–40.
48. Jones, P. J.; Sok, J.; Tranter, R. B.; Blanco-Penedo, I.; Fall, N.; Fourichon, C.; Hogeveen, H.; Krieger, M. C.; Sundrum, A., 2016: Assessing, and understanding, European organic dairy farmers' intentions to improve herd health. In: *Preventive veterinary medicine*, Jg. 133, S. 84–96.
49. Jonge, J. de; Trijp, H. C. M. van, 2013: Meeting Heterogeneity in Consumer Demand for Animal Welfare: A Reflection on Existing Knowledge and Implications for the Meat Sector. In: *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, Jg. 26, H. 3, S. 629–661.
50. Kahneman, D., 2012: *Schnelles Denken, langsames Denken*. München: Siedler.
51. Kearney, A. R.; Kaplan, S., 1997: Toward a Methodology for the Measurement of Knowledge Structures of Ordinary People. In: *Environment and Behavior*, Jg. 29, H. 5, S. 579–617.
52. Kielland, C.; Skjerve, E.; Østerås, O.; Zanella, A. J., 2010: Dairy farmer attitudes and empathy toward animals are associated with animal welfare indicators. In: *Journal of dairy science*, Jg. 93, H. 7, S. 2998–3006.
53. Kielland, C.; Skjerve, E.; Zanella, A. J., 2009: Attitudes of veterinary students to pain in cattle. In: *Veterinary Record*, Jg. 165, H. 9, S. 254–258. <http://veterinaryrecord.bmj.com/content/165/9/254>.
54. King, P. M.; Kitchener, K. S., 1994: *Developing reflective judgment. Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. 1. Auflage. San Francisco: Jossey-Bass.
55. Klinkert, H., 2009: *Communication in veterinary advice. Pilot study of veterinarian – dairy farmer interaction during consultancy*. Master thesis. Utrecht. <http://igitur-archive.library.uu.nl/student-theses/2009-0805-200242/UUindex.html>, Zugriff am 22.07.2013.
56. Knickel, K.; Brunori, G.; Rand, S.; Proost, J., 2009: Towards a Better Conceptual Framework for Innovation Processes in Agriculture and Rural Development: From Linear Models to Systemic Approaches. In: *The Journal of Agricultural Education and Extension*, Jg. 15, H. 2, S. 131–146.
57. Krieger, M.; Schwabenbauer, E.-M.; Hoischen-Taubner, S.; Emanuelson, U.; Sundrum, A., 2017: Graph-based impact analysis as a framework for incorporating practitioner knowledge in dairy herd health management. In: *Animal : an international journal of animal bioscience*, S. 1–10.
58. Krogh, G. v., 1998: Care in Knowledge Creation. In: *California Management Review*, Jg. 40, H. 3, S. 133–153.
59. Krogh, G. v.; Roos, J., 1995: *Organizational Epistemology*. New York: Macmillan.
60. Küster, A.; Lehmann, S.; Hein, A.; Schönfeld, J., 2013: Antibiotika in der Umwelt – Wirkung mit Nebenwirkung. In: *UMID. Umwelt und Mensch - Informationsdienst*, H. 1, S. 18–28. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/publikationen/umid0113.pdf>.

61. Lam, T. J. G. M.; Jansen, J.; van den Borne, B. H. P.; Renes, R. J.; Hogeveen, H., 2011: What veterinarians need to know about communication to optimise their role as advisors on udder health in dairy herds. In: *New Zealand veterinary journal*, Jg. 59, H. 1, S. 8–15.
62. Leeuwis, C.; Ban, A. van den, 2004: *Communication for rural innovation. Rethinking agricultural extension*. 3. Auflage. Oxford, Ames, Iowa: Blackwell Science; Iowa State Press, for CTA.
63. Liyanage, C.; Elhag, T.; Ballal, T.; Li, Q., 2009: Knowledge communication and translation – a knowledge transfer model. In: *Journal of Knowledge Management*, Jg. 13, H. 3, S. 118–131..
64. Maertens, A.; Barrett, C. B., 2013: Measuring Social Networks' Effects on Agricultural Technology Adoption. In: *American Journal of Agricultural Economics*, Jg. 95, H. 2, S. 353–359.
65. Maruyama, M., 1978: Endogenous research and polyocular anthropology. In: R. E. Holloman und S. A. Arutiunov (Hrsg.): *Perspectives on ethnicity*. Walter de Gruyter, S. 79–126.
66. Maruyama, M., 2004: Peripheral Vision: Polyocular Vision or Subunderstanding? In: *Organization Studies*, Jg. 25, H. 3, S. 467–480.
67. Maturana, H. R.; Varela, F. J., 1980: *Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living*.
68. MAXQDA, Software für qualitative Datenanalyse, 1989 - 2018. Berlin, Deutschland: VERBI Software. Consult. Sozialforschung GmbH.
69. Mayring, P., 2010: *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 11. Auflage. Weinheim: Beltz.
70. Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J., 1992: *Beyond the limits. Confronting global collapse, envisioning a sustainable future*. Post Mills, Vt.: Chelsea Green Publ.
71. Mohr, H., 1999: *Wissen - Prinzip und Ressource*. Berlin: Springer.
72. More, S., 2009: Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry. In: *Irish veterinary journal*, 62 Suppl 4, S5-14.
73. Nerdinger, F. W., 2012: *Grundlagen des Verhaltens in Organisationen*. 3. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.
74. Nichols, M.; Stevenson, L.; Behraves, C. B.; Tauxe, R. V., 2018: Food Safety and Security. In: J. A. Herrmann und Y. J. Johnson-Walker (Hrsg.): *Beyond One Health. From Recognition to Results*. Newark: John Wiley & Sons, Incorporated, S. 61–90.
75. Noe, E.; Alrøe, H. F., 2012: Observing farming systems: Insights from social systems theorie. In: I. Darnhofer; D. P. Gibbon und B. Dedieu (Hrsg.): *Farming systems research into the 21st century. The new dynamic*. Dordrecht, New York: Springer, S. 387–403.
76. Oppermann, R.; Rahmann, G.; Schumacher, U., 2010: Tiergesundheitspläne im ökologischen Landbau : Erfahrungen mit betriebsindividuellen Konzepten zur Verbesserung der Tiergesundheit. In: *Fleischwirtschaft*, Jg. 90, H. 5, S. 92–97.
77. Özesmi, U.; Özesmi, S. L., 2004: Ecological models based on people's knowledge. A multi-step fuzzy cognitive mapping approach. In: *Ecological Modelling*, Jg. 176, H. 1, S. 43–64. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438000300543X>.
78. Payne, J. M., 1972: Production disease. In: *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, H. 133, S. 69–86.
79. Polanyi, M., 1958: *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago.
80. Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K., 2012: *Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. 7. Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag. http://scans.hebis.de/HEBCGI/show.pl?31849650_toc.html.
81. Richert, R. M.; Cicconi, K. M.; Gamroth, M. J.; Schukken, Y. H.; Stiglbauer, K. E.; Ruegg, P. L., 2013: Risk factors for clinical mastitis, ketosis, and pneumonia in dairy cattle on organic and small conventional farms in the United States. In: *Journal of dairy science*, Jg. 96, H. 7, S. 4269–4285.
82. Ringberg, T.; Reihlen, M., 2008: Towards a Socio-Cognitive Approach to Knowledge Transfer. In: *Journal of Management Studies*, Jg. 45, H. 5, S. 912–935.
83. Röling, N., 1992: The emergence of knowledge systems thinking: A changing perception of relationships among innovation, knowledge process and configuration. In: *Knowledge and Policy*, Jg. 5, H. 1, S. 42–64. <https://doi.org/10.1007/BF02692791>.

II. Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit:

84. Röling, N.; Jiggins, J., 2000: The Ecological Knowledge System. In: W. Doppler und J. Calatrava (Hrsg.): Technical and social systems approaches for sustainable rural development. Weikersheim: Margraf Verlag, S. 242–246.
85. Rossi, J.; Garner, S. A., 2014: Industrial Farm Animal Production: A Comprehensive Moral Critique. In: Journal of Agricultural and Environmental Ethics, Jg. 27, H. 3, S. 479–522.
86. Schlippe, A. von; Schweitzer, J., 2012: Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung I. Das Grundlagenwissen. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
87. Schumacher, U.; Fidelak, C.; Koopmann, R.; Weißmann, F.; Snigula, J.; Brüggemann, R.; Naatjes, M.; Simoneit, C.; Bender, S., 2011: Wissenstandsanalyse zur Tiergesundheit aller Nutztierarten im Ökologischen Landbau und 100% Biofütterung. <http://orgprints.org/25088/>.
88. Scoones, I.; Thompson, J., 2009: Farmer first revisited: innovation for agricultural research and development. In: I. Scoones; J. Thompson und R. Chambers (Hrsg.): Farmer First Revisited. Practical Action Publishing, S. 3–30.
89. Smith, A.; Stirling, A.; Berkhout, F., 2005: The governance of sustainable socio-technical transitions. In: Research Policy, Jg. 34, H. 10, S. 1491–1510. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733305001721>.
90. Stahl, G., 2006: Group cognition. Computer support for building collaborative knowledge. Cambridge, Mass., Birmingham, AL, USA: MIT Press; EBSCO Industries Inc.
91. Serman, J. D., 1994: Learning in and about complex systems. In: System Dynamics Review, Jg. 10, 2-3, S. 291–330.
92. Sundrum, A., 2015: Metabolic Disorders in the Transition Period Indicate that the Dairy Cows' Ability to Adapt is Overstressed. In: Animals: an open access journal from MDPI, Jg. 5, H. 4, S. 978–1020.
93. Sundrum, A., 2018: Beurteilung von Tierschutzleistungen in der Nutztierhaltung. In: Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Band 96, Heft 1, Mai 2018. <http://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/189>.
94. Tabara, D. J.; Chabay, I., 2013: Coupling Human Information and Knowledge Systems with social-ecological systems change: Reframing research, education, and policy for sustainability. In: Special Issue: Responding to the Challenges of our Unstable Earth (RESCUE), Jg. 28, H. 0, S. 71–81. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901112002080>.
95. Thiel, M. (Hrsg.), 2002: Wissenstransfer in komplexen Organisationen. Effizienz durch Wiederverwendung von Wissen und Best Practices. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
96. van Asseldonk, M. A.; Renes, R. J.; Lam, T. J. G. M.; Hogeveen, H., 2010: Awareness and perceived value of economic information in controlling somatic cell count. In: Veterinary Record, Jg. 166, H. 9, S. 263–267.
97. Vennix, J. A.M.; Andersen, D. F.; Richardson, G. P.; Rohrbaugh, J., 1992: Model-building for group decision support: Issues and alternatives in knowledge elicitation. In: European Journal of Operational Research, Jg. 59, H. 1, S. 28–41.
98. Vetter, H., 2012: Projektumfeldanalyse. In: A. Rohm (Hrsg.): Change-Tools: Erfahrene Prozessberater präsentieren wirksame Workshop-Interventionen. 5. Auflage. Bonn: ManagerSeminare-Verl.-GmbH, 100 ff.
99. Vidaurre, R.; Lukat, E.; Steinhoff-Wagner, J.; Ilg, Y.; Petersen, B.; Hannappel, S.; Möller, K., 2016: Konzepte zur Minderung von Arzneimittelinträgen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in die Umwelt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/konzepte-zur-minderung-von-arzneimittelintraegen>.
100. Wilkesmann, M.; Wilkesmann, U., 2011: Knowledge transfer as interaction between experts and novices supported by technology. In: VINE, Jg. 41, H. 2, S. 96–112.
101. Wilson, G. A., 2002: Post-Produktivismus in der europäischen Landwirtschaft: Mythos oder Realität? In: Geographica Helvetica, Jg. 57, H. 2, S. 109–126.
102. Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015: Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Gutachten. Berlin. http://www.bmel.de/DE/Ministerium/Organisation/Beiraete/_Texte/AgrVeroeffentlichungen.html, Zugriff am 28.02.2018.

103. Wissenschaftsrat, 2016: Wissens- und Technologietransfer als Gegenstand institutioneller Strategien. Weimar, Positionspapier Drs. 5665-16. <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/5665-16.pdf>, Zugriff am 06.09.2018.
104. Zaksek, M.; Arvai, J. L., 2004: Toward improved communication about wildland fire: mental models research to identify information needs for natural resource management. In: Risk analysis : an official publication of the Society for Risk Analysis, Jg. 24, H. 6, S. 1503–1514.
105. Zins, C., 2007: Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. In: Journal of the American Society for Information Science and Technology, Jg. 58, H. 4, S. 479–493. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.20508>.

6 III. The whole and the parts – a new perspective on production diseases and economic sustainability in dairy farming

Susanne Hoischen-Taubner ^{1,*}, Jonas Habel ¹, Verena Uhlig ², Eva-Marie Schwabenbauer ¹, Theresa Rump-horst ¹, Lara Ebert ¹, Detlev Möller ² and Albert Sundrum ¹

¹ Department of Animal Nutrition and Animal Health, University of Kassel; Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, Germany; sekr.tiereg@uni-kassel.de

² Department of Farm Management, University of Kassel; Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, Germany; bwl@uni-kassel.de

* Correspondence: susanne.hoischen@uni-kassel.de; Tel.: +49 5542 98-1652

Abstract: The levels of production diseases (PD) and the cow replacement rate is high in dairy farming. This is the subject of increasing public debate. They indicate excessive production demands on the cow and a poor state of animal welfare. The purpose of this study was to assess the effect of production diseases on the economic sustainability of dairy farms. The contributions of individual culled cows to the farm's economic performance were calculated, based on milk recording and accounting data from 32 farms in Germany. Cows were identified as 'profit cows' when they reached their individual 'break-even point'. Data from milk recordings (yield and indicators for PD) were used to cluster farms by means of a principal component and a cluster analysis. The analysis revealed five clusters of farms. The average proportion of profit cows was 57.5 %, 55.6 %, 44.1 %, 29.4 % and 19.5 %. Clusters characterized by a high proportion of cows with metabolic problems and high culling and mortality rates had lower proportions of profit cows, somewhat irrespective of the average milk-yield per cow. Changing the perception of PD from considering it as collateral damage to a threat to the farms' economic viability might foster change processes to reduce production diseases.

Keywords: Profit cows, economic sustainability, knowledge transfer, production disease, production disease economics

6.1 Introduction

Animal health and welfare is the subject of increasing importance in social discourse in western European societies and an important feature for considering the external social sustainability of dairy farming [1–3]. It is closely linked to the concept of "one-health" and ultimately to the question of acceptance of intensive livestock production by citizens

and consumers [4,5]. The short lifespan of dairy cows and the level of production diseases are a starting point for consumers' and scientists' criticism of modern dairy systems[6–8].

Production diseases reflect production induced stressors and indicate an overstressing of the ability of animals to adapt and cope with suboptimal living conditions. They cause pain, suffering and injury and indicate poor animal welfare [9,10]. Lameness, metabolic disorders, or mammary and uterine infections are not related to a single cause but are affected by multiple factors. In this context, farm management plays a pivotal role in guarding against production diseases [11,12]. At the same time, production diseases have a substantial impact on the economic performance of the farm due to a reduced milk yield and an increase in involuntary culling [2,13,14]. Additionally, antimicrobials and other pharmaceutical substances are used to mitigate economic losses reinforcing concerns about antimicrobial resistance and residues [15]. An important and often underestimated cost due to diseases is the cost of culling. The term culling is used in different ways in the literature [16]. Referring to the definition used in Germany, the term culling here includes on farm death of cows and all sales for slaughter. Sales for breeding purposes are excluded. Voluntary and involuntary culling need to be regarded as distinctively different. Voluntary culling occurs, when the farmer decides to replace a cow for reasons other than disease or injury. This may be economically desirable when a cow has exceeded the peak of her milk production which is usually after her fifth parity [17]. However, few cows reach this age. According to Hare et al. [18], the average number of completed lactations for cows leaving the herd in the USA is three with a trend towards a shorter productive life. Vries and Marcondes [17] refer to an average productive life of 2.5 to 4 years in developed countries and of less than 3 years in the USA. Dairy cows have an average productive life of 3 lactations and are on average 5.4 years old when culled in Germany [19]. About 35 % of the dairy herd is replaced each year in Germany [20]. Overton and Dhuyvetter [21] reported an average herd turnover due to mortality and culling for 50 US dairy herds of 39 %, ranging from 25 to 51 %. If 50 % of calves are female, even raising every single female calf as a replacement heifer for a culled cow would not be enough to keep the herd size stable where the replacement rate exceeds one third [21]. Only the use of sex-sorted semen resulting in more female calves or purchasing heifers can close the gap. Raising heifers requires substantial resources in feed,

labor, and housing. Increased culling rates require substantial greater numbers of heifers to be raised and in consequence a higher consumption of resources in order to provide enough replacements [22,23].

From the perspective of animal science, huge efforts have been made in gaining knowledge on factors affecting the health of dairy cows. Several research projects investigated production diseases from different perspectives such as animal nutrition and metabolism [9,24,25], economics [15,26], veterinary science [27–29] and breeding and genetics [30–32] in addition to fundamental approaches [33]. Further research in the field of social science [34–36], veterinary advice [37–39], and agricultural extension and knowledge exchange [40–42] focused on barriers to the implementation of new knowledge aiming to reduce the prevalence of production diseases and discussed ethical perspectives [7,43,44]. Some studies explicitly addressed the systemic nature of animal health in the farming context [45] and followed a transdisciplinary and participatory research design involving expertise from different disciplines as well as stakeholders' knowledge [46,47].

Despite the vast amount of knowledge on hygiene, nutrition, milking technology etc. that is accessible in the literature and has been disseminated [33], the levels of (subclinical) production diseases remain high in modern dairy farms [48–51]. The cause(s) for the perceived “know-do” gap, i.e., the gap between what is known and what is done [52] are numerous. The linear model of knowledge transfer is often criticised for not being able to adequately deal with complex real-world situations [53–55]. A lack of success in transferring knowledge was disclosed in other domains where an impact of new knowledge was intended to have an effect in practice. Chapman [56] refers to failure rates of 70 % up to 80 % for adaptive environmental and sustainability initiatives reported in literature. Wells and McLean [57] refer to organisational literature on change and report failure rates up to 90 % for change initiatives. The complexity of the interactions between biological (animal) and social systems (farm) hampers the implementation of knowledge to reduce the level of production diseases in livestock farming [58].

In this paper, we examine the importance of the individual farm context to assess the impact of impaired animal health on the economic sustainability of the farm. We hypothesize that the individual farm context is important for the development of effective

strategies to improve economic sustainability of the dairy branch of a farm and the dairy herd, respectively.

As assessments of aspects of sustainability largely depend on the perspective from which it is done [59], we start with a description of bio-economic relationships at different system levels of dairy farming to shed a light on the conceptual framework of this research. This is followed by results of an assessment of the animal health status on 32 dairy farms in Germany using a new approach dealing with the complexity of production processes by aggregating information from different (system) levels into a new key variable.

6.1.1 Systemic levels in dairy farming

In agriculture the complex nature of animal health, the significance of the (farm) context, and the socio-economic environment is seldom accounted for [60].

Milk production incorporates different systemic levels such as biological (cows) and socio-economic (farm) systems (Abb. 6.1).

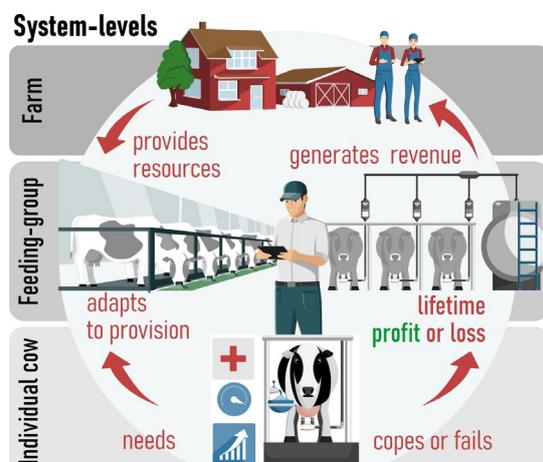


Abb. 6.1: Concept of system levels in a farm relevant for biological and economic sustainability.

Eigene Abbildung

6.1.1.1 Cow level

In dairy farming, the enterprise revenue from marketable products depends largely on the amount of milk produced as the aggregated output of the individual cows. Each cow represents a single biological system with several functional regulatory circuits (e.g., metabolism and behaviour) that aim to sustain the system [63–65]. Like all living (open) systems, cows depend on the input of energy and matter to cover the demand for internal processes of living and

production, i.e., primarily maintenance and lactation.

Lactating cows are challenged by an increasing energy demand due to the onset of milk production. Cows adjust to this demand through massive changes in their metabolism, prioritising energy (glucose) flow to the udder and mobilizing body reserves from fat and tissue [66,67]. The lack of glucose for other functions such as the immune system

poses a risk to the cows' health [24]. Metabolic by-products of the mobilisation of fat and body tissue for energy, changes in the diet affecting rumen microbiota, and further stressors related to calving and the onset of lactation strain the impaired immune system [68–70]. Consequently, many cows suffer from production diseases such as ketosis, uterine and udder infections in early lactation [66,71,72]. However, cows vary considerably in their metabolism and related factors such as milk yield, feed intake, and loss of body weight [73,74].

At the cow level, the biological functions and regulatory circuits work to sustain the animal, thereby relying on sub-systems such as organs or the immune system and at the same time on superordinate levels of the group and the farm (social system, resources). The detection of production diseases depends on signals given by the biological systems of the cows and on a receiver that is sensitive to these signals and able to decide and act on these information (which depends on subjective personal knowledge, attitudes, and the availability of resources) [75,76]. Some signals can be found in the milk which is tested regularly for specific constituents. Data on yield and content of fat, protein and from somatic cell counts amongst others provide information on the cows' health [77,78].

Because dairy farm financial accounts data and the biological data from individual cows are not explicitly connected, the economic relevance of the individual health status (e.g. veterinary costs, milk loss following disease, labour time), the time and circumstances of culling (e.g. rendering services) and other aspects of individual profitability (e.g. age at first calving, feed efficiency) commonly remain hidden at this level. However, the death of a cow defines the end of the refunding of individual costs for rearing and keeping by sales of milk (and meat).

6.1.1.2 Herd / group level

In a systems understanding, the herd or feeding group may not be viewed as a sub-system. However, this level plays an important role in the management of dairy cows and forms the social system for individual cows. Therefore it is outlined here. However, properties assigned to autopoietic systems like self-preservation are not valid for this level.

With increasing herd sizes and reduced farm family or farm staff time available, housing systems for dairy cows have largely changed to open housing systems. For practical reasons cows are treated as a group of animals when it comes to housing and feeding [79]. Consequently, feeding strategies are generally targeted to the average energy need of cows in a group or herd, rather than the specific needs of single individuals which vary from the group's average [80].

Each cow in a group or herd faces similar environmental conditions and uses internal mechanisms to cope. However, cows differ for example in milk yield and body weight, leading to varying energy requirements. Cow-related factors such as genetic disposition, the social position in the group and pre-existing conditions add to the complexity of conditions, that affect the ability of the individual cow to cope [74,81]. This reduces the predictability of effects of measures. Consequently, effects are studied by assessing averages and detecting correlative trends, thereby ignoring the variation in individual reactions.

For the cows, the herd or group functions as a social system, affecting the behaviour, especially when resources like fresh forage or trough spaces are limited. Cows high in herd hierarchy have easier access to limited resources, undermining the assumption of evenly distributed resources to all animals in a group. The group depends on the superordinate level of the farm system, which provides and defines the supply with feed and water, space, and shelter.

Consideration of the dairy herd usually relates to all the dairy cows currently living in the herd (e.g., for calculating energy requirements to adjust feed). However, the reduced lifespan of dairy cows with about 35 % of a dairy herd replaced each year in Germany [20] means that information on productivity for a specific time frame (e.g., a year) includes a significant proportion of data from cows that have died. These cows form the "dead herd" of a farm. From an animal welfare perspective these mainly involuntarily culled cows failed to cope with their environmental conditions [10]. From an economic perspective, the "dead herd" must be paid for by rearing heifers. Although genetic opportunity costs must be considered, the costs associated with high rates of herd turnover are a major barrier to economic success [23].

6.1.1.3 Farm level / dairy branch

While the social systems of the dairy herd and the biological system of the single cow largely function on (complex and interlinked) biological regulatory circuits, the human factor in the shape of the farm manager steers the system at farm level. He/she decides on the partitioning of energy and matter to the sub-systems (farm branches, feeding groups, single animals). The human actors in the farm system are the transceivers of knowledge regarding the health and welfare of dairy cows. They must make their decisions on how and what to provide as input and to take as output from sub-systems while acting under uncertainty about cause and effect and risk of failing to sustain the farm system. The farm is the important unit and level when it comes to change environmental conditions for the dairy herd to allow more animals to sustain. At the same time, efforts related to such changes have to be justified in terms of the farms' economic sustainability.

On the superordinate level, the farm business depends on input in the form of financial revenue from selling products to be able to sustain and provide the required input for different sub systems. Depending on farm size and specialisation, dairy farming is often not the only business segment on a farm but is embedded in the even larger farm system with other enterprises that generate an income (e.g., production of market fruits) and at the same time compete for labour and financial resources for investment. Furthermore, public support such as EU payments is a financial input at the farm level and provides an additional input.

Financial analysis for taxation is based on the farm level, whereas the efficiency of each enterprise within a farm may be calculated for management and controlling reasons by allocating the financial surplus and costs to each enterprise. At the individual enterprise level, the accounting of costs and revenues is based on accumulated and averaged figures such as the total milk yield in a year and the average milk produced per cow and year.

6.1.2 Challenges in evaluating the contribution of individual cows to the economic sustainability of a farm

Management efforts quite often focus on ways to improve or ensure a high milk average yield per cow per lactation or year. It is often used as an indicator or even an objective

in farm management, extension, and for ranking and comparing farms. However, the costs and revenues of a dairy enterprise on a farm with other enterprises cannot easily be allocated to individual animals by simple division. Subject to individual factors such as the age at first calving, milk yield, and days in the herd, and diseases, the contribution of an individual cow to the dairy enterprise's total result show substantial variation. The costs of diseases include the expenditures for diagnosis and treatment which show up in the financial data at herd level. In addition, production diseases are associated with reduced milk yield (e.g., due to changes in the milk glandular tissue subsequent to a mastitis), milk discarded several days after treatments to avoid drug residues, and reduced life expectancy of cows due to on-farm mortality and involuntary culling and the subsequent greater need for replacement heifers. These costs are summarized in the term 'failure costs' [15,82]. These costs vary between the cows.

From the economic point of view, individual cows can only contribute to the financial performance of the farm system when they are able to reach beyond their individual "break-even point". That is, when the revenues for milk and slaughter value exceed the costs for raising the heifer, the full costs for feed and keep and the proportional share of the fix costs of the farm. Those cows are referred to as "profit cows" from here on in this article. A recent study developed approaches at farm level and the individual cow simultaneously by addressing the need to sustain performance at both levels. The core of the concept is the assignment of revenues and costs to the individual animal [83].

A survey of 32 milk producing farms in Germany revealed that a considerable share (about 60 %) of culled dairy cows had not reached their break-even point [83]. The proportion of profit cows in the herd (i.e., culled cows which generated more revenue than costs during lifetime) varied between farms (0 % - 74.1 %).

Taking the proportion of profit cows as an indicator for economic sustainability, the following assessment examined the effects of production diseases on the farms' economic sustainability. Aiming to account for varying contextual conditions in different farm situations, the first question was can farms be characterized by patterns of information on milk production and production diseases based on milk recording data. This would group farms according to their emerging output regarding yield and production diseases rather than certain input factors such as farm size, production- or milking system.

This raises the question if the proportion of profit cows was different between these groups and which consequences could be drawn for the farm management.

This article describes a systemic assessment of economic sustainability for dairy farms which accounts for the complexity of interlinked biological and socio-economical system levels drawing attention to the significance of individual cows' fate and effect on farm economic performance.

6.2 Materials and Methods

6.2.1.1 Farms and animals

Milk recording and economic data were collected over the whole financial year from each of 32 dairy farms in Germany between May 2017 and July 2018. Farms were selected as a convenience sample to cover different farm structures and sizes (Tab. 6.1).

Tab. 6.1: Structure of farms included in the study (n = 32)

Class	Farm size ^a			Herd size ^b		Milk yield ^c		Organic farms ^d number
	n	mean	min - max	mean	min - max	mean	min - max	
< 195 cows	11	138	60 - 290	138	95 - 183	8,030	5,557 – 10,647	4
195 - 800 cows	10	1,103	130 – 2,346	453	239 – 792	9,428	7,581 – 12,739	1
> 800 cows	11	2,225	750 – 5,000	1,327	862 – 2,198	8,551	7,171 – 10,793	0

^a arable land (ha)

^b number of cows after first calving (lactating and dry)

^c kg/305 days in milk

^d Council Regulation (EC) No 834/2007 [84]

Included were five organic dairy farms. All farms used the herd management program HERDE® (dsp agrosoft, Germany) and were located in different regions in Germany. Holstein Friesian cows were the predominant breed (28 farms). Simmental and Brown Swiss were also kept (2 farms each). All farms kept their cows in loose pens, 9 farms offered grazing for lactating cows. 21 farms used total mixed rations and 11 farms followed other feeding regimes such as feeding additional concentrate. Automated milking systems were used in 4 farms (2 farms < 195 cows, 2 farms 195 – 800 cows).

6.2.1.2 Database and calculation of cow data

Information at the cow level was documented in the herd management software and included: (1) lifecycle data of each cow, including birth date, first calving, age at first calving, last calving, culling date and reasons, lactation number (Lact) and days in milk

(DIM). For cows culled during the observation period DIM_{LL} refers to the day of death in their last lactation. (2) milk yield records of the observation period as well as yield data from previous lactations. Milk recording data from monthly or bimonthly milking records of the period monitored (31 and 1 farm/s respectively) included information on somatic cell count (SCC), fat and protein for each test day. Based on these data, common indices were calculated for each cow: total and daily milk yield during lifetime (MY_L kg resp. kg/d), total and daily milk yield in productive live (MY_{PL} kg resp. kg/d), 305-d milk yield; and average daily milk yield during last/culling lactation (MY_{LL}; kg/d). Milk yield was calculated using the test-day-records based on the German ADR system according to the "Test Interval method" described in the ICAR Guidelines [85]. Overall, data on 20,644 cows were available. Of these 4,962 (24 %) were cows culled during the observation periods.

Information from cow individual milk recording data were aggregated at farm level to categorise individual cows in relation to certain thresholds reached at least once in one lactation that ended or began in the year of observation. These thresholds related to milk fat and protein (fat > 5 %, protein < 3 %, fat-protein ratio (FPR) >1.5, fat-protein ratio at the first test day after calving (FPR₁) >1.5) and SCC (>100,000 cells/ml, three consecutive test days > 700,000 cells/ml). The cure rate was calculated from cows with a SCC of more than 100,000 cells/ml) before drying off and less than 100,000 cells/ml at the first test day after calving. Variables were calculated separately for culled and retained cows; the latter were those cows that were living in the herd by the end of the observation period.

6.2.1.3 Calculation of costs

Data at the farm level included information on the herd size. Based on the sum of the days individual cows were present in the herd during the observation period, cow-years were calculated by dividing the total sum by 365 days (observation period). Days present was based on test-day milk record information and calving dates. Data relevant to farm economic performance were collected from financial accounting data. Farm-specific enterprise accounts were developed, following a widely used farm business budget approach of enterprises [86], that summarizes revenues from milk and slaughter as well as feed and other production costs. Factor costs for labour and capital were included. Full costs and revenues of the observation period were used to calculate the average farm-

specific milk price (cent/kg), farm-specific slaughter value (€ per cow), farm-specific average rearing costs (€ per heifer), average farm-specific production costs without costs of rearing dairy heifers (€ per day). Production costs were divided into feed costs (€ per day) and other farm-specific production costs to calculate cow individual production costs, accounting for varying feed costs according to differences in milk yield. Individual cow profit (€) was calculated as the difference between individual revenues (from milk and slaughter) and individual costs (rearing costs and production costs per day). For more details see Habel et al. [83].

6.2.1.4 Statistical analysis

The farm level is relevant for providing the specific conditions under which cows show certain indicators of production diseases. Farms are diverse regarding their specific farming conditions as well as the level of production diseases. Therefore, we aimed to establish a typology of farms based on variables representing an emerging output related to production diseases. Following the procedure described by Köbrich et al. [87], a factor analysis was used to reduce the number of observed variables from test-day milk records and to identify unobserved variables. We applied a principal component analysis (PCA) with varimax rotation to extract the most important independent factors. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure of sampling adequacy and Bartlett's test of sphericity were used to assess the suitability of data. Only factors with eigenvalues ≥ 1 were considered [88–90]. Data on fat and protein content and SCC as well as data on milk yield were selected, aiming to increase sampling adequacy and the explanation of total variance. With the exception of cure rate, variables included in the analysis referred to the culled cows. Cure rate refers to all cows in the herd. This was due to the small number of cows in some farms which prevented the calculation of cure rate for the culled cows separately. Factors were used in a hierarchical cluster analysis using Ward's method [91] aiming for groups of farms with high internal homogeneity and maximum heterogeneity between groups [87]. Starting from individual cases with this method in each step those clusters are merged, which result in the smallest increase of total variance in the new cluster. The method aims to reduce the loss of homogeneity when combining clusters and leads in consequence to homogenous groups. A comparison of means with ANOVA was used to further examine the identified clusters and their interrelation with the proportion of profit cows and other characteristics of the whole herd (culled and living). P-

values below 0.05 were set as an indication of statistical significance. Statistical calculations were performed using IBM® SPSS® Statistics.

6.3 Results

The Kaiser–Meyer–Olkin measure of sampling adequacy was 0.616, representing a medium sampling adequacy, and Bartlett’s test of Sphericity was significant ($p < .001$), indicating that correlations between variables were sufficiently large for performing a PCA [88,89]. The principal component analysis yielded three factors with eigenvalues, exceeding 1 which accounted for 78.4 % of the total variance (Tab. 6.2).

The first component of aggregated variables describing the average daily performance level based on (1) the milk yield per day of living (MY_L), (2) the milk yield per day of milking (MY_{PL}) and (3) their average daily milk yield during last/culling lactation (MY_{LL}), calculated as the milk yield in their last lactation (kg). The second component covered aspects of metabolism, combining information on the percentage of cows showing (1) a FPR above the threshold of 1.5 during the monitoring period (FPR) and (2) in the first test day after calving (FPR_1) and (3) milk fat above 5 % (Fat > 5%). The third component aggregated information on udder ill-health, represented by variables on (1) SCC >700,000/ml milk in three consecutive test days, (2) the cure rate and (3) the percentage of cows with a SCC above 100,000 at one test day in their last lactation.

Based on the three components, the hierarchical cluster analysis identified five clusters represented in the dendrogram in Abb. 6.2.

Tab. 6.2: The rotated factor matrix, result from a principal component analysis on milk recording variables, KMO = 0.616

	Rotated Component Matrix			
	Communalities (Extraction)	Component		
		"Milk yield"	"Metabolism"	"Udder ill- health"
MY _{PL} ^{CC} (kg/day)	0.880	0.936	-0.049	0.029
MY _L ^{CC} (kg/day)	0.879	0.920	0.006	0.183
MY _{LL} ^{CC} (kg/day)	0.835	0.902	-0.003	-0.144
FPR > 1,5% ^{CC} (%) ¹	0.906	0.003	0.952	0.032
FPR_1 > 1,5% ^{CC} (%) ¹	0.884	0.069	0.933	0.092
Fat > 5% ^{CC} (%) ¹	0.733	-0.120	0.846	-0.045
SCC > 100.000 ^{CC} (%) ¹	0.680	0.079	-0.151	0.807
SCC 3 x > 700.000 ^{CC} (%) ¹	0.682	0.187	0.102	0.798
Cure rate ^{AC} (%) ²	0.579	0.330	-0.150	-0.669
% of the total variance explained		30.8	28.0	19.6

Extraction method: Principal component analysis. Rotation method: Varimax with Kaiser Normalization. Rotation converged in 4 iterations. ^{CC} = culled cows; ^{AC} = all cows, culled and persistent; MY_L = daily milk yield during lifetime; MY_{PL} = daily milk yield in productive live; MY_{LL} = average daily milk yield during last lactation; FPR = fat to protein ratio; SCC = somatic cell count ; ¹Proportion of cows that exceeded the threshold on at least one test day; ² Proportion of cows with SCC < 100.000 cells/ml at the first test day from cows with SCC > 100.000 cells/ml at the last test day before dry-off.

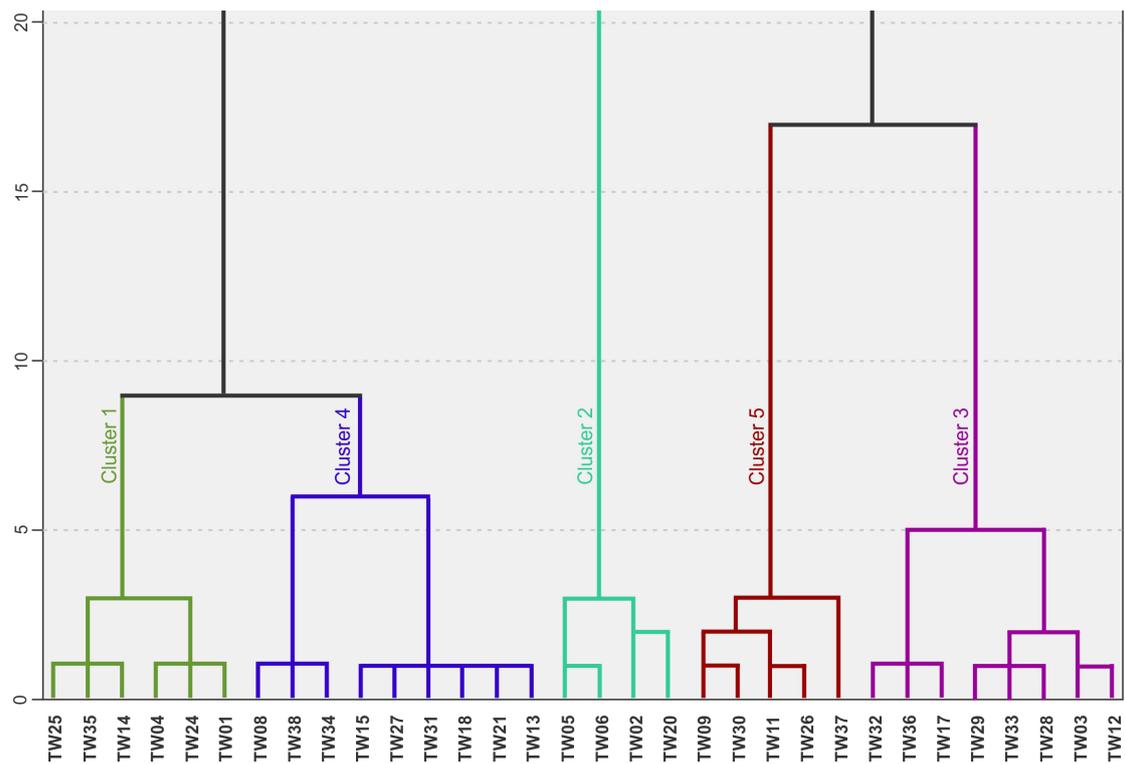


Abb. 6.2: Dendrogram (using Ward linkage) for 32 dairy farms (named TW01 – TW38; 6 farms missing) with five clusters.

Tab. 6.3 shows the final cluster centres representing the average value of components in each cluster, based on variable values estimated in the PCA for each case (farm). The factor milk-yield was dominant in defining Cluster 3 (highest absolute value within the cluster); the factor metabolism had a major influence on defining Cluster 1, and 5, while the factor udder ill-health was most important to define Cluster 2 and 4.

Tab. 6.3: The contribution of the three classification factors to the five cluster centres.

	Cluster				
	1	2	3	4	5
Number of farms	6	4	8	9	5
Milk-yield	0.444	-0.951	1.206	-0.513	-0.777
Metabolism	-0.973	-1.140	0.412	0.043	1.343
Udder ill-health	-0.622	1.632	0.541	-0.919	0.230

Clusters were compared with respect to the proportion of profit cows and other attributes (Tab. 6.4). Profit cows accounted for 57.5 % of culled cows on six farms in Cluster 1. These farms were characterized by the second-highest value for the factors milk yield and metabolism (referring to a small proportion of cows with an indication of metabolic diseases in their test-day results), and the second lowest values for the factor udder ill-

health (i.e., high cure rates and few cows with high cell counts), compared to the other clusters (Tab. 6.3). Accordingly, the cluster can be described as *high performer with good health status*. The six farms in this cluster realized high 305-day milk yield in the whole herd (culled and living, 9,248 kg) and had a low percentage of cows with an FPQ higher than 1.5 in the first test day in a lactation or test day results showing a fat content > 5 %, indicating few cows with metabolic problems. Furthermore, the cure rate in this cluster was the highest (68.7 %). Farms in this cluster had the second highest production costs per day (9.23 €) but on average realized a quite high milk price compared to the other clusters (n.s.) and the highest slaughter value (n.s.). One farm in this cluster was an organic farm with a higher milk price than non-organic farms. The average culling rate was 29 % in this cluster which was slightly lower than the average culling rate of all farms (29.5%).

The second highest proportion of profit cows (55.6 %) was detected in farms of Cluster 2. The four farms of Cluster 2 were characterized by the lowest values for the factors milk yield and metabolism and the highest value for the factor udder ill-health (Tab. 6.3). The cluster can be described as *low performer with impaired udder health*. This low performing cluster had the largest proportion of cows with increased SCC and the lowest cure rate. On average these farms had the highest average cow age of all clusters (n.s.). The age at first calving (28.5 month) and the last calving interval (426 days) was highest in this cluster. The highest milk price of all clusters (45c/kg) and combined with the lowest production costs per day (8.00 €) contributed to a positive effect on the economic performance. Two farms in this cluster were organic farms with a higher milk price, but also both non-organic farms realized relatively high milk prices (39.2c, 42.0c) above the average milk price for non-organic milk (36.9c). This cluster had the lowest culling rate (27.2 %). The cows left the herd later in lactation (DIM_{LL} 258) than in other clusters. Farms in this cluster tended to be smaller.

Cluster 3 ranked at the third position with 44 % of profit cows on average, however showing a quite large variation. Cluster 4 aggregated eight farms with the highest value for milk yield and at the same time the second highest values for the factors udder ill-health and metabolism, indicating higher proportions of cows with impaired udder health and metabolism (Tab. 6.3). Accordingly, the cluster is described as *high performer with impaired health status*. This cluster includes the highest performing farms (average

305-d milk yield 10,138 kg / cow / year) and with the lowest age at first calving (25.7 month). The highest production costs per day per cow (10.20 €) and the lowest milk price (no organic farm in this cluster) were unfavourable conditions regarding the economic success as well as the effect of the second highest on-farm mortality (6.3 %, n.s.). Farms in this cluster managed a low rate of culling of primiparous cows (4.4 %).

In the biggest cluster (Cluster 4) with nine farms, less than a third of all culled cows were profit cows (29.4 %). This cluster was characterized by the lowest values for the factor udder ill-health (indicating few cows with an indication of impaired udder health in their test-day results) in all clusters. The value for the factor milk yield was below average, while the factor metabolism was at a medium level compared to the other clusters. This cluster is described as *average performer with good udder health*. At a medium level of milking performance these farms showed the best results on SCC indicators, and the second highest cure rate (62.3 %). With 3.05 lactations, culled cows were the youngest in all clusters (n.s.) and they left the herd early in the lactation (DIM_{LL} 178). This corresponded with the highest culling rate (32 %, n.s.), especially for primiparous cows (8.4 %). In this cluster, the milk price was at the lowest level for the eight non-organic farms (36.1c). In addition, this group realized the lowest slaughter value (n.s.). With quite some variation, the biggest farms were in this cluster.

In the five farms of Cluster 5 only 19.5 % of culled cows were profit cows. The farms were characterized by the highest values for the factor metabolism and second lowest values for milk yield (Tab. 6.3). This cluster is described as *poor performer with metabolic problems*. At a low performance level farms in this cluster had the highest proportion (35.4 %) of cows showing a fat content of more than 5 % in at least one test day result. At the same time, the calving interval (414 days) was above average (404 days) and the second highest in the five clusters. Farms in this cluster had the second highest culling rate (30.9 %) and the highest on farm mortality (7.3 %), and a high rate of culling of primiparous cows (7.5 %).

Summarizing, farms with a high proportion of profit cows were found in Cluster 1 and Cluster 2 with either high (Cluster 1) or low (Cluster 2) performance levels. The above average milk price plays an important role for farms to realize a larger proportion of profit cows, especially at a low performance level. This differentiated Cluster 2 from

Cluster 5. Metabolic problems were low in Cluster 1 and Cluster 2 in contrast to 4 and 5 which were at a high- and low performance level, respectively.

Smaller proportions of profit cows were found in the clusters with the highest culling rate (Cluster 4 and Cluster 5) and high rates of on-farm mortality (Cluster 3 and Cluster 5). Very high milk performance levels were not associated with the highest proportions of profit cows where production costs were high and the milk price low (Cluster 3). Furthermore, death or culling early in the lactation and culling of quite young cows countered higher proportions of profit cows, even with lower production costs (Cluster 4). A very low share of profit cows was associated with high proportions of cows with metabolic disorders as observed from in test day milk results, especially when this was accompanied by a low performance level, even with production costs at a medium level (Cluster 5). A large share of profit cows was incompatible with high incidences of metabolic problems, a low milk price and / or high culling and mortality rates.

Tab. 6.4: The number of farms and the averages \pm standards deviation of a range of characteristics of dairy farming systems identified by cluster analysis.

	Cluster					Total		
	1	2	3	4	5			
Number of farms	6	4	8	9	5	32		
Profit cows ^{CC} (%)	0.442	0.003	57.5 \pm 11.9	55.6 \pm 10.6	44.1 \pm 20.9	29.4 \pm 17.5	19.5 \pm 16.7	40.1 \pm 21.0
Cow years ^{AC}	0.193	0.198	434 \pm 394	111 \pm 55	486	276 \pm 745	658 \pm 398	488 \pm 451
305-d milk yield ^{AC} (kg)	0.435	0.003	9,248 \pm 1,128	7,580 \pm 786	10,138 \pm 1,696	7,822 \pm 1,126	7,876 \pm 1,130	8,646 \pm 1,578
Milk price (ct)	0.243	0.099	0.40 ¹ \pm 0.07	0.45 ² \pm 0.05	0.37 \pm 0.05	0.37 ³ \pm 0.02	0.39 ⁴ \pm 0.04	0.39 \pm 0.05
slaughter value (€)	0.123	0.452	732 \pm 121	766 \pm 107	680	636 \pm 166	703 \pm 34	692 \pm 127
production costs /day €	0.367	0.012	9.23 \pm 0.83	8.00 \pm 1.22	10.20 \pm 1.37	8.74 \pm 0.76	9.06 \pm 0.57	9.15 \pm 1.17
FPR > 1.5, 1 st test day ^{AC} (%)	0.400	0.007	9.8 \pm 3.0	8.5 \pm 3.4	17.6 \pm 5.8	15.4 \pm 4.8	16.5 \pm 4.5	14.2 \pm 5.6
FPR > 1.5 ^{AC} (%)	0.236	0.110	15.8 \pm 6.0	22.7 \pm 12.9	29.1 \pm 11.9	27.1 \pm 7.5	29.8 \pm 11.6	25.4 \pm 10.6
Fat > 5% ^{AC} (%)	0.429	0.003	18.4 \pm 6.8	24.4 \pm 4.3	30.9 \pm 8.5	32.3 \pm 4.1	35.4 \pm 9.2	28.8 \pm 9.0
SCC > 100,000 ^{AC} (%)	0.538	0.000	61.1 \pm 8.2	80.1 \pm 3.4	69.2 \pm 8.5	58.2 \pm 5.3	67.2 \pm 7.8	65.6 \pm 9.7
SCC 3 x > 700,000 ^{AC} (%)	0.553	0.000	3.7 \pm 1.6	9.4 \pm 4.0	6.7 \pm 1.9	3.1 \pm 1.8	5.8 \pm 1.0	5.3 \pm 2.9
Cure rate ^{AC} (%)	0.462	0.002	68.7 \pm 4.6	46.7 \pm 10.4	58.8 \pm 9.8	62.3 \pm 4.6	57.5 \pm 6.8	59.9 \pm 9.3
Age at first calving ^{AC}	0.369	0.012	26.2 \pm 1.2	28.5 \pm 1.8	25.7 \pm 0.7	26.0 \pm 1.6	27.0 \pm 1.0	26.4 \pm 1.5
Calving interval ^{AC}	0.423	0.004	397 \pm 8	426 \pm 23	399	396 \pm 10	414 \pm 11	404 \pm 16
Culling rate (%)	0.076	0.697	29.0 \pm 6.6	27.2 \pm 4.3	27.8 \pm 6.6	31.8 \pm 7.3	30.9 \pm 7.7	29.5 \pm 6.6
Culling rate primiparous (%)	0.366	0.013	7.7 \pm 3.2	4.1 \pm 1.0	4.4 \pm 2.1	8.4 \pm 2.8	7.8 \pm 3.1	6.7 \pm 3.1
On farm mortality	0.099	0.573	5.1 \pm 2.6	5.2 \pm 3.6	6.3 \pm 3.5	4.8 \pm 2.9	7.3 \pm 1.4	5.7 \pm 2.9
Lact ^{CC}	0.200	0.181	3.3 \pm 0.5	3.9 \pm 0.6	3.4 \pm 0.3	3.1 \pm 0.5	3.5 \pm 0.9	3.4 \pm 0.6
DIM _L ^{CC}	0.309	0.035	196 \pm 35	258 \pm 54	213 \pm 38	178 \pm 37	204 \pm 38	204 \pm 44

^{CC} = culled cows; ^{AC} = all cows, culled and persistent; FPR = fat to protein ratio; SCC = somatic cell count; Lact = lactation number; DIM_L = days in milk in the last / culling lactation; ¹ one organic farm (53.4 c), five non-organic farms (\emptyset 37.7 c); ² two organic farms (\emptyset 48.8 c), two non-organic farms (\emptyset 40.6 c); ³ one organic farm (48.5 c), eight non-organic farms (\emptyset 36.1 c); ⁴ one organic farm (48.5 c), four non-organic farms (\emptyset 36.1 c)

6.4 Discussion

6.4.1 Test day results as systemic output and indicator for farm specific management goals

Farms included in this study covered a wide range of farm types for example regarding their herd size, structure of the farm business (family farm/farm cooperative) and production systems (conventional/organic). They provided their dairy cows with conditions resulting in five different patterns of milk yield and proportions of cows showing an indication on metabolic diseases and impaired udder health evident from milk recording data.

The advantage of using milk records lies in the fact that they are recorded routinely monthly for many dairy farms. They provide information on health traits [77,92,93] while not being affected by subjective judgements as is the case for the documentation of diagnoses and treatments. Test-day milk somatic cell count (SCC) is an established indicator for udder infections [94–96]. Various thresholds to classify a cow with udder infection are used worldwide. However, at a level of more than 100,000 cells/ml (SCC100) an inflammation is the likely cause [97] and this level is established to distinguish cows with healthy udder in Germany [20,98]. Even though more accurate blood tests are required for diagnosis when assessing the metabolic health status of an individual cow, high milk fat and low milk protein percent as well as a fat-to-protein ratio above 1.5 are associated with increasing risks of subclinical ketosis [93,99,100] and provide an information on the metabolic status of the herd.

The proportion of cows showing at least one test day with an SCC100 in this investigation was 65,6 % and 25.4 % of the cows had a fat-to-protein ratio above 1.5 in the early lactation (first 100 days) (Tab. 6.4). According to the assessment scheme applied, a cow was counted as a cow with SCC100, if at least one test-day result per lactation reached this threshold. This cow and lactation-based assessment was chosen to capture long time effects of cured inflammations e.g., on reduced milk yield in the ongoing lactation. However, common assessments of udder health indicators focus on the cross-sectional analysis of the herd or cow individual samples at one test day [20,97]. On a test day base, the proportion of milk samples with an increased SCC100 in this study was 36.4 % (result not shown). In other studies from Germany including samples from 2000 to 2008 the

proportion was 38 % [97] with regional variation between 39.5 and 42.8 % in a recent study involving 723 farms. The proportion of cows with a fat-to-protein ratio above 1.5 in early lactation in the same study ranged from 25.0 to 29.7 % [20]. On a test day base rather than per cow per lactation, the proportion in our data was 23.6 % (result not shown). The slightly better results in our data might be affected by the selection of farms, which as a prerequisite had to use the herd management software 'HERDE' by dsp-agrosoft to participate in the study. This could be related to a higher management standard. While milk recording data can only provide information on some disease complexes and miss others such as lameness, they provide valuable information because they represent an objective measurement of output variables measured on single cows in a herd.

Information from milk recording test-day results are a representation of the cows' ability to cope with its environment [9,64] and are in this context the result of complex system interaction. According to Wells and McLean [57] a systemic perception of change requires management that focuses on shaping the environment. From the recognition of the cows failing to cope with their environment as an indication of a lack of animal welfare follows the obligation to design an environment that is better adapted to the needs of the animals. To change the level of production diseases requires the shaping of an environment from which the desired change, a different level of production diseases may emerge. With this systemic perspective, the individual cow / its malfunction, which might be seen as an indication of a "bad quality" of the cow [81], is regarded less as the cause of production diseases. By focusing on the importance of an environment adjusted to the animals needs in a specific farm situation, the farmer's responsibility for shaping an enabling environment and thus, steering the system, becomes evident. The assessment of farm types implies that shaping a suitable environment for cows to reduce production diseases is linked to the economic sustainability of the farm.

6.4.2 Factor and cluster analysis for farm typology

A typology of farms aims at homogenous groups of farms out of a diverse range of variables. Multivariate statistics can be used to build a typology of farms [87,101]. The number of farms involved in this study is quite low for the application of multivariate statistics. A sample size of at least 50 cases and/or a specific number of cases per variable is usually recommended [90]. However, according to several authors those propositions

were inconsistent and such recommendations on absolute values have gradually been abandoned as misconceived [102–104].

Winter et al. [104] revealed that even small sample sizes well below 50 could yield reliable solutions with exploratory factor analysis. For situations with high communalities, few factors, a simple structure, and large number of variables even sample sizes smaller than 10 were sufficient. Small sample sizes should not ban the application of such analysis, since it might reveal valuable latent patterns [104]. In our analysis, the revealed three factors were well defined, with only weak interfactor correlations well below 0.2 for all variables except for the correlation of cure rate with the still low correlation of 0.3. Furthermore, the communality for all variables was above 0.5 with one variable above 0.9, four variables above 0.8 (Tab. 6.3).

Furthermore, comparing the resulting farm typologies offers explanatory classifications regarding the varying proportion of profit cows for which they were intended. According to Köbrich et al. [87] this confirms the conceptual validity of the farm typology.

Furthermore, farms in this study were selected to reflect the diversity of dairy farms in Germany, thereby providing the variation needed for segmentation. Furthermore, the data involved were objectively measured. Using these data to create homogenous groups does not alter the information at the farm level. However, the typology classification should not be used to predict results e.g., the proportion of profit cows for individual farms. It shows that for farms of different type (regarding yield and production diseases) different management goals should be implemented to align management strategies to increase or ensure a sufficient proportion of profit cows.

Beside the factor milk yield, the PCA distinguished between factors representing metabolic problems and udder health which are however related to different management areas at the farm level. Metabolic problems are strongly related to the adequate supply of energy and feeding resources in relation to the milk yield at the cow level [24]. Somatic cell counts (SCC) as a proxy for mastitis are related to various management practices, mostly about milking hygiene, hygienic conditions in the housing, protecting teats and udder from adverse effects of the milking system and applying control measures as well as effective treatments [78]. However, the effect of various measures was not consistent in different studies, while herd managers attitude on SCC was detected as a meta-factor

with an effect on SCC [76,78]. This emphasizes the effect of farm specific conditions and the role of the farmer, steering the system.

6.4.3 Profitability at the cow level linked to production diseases

As a parameter, the proportion of profit cows brings together economic and welfare criteria at the farm level. Whether a dairy cow reaches her break-even point is affected by cow related factors of production (milk yield) and farm-level economic factors such as the milk price and the farm specific costs for keeping dairy cows [83]. The role of diseases is indirect since diseases affect milk yield, culling decisions, and production costs. At the level of the individual animal, milk yield and early death (lower lactation number and fewer days in milk) determine the economic result of the individual cow [83]. However, from a management perspective the lactation number and especially early culling in the lactation are often the consequence of health problems which are related to metabolic problems, rooted in a negative energy balance in early lactation [24,70]. The results of the cluster analysis indicate that a lower share of cows with indicated metabolic problems in test day results is associated with the bigger share of profit cows in Cluster 1 and Cluster 2. Although milk price was quite high in these clusters (for both conventional and organic production, the low rates of (involuntary) culling and the highest average day of lactation at culling (DIM_{LL}) might explain the higher share of profit cows in those clusters. The smaller proportion of profit cows in Cluster 4 and Cluster 5 seemed to be related to medium milk yield in combination with lower milk prices and an earlier average day of culling (DIM_{LL}). The latter had a significant effect on individual cow profit in some farms [83]. These clusters showed the highest culling rates, especially for primiparous cows. Farms in Cluster 5 also had the highest on-farm mortality of cows. Accordingly, a high proportion of profit cows cannot be achieved with a high rate of culling that reflects the number of cows that ultimately fail to cope within the farming system [105,106]. In the systemic view of dairy farming, the coherence between indicators of metabolic diseases and a lower share of profit cows underlines the nested and interdependent system levels. The lack of energy in early lactation is a major cause for several disease complexes linked to culling decisions. Beside direct consequences of a negative energy balance on metabolic problems, it impacts on reproductive performance and lameness [70,107]. Metabolic problems are a major cause for culling decisions in early

lactation [108,109], whereas failure to reproduce and lameness are important culling reasons later in the lactation [110].

While metabolic diseases seemed to have an effect on the proportion of profit cows which could be explained through the effect on early culling in the lactation, an impaired udder health (Cluster 2 and Cluster 4) is not associated with a lower-than-average proportion of profit cows. However, this might be affected by calculating the individual cow profit from the total amount of milk produced (MY_L) rather than the milk sold. Information on discarded milk due to medical treatments (e.g., of udder infections) were not regularly recorded for individual animals and therefore not available for this analysis. At the farm level, however, about 6.4 % (0.9 – 17.0 %) of the milk recorded was not sold [111]. More data on the discarding of milk from single animals might provide more insight on possible effects of impaired udder health on the proportion of profit cows. The very best results for indicators for udder health were found in Cluster 3 with a low average of 32 % of profit cows. It remains an open question whether the lowest proportion of cows with chronic udder diseases (SCC $3 \times > 700.000$ cells/ml) was a consequence of high culling rates. However, with the 305-day milk yield below average, possible advantages from good udder health were countered by negative effects from the earliest day of culling and the high culling rate.

The milk price is a factor determined outside the farm system, which is difficult to influence. Other economic factors are production costs, which are partly under the control of the farm management (e.g., costs for feeding) but largely related to farm conditions and accounting (e.g., depreciation of buildings and technique). Information from milk recording however comes from the single animals. The cow level is the level where disease parameters are manifested and where action plans must start. Increasing efficiency of dairy farms by intensification was (and still is) a main driver in dairy system policies [112]. Production diseases seem to be regarded as collateral damage: an externality like environmental effects of intensive cropping systems [113]. Negative effects from production diseases on the whole farm system are obscured by aggregated data on costs at the farm level and the lack of information on the costs of invisible failures. Furthermore, the effect of an inefficient dairy enterprise on the whole farm is blurred by EU agricultural payments, which are usually accounted for at the farm level (not the level of the dairy enterprise). Zhu et al. [114] found that a higher degree of public payments in the total

farm income reduced the motivation of farmers to improve efficiency. This study points to an approach that production diseases are not externalities but should be integrated as an emergent intrinsic factor of production processes and management decisions. The approach provides an option on how to deal with culling and production diseases as an essential intrinsic factor of a farm system, which needs to be addressed appropriately to support self-maintenance of dairy cows and dairy farms.

6.4.4 Re-orientation and new management goals

Some realignment is required to overcome the negative side effects established by the productivist approach to dairy farming [113], which culminates (beside the considerable environmental externalities) a loss of dairy cows due to an oversteering of the ability to sustain and the loss of dairy farms due to poor economic results. In the thirty-year period from 1983 to 2013, 6 % of the dairy farms in the older EU member states closed down each year amounting to a decline of 81 % of farms with dairy cows. Farms of all types decreased by 55 % [115] in this period.

The current study highlights the need to shift priorities from milk outputs to a wider range of goals that better sustain the system in the longer term. This takes account of the needs at the different levels in the farming system considering the individual cow level at the same time so that the two levels sustain each other. By taking the single animal into consideration, rather than an average of the herd, the proportion of profit cows is proposed as an indicator of productivity that accounts for the complexity of the dairy farm system. The focus on the economic contribution of cows that left the farm for slaughter or died on the farm addresses the importance of production diseases (the most common reason why cows are culled) for the viability of the farm business. It is a starting point for further analysis (diagnosis) of how cows could be supported, and how the cows' environment could be improved to allow a greater proportion of animals to cope. This would require a farm specific course of action and is in line with claims of Wells and McLean [57] who describe the need for a different type of management that focuses on shaping the environment that allows desirable change to emerge. We argue that aiming for a high 305-day milk yield to increase success of the farm business ignores interconnected factors and negative side effects, even on the economic performance of the farm itself. Consequently, measures need to be identified in the farm-specific context.

This would be supported by multi-perspective and participatory approaches [45]. At the same time, the testing of evidence is shifted from research (generalized results based on averages) to the specific context. This requires sound documentation of data to assess any progress.

We argue that the proportion of profit cows serves as a more sustainable objective for the farm management than other measures of (economic) performance such as 305-day milk yield, milk price or feed costs. It brings more attention to the creation of environmental conditions for the dairy cows that are suited to reduce metabolic stress (Cluster 1 and Cluster 2 with more than 50 % of profit cows) and culling (Cluster 4 and Cluster 5 with less than 30 % of profit cows). The identification of a potential economic benefit, i.e., prevention of losses due to involuntary culling, might foster the awareness for giving attention to single animals and their demands.

The concept of knowledge transfer refers to the paradigm of rational choice, assuming that people will use the information provided (from research findings) to decide on the option with the best utility [56,116,117]. However, social science and psychology have shown that behavioural change depends not solely on the availability of certain information. Kahneman [118] described the strength of loss aversion as a driver which might support consideration of individual cow profit and the share of profit cows an advantage in supporting changes for improved health and welfare in dairy farms.

6.5 Conclusions

The proportion of profit cows was identified for each of five types of farms characterized by milk yield, an indication of metabolic problems, and impaired udder health. These farm types require different strategic approaches to protect and increase the proportion of profit cows in the herd, thus improving economic performance. Identifying the proportion of profit cows in a farm rather than focussing on average milk production traits, such as 305-day milk yield as a measure for success, uncovers synergies between health and longevity of single animals and economic performance of the farm business. It puts a focus on the context-dependence of output variables and requires and allows for various equifinal individual farm solutions. By this, it qualifies as an approach that deals with the complexity of biological and socio-economical system levels. Raising the pro-

portion of profit cows is a suitable strategic goal to provide orientation for the farm management and validation for implemented measures that consider heterogeneous farming conditions. It addresses the need to shape environmental conditions for the dairy cows to allow for a desired outcome, rather than to strive for measures that generalize farm performance. Joining economic results and animal health and welfare of individual animals is a way to change the perception of production diseases from a collateral damage to a cause for losses. This might foster farm individual, iterative change processes, aiming for less production diseases and a higher farmers' income.

6.6 References

1. Clark, B.; Stewart, G.B.; Panzone, L.A.; Kyriazakis, I.; Frewer, L.J. A Systematic Review of Public Attitudes, Perceptions and Behaviours Towards Production Diseases Associated with Farm Animal Welfare. *J Agric Environ Ethics* **2016**, *29*, 455–478, doi:10.1007/s10806-016-9615-x.
2. van Calker, K.J.; Berentsen, P.B.M.; Giesen, G.W.J.; Huirne, R.B.M. Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. *Agric Hum Values* **2005**, *22*, 53–63, doi:10.1007/s10460-004-7230-3.
3. Arvidsson Segerkvist, K.; Hansson, H.; Sonesson, U.; Gunnarsson, S. Research on Environmental, Economic, and Social Sustainability in Dairy Farming: A Systematic Mapping of Current Literature. *Sustainability* **2020**, *12*, 5502, doi:10.3390/su12145502.
4. Sundrum, A. Beurteilung von Tierschutzleistungen in der Nutztierhaltung. *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* **2018**, *Band 96*, doi:10.12767/BUEL.V96I1.189.
5. Hueston, W.D.; van Klink, E.G.; Rwego, I.B. One Health Leadership and Policy. In *Beyond One Health: From Recognition to Results*; Herrmann, J.A., Johnson-Walker, Y.J., Eds.; John Wiley & Sons, Incorporated: Newark, 2018; pp 269–278, ISBN 1119194512.
6. Krieger, M.; Sjöström, K.; Blanco-Penedo, I.; Madouasse, A.; Duval, J.E.; Bareille, N.; Fourichon, C.; Sundrum, A.; Emanuelson, U. Prevalence of production disease related indicators in organic dairy herds in four European countries. *Livestock Science* **2017**, *198*, 104–108, doi:10.1016/j.livsci.2017.02.015.
7. Rossi, J.; Garner, S.A. Industrial Farm Animal Production: A Comprehensive Moral Critique. *J Agric Environ Ethics* **2014**, *27*, 479–522, doi:10.1007/s10806-014-9497-8.
8. Oltenacu, P.A.; Algers, B. Selection for increased production and the welfare of dairy cows: are new breeding goals needed? *Ambio* **2005**, *34*, 311–315.
9. Sundrum, A. Metabolic Disorders in the Transition Period Indicate that the Dairy Cows' Ability to Adapt is Overstressed. *Animals (Basel)* **2015**, *5*, 978–1020, doi:10.3390/ani5040395.
10. Broom, D.M. Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. In *Welfare of domestic animals : concepts, theories, and methods of measurement : proceedings of a conference held in Tune, Denmark, January 24-26, 1994*, Tune, January 24 - 26, 1994; Sandøe, P., Hurnik, F., Eds.; Scandinavian University Press: Oslo, Norway, Boston, 1996; pp 22–28.
11. Nir-Markusfeld, O. Automatisierte Tierbeobachtung als Managementwerkzeug. *Rinderpraxis* **2008**, 46–50.
12. Payne, J.M. Production disease. *Journal of the Royal Agricultural Society of England* **1972**, 69–86.
13. Bruijnis, M.; Hogeveen, H.; Stassen, E.N. Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Journal of dairy science* **2010**, *93*, 2419–2432, doi:10.3168/jds.2009-2721.

14. Hogeveen, H.; van Soest, F.J.; van der Voort, M. Economics for the veterinary practitioner: From burden to blessing. In *Cattle health - tomorrow's thinking today*, The 29th World Buiatrics Congress, Dublin 2016, congress proceedings. 29th World Buiatrics Congress, Dublin, 3. - 8. July; Doherty, M., Ed.; Veterinary Ireland: Dublin, 2016; pp 72–75, ISBN 978-1-5262-0432-5.
15. Hogeveen, H.; Steeneveld, W.; Wolf, C.A. Production Diseases Reduce the Efficiency of Dairy Production: A Review of the Results, Methods, and Approaches Regarding the Economics of Mastitis. *Annu. Rev. Resour. Econ.* **2019**, *11*, 289–312, doi:10.1146/annurev-resource-100518-093954.
16. Fetrow, J.; Nordlund, K.V.; Norman, H.D. Invited Review: Culling: Nomenclature, Definitions, and Recommendations. *J Dairy Sci* **2006**, *89*, 1896–1905, doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72257-3.
17. Vries, A. de; Marcondes, M.I. Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal* **2020**, *14*, s155-s164, doi:10.1017/S1751731119003264.
18. Hare, E.; Norman, H.D.; Wright, J.R. Survival Rates and Productive Herd Life of Dairy Cattle in the United States. *J Dairy Sci* **2006**, *89*, 3713–3720, doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72412-2.
19. Bundesverband Rind und Schwein e.V. *Rinder- und Schweineproduktion in Deutschland 2019*, Bonn, 2020.
20. Hoedemaker, M.; Knubben-Schweizer, G.; Müller, K.E.; Campe, A.; Merle, R. *Abschlussbericht: Tiergesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchkuhbetrieben – eine Prävalenzstudie (PraeRi)*, 2020. Available online: https://www.vetmed.fu-berlin.de/news/_ressourcen/Abschlussbericht_PraeRi.pdf.
21. Overton, M.W.; Dhuyvetter, K.C. Symposium review: An abundance of replacement heifers: What is the economic impact of raising more than are needed? *J Dairy Sci* **2020**, *103*, 3828–3837, doi:10.3168/jds.2019-17143.
22. Mohd Nor, N.; Steeneveld, W.; Mourits, M.C.M.; Hogeveen, H. The optimal number of heifer calves to be reared as dairy replacements. *J Dairy Sci* **2015**, *98*, 861–871, doi:10.3168/jds.2014-8329.
23. Vries, A. de. Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. *J Dairy Sci* **2017**, *100*, 4184–4192, doi:10.3168/jds.2016-11847.
24. Habel, J.; Sundrum, A. Mismatch of Glucose Allocation between Different Life Functions in the Transition Period of Dairy Cows. *Animals (Basel)* **2020**, *10*, doi:10.3390/ani10061028.
25. Ingvartsen, K.L.; Moyes, K. Nutrition, immune function and health of dairy cattle. *Animal* **2013**, *7* Suppl 1, 112–122, doi:10.1017/S175173111200170X.
26. van Soest, F.J.; Santman-Berends, I.M.; Lam, T.J.; Hogeveen, H. Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms. *Journal of dairy science* **2016**, *99*, 8365–8374, doi:10.3168/jds.2015-10561.
27. Gruber, S.; Mansfeld, R. Herd health monitoring in dairy farms - discover metabolic diseases. An overview. *Tierarztl. Prax. Ausg. G Grosstiere. Nutztiere.* **2019**, *47*, 246–255, doi:10.1055/a-0949-1637.
28. Gilbert, R.O. Management of Reproductive Disease in Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **2016**, *32*, 387–410, doi:10.1016/j.cvfa.2016.01.009.
29. Vliegheer, S. de; Fox, L.K.; Piepers, S.; McDougall, S.; Barkema, H.W. Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact, prevention, and control. *J Dairy Sci* **2012**, *95*, 1025–1040, doi:10.3168/jds.2010-4074.
30. König, S.; May, K. Invited review: Phenotyping strategies and quantitative-genetic background of resistance, tolerance and resilience associated traits in dairy cattle. *Animal* **2019**, *13*, 897–908, doi:10.1017/S1751731118003208.
31. Miglior, F.; Fleming, A.; Malchiodi, F.; Brito, L.F.; Martin, P.; Baes, C.F. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *J Dairy Sci* **2017**, *100*, 10251–10271, doi:10.3168/jds.2017-12968.
32. Søndergaard, E.; Sørensen, M.K.; Mao, I.L.; Jensen, J. Genetic parameters of production, feed intake, body weight, body composition, and udder health in lactating dairy cows. *Livestock Production Science* **2002**, *77*, 23–34, doi:10.1016/S0301-6226(02)00023-4.
33. Sundrum, A. Lack of success in improving farm animal health and welfare demands reflections on the role of animal science. *Journal of Sustainable and Organic Agricultural Systems* **2020**, *70*, 11–15, doi:10.3220/LBF1590333104000.

34. Jones, P.J.; Sok, J.; Tranter, R.B.; Blanco-Penedo, I.; Fall, N.; Fourichon, C.; Hogeveen, H.; Krieger, M.C.; Sundrum, A. Assessing, and understanding, European organic dairy farmers' intentions to improve herd health. *Preventive veterinary medicine* **2016**, *133*, 84–96, doi:10.1016/j.prevetmed.2016.08.005.
35. Garforth, C. Livestock Keepers' Reasons for Doing and Not Doing Things Which Governments, Vets and Scientists Would Like Them to Do. *Zoonoses and Public Health* **2015**, *62*, 29–38, doi:10.1111/zph.12189.
36. Jones, P.J.; Marier, E.A.; Tranter, R.B.; Wu, G.; Watson, E.; Teale, C.J. Factors affecting dairy farmers' attitudes towards antimicrobial medicine usage in cattle in England and Wales. *Preventive veterinary medicine* **2015**, *121*, 30–40, doi:10.1016/j.prevetmed.2015.05.010.
37. Lam, T.J.G.M.; Jansen, J.; van den Borne, B.H.P.; Renes, R.J.; Hogeveen, H. What veterinarians need to know about communication to optimise their role as advisors on udder health in dairy herds. *N Z Vet J* **2011**, *59*, 8–15, doi:10.1080/00480169.2011.547163.
38. Jansen, J.; Steuten, C D M; Renes, R.J.; Aarts, N.; Lam, T J G M. Debunking the myth of the hard-to-reach farmer: effective communication on udder health. *J Dairy Sci* **2010**, *93*, 1296–1306, doi:10.3168/jds.2009-2794.
39. Hogeveen, H.; Lam, T. *Udder health and communication: Proceedings of the international conference, 25-27 October 2011, Utrecht, the Netherlands*; Wageningen Academic Publishers: Wageningen, 2011, ISBN 978-90-8686-185-9.
40. Blanco-Penedo, I.; Sjöström, K.; Jones, P.; Krieger, M.; Duval, J.; van Soest, F.; Sundrum, A.; Emanuelson, U. Structural characteristics of organic dairy farms in four European countries and their association with the implementation of animal health plans. *Agric. Syst.* **2019**, *173*, 244–253, doi:10.1016/j.agry.2019.03.008.
41. Hoischen-Taubner, S.; Bielecke, A.; Sundrum, A. Different perspectives on animal health and implications for communication between stakeholders. In *Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies*, Proceedings of the 11th European IFSA Symposium 1- 4 April 2014 in Berlin, Germany. 11th European IFSA Symposium, Berlin, 1. - 4. April; Aenis, T., Knierim, A., Riecher, M.-C., Ridder, R., Schobert, H., Eds., 2014; pp 10–18.
42. Brinkmann, J.; March, S.; Winckler, C. 'Stable Schools' to promote animal health in organic dairy farming-First results of a pilot study in Germany. *Agriculture and Forestry Research, Special Issue* **2012**, 128–131.
43. Alrøe, H.F.; Vaarst, M.; Kristensen, E.S. Does Organic Farming Face Distinctive Livestock Welfare Issues? – A Conceptual Analysis. *J Agric Environ Ethics* **2001**, *14*, 275–299, doi:10.1023/A:1012214317970.
44. Callicott, J.B. The metaphysical transition in farming: From the newtonian-mechanical to the eltonian ecological. *Journal of agricultural ethics* **1990**, *3*, 36–49, doi:10.1007/BF02014479.
45. Krieger, M.; Hoischen-Taubner, S.; Emanuelson, U.; Blanco-Penedo, I.; Joybert, M. de; Duval, J.E.; Sjöström, K.; Jones, P.J.; Sundrum, A. Capturing systemic interrelationships by an impact analysis to help reduce production diseases in dairy farms. *Agric. Syst.* **2017**, *153*, 43–52, doi:10.1016/j.agry.2017.01.022.
46. Krieger, M.; Jones, P.J.; Blanco-Penedo, I.; Duval, J.E.; Emanuelson, U.; Hoischen-Taubner, S.; Sjöström, K.; Sundrum, A. Improving Animal Health on Organic Dairy Farms: Stakeholder Views on Policy Options. *Sustainability* **2020**, *12*, 3001, doi:10.3390/su12073001.
47. Hoischen-Taubner, S.; Bielecke, A.; Sundrum, A. Knowledge transfer regarding the issue of animal health. *Organic Agriculture* **2017**, 1–16, doi:10.1007/s13165-017-0175-9.
48. Brunner, N.; Groeger, S.; Canelas Raposo, J.; Bruckmaier, R.M.; Gross, J.J. Prevalence of subclinical ketosis and production diseases in dairy cows in Central and South America, Africa, Asia, Australia, New Zealand, and Eastern Europe¹. *Transl. Anim. Sci.* **2019**, *3*, 84–92, doi:10.1093/tas/txy102.
49. Levison, L.J.; Miller-Cushon, E.K.; Tucker, A.L.; Bergeron, R.; Leslie, K.E.; Barkema, H.W.; DeVries, T.J. Incidence rate of pathogen-specific clinical mastitis on conventional and organic Canadian dairy farms. *J Dairy Sci* **2016**, *99*, 1341–1350, doi:10.3168/jds.2015-9809.
50. Compton, C.W.R.; Heuer, C.; Thomsen, P.T.; Carpenter, T.E.; Phyn, C.V.C.; McDougall, S. Invited review: A systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *J Dairy Sci* **2017**, *100*, 1–16, doi:10.3168/jds.2016-11302.

III. The whole and the parts

51. Knaus, W. Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *J. Sci. Food Agric.* **2009**, *89*, 1107–1114.
52. Pakenham-Walsh, N. Learning from one another to bridge the “know-do gap”. *BMJ* **2004**, *329*, 1189.1, doi:10.1136/bmj.329.7475.1189.
53. Davies, H.; Nutley, S.; Walter, I. Why ‘knowledge transfer’ is misconceived for applied social research. *J. Health Serv. Res. Policy* **2008**, *13*, 188–190, doi:10.1258/jhsrp.2008.008055.
54. Scoones, I. *Beyond farmer first: Rural people’s knowledge, agricultural research and extension practice*; Scoones, I., Ed.; Intermediate Technology Publ: London, 1994, ISBN 1853392375.
55. Roux, D.J.; Rogers, K.H.; Biggs, H.; Ashton, P.J.; Sergeant, A. Bridging the science-management divide: Moving from unidirectional knowledge transfer to knowledge interfacing and sharing. *Ecol. Soc.* **2006**, *11*.
56. Chapman, K. *Complexity and creative capacity rethinking knowledge transfer, adaptive management and wicked environmental problems*; Routledge: London, 2016, ISBN 978-1-138-92999-9.
57. Wells, S.; McLean, J. One Way Forward to Beat the Newtonian Habit with a Complexity Perspective on Organisational Change. *Systems* **2013**, *1*, 66–84, doi:10.3390/systems1040066.
58. Hoischen-Taubner, S.; Sundrum, A. Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit: Ergebnisse und Implikationen eines Reflexionsprozesses mit Stakeholdern. 3.17 MB / Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Band 96, Heft 3, Dezember 2018 **2018**, doi:10.12767/BUEL.V96I3.215.G407.
59. Boogaard, B.K.; Oosting, S.J.; Bock, B.B.; Wiskerke, J.S.C. The sociocultural sustainability of live-stock farming: an inquiry into social perceptions of dairy farming. *Animal* **2011**, *5*, 1458–1466, doi:10.1017/S1751731111000371.
60. Eshuis, J.; Stuver, M. Learning in context through conflict and alignment: Farmers and scientists in search of sustainable agriculture. *Agric Hum Values* **2005**, *22*, 137–148, doi:10.1007/s10460-004-8274-0.
61. Darnhofer, I.; Gibbon, D.; Dedieu, B. Farming Systems Research: an approach to inquiry. In *Farming systems research into the 21st century: The new dynamic*; Darnhofer, I., Gibbon, D.P., Dedieu, B., Eds.; Springer: Dordrecht, New York, 2012; pp 3–31, ISBN 9400745036.
62. Maturana, H.R.; Varela, F.J. *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, 1980, ISBN 9789400989474.
63. Broom, D.M.; Gillmor, R. *Biology of behaviour: Mechanisms, functions and applications. With animal drawings by Robert Gillmor*; Univ. Pr: Cambridge usw., 1981, ISBN 052123316X.
64. Broom, D.M. Behaviour and welfare in relation to pathology. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **2006**, *97*, 73–83, doi:10.1016/j.applanim.2005.11.019.
65. Thompson, T. Relations among functional systems in behavior analysis. *J. Exp. Anal. Behav.* **2007**, *87*, 423–440, doi:10.1901/jeab.2007.21-06.
66. LeBlanc, S. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *J. Reprod. Dev.* **2010**, *56 Suppl*, S29-35, doi:10.1262/jrd.1056s29.
67. Friggens, N.C.; Brun-Lafleur, L.; Faverdin, P.; Sauvant, D.; Martin, O. Advances in predicting nutrient partitioning in the dairy cow: recognizing the central role of genotype and its expression through time. *Animal* **2013**, *7 Suppl 1*, 89–101, doi:10.1017/S1751731111001820.
68. Vries, M.J. de; Veerkamp, R.F. Energy Balance of Dairy Cattle in Relation to Milk Production Variables and Fertility. *J Dairy Sci* **2000**, *83*, 62–69, doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)74856-9.
69. Goff, J.P.; Horst, R.L. Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. *J Dairy Sci* **1997**, *80*, 1260–1268, doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7.
70. Esposito, G.; Irons, P.C.; Webb, E.C.; Chapwanya, A. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science* **2014**, *144*, 60–71, doi:10.1016/j.anireprosci.2013.11.007.
71. Mallard, B.A.; Dekkers, J.C.; Ireland, M.J.; Leslie, K.E.; Sharif, S.; Lacey Vankampen, C.; Wagter, L.; Wilkie, B.N. Alteration in Immune Responsiveness During the Peripartum Period and Its Ramification on Dairy Cow and Calf Health. *J Dairy Sci* **1998**, *81*, 585–595, doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75612-7.

72. Burvenich, C.; Bannerman, D.D.; Lippolis, J.D.; Peelman, L.; Nonnecke, B.J.; Kehrli, M.E.; Paape, M.J. Cumulative physiological events influence the inflammatory response of the bovine udder to *Escherichia coli* infections during the transition period. *J Dairy Sci* **2007**, *90 Suppl 1*, E39-54, doi:10.3168/jds.2006-696.
73. Zachut, M.; Moallem, U. Consistent magnitude of postpartum body weight loss within cows across lactations and the relation to reproductive performance. *J Dairy Sci* **2017**, *100*, 3143–3154, doi:10.3168/jds.2016-11750.
74. Ollion, E.; Ingrand, S.; Delaby, L.; Trommenschlager, J.M.; Colette-Leurent, S.; Blanc, F. Assessing the diversity of trade-offs between life functions in early lactation dairy cows. *Livestock Science* **2016**, *183*, 98–107, doi:10.1016/j.livsci.2015.11.016.
75. van den Borne, B.H.P.; Jansen, J.; Lam, T.J.G.M.; van Schaik, G. Associations between the decrease in bovine clinical mastitis and changes in dairy farmers' attitude, knowledge, and behavior in the Netherlands. *Res. Vet. Sci.* **2014**, *97*, 226–229, doi:10.1016/j.rvsc.2014.06.017.
76. Jansen, J.; van den Borne, B.H.P.; Renes, R.J.; van Schaik, G.; Lam, T.; Leeuwis, C. Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: The influence of farmers' attitudes and behaviour. *Preventive veterinary medicine* **2009**, *92*, 210–223, doi:10.1016/j.prevetmed.2009.08.015.
77. Toni, F.; Vincenti, L.; Grigoletto, L.; Ricci, A.; Schukken, Y.H. Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production, and survival. *J Dairy Sci* **2011**, *94*, 1772–1783, doi:10.3168/jds.2010-3389.
78. Dufour, S.; Fréchette, A.; Barkema, H.W.; Mussell, A.; Scholl, D.T. Invited review: effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *J Dairy Sci* **2011**, *94*, 563–579, doi:10.3168/jds.2010-3715.
79. Bewley, J.M.; Robertson, L.M.; Eckelkamp, E.A. A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. *J Dairy Sci* **2017**, *100*, 10418–10431, doi:10.3168/jds.2017-13251.
80. Grant, R.J.; Albright, J.L. Effect of Animal Grouping on Feeding Behavior and Intake of Dairy Cattle. *J Dairy Sci* **2001**, *84*, E156-E163, doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)70210-X.
81. Friggens, N.C.; Newbold, J.R. Towards a biological basis for predicting nutrient partitioning: the dairy cow as an example. *animal* **2007**, *1*, 87–97, doi:10.1017/S1751731107657772.
82. Langford, F.M.; Stott, A.W. Culled early or culled late: economic decisions and risks to welfare in dairy cows. *Animal Welfare* **2012**, *21*, 41–55, doi:10.7120/096272812X13345905673647.
83. Habel, J.; Uhlig, V.; Hoischen-Taubner, S.; Schwabenbauer, E.-M.; Rumphorst, T.; Ebert, L.; Möller, D.; Sundrum, A. "Income over service life cost – Estimation of individual profitability of dairy cows at time of death reveals farm-specific economic trade-offs. *Livestock science* **2021**, 254:104765. DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104765.
84. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91, 2007.
85. International Committee for Animal recording. *Procedure 2 of section 2 of ICAR guidelines computing of accumulated lactation yield*, 2017. Available online: <https://www.icar.org/Guidelines/02-Procedure-2-Computing-Lactation-Yield.pdf> (accessed on 26 June 2021).
86. *Die neue Betriebszweigabrechnung: Ein Leitfaden für die Praxis ; Vorschlag für bundeseinheitliche Gestaltungen von Betriebszweigabrechnungen auf der Grundlage des BMVEL-Jahresabschlusses*; Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Ed., 3., vollständig überarb. Neuaufl.; DLG-Verlag: Frankfurt am Main, 2011, ISBN 978-3769031638.
87. Köbrich, C.; Rehman, T.; Khan, M. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agric. Syst.* **2003**, *76*, 141–157, doi:10.1016/S0308-521X(02)00013-6.
88. Guttman, L. Some necessary conditions for common-factor analysis. *Psychometrika*, *19(2)*, 149–161. *Psychometrika* **1954**, *19*, 149–161, doi:10.1007/BF02289162.
89. Kaiser, H.F. The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement*, *20(1)*, 141-151. *Educational and Psychological Measurement* **1960**, *20*, 141–151, doi:10.1177/001316446002000116.
90. Hair, J.F. *Multivariate data analysis*, 7. ed., Pearson new internat. ed.; Pearson Education Ltd: Harlow, 2014, ISBN 9781292021904.

91. Ward, J.H. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *J. Am. Stat. Assoc.* **1963**, *58*, 236–244, doi:10.1080/01621459.1963.10500845.
92. Viguier, C.; Arora, S.; Gilmartin, N.; Welbeck, K.; O’Kennedy, R. Mastitis detection: current trends and future perspectives. *Trends Biotechnol.* **2009**, *27*, 486–493, doi:10.1016/j.tibtech.2009.05.004.
93. Duffield, T.F.; Kelton, D.F.; Leslie, K.E.; Lissimore, K.D.; Lumsden, J.H. Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. *Can. Vet. J.* **1997**, *38*, 713–718.
94. Lipkens, Z.; Piepers, S.; Visscher, A. de; Vliegheer, S. de. Evaluation of test-day milk somatic cell count information to predict intramammary infection with major pathogens in dairy cattle at dry-ing off. *J Dairy Sci* **2019**, *102*, 4309–4321, doi:10.3168/jds.2018-15642.
95. Alhussien, M.N.; Dang, A.K. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Vet. World* **2018**, *11*, 562–577, doi:10.14202/vet-world.2018.562-577.
96. Ruegg, P.L. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *J Dairy Sci* **2017**, *100*, 10381–10397, doi:10.3168/jds.2017-13023.
97. Schwarz, D.; Diesterbeck, U.S.; Failing, K.; König, S.; Brügemann, K.; Zschöck, M.; Wolter, W.; Czerny, C.-P. Somatic cell counts and bacteriological status in quarter foremilk samples of cows in Hesse, Germany – a longitudinal study. *J Dairy Sci* **2010**, *93*, 5716–5728, doi:10.3168/jds.2010-3223.
98. *Leitlinien: Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem*; Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V., Ed., 5., überarb. Aufl.; Verlag der DVG Service: Gießen, 2012, ISBN 978-3-86345-074-8.
99. Xu, W.; Saccenti, E.; Vervoort, J.; Kemp, B.; Bruckmaier, R.M.; van Kneegsel, A.T.M. Short commu-nication: Prediction of hyperketonemia in dairy cows in early lactation using on-farm cow data and net energy intake by partial least square discriminant analysis. *J Dairy Sci* **2020**, *103*, 6576–6582, doi:10.3168/jds.2019-17284.
100. Gross, J.J.; Bruckmaier, R.M. Review: Metabolic challenges in lactating dairy cows and their as-sessment via established and novel indicators in milk. *Animal* **2019**, *13*, s75-s81, doi:10.1017/S175173111800349X.
101. Lampreia dos Santos, M. Segmenting farms in European Union. *Agric. Econ. – Czech* **2013**, *59*, 49–57, doi:10.17221/28/2012-AGRICECON.
102. MacCallum, R.C.; Widaman, K.F.; Zhang, S.; Hong, S. Sample size in factor analysis. *Psychol. Methods* **1999**, *4*, 84–99, doi:10.1037/1082-989X.4.1.84.
103. Jackson, D.L. Sample Size and Number of Parameter Estimates in Maximum Likelihood Confirm-atory Factor Analysis: A Monte Carlo Investigation. *Struct. Equ. Modeling* **2001**, *8*, 205–223, doi:10.1207/S15328007SEM0802_3.
104. Winter, J.C.F. de; Dodou, D.; Wieringa, P.A. Exploratory Factor Analysis With Small Sample Sizes. *Multivariate Behav. Res.* **2009**, *44*, 147–181, doi:10.1080/00273170902794206.
105. Oltenacu, P.A.; Broom, D.M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the wel-fare of dairy cows. *Animal Welfare* **2010**, *19*, 39–49.
106. Sundrum, A.; Habel, J.; Hoischen-Taubner, S.; Schwabenbauer, E.-M.; Uhlig, V.; Möller, D. Anteil der Milchkühe in der Gewinnphase zur Identifizierung tierschutzrelevanter und ökonomischer Handlungsnotwendigkeiten (in press).
107. Bicalho, R.C.; Machado, V.S.; Caixeta, L.S. Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a dis-ease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the dig-ital cushion. *J Dairy Sci* **2009**, *92*, 3175–3184, doi:10.3168/jds.2008-1827.
108. Probo, M.; Pascottini, O.B.; LeBlanc, S.; Opsomer, G.; Hostens, M. Association between metabolic diseases and the culling risk of high-yielding dairy cows in a transition management facility using survival and decision tree analysis. *J Dairy Sci* **2018**, *101*, 9419–9429, doi:10.3168/jds.2018-14422.
109. Seifi, H.A.; Leblanc, S.J.; Leslie, K.E.; Duffield, T.F. Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in dairy cattle. *Vet. J.* **2011**, *188*, 216–220, doi:10.1016/j.tvjl.2010.04.007.
110. Pinedo, P.J.; Vries, A. de; Webb, D.W. Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. *J Dairy Sci* **2010**, *93*, 2250–2261, doi:10.3168/jds.2009-2572.

111. Uhlig, V.; Schwabenbauer, E.-M.; Sundrum, A.; Möller, D. Income over animal health – A new approach to combine both (in press).
112. Clay, N.; Garnett, T.; Lorimer, J. Dairy intensification: Drivers, impacts and alternatives. *Ambio* **2020**, *49*, 35–48, doi:10.1007/s13280-019-01177-y.
113. Maréchal, K.; Joachain, H.; Ledant, J.-P. *The influence of Economics on agricultural systems: an evolutionary and ecological perspective*. Working Papers CEB 08-028.RS, 2008. Available online: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:sol:wpaper:08-028> (accessed on 3 September 2020).
114. Zhu, X.; Demeter, R.M.; Oude Lansink, A.G. Technical efficiency and productivity differentials of dairy farms in three EU countries: the role of CAP subsidies. *Agricultural Economics Review* **2012**, *13*, 66–92, doi:10.22004/AG.ECON.253496.
115. Augère-Granier, M.-L. *The EU dairy sector Main features, challenges and prospects: Briefing*, 2018. Available online: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/630345/EPRS_BRI\(2018\)630345_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/630345/EPRS_BRI(2018)630345_EN.pdf) (accessed on 8 September 2020).
116. Greenhalgh, T.; Wieringa, S. Is it time to drop the ‘knowledge translation’ metaphor? A critical literature review. *Journal of the Royal Society of Medicine* **2011**, *104*, 501–509, doi:10.1258/jrsm.2011.110285.
117. Kerkhoff, L. van; Lebel, L. Linking Knowledge and Action for Sustainable Development. *Annu. Rev. Environ. Resour.* **2006**, *31*, 445–477, doi:10.1146/annurev.energy.31.102405.170850.
118. Kahneman, D. *Thinking, Fast and Slow*; Penguin Books: London, 2012, ISBN 0141033576.

7 Zusammenfassende Diskussion

Die hier vorgestellte Arbeit befasst sich auf verschiedenen Ebenen mit dem Wissenstransfer zur Tiergesundheit. Auf den Menschen bezogen definierte die WHO (1948) Gesundheit als den Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur als das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen. Mit Blick auf den Bereich der Nutztiere finden sich ähnlich breite Definitionen, die physische und psychische Zustände einschließen, für den Begriff Animal Welfare (Office International des Epizooties, 2021), der im deutschen Sprachraum mit Tierwohl übersetzt wird. Ein wesentlicher Aspekt für Tierwohl ist das Freisein von Erkrankungen, weil diese ein Zeichen für eine überforderte Anpassungsfähigkeit des Tieres an seine Umwelt darstellen (Broom, 1996, 2006; Sundrum, 2018). Diese Definition folgt einem teleologischen Verständnis der biologischen Systeme (des Tieres), in dem alle Subsysteme (z.B. Stoffwechsel, Verhalten etc.) den Selbsterhalt des Organismus (Suprasystem) zum Ziel haben. Das Freisein von Erkrankungen ist damit eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Voraussetzung für Tierwohl. Auch das Verständnis von „Krankheit“ ordnet sich in das teleologische Verständnis ein, wenn als Referenz für das Vorhandensein von Erkrankungen die Funktionalität der biologischen Systeme genutzt werden (Saborido und Moreno, 2015). Im Gegensatz zu „Gesundheit“ ist das Vorkommen von Erkrankungen anhand physiologischer Abweichungen mess- und beobachtbar, weshalb der Wissenstransfer zur Vermeidung von Erkrankungen im Vordergrund dieser Arbeit stand.

Im Fokus der Untersuchungen standen Produktionskrankheiten, die als multifaktorielle Erkrankungen im engen Zusammenhang mit Leistungsanforderungen und den Lebensbedingungen der Tiere stehen und wesentlich durch das betriebliche Management beeinflusst werden (Nir (Markusfeld), 2003; Payne, 1972).

7.1 Wissenstransfer aus systemorientierter Perspektive

Es wurde deutlich, dass Hemmnisse zum Wissenstransfer, d.h. Hinderungsgründe zur Verminderung von Produktionskrankheiten, im Zusammenhang mit der Komplexität der Wechselwirkungen innerhalb und zwischen den Subsystemen Tier – Betrieb – Gesellschaft, sowie der Heterogenität der Akteure (einschließlich der Nutztiere) liegen. Die Aufzählung der angesprochenen Sub- und Suprasysteme kann z.B. auf der Ebene der

Gesellschaft in soziale Subsysteme differenziert werden (Luhmann, 1998). Ein kennzeichnendes Element der biologischen Systeme ist der Prozess der Selbsterschaffung und -erhaltung (Varela et al., 1974), eine Eigenschaft, die nach Luhmann (1985) auch für soziale Systeme gilt. Aus der Interaktion zwischen Elementen der Systeme und zwischen Systemebenen entsteht Komplexität (Brand, 2013). Die Wechselwirkungen sind nicht linear und selbst aus der, bei biologischen Systemen stets unvollständigen, Kenntnis der Elemente sowie der Randbedingungen ist das Verhalten des Systems bestenfalls in Annäherung, häufig gar nicht, vorhersagbar. Komplexität stellt die deterministischen, reduktionistischen und positivistischen Prinzipien der klassischen Wissenschaft in Frage (Kuhlmann, 2020; Malaina, 2015). Aus der Komplexität resultieren Aspekte wie Unsicherheit, Emergenz und Unvorhersehbarkeit (Finzer, 2014; Morin, 2008; Teixeira de Melo et al., 2020). Im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung ist die Komplexität gekennzeichnet durch (i) erhebliche Variation in der Anpassungsfähigkeit der Tiere, (ii) Variation in den betrieblichen Randbedingungen (iii) Equifinalität: derselbe Zustand / dasselbe Ziel kann aus ganz unterschiedlichen Anfangsbedingungen resultieren (Sundrum et al., 2016). So wird in der agrarwissenschaftlichen Forschung der komplexen Natur der Tiergesundheit, der Bedeutung des (landwirtschaftlichen) Kontexts und des sozioökonomischen Umfelds nur selten Rechnung getragen (Eshuis und Stuiver, 2005; Hoischen-Taubner und Sundrum, 2013).

Im Folgenden sollen die zuvor identifizierten Hemmnisse für den Wissenstransfer in einen systembezogenen Kontext gestellt werden, um daraus Optionen für Verbesserungen im Wissenstransfer zur Tiergesundheit abzuleiten.

7.1.1 Ebene Einzeltier

Die identifizierten Hemmnisse für den Wissenstransfer können verschiedenen Ebenen zugeordnet werden. Das einzelne Tier ist das biologische System, in dem sich Produktionskrankheiten manifestieren. Inhärente Regelkreise und Mechanismen, die den Selbst-erhalt sichern sollen, unterstützen die Bewältigung (sich ändernder) Umweltbedingungen (Broom, 2006; Sundrum, 2020). Beispiele sind die Thermoregulation oder die Aufrechterhaltung des Blutzuckerspiegels sowie Funktionskreise aus dem Verhalten. Das Auftreten von Erkrankungen oder in letzter Konsequenz der Tod von Tieren sind das

Zeichen für das Scheitern der Anstrengungen, die Anforderungen der Umwelt zu bewältigen, was eine Beeinträchtigung des Tierwohls bedeutet (Broom, 1996) und gleichzeitig das Scheitern von Bemühungen zum Tierschutz aufzeigt (Sundrum, 2018). Für Milchkühe wurde gezeigt, dass auf der Ebene des Einzeltieres die ausreichende Versorgung mit Energie eine wichtige Voraussetzung ist, um Erkrankungen vorzubeugen (Habel und Sundrum, 2020; Sundrum, 2015). Gleichzeitig unterscheiden sich Einzeltiere aber teils erheblich in ihrem Energiebedarf (Ollion et al., 2016). Die Informationen, aus denen sich tierindividueller Bedarf ableiten lässt, sind teilweise verfügbar. Für Milchkühe ist z.B. die Milchleistung i.d.R. bekannt, während Informationen zur Körpermasse, bzw. deren Veränderung nur selten in der Praxis erhoben werden. Auch fehlt es bislang an praktikablen Auswertungsmöglichkeiten. Erste Ansätze dazu wurden im TIER-WIRT Projekt erarbeitet, bedürfen aber der Aufbereitung in Softwareanwendungen.

Die Haltung und Versorgung der Einzeltiere in größeren Gruppen führt dazu, dass weniger das Einzeltier als vielmehr ein Gruppendurchschnitt betrachtet wird. Hilgers und Heger (2017) zeigten im Vergleich von zwei Schweinemastbetrieben, dass die im Durchschnitt nur vier Tage längere Mastdauer, bzw. 30g geringere Tageszunahmen durch die Variation zwischen den Einzeltieren in einem der Betriebe zu erheblichen Unterschieden in den Deckungsbeiträgen führten.

Aus der systemtheoretischen Betrachtung ist von Bedeutung, dass das einzelne Tier als biologisches System die Referenz für die Bewertung des Gesundheitsstatus einer Gruppe, bzw. eines Betriebes darstellen muss. Das bedeutet, dass bestimmte Kennzahlen nicht als Durchschnitt einer Gruppe von Bedeutung sind. Vielmehr ist es von Bedeutung, wie groß der Anteil betroffener Einzeltiere an der Gruppe ist.

Bei Fragen der Erkrankung, bzw. Behandlung eines Einzeltieres sind Signale des Tieres wie z.B. Futterverweigerung, Flocken in der Milch, Husten oder andere Symptome i.d.R. der Auslöser für eine Diagnose durch einen Experten. Aufgrund der Einschätzung zur Schwere einer Erkrankung sowie einer Prognose werden Entscheidungen für Maßnahmen getroffen, die häufig auf die Behandlung der Symptome des Tieres abzielen. Selten wird jedoch das betriebliche Management adressiert, das über die Verteilung von Res-

sources an die Tiere sowie über die Gestaltung der Lebensumwelt der Tiere, als maßgebliche Faktoren für das Auftreten, bzw. die Vermeidung von Erkrankungen entscheidet (Hoedemaker et al., 2020; Nir (Markusfeld), 2003).

Die Bewertung der Notwendigkeit von Managementänderungen wird dadurch erschwert, dass i.d.R. nur ein Teil der Tiere Zeichen von Überforderung zeigen oder dass es unterschiedliche Zeichen sind. Die von den Teilnehmern am Projekt REFLEXION (Artikel I und II) wahrgenommenen Definitionslücken von „Tiergesundheit“ überantworten die Bewertung der Situation an den jeweils Entscheidenden und dessen selbstreferenzielles Bewertungssystem [siehe 7.1.3]. Das im nächsten Kapitel näher benannte ökonomische Paradigma befördert die Bewertung von Produktionskrankheiten als Funktionsstörung des Tieres (Friggens und Newbold, 2007). Aus solch einer Perspektive ergeben sich nicht zwingend eine Verantwortung für das eigene Handeln, bzw. die Notwendigkeit von Veränderungen im Management der Tierhaltung.

7.1.2 Ebene Betrieb

Landwirtschaftliche Betriebe sind nicht standardisiert. Neben geographischen Gegebenheiten und vielfältigen Produktionszweigen sind sie auch durch die Individualität der sozialen Akteure, d.h. der Entscheider auf den Betrieben, gekennzeichnet. Die daraus resultierende Komplexität wurde von den Teilnehmern des Projektes REFLEXION als ein Hemmnis für den Wissenstransfer identifiziert. Indem Betriebe als Systeme verstanden werden, stellt ein spezifischer Status der Tiergesundheit, respektive ein spezifisches Niveau an Produktionskrankheiten eine emergente Eigenschaft aus dem Zusammenwirken unterschiedlicher Einflussfaktoren im jeweiligen Betrieb dar. Eine vergleichbare Situation kann in unterschiedlichen Betrieben durch andere Faktoren maßgeblich beeinflusst werden, wie Einflussanalysen auf ökologisch wirtschaftenden Schweinemastbetrieben (Hoischen-Taubner und Sundrum, 2013) und Milchviehbetrieben (Krieger et al., 2017a; Krieger et al., 2017b) gezeigt haben. Umgekehrt können in unterschiedlichen Kontexten andere Maßnahmen erforderlich, bzw. erfolgreich sein.

Im Projekt TIER-WIRT (Veröffentlichung III) ergab die Typisierung der Betriebe nach den Faktoren Leistung, Metabolismus und Eutererkrankungen fünf unterschiedliche Betriebstypen, die sich neben anderen Kriterien insbesondere im Anteil der Kühe unter-

schieden, die bei ihrem Abgang mindestens die mit ihrer Aufzucht und Haltung verbundenen Kosten erwirtschaftet hatten. In den Gruppen von Betrieben, die durch einen größeren Anteil von Kühen mit Hinweisen auf Stoffwechselprobleme gekennzeichnet waren, lag der Anteil der Kühe in der Gewinnphase teils deutlich unter 50 %, auch bei sehr hohen Milchleistungen. Die unterschiedliche Charakterisierung der Betriebstypen anhand der genannten Faktoren deutet an, dass unterschiedliche und betriebsindividuelle Konzepte erforderlich sind, um mehr Kühen ein Überleben im Betrieb zu ermöglichen und so auch die Wirtschaftlichkeit des Betriebes zu stärken. Das bedeutet, dass die vorherrschende Ausrichtung auf Produktionssteigerung (Steigerung der Milchleistung) nicht in jedem Betriebstyp die richtige Strategie ist und stellt auch die Merzung von Kühen mit dem Argument des Zuchtfortschrittes in Frage (Vries, 2017). Wenn nur wenige Kühe bis zu ihrem Ausscheiden aus dem Betrieb die Gewinnphase erreichen, hat dies negative Folgen für den Selbsterhalt des Betriebes. Der vorzeitige Verlust von Kühen repräsentiert eine Vergeudung der für die Aufzucht und den Unterhalt aufgewendeten Ressourcen und das zukünftige, nicht genutzte Potential dieser Tiere. Alcocer-Cuarón et al. (2014) beschreiben eine evolutive Entwicklung der Beziehung zwischen Subsystemen, die eine optimierte Ressourcennutzung zu Sicherung von Reproduktion und Vermehrung zum Ziel hat. Mit Blick auf die geringen Anteile von Kühen in der Gewinnphase scheint sich hier ein Widerspruch aufzutun – oder die nächste Stufe einer evolutiven Entwicklung anzustehen.

Die Effekte von Produktionskrankheiten werden auf der betrieblichen Ebene überlagert von Einflüssen des Suprasystems „Wirtschaft“. So wurden in diesem übergeordneten Systemkontext die spezifischen Regeln für die Dokumentation und Berechnung von Kosten und Erlösen entwickelt. Eine Zuordnung zu Einzeltieren ist für die Zwecke der Buchführung nicht erforderlich. Die negativen Folgen vorzeitig abgegangener Kühe (d.h. bevor sie mit einem erwirtschafteten Gewinn positiv zum Betriebserhalt beitragen konnten) werden durch die Zusammenfassung von Aufwendungen und Erträgen für den Betriebszweig verschleiert. Ein Erklärungsansatz dafür, dass im vorherrschenden sozioökonomischen System andere Fragen an die erhobenen Daten gestellt werden als die nach den Auswirkungen von Erkrankungen der Einzeltiere, liefert die Diskussion um sich wandelnde Anforderungen an die Landwirtschaft. Seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts stand die Steigerung der Nahrungsmittelproduktion im Vordergrund.

Die Phase der staatliche Förderung einer intensiven, industriell geprägten und expansiven Landwirtschaft, die sich in erster Linie an der Produktion und der Steigerung der Produktivität orientiert, wird als produktivistische Phase beschrieben (Ilbery und Bowler, 1998; Lowe et al., 1993), die durch Intensivierung, Konzentration und Spezialisierung gekennzeichnet ist (Bowler, 1986). Ziel einer produktivistischen Form der Landwirtschaft ist die Erzeugung größtmögliche Menge an Nahrungsmitteln zu den geringstmöglichen Kosten (Bradshaw, 2004). Auf nationaler und europäischer Ebene wurden (und werden) politische Instrumente und Mechanismen, u.a. die Entwicklung von Forschungs- und Beratungsdiensten, darauf ausgerichtet, die Spezialisierung in der Landwirtschaft und Steigerung der Effizienz, verbunden mit intensivem Kapitaleinsatz, zu fördern (Clay et al., 2020; Maréchal et al., 2008). Damit wird deutlich, dass auch das Netzwerk der am Wissenstransfer beteiligten Stakeholder sowie die einzelnen Akteure maßgeblich durch das vorherrschende Weltbild geprägt wurden. Maréchal et al. (2008) sehen das mechanistische, kartesianisch-newtonsche Weltbild als prägend für das allgemeine Verständnis von Wirtschaft und der Modernisierung landwirtschaftlicher Systeme. Auch andere Autoren identifizierten dies als das dominierende Paradigma in der westlichen Zivilisation, Politik und Wissenschaft. Danach wird die Natur als vollständig versteh- und berechenbar angesehen, wenn die Naturgesetze entdeckt und verstanden wurden (Chapman, 2016; Gare, 2013; Wells und McLean, 2013). Die Mentalen Modelle der Akteure im Netzwerk zum Wissenstransfer (Veröffentlichungen I und II) wurden und werden maßgeblich durch dieses Paradigma geprägt. So wurde das Dilemma zwischen Tiergesundheit und Ökonomie als bedeutendes Hemmnis für die Verminderung der Produktionskrankheiten benannt. Andererseits werden die Kosten von Produktionskrankheiten und der Nutzen präventiver Maßnahmen nur unzureichend analysiert (Van Soest et al., 2019). Es scheint, dass das Dilemma insbesondere dann hervortritt, wenn zur Verminderung der Produktionskrankheiten ein Verzicht auf weitere Produktionssteigerungen diskutiert wird, wie dies z.B. Grandin (2014) mit der Forderung nach optimaler anstelle maximaler Produktionsintensität getan hat, was im Konflikt mit dem oben beschriebenen Weltbild steht.

7.1.3 Ebene des handelnden Akteurs im Betrieb

Das vorherrschende Konzept des Wissenstransfers fußt auf dem Paradigma der rationalen Entscheidung und setzt voraus, dass Menschen die neuen / zusätzlichen Informationen aus der Forschung anwenden, um ihren Nutzen zu optimieren (Chapman, 2016; Greenhalgh und Wieringa, 2011; Van Kerkhoff und Lebel, 2006). Sozialwissenschaft und Psychologie haben jedoch gezeigt, dass eine Verhaltensänderung nicht nur von der Verfügbarkeit bestimmter Informationen abhängt. So ist eine weitere Voraussetzung, dass neue Erkenntnisse aktiv gesucht werden, beispielsweise um ein Problem zu lösen. Die vorliegende Arbeit hat jedoch gezeigt, dass Tiergesundheit sehr unterschiedlich interpretiert werden. Die individuelle Problemwahrnehmung ist i.d.R. auf den eigenen Systemkontext fokussiert. Der soziale Kontext und psychische Motive haben einen erheblichen Einfluss auf die Bewertung von Informationen und die Problemwahrnehmung. Werden diese als widersprüchlich oder bedrohlich eingeschätzt, können sie zur Vermeidung kognitiver Dissonanzen vermieden oder negiert werden (Festinger, 1962; Kahneman, 2012). Jansen und Lam (2012) fanden Zeichen für kognitive Dissonanzen bei Landwirten, die wahrgenommene Probleme der Eutergesundheit ihrer Kühe herunterspielten, weil bestimmte Bedingungen auf dem Betrieb der Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen entgegenstanden.

Die Wahrnehmung von Problemen hat als eine Voraussetzung für die aktive Suche nach neuem Wissen erhebliche Bedeutung für die Aneignung und Umsetzung von neuen Erkenntnissen in der Praxis (Beratan, 2007; Leeuwis und Van den Ban, 2004; Richert et al., 2013). Jansen und Lam (2012) untersuchten die Kommunikation zwischen Landwirten und Tierärzten im Zusammenhang mit der Eutergesundheit. Aus der Perspektive der Landwirte war die Problemwahrnehmung eine entscheidende Voraussetzung für die Bereitschaft zur Umsetzung von Maßnahmen im Mastitis Management. Auch Santman-Berends et al. (2014) ermittelten ein fehlendes Problembewusstsein als einen Einflussfaktor auf die Kälbersterblichkeit. Erst aus der Spannung zwischen angestrebten Zielen und der Wahrnehmung der Realität resultiert ein Problembewusstsein und damit ein Bedarf an Wissen, eine Voraussetzung für den Wissenstransfer (Jansen und Lam, 2012; Leeuwis und Van den Ban, 2004).

Eine Verminderung von Produktionskrankheiten kann nur erfolgen, wenn verantwortliche Akteure handeln, bzw. Änderungen an Haltungs- und Umweltbedingungen oder

Prozessen vornehmen. Forschung zu Verhaltensänderungen stellte die Bedeutung subjektiver Einschätzungen heraus. Voraussetzung für Verhaltensänderungen sind demnach unter anderem die Einschätzungen, dass es eine bedrohliche Situation durch ein Problem gibt, dass eine vorgeschlagene Änderung dieses Risiko vermindert und dass die Vorteile die mit der Änderung verbundenen Nachteile /Aufwendungen überwiegen. Weiterhin müssen die erforderlichen Fähigkeiten sowie die Überzeugung vorhanden sein, die Änderungen durchzuführen und eine Wirkung zu erreichen. Auch die subjektive Einschätzung von sozialem Druck spielt eine Rolle bei Verhaltensänderungen (Weinreich, 2011).

7.1.4 Ebene der Gesellschaft

Die gesellschaftlichen Forderungen nach verbesserter Tiergesundheit und mehr Tierwohl sind beispielhaft dafür, dass sich die Anforderungen an die Landwirtschaft verändern. In der Veränderung politischer Rahmenbedingungen und die Zunahme alternativer Konzepte von Landwirtschaft sehen verschiedene Autoren eine Abkehr vom produktivistischen System, die unter dem Begriff des Post-Produktivismus diskutiert wird (Almstedt, 2013; Ilbery und Bowler, 1998; Jay, 2004). So haben der Schutz ländlicher Räume und der Umwelt größere Bedeutung in der Gesetzgebung und bei der Verteilung von Subventionen erhalten und auch in einigen Supply Chains sind andere Kriterien als Menge und Preis von Bedeutung (Evans et al., 2002). Allerdings stellen Clay et al. (2020) fest, dass die politischen Instrumente hinsichtlich der Milchviehhaltung nach wie vor durch eine produktivistische Einstellung geprägt sind und eine Steigerung der Effizienz aus der beschriebenen ökonomischen Perspektive fördern.

Unabhängig von dem Diskurs über die Definition und Anwendung des Begriffes Post-Produktivismus und den damit verbundenen Dualismus (Almstedt et al., 2014; Evans et al., 2002) muss im Zusammenhang dem Wissenstransfers zur Verminderung von Produktionskrankheiten die Frage gestellt werden, in wie weit in der Nutztierhaltung und dem Stakeholdernetzwerk produktivistische Tendenzen vorherrschen, die eine Ausrichtung auf ein qualitatives Ziel (niedriges Niveau an Produktionskrankheiten) erschweren. Dies zeigte sich im Projekt REFLEXION, wenn die Stakeholder Konfliktlinien zwischen Tiergesundheit und Ökonomie diskutierten und wurde im Projekt TIER-WIRT

deutlich, wenn Milchviehbetriebe weiterhin einer Strategie der Leistungssteigerung folgen, obwohl die damit verbundenen Ausfallkosten dazu führen, dass weniger als die Hälfte der Kühe die mit ihrer Aufzucht und Haltung verbundenen Kosten erwirtschaften, bevor sie, i.d.R. aufgrund von Produktionskrankheiten, ausgemustert werden.

Auf der Ebene der Gesellschaft ist auch die ‚organisierte Verantwortungslosigkeit‘ (Beck, 1992) als Hemmnis im Wissenstransfer zu verorten, die Van Bueren et al. (2014) für die fragmentierte Geflügelfleisch-Lieferkette in den Niederlanden identifiziert haben. Interessenskonflikte der Stakeholder und die ökonomische Ausrichtung führen nach De Jonge und Van Trijp (2013) zu einer Blockade des Systems, wenn es um Veränderungen und Innovationen im Bereich der Tiergesundheit und des Tierschutzes geht.

Ein weiteres Hemmnis auf der Ebene der Gesellschaft ist die Inkonsistenz zwischen (moralischen) Wertsetzungen der Bürger und dem tatsächlichen Kaufverhalten (consumer – citizen paradox), das sowohl allgemein für sozial wünschenswerte Konsumententscheidungen (Janssen und Vanhamme, 2014) als auch speziell für den Kauf von tierischen Produkten mit einem höheren Tierschutz Standard (Tonsor, 2018) festgestellt wurde. In diesem Kontext sind auch einige Positionen des erweiterten Stakeholderkreises im Projekt REFLEXION einzuordnen.

Im Projekt REFLEXION wurden für die Akteure im Netzwerk der Stakeholder zum Themenfeld Tiergesundheit eine hohe Selbständigkeit und teilweise widerstreitender Interessen charakterisiert. Besonders im Kreis der primären Stakeholder existierte keine von allen Beteiligten anerkannte Instanz, die verbindlichen Verhaltensrichtlinien formulieren oder festlegen oder Sanktionsmaßnahmen einrichten oder überwachen könnten. Aus einem Systemverständnis können diese Partikularinteressen als Bestrebungen zum Erhalt des jeweils eigenen Sub-Systems verstanden werden. Das gilt unabhängig von der tatsächlichen Wirkung, solange dies in der subjektiven Wahrnehmung der einzelnen Akteure gegeben ist. Es bedürfte einer übergeordneten Systemebene – der Gesellschaft – die Rahmenbedingungen für das Netzwerk gestaltet, in denen sich diese Partikularinteressen gesamtgesellschaftlichen Zielen (z.B. verminderte Schadwirkung durch Produktionskrankheiten für die Gesellschaft) unterordnen. Dies wurde im Workshop mit dem

erweiterten Stakeholderkreis deutlich, in dem Verbraucher*innen und die Politik als zuständige Gestalter adressiert wurden, die durch ihr Kaufverhalten und Regeln Änderungen bewirken könnten.

Aus systemorientierter Perspektive bildet die Gesellschaft das übergeordnete System für die landwirtschaftlichen Betriebe. Sie definiert, z.B. über Gesetze, die Rahmenbedingungen, unter denen landwirtschaftliche Nutztierhaltung stattfindet und hat durch Marktpreise und die Verteilung von Subventionen einen Einfluss auf die Ressourcen, die landwirtschaftlichen Betrieben zur Verfügung stehen.

7.1.5 Ebene der Wissenschaft

Aus der Perspektive der Wissenschaft, d.h. des sozialen Subsystems, das sich selbst als den Erzeuger von Wissen sieht und von Politik und Gesellschaft den Auftrag zur „sozial organisierten Erkenntnissuche“ (Wössmann, 2017) hat, müssen auch auf dieser Ebene Hemmnisse für den Wissenstransfer diskutiert werden.

Die Wissenschaft hatte und hat eine entscheidende Rolle bei der Intensivierung der Nutztierhaltung, die zu den von der Gesellschaft kritisierten, externen Effekten (Umwelt, Tierschutz) geführt haben und zu deren Verminderung sie nun beitragen will. Dieses zumindest in der öffentlichen Wahrnehmung unreflektierte Dilemma beeinflusst die Reputation der Wissenschaft (Bourdon, 2003). In den Umfeldanalysen des Projektes REFLEXION wurde die Wissenschaft deutlich seltener als andere Stakeholder und mit größerer Distanz zum Thema Tiergesundheit genannt. Die Rolle der Wissenschaft wurde als zu weit von der Praxis entfernt kritisiert. Die Teilnehmer benannten mangelndes Interesse der Wissenschaft an den variablen betrieblichen Rahmenbedingungen sowie daraus resultierend eine mangelnde Passgenauigkeit der vorgeschlagenen Konzepte als Hemmnis für den Wissenstransfer (siehe dazu auch den Abschlussbericht des Projektes: Hoischen-Taubner et al., 2014).

Diese Wahrnehmung ist auch eine Folge des Bestrebens in der Wissenschaft, Verfügungswissen (Kuhlmann, 2020) zu erzeugen, welches nicht nur im Einzelfall eines Betriebes Gültigkeit hat, sondern darüber hinaus verallgemeinerungsfähig und damit allgemeingültig sein soll. Gerade in der anwendungsbezogenen Systemwissenschaft der

Agrarwissenschaften, die das Spannungsfeld des Zusammenspiels biologischer und soziologischer Komponenten abdeckt, sind die naturwissenschaftliche geprägten Paradigmen jedoch problematisch, weil sie die Bedeutung des Kontextes ausblenden (Maréchal et al., 2008). Für die Frage des Wissenstransfers ist festzustellen, dass der mechanistische und lineare Wissenschaftsansatz in seiner Anwendung auf komplexe Systeme begrenzt ist (Braithwaite et al., 2018; Pretty und Chambers, 2000).

Ein weiteres Hemmnis bei der Lösung komplexer, kontextabhängiger „real-world“ Probleme ist die Entwicklung fragmentierter Wissenschaftsdisziplinen. Transdisziplinäre Forschung und multiperspektivischer (polyocularer) Kommunikation auf einer Metaebene werden von verschiedenen Autoren als eine erforderliche Weiterentwicklung der Wissenschaft beschrieben (Alrøe und Noe, 2011; Morin, 2001; Nagy et al., 2020).

Misserfolge im Bemühen um Wissenstransfer werden auch aus anderen Wissenschaftsbereichen berichtet, in denen sich neues Wissen auf die Praxis auswirken sollte. Chapman (2016) verweist auf Misserfolgsraten von 70 % bis 80 % im Zusammenhang mit Initiativen für Umwelt- und nachhaltige Entwicklungsergebnisse. Wells und McLean (2013) beziehen sich auf Veränderungsinitiativen in Organisationen und berichten von Misserfolgsraten von bis zu 90 %. In der Analyse kommen diese und weitere Autoren (u.a. Davies et al., 2008; Roux et al., 2006) zu dem Schluss, dass die vorherrschenden linearen Modelle des Wissenstransfers, die ihren Ausgangspunkt in der Wissenschaft haben, nicht geeignet sind, um Veränderungen in komplexen Zusammenhängen zu bewirken.

7.2 Optionen für Verbesserungen im Wissenstransfer zur Tiergesundheit

7.2.1 Die Zielausrichtung von Systemen berücksichtigen

Optionen für Verbesserungen im Wissenstransfer zur Tiergesundheit ergeben sich aus der Berücksichtigung der komplexen Zusammenhänge innerhalb und zwischen den biologischen und sozialen Systemen, die für den Transfer von Wissen zur Verbesserung der Tiergesundheit von Bedeutung sind. Es zählt zu den zentralen Eigenschaften von Systemen, dass sich die konstituierenden Elemente und ihre Vernetzungen (und Regel-

kreise) nach den Zielen, bzw. dem Zweck des Systems ausrichten (Meadows, 2010; Vester, 2002). Bezogen auf die Ebene des landwirtschaftlichen Betriebes, welches die Handlungsebene für die Umsetzung von Wissen zur Verminderung von Produktionskrankheiten darstellt, ist festzustellen, dass die Gesundheit der Nutztiere, bzw. ein niedriges Niveau an Produktionskrankheiten, nicht das übergeordnete Ziel des Systems sind. In dem nach wie vor produktivistisch geprägten gesellschaftlichen Umfeld wird der Erfolg primär anhand von Kennzahlen der Leistung bewertet. In einer stark vereinfachten Annahme werden hohe Leistungen mit wirtschaftlichem Erfolg gleichgesetzt, was zu einer fehlerhaften Bewertung der Produktivität führen kann (Jansik und Irz, 2014). Die Überlebensfähigkeit von Betrieben ist wesentlich davon abhängig, ob der Betrieb Gewinne erwirtschaftet. Diese stammen in der Regel aus wirtschaftlicher Tätigkeit, mit einiger Variation jedoch zu großen Anteilen (im Durchschnitt aller Haupterwerbsbetriebe zu 42 %) auch aus Subventionen (Zinke, 2021).

Um Hemmnisse im Wissenstransfer zur Tiergesundheit abzubauen, sollte die Selbstreferenzialität der Akteure als immanente Systemeigenschaft mit dem Ziel des Selbsterhaltes anerkannt und berücksichtigt werden. Auf der Ebene des Betriebes ist das, was aus der Überzeugung / dem Weltbild des Betriebsleiters, bzw. der Betriebsleiterin gut für die wirtschaftliche Überlebensfähigkeit des Betriebes ist, die entscheidende Triebfeder. Für eine substanzielle Verminderung der Erkrankungsraten in Nutztierbeständen ist es in einem systemischen Verständnis erforderlich, das Ziel verminderter Produktionskrankheiten mit dem Zweck des landwirtschaftlichen Betriebes als System (Selbsterhalt) zu verbinden. Die Berechnung des Anteils der Milchkühe in der Gewinnphase, ist ein Schritt in diese Richtung (Habel et al., 2021 - eingereicht). Es erscheint einleuchtend, dass ein zu großer Anteil von Tieren, die keinen Gewinn erwirtschaften bevor sie (in den meisten Fällen aufgrund von Produktionskrankheiten) den Betrieb verlassen, die wirtschaftliche Überlebensfähigkeit des Betriebes beeinträchtigt. In diesem Zusammenhang verschleiert die Zahlung von Subventionen, die nicht an eine qualitative Vorgabe bezüglich der Tiergesundheit gebunden ist, die Wirkung von Produktionskrankheiten auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Ein Effekt den Zhu et al. (2012) auch für die Verbesserung der technischen Effizienz von Milchviehbetrieben in Deutschland, den Niederlanden und Schweden festgestellt haben. Sie schlussfolgern, dass bei größeren Anteilen der

Subventionen am Betriebseinkommen die Motivation zur Steigerung der Effizienz geringer ist.

Eine andere Möglichkeit, das (gesellschaftlich gewollte) Ziel verminderter Produktionskrankheiten mit dem Zweck des landwirtschaftlichen Betriebssystems (Selbsterhalt) zu verbinden, ist die Formulierung von Grenzen für das Auftreten von Produktionskrankheiten. Stakeholder der ökologischen Milchviehhaltung aus Deutschland, Frankreich, Schweden und Spanien favorisierten ergebnisorientierte Anforderungen an die Tiergesundheit, um den Gesundheitsstaus zu verbessern. Uneinigkeit herrschte über Verantwortlichkeiten für die Definition und Kontrolle (Krieger et al., 2020). Solche normativen Ansätze sind im Zusammenhang mit der Gestaltung eines Umfeldes, in dem sich die gewünschten Veränderungen entwickeln können zu sehen, die Scoones und Thompson (2009) für die Entwicklung einer post-produktivistischen Form der Landwirtschaft beschreiben. Die Veränderung von Regeln ist ein Kennzeichen für Veränderungen zweiter Ordnung (Watzlawick et al., 2011; siehe 7.2.3). Wells und McLean (2013) betonen, dass Veränderungen in komplexen Systemen als Reaktion des Systems auf einen Stimulus und emergente Qualität des Systems zu verstehen sind. Demzufolge kommt der Gestaltung des Umfeldes, bzw. der Randbedingungen eine besondere Bedeutung zu, in dem die gewünschten Veränderungen entstehen können. Ein Beispiel für eine solche Regelung ist das Konzept zur Antibiotikaminimierung in der Nutztierhaltung in Deutschland. In dem mit der 16. Novelle des Arzneimittelgesetzes (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2013) ab dem 1. April 2014 eingeführten Benchmarking-System werden Behandlungen mit Antibiotika in Mastbetrieben (Rinder, Schweine, Puten, Hühner) erfasst und die betriebsindividuelle Auswertung mit den Daten der vergleichbaren Nutzungsart und Gewichts- bzw. Altersgruppe verglichen. Die Referenz für Maßnahmen sind der Median und das 3. Quartil der Vergleichsgruppe. Für die Umsetzung eines vergleichbaren Konzeptes für Produktionskrankheiten stellt eine möglichst objektive Erfassung entsprechender Kennzahlen eine Herausforderung dar. So sind die im Projekt TIER-WIRT genutzten Daten der Milchkontrolle beispielsweise nicht für alle Milchviehbetriebe verfügbar. Für andere Tierarten liegen weniger Datenpunkte aus der Lebenszeit des Tieres vor, zumindest jedoch Informationen zum Abgangszeitpunkt und der Abgangsart sowie in den meisten Fällen Informationen zu anatomisch- pathologischen Befunden, die am Schlachthof dokumentiert werden und eine

Aussage zu einigen Produktionskrankheiten erlauben (Hoischen-Taubner et al., 2011; Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung, 2016). Wells und McLean (2013) betonen, dass die Wahl von Kennzahlen und Indikatoren ihrerseits das System beeinflussen und daher sorgfältig gewählt werden müssen. Um nicht der reduktionistischen Denkweise zu verfallen und aus Ergebnissen eines Teils des Systems auf das Ganze zu schließen muss eine Variable das gesamte System erfassen. Der Anteil der Milchkühe in der Gewinnphase verknüpft das Einzeltier, bei dem Produktionskrankheiten als emergente Eigenschaft aus der Interaktion der Kuh mit ihrer Umwelt entstehen, mit der (wirtschaftlichen) Überlebensfähigkeit des Betriebes (Sundrum et al., 2021). Sie ist als Variable für die strategische Ausrichtung von Milchviehbetrieben, d.h. als Systemziel geeignet, weil sie der Erhöhung und Sicherung der Lebensfähigkeit des Gesamtsystems dient (Vester, 2002).

7.2.2 Die Variation und die Kontextvariabilität berücksichtigen

Landwirtschaftliche Betriebe sind ebenso wie die von ihnen betreuten Nutztiere heterogen in ihren Voraussetzungen und Leistungen. Aus der Variation zwischen den Tieren eines Betriebes ergeben sich für den Landwirt / die Landwirtin Herausforderungen in der bedarfsgerechten Versorgung, die ein Baustein bei der Vorbeugung von Produktionskrankheiten darstellt. Die Variation wurde von den Teilnehmern des Projektes REFLEXION als Hemmnis benannt und wurde durch ein Ergebnis jüngerer Untersuchungen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland mit Schweine- und Geflügelhaltung bestätigt (Blume et al., 2021b). Der Umgang mit unterschiedlichen Anforderungen der Tiere erfordert regelmäßige Datenerfassung und Auswertungen sowie Anpassungen der Fütterung. Forschung und Beratung können durch Analysen der negativen Folgen für Betriebe die Anwendung des vorhandenen Wissens unterstützen. Für ökologisch wirtschaftende Betriebe existiert bereits eine Regel, die die Versorgung der Tiere mit Futtermitteln, "die dem ernährungsphysiologischen Bedarf der Tiere in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien entsprechen" (Europäische Union, 2018) vorschreibt. Die Formulierung lässt jedoch einen großen Interpretationsspielraum und ist schwer kontrollierbar (Blume et al., 2021a).

Die Typisierung von Milchviehbetrieben im Projekt TIER-WIRT ergab deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben hinsichtlich der emergenten Qualitäten bezüglich der

Milchleistung, der Stoffwechselbelastung der Kühe sowie der Eutergesundheit. Unabhängig von üblichen Charakteristika wie Betriebs- oder Herdengröße oder dem Produktionssystem (ökologisch / konventionell) unterschieden sich die Typen signifikant hinsichtlich des Anteils der Milchkühe in der Gewinnphase. Abhängig von anderen betrieblichen Bedingungen wie dem Milchpreis und den täglichen Haltungskosten, aber auch den biologischen Leistungsdaten der Herde, konnten gerade auch Betriebe mit sehr hohen Milchleistungen deutlich weniger als 50 % ihrer Tiere in die Gewinnphase führen. Das unterstützt die von Grandin (2014) formulierte Forderung, anstelle eines maximalen Leistungsniveaus ein auf die betrieblichen Rahmenbedingungen angepasstes, optimales Leistungsniveau anzustreben.

Um Veränderungen (durch die Umsetzung von neuem Wissen) zu erreichen, sind für die Betriebstypen unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. Aus der Feststellung, dass in der spezifischen Betriebssituation das Niveau der Produktionskrankheiten den Zielen des Betriebes (Selbsterhalt) widerspricht, kann individueller Bedarf an spezifischem Wissen entstehen, das passend für den betrieblichen Kontext effektive Veränderungen ermöglicht. Voraussetzung dafür sind Werkzeuge zur Analyse der spezifischen, innerbetrieblichen Wirkzusammenhänge, wie sie beispielsweise im Projekt IMPRO mit der Einflussmatrix für Milchviehbetriebe erarbeitet wurden (Krieger et al., 2017a).

Bezogen auf die Bedeutung des Kontextes in komplexen Systemen wie landwirtschaftlichen Betrieben ist von den Agrar- und Veterinärwissenschaften zu fordern, die Kontextvariabilität von Forschungsergebnissen zu benennen. Daraus ergibt sich, dass Aussagen zur Wirksamkeit von Maßnahmen in anderen als den Forschungskontexten zunächst als Hypothesen zu verstehen sind, die zu überprüfen sind. Aus dem Abgleich der Ziele mit den erreichten Veränderungen ergeben sich Anpassungsmöglichkeiten oder -Notwendigkeiten. In der Einleitung wurden Parallelen in der Kritik am linearen Modell des Wissenstransfers in den Gesundheitswissenschaften beschrieben. Dort hat sich ein eigener Forschungsbereich entwickelt, der Verbesserungen im Bereich der Gesundheitsvorsorge im Humanbereich zum Ziel hat (Perla et al., 2013). Ein zentrales Element ist der Plan-Do-Study-Act (PDSA)-Zyklus, der in Wiederholungen den Abgleich von erreichten mit angestrebten Zielen sowie die Anpassung von Maßnahmen erfordert (Lemire et al., 2017). Ein Element, das auch für kleinschrittige Verbesserungen in landwirtschaftlichen

Betrieben adaptiert werden kann, nachdem Orientierung bezüglich der Problemwahrnehmung geschaffen wurde und die Verminderung der Produktionskrankheiten mit dem Zweck der Nutztierhaltung des Betriebes verbunden wurde.

7.2.3 Das System verändern

Die mehr qualitativen Ziele, zu denen sich die Nutztierhaltung entsprechend den Erwartungen der Gesellschaft entwickeln muss, erfordern nach der Einschätzung verschiedener Wissenschaftler grundlegende Veränderungen am Gesamtsystem der Nutztierhaltung, die als Veränderungen zweiter Ordnung beschrieben werden (Chapman, 2016; Knickel et al., 2009; Russell und Ison, 2000). Die Unterscheidung zwischen erster und zweiter Ordnung bezieht sich auf die Idee, dass die Identifikation von Problemen vor dem Hintergrund gemeinsam vereinbarter Paradigmen erfolgt. Der sozio-ökologischen Kontext, in den Wissenschaft eingebettet ist, bestimmt danach weitgehend, welche Themen identifiziert und für die weitere Forschung ausgewählt werden (Morin, 2001; Van Kerkhoff und Lebel, 2006). In dieser Unterscheidung verbleibt die Innovation erster Ordnung innerhalb der bestehenden Weltanschauungen, ohne das System selbst zu verändern.

Ein Beispiel dafür ist die Forderung nach einer weiteren Intensivierung der Milchviehhaltung, um durch einen geringeren Ausstoß an Treibhausgasen je kg Milch die Nachhaltigkeit der Milcherzeugung zu verbessern. Das Ergebnis ist stark davon abhängig, wie die Systemgrenzen gezogen werden, innerhalb derer die Bewertung vorgenommen wird. Und obwohl die Möglichkeiten der Intensivierung i.d.R. nur in den auch jetzt schon intensiv produzierenden Ländern realisiert werden, wird damit ein Beitrag zur Welternährung proklamiert. Die negativen externen Effekte (Schadwirkungen) können in diesem Narrativ durch weitere technische Innovationen (Automatisierung, Smarte Technik) begrenzt werden (Britt et al., 2021).

Nach Watzlawick et al. (2011) können Veränderungen erster Ordnung das Problem verstetigen oder verstärken, weil sie auf bestehenden Zusammenhängen und Regeln aufbauen und in diesem Verständnis "mehr vom Gleichen" sind. Die Veränderung zweiter Ordnung stellen dagegen die Paradigmen und das System selbst in Frage (Brunori et al., 2008). Hier ist die Forderung von Mittelstraß (2017) anschlussfähig, der die Notwendig-

keit sieht, dem maßlosen Fortschritt mit der Forderung und Förderung von mehr Forschung und mehr technischen Innovationen eine Begrenzung durch ein Orientierungswissen um gerechtfertigte Zwecke und Ziele entgegenzusetzen. Es ist nach Mittelstraß eine Aufgabe der gesellschaftlichen Reflexion, ein solches Orientierungswissen zu erzeugen. Auch in den Ausführungen von Wells und McLean (2013) zur Überwindung reduktionistischer Denkweisen, um Veränderungen hin zu mehr Nachhaltigkeit zu erreichen, steht am Anfang eine gemeinsame Vision, die als Zweck des Systems angesehen werden kann. Dazu gehören Indikatoren, an denen Fortschritt zu bemessen ist und die Feststellung, dass Veränderungen als strategische Experimente zu verstehen sind, deren Ergebnis hinsichtlich des Zweckes / der Vision zu validieren sind. Bezogen auf eine Neuausrichtung der Landwirtschaft kann das Ergebnis einer gesellschaftlichen Reflexion, bzw. eine gemeinsame Vision nicht das Ergebnis einzelner Workshops oder Initiativen sein. Vielmehr muss das Ergebnis dieses Prozesses die Gestalter auf der politischen Ebene erreichen. Wenn sich die Wissenschaft in einer verantwortlichen Rolle in diesem Prozess sieht, muss es an dieser Stelle nicht nur um den Wissenstransfer in die landwirtschaftliche Praxis, sondern auch um den Wissenstransfer in die Politik gehen (Mayntz et al., 2008), ein Themenfeld das nicht Teil dieser Arbeit war.

8 Gemeinsame Schlussfolgerungen

Die Verringerung des Auftretens von Produktionskrankheiten in den Nutztierbeständen kann nicht durch die Definition von Maßnahmen oder Inputfaktoren (wie Platzangebot, Futter usw.) erreicht werden. Der Einfluss des spezifischen Betriebskontextes einschließlich der menschlichen Komponente der subjektiven Fähigkeiten des verantwortlichen Betriebsleiters haben einen erheblichen Einfluss. Produktionskrankheiten sind eine emergente Größe aus dem Zusammenwirken heterogener Faktoren auf verschiedenen Systemebenen. Systeme richten sich nach ihren Zielen aus. Biologische Systeme (die Nutztiere) haben Möglichkeiten der Anpassung, um den Selbsterhalt zu sichern. Der Selbsterhalt landwirtschaftlicher Betriebe ist i.d.R. vom wirtschaftlichen Erfolg abhängig und der Einschätzung des Entscheidungsträgers, was zu diesem Erfolg beiträgt oder ihm entgegensteht. In der Historie der landwirtschaftlichen Entwicklung der letzten Jahrzehnte war die Steigerung der Produktionsmengen und der Effektivität maßgebliche Faktoren für den wirtschaftlichen Erfolg. Das Netzwerk der Stakeholder, die Informationen und Wissen im Umfeld der landwirtschaftlichen Betriebe generieren und anbieten hat sich, wie auch die Betriebe, nach diesem Systemziel der Mengensteigerung ausgerichtet.

Der Zweck des landwirtschaftlichen Betriebssystems weist in verschiedener Hinsicht über die eigenen Systemgrenzen hinaus: zum einen in einer zeitlichen Perspektive, wenn der Selbsterhalt die Generationsfolge zum Ziel hat. Zum anderen sind landwirtschaftliche Betriebe auf den Verkauf von Produkten und damit auf Interaktion mit dem Suprasystem der Gesellschaft, bzw. der Verbraucher angewiesen. Die sich ändernden Marktbedingungen, bzw. Wertsetzungen der Gesellschaft erfordern die Transformation eines bisher auf Mengensteigerung ausgerichteten Zieles. Die gesellschaftliche Forderung nach mehr Tiergesundheit und Tierwohl ist eine Forderung nach qualitativer Veränderung, die „von außen“ an das System der Betriebe und das Netzwerk der Stakeholder herangetragen wird. Die Konkretisierung dieses Zieles, erfolgt im Diskurs der Partikularinteressen, muss jedoch der „Erhöhung und Sicherung der Lebensfähigkeit eines Systems“ dienen (Vester, 2002, S. 49). Daraus lassen sich Forderungen nach einer Verminderung der negativen externen Effekte ableiten, die das Suprasystem der Gesellschaft belasten.

Um Betriebssysteme zu Veränderungen (Anpassungen) zu veranlassen, die ein geringeres Auftreten von Produktionskrankheiten zur Folge haben, muss genau dies zum Systemziel werden und mit dem inhärenten Systemziel des Selbsterhaltes verknüpft sein. Ansätze dazu können Boni und Mali Systeme sein, die oberhalb / unterhalb bestimmter Inzidenzen innerhalb eines Betriebes auf die Auszahlungspreise wirken. Weiterhin können Betriebsvergleiche (Benchmark) Orientierung bieten und das Problembewusstsein und damit die Suche nach neuem Wissen bestärken.

Klassische, lineare Konzepte des Wissenstransfers im Sinne einer Vermittlung oder Übersetzung von Erkenntnissen aus der agrar- und veterinärmedizinischen Forschung in die landwirtschaftliche Praxis sind nicht geeignet, um eine breite Wirkung zu entfalten, d.h. das Auftreten von Produktionskrankheiten auf der Mehrzahl der Betriebe zu vermindern. Die komplexen Wirkzusammenhänge biologischer und sozioökonomischer Akteure stehen der Übertragung von Erkenntnissen, die unter wissenschaftlichen *ceteris paribus* Bedingungen erlangt wurden, in heterogene Kontextbezüge entgegen. Die Effektivität und Effizienz von Maßnahmen in einem spezifischen Betriebskontext kann aufgrund der Bedeutung des Kontextes für die Wirkungen im jeweiligen Betriebssystem nur als Hypothese formuliert werden und bedarf einer Validierung. Diese muss in Relation zu Zielgrößen mit Bezug zum innerbetrieblichen Auftreten von Produktionskrankheiten erfolgen. Die Agrar- und Veterinärwissenschaften sind aufgefordert, den Kontextbezug von Werkzeugen und Prozessen zur Verminderung von Produktionskrankheiten herzustellen und Möglichkeiten zur Validierung im Kontext zu erarbeiten.

Auf einer anderen Systemebene stehen Politik und Gesellschaft in der Verantwortung Rahmenbedingungen für die Nutztierhaltung zu schaffen, in denen Mehraufwendungen für eine verbesserte Tiergesundheit keinen wirtschaftlichen Nachteil haben. Ein möglicherweise kostengünstiges, höheres Niveau an Produktionskrankheiten sollte keinen Wettbewerbsvorteil ermöglichen. Die normative Formulierung von qualitativen Zielgrößen mit Bezug zu Produktionskrankheiten kann eine Ausrichtung des vorhandenen Stakeholder Netzwerkes auf das Thema ermöglichen und vorhandenes und neues Wissen in die Anwendung bringen. Voraussetzung ist die Verknüpfung der qualitativen Ziele mit dem Ziel des Selbsterhalt der Betriebe.

9 Literatur

- Alcocer-Cuarón C, Rivera AL, Castaño VM (2014) Hierarchical structure of biological systems: a bioengineering approach. *Bioengineered* 5:73–79. DOI: 10.4161/bioe.26570.
- Almstedt Å (2013) Post-productivism in rural areas : A contested concept. In: Lundmark L, Sandström C (eds) *Natural resources and regional development theory: GERUM Kulturgeografisk arbetsrapport 2013-12-02*, pp 8–22.
- Almstedt Å, Brouder P, Karlsson S, Lundmark L (2014) Beyond Post-Productivism: From Rural Policy Discourse To Rural Diversity. *European Countryside* 6:297–306. DOI: 10.2478/euco-2014-0016.
- Alrøe HF, Noe E (2011) The paradox of scientific expertise: A perspectivist approach to knowledge asymmetries. *Fachsprache*:152–167
- Beck U (1992) *Risk society towards a new modernity*. Sage Publ, Los Angeles [u.a.].
- Beratan KK (2007) A cognition-based view of decision processes in complex social–ecological systems. *Ecology and Society* 12:27
- Blume L, Hoischen-Taubner S, Over C, Möller D, Sundrum A (2021a) Status quo der nutritiven und ökonomischen Situation sowie Potentiale des Einsatzes heimischer Proteinträger auf ökologisch wirtschaftenden Geflügel- und Schweinebetrieben: Teil 2: Innerbetriebliche Wertschöpfungspotentiale des Fütterungsmanagements und des Einsatzes einheimischer Proteinträger. *Berichte über Landwirtschaft* 99. DOI: 10.12767/BUEL.V99I2.350.
- Blume L, Hoischen-Taubner S, Möller D, Sundrum A (2021b) Status quo der nutritiven und ökonomischen Situation sowie Potentiale des Einsatzes heimischer Proteinträger auf ökologisch wirtschaftenden Geflügel- und Schweinebetrieben: Teil 1: Bedarfsgerechte Nährstoffversorgung, Tierverluste, Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit. *Berichte über Landwirtschaft* 99. DOI: 10.12767/BUEL.V99I2.349.
- Boogaard BK, Oosting SJ, Bock BB, Wiskerke JSC (2011) The sociocultural sustainability of livestock farming: an inquiry into social perceptions of dairy farming. *Animal : an international journal of animal bioscience* 5:1458–1466. DOI: 10.1017/S1751731111000371.
- Bourdon J-P (2003) Recherche agronomique et bien-être des animaux d'élevage. *Histoire & Sociétés Rurales* 19:221. DOI: 10.3917/hsr.019.0221.
- Bowler IR (1986) Intensification, Concentration and Specialisation in Agriculture: the case of the European Community. *Geography (Sheffield, England)* 71:14–24
- Bradshaw B (2004) Plus c'est la même chose? Questioning crop diversification as a response to agricultural deregulation in Saskatchewan, Canada. *Journal of rural studies* 20:35–48. DOI: 10.1016/S0743-0167(03)00033-0.
- Braithwaite J, Churrua K, Long JC, Ellis LA, Herkes J (2018) When complexity science meets implementation science: a theoretical and empirical analysis of systems change. *BMC medicine* 16:1–14. DOI: 10.1186/s12916-018-1057-z.
- Brand F (2013) *Komplexe Systeme: Neue Ansätze und zahlreiche Beispiele*. Oldenbourg, München.
- Britt JH, Cushman RA, Dechow CD, Dobson H, Humblot P, Hutjens MF, Jones GA, Mitloehner FM, Ruegg PL, Sheldon IM, Stevenson JS (2021) Review: Perspective on high-performing dairy cows and herds. *Animal : an international journal of animal bioscience*:100298. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100298.
- Broom DM (1991) Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of animal science* 69:4167–4175
- Broom DM (1996) Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. In: Sandøe P, Hurnik F (eds) *Welfare of domestic animals : concepts, theories, and methods of measurement : proceedings of a conference held in Tune, Denmark, January 24-26, 1994*. Scandinavian University Press, Oslo, Norway, Boston, pp 22–28.
- Broom DM (2006) Behaviour and welfare in relation to pathology. *Applied animal behaviour science* 97:73–83. DOI: 10.1016/j.applanim.2005.11.019.
- Broom DM (2021) Dairy cattle welfare and other aspects of sustainability. In: Endres M (ed) *Understanding the behaviour and improving the welfare of dairy cattle*. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK, Philadelphia, PA, pp 1–14.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2013) *Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln: AMG, vol 2013*

- Bundesverband Rind und Schwein e.V. (ed) (2020) Rinder- und Schweineproduktion in Deutschland 2019, Bonn.
- Busch G, Spiller A (2018) Consumer acceptance of livestock farming around the globe. *Animal frontiers : the review magazine of animal agriculture* 8:1–3. DOI: 10.1093/af/vfx005.
- Chambers R (ed) (1989) *Farmer first: Farmer innovation and agricultural research*. Intermediate Technology Publications, London.
- Chantziaras I, Dewulf J, Van Limbergen T, Klinkenberg M, Palzer A, Pineiro C, Aarestrup Moustsen V, Niemi J, Kyriazakis I, Maes D (2018) Factors associated with specific health, welfare and reproductive performance indicators in pig herds from five EU countries. *Preventive veterinary medicine* 159:106–114. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2018.09.006.
- Chapman K (2016) *Complexity and creative capacity rethinking knowledge transfer, adaptive management and wicked environmental problems*. Routledge explorations in environmental studies. Routledge, London.
- Clark B, Stewart GB, Panzone LA, Kyriazakis I, Frewer LJ (2016) A Systematic Review of Public Attitudes, Perceptions and Behaviours Towards Production Diseases Associated with Farm Animal Welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 29:455–478. DOI: 10.1007/s10806-016-9615-x.
- Clay N, Garnett T, Lorimer J (2020) Dairy intensification: Drivers, impacts and alternatives. *Ambio* 49:35–48. DOI: 10.1007/s13280-019-01177-y.
- Darnhofer I, Gibbon D, Dedieu B (2012) Farming Systems Research: an approach to inquiry. In: Darnhofer I, Gibbon DP, Dedieu B (eds) *Farming systems research into the 21st century: The new dynamic*. Springer, Dordrecht, New York, pp 3–31.
- Davies H, Nutley S, Walter I (2008) Why ‘knowledge transfer’ is misconceived for applied social research. *Journal of health services research & policy* 13:188–190. DOI: 10.1258/jhsrp.2008.008055.
- De Jonge J, Van Trijp HCM (2013) Meeting Heterogeneity in Consumer Demand for Animal Welfare: A Reflection on Existing Knowledge and Implications for the Meat Sector. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 26:629–661. DOI: 10.1007/s10806-012-9426-7.
- Diehl K, Beblek A, Luckas M, Hecker S (2012) Interview: “Transfer ist eine Herausforderung”. *Forschungs-Report Ernährung - Landwirtschaft - Verbraucherschutz*
- Dockès A-C, Tisenkopf T, Bock BB (2012) The concept of agricultural knowledge and innovation systems. In: EU SCAR (ed) *Agricultural knowledge and innovation systems in transition: A reflection paper*. EUR-OP, Brussels, pp 23–46.
- Doster AR (2000) Porcine Gastric Ulcer. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 16:163–174. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)30141-9.
- Eshuis J, Stuiver M (2005) Learning in context through conflict and alignment: Farmers and scientists in search of sustainable agriculture. *Agriculture and Human Values* 22:137–148. DOI: 10.1007/s10460-004-8274-0.
- Evans N, Morris C, Winter M (2002) Conceptualizing agriculture: a critique of post-productivism as the new orthodoxy. *Progress in human geography* 26:313–332. DOI: 10.1191/0309132502ph372ra.
- Faure G, Desjeux Y, Gasselin P (2012) New Challenges in Agricultural Advisory Services from a Research Perspective: A Literature Review, Synthesis and Research Agenda. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 18:461–492. DOI: 10.1080/1389224X.2012.707063.
- Festinger L (1962) *A Theory of Cognitive Dissonance*. s.n, Stanford, Calif.
- Finzer P (2014) *Systemorganisation und Emergenz in der Medizin*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (2019) FiBL - Wissenstransfer. <https://www.fibl.org/de/standorte/deutschland/arbeitschwerpunkte-deutschland/wissenstransfer-de.html>. Accessed 17 June 2021.
- Friggens NC, Newbold JR (2007) Towards a biological basis for predicting nutrient partitioning: the dairy cow as an example. *animal* 1:87–97. DOI: 10.1017/S1751731107657772.
- Gare A (2013) Overcoming the Newtonian paradigm: the unfinished project of theoretical biology from a Schellingian perspective. *Progress in biophysics and molecular biology* 113:5–24. DOI: 10.1016/j.pbio-molbio.2013.03.002.

- Gibson TJ, Jackson EL (2017) The economics of animal welfare. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 36:125–135. DOI: 10.20506/rst.36.1.2616.
- Godin B (2006) The Linear Model of Innovation. *Science, Technology, & Human Values* 31:639–667. DOI: 10.1177/0162243906291865.
- Grandin T (2014) Animal welfare and society concerns finding the missing link. Special Issue: 55th International Congress of Meat Science and Technology (55th ICoMST), 16-21 August 2009, Copenhagen, Denmark 98:461–469. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.05.011.
- Greenhalgh T, Wieringa S (2011) Is it time to drop the ‘knowledge translation’ metaphor? A critical literature review. *Journal of the Royal Society of Medicine* 104:501–509. DOI: 10.1258/jrsm.2011.110285.
- Habel J, Sundrum A (2020) Mismatch of Glucose Allocation between Different Life Functions in the Transition Period of Dairy Cows. *Animals: an open access journal from MDPI* 10. DOI: 10.3390/ani10061028.
- Habel J, Uhlig V, Hoischen-Taubner S, Schwabenbauer E-M, Rumphorst T, Ebert L, Möller D, Sundrum A (2021 - eingereicht) Income over service life cost – Estimation of individual profitability of dairy cows at time of death reveals farm-specific economic trade-offs
- Herdth TH (2006) The history and influence of the ICPD. In: Joshi NP, Herdth TH (eds) *Proceedings of the 12th International Conference on Production Diseases in Farm Animals*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp 19–22.
- Herskin MS, Jensen HE, Jespersen A, Forkman B, Jensen MB, Canibe N, Pedersen LJ (2016) Impact of the amount of straw provided to pigs kept in intensive production conditions on the occurrence and severity of gastric ulceration at slaughter. *Research in veterinary science* 104:200–206. DOI: 10.1016/j.rvsc.2015.12.017.
- Hilgers J, Heger H (2017) Auswertung belegt: Auseinanderwachsen kostet 46.000 Euro. In: *Erzeugerring Westfalen eG (ed) Jahresbericht 2017*, pp 82–85.
- Hogeveen H, Van der Voort M (2017) Assessing the economic impact of an endemic disease: the case of mastitis. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 36:217–226. DOI: 10.20506/rst.36.1.2623.
- Hogeveen H, Steeneveld W, Wolf CA (2019) Production Diseases Reduce the Efficiency of Dairy Production: A Review of the Results, Methods, and Approaches Regarding the Economics of Mastitis. *Annual Review of Resource Economics* 11:289–312. DOI: 10.1146/annurev-resource-100518-093954.
- Hoischen-Taubner S, Sundrum A (2013) Perspektiven zur Verbesserung der Tiergesundheit in der ökologischen Schweinemast. In: Neuhoff D (ed) *Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landwirtschaft: Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, Bonn, 5. - 8. März 2013. Köster, Berlin, pp 608–611.
- Hoischen-Taubner S, Blaha T, Werner C, Sundrum A (2011) Zur Reproduzierbarkeit der Befunderfassung am Schlachthof für Merkmale der Tiergesundheit: Repeatability of anatomical-pathological findings at the abattoir for characteristics of animal health. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 62:82–87
- Hueston WD, Van Klink EG, Rwego IB (2018) One Health Leadership and Policy. In: Herrmann JA, Johnson-Walker YJ (eds) *Beyond One Health: From Recognition to Results*. John Wiley & Sons, Incorporated, Newark, pp 269–278.
- Ilbery B, Bowler I (1998) From agricultural productivism to post-productivism. In: Ilbery BW (ed) *The geography of rural change*. Longman, Harlow, pp 57–85.
- International Federation of Organic Agriculture Movements (2014) *The IFOAM Norms for Organic Production and Processing: Version July 2014*. http://www.ifoam.bio/sites/default/files/ifoam_norms_version_july_2014.pdf. Accessed 7 January 2016.
- Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung (ed) (2016) *Tierschutzindikatoren am Schlachthof. Nutztierhaltung im Fokus*
- Jahn T, Lux A, Klipstein A (2010) Vom Wissen zum Handeln - Grundlagen des Wissenstransfers: Knowledge Flow Paper No 8. http://www.bik-f.de/files/publications/kfp_nr-8_neu__d667d3.pdf. Accessed 4 September 2014.
- Jansen J, Lam TJ (2012) The Role of Communication in Improving Udder Health. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 28:363–379. DOI: 10.1016/j.cvfa.2012.03.003.
- Jansik C, Irz X (2014) Dairy farm productivity in Northern Europe. In: *European Association of Agricultural Economists (ed) Agri-Food and Rural Innovations for Healthier Societies*, p 13.

- Janssen C, Vanhamme J (2014) Theoretical Lenses for Understanding the CSR–Consumer Paradox. *Journal of Business Ethics*. DOI: 10.1007/s10551-014-2111-1.
- Jay GM (2004) Productivist and post-productivist conceptualizations of agriculture from a New Zealand perspective. In: Kearsley GW, Fitzharris BB, Holland P (eds) *Glimpses of a Gaian world: Essays in honour of Peter Holland*. School of Social Science University of Otago, Dunedin N.Z., pp 151–170.
- Jones PJ, Niemi J, Christensen J-P, Tranter RB, Bennett RM (2019) A review of the financial impact of production diseases in poultry production systems. *Animal production science* 59:1585. DOI: 10.1071/AN18281.
- Julian RJ (2005) Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry—a review. *The Veterinary Journal* 169:350–369. DOI: 10.1016/j.tvjl.2004.04.015.
- Kahneman D (2012) *Schnelles Denken, langsames Denken*. Siedler, München.
- Klerkx L, Pant LP, Leeuwis C, Cummings S, Le Borgne E, Kulis I, Lamoureux L, Senmartin D (2011) Beyond the conventional boundaries of knowledge management: navigating the emergent pathways of learning and innovation for international development. *Knowledge Management for Development Journal* 7:1–7
- Klerkx L, Van Mierlo B, Leeuwis C (2012) Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In: Darnhofer I, Gibbon DP, Dedieu B (eds) *Farming systems research into the 21st century: The new dynamic*. Springer, Dordrecht, New York, pp 457–483.
- Knickel K, Brunori G, Rand S, Proost J (2009) Towards a Better Conceptual Framework for Innovation Processes in Agriculture and Rural Development: From Linear Models to Systemic Approaches. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 15:131–146. DOI: 10.1080/13892240902909064.
- Koch E, Vollmer B, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2014) Verfügungswissen und Orientierungswissen im Immissionschutz – nur eine Banalität? (Am Beispiel Landwirtschaft). Editorial. *Immissionsschutz* 19:49
- Krieger M, Hoischen-Taubner S, Emanuelson U, Blanco-Penedo I, Joybert M de, Duval JE, Sjöström K, Jones PJ, Sundrum A (2017a) Capturing systemic interrelationships by an impact analysis to help reduce production diseases in dairy farms. *Agricultural Systems* 153:43–52. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.01.022.
- Krieger M, Schwabenbauer E-M, Hoischen-Taubner S, Emanuelson U, Sundrum A (2017b) Graph-based impact analysis as a framework for incorporating practitioner knowledge in dairy herd health management. *Animal : an international journal of animal bioscience*:1–10. DOI: 10.1017/S1751731117002105.
- Krieger M, Sjöström K, Blanco-Penedo I, Madouasse A, Duval JE, Bareille N, Fourichon C, Sundrum A, Emanuelson U (2017c) Prevalence of production disease related indicators in organic dairy herds in four European countries. *Livestock Science* 198:104–108. DOI: 10.1016/j.livsci.2017.02.015.
- Krieger M, Jones PJ, Blanco-Penedo I, Duval JE, Emanuelson U, Hoischen-Taubner S, Sjöström K, Sundrum A (2020) Improving Animal Health on Organic Dairy Farms: Stakeholder Views on Policy Options. *Sustainability* 12:3001. DOI: 10.3390/su12073001.
- Kuhlmann M (2020) Theorien komplexer Systeme: Nicht-fundamental und doch unverzichtbar? In: Bartels A, Stöckler M (eds) *Wissenschaftstheorie: Ein Studienbuch, 2., durchges. und korr. Aufl.* mentis-Verl.; BRILL; ProQuest, Paderborn, pp 307–328.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2013) *Wissenstransfer gestalten – für die effiziente Landwirtschaft*. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Verein/Ueber-uns.pdf. Accessed 17 June 2021.
- Lam A (2000) Tacit Knowledge, Organizational Learning and Societal Institutions: An Integrated Framework. *Organization Studies* 21:487–513. DOI: 10.1177/0170840600213001.
- Leeuwis C, Van den Ban A (2004) *Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension*, 3rd ed. Blackwell Science; Iowa State Press, for CTA, Oxford, Ames, Iowa.
- Lemire S, Christie CA, Inkelas M (2017) The Methods and Tools of Improvement Science. In: Christie CA, Inkelas M, Lemire S (eds) *Improvement Science in Evaluation: Methods and Uses: New Directions for Evaluation*, Number 153, 1st. Jossey-Bass, pp 23–33.
- Lowe P, Murdoch J, Marsden T, Munton R, Flynn A (1993) Regulating the new rural spaces: the uneven development of land. *Journal of rural studies* 9:205–222. DOI: 10.1016/0743-0167(93)90067-T.

- Luhmann N (1985) Soziale Systeme: Grundriß einer allgemeinen Theorie, 2. Aufl. Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, vol 666. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Luhmann N (1998) Die Gesellschaft der Gesellschaft. Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, vol 1360. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Maes DGD, Dewulf J, Piñeiro C, Edwards S, Kyriazakis I (2020) A critical reflection on intensive pork production with an emphasis on animal health and welfare. *Journal of animal science* 98:S15-S26. DOI: 10.1093/jas/skz362.
- Malaina A (2015) Two complexities: The need to link complex thinking and complex adaptive systems science. *Emergence: Complexity and Organization* 17:1–9
- Mayntz R, Neidhardt F, Weingart P, Wengenroth U (eds) (2008) Wissensproduktion und Wissenstransfer: Wissen im Spannungsfeld von Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Science Studies. transcript Verlag; Walter de Gruyter GmbH, Bielefeld, Berlin.
- McInerney JP, Howe KS, Schepers JA (1992) A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Preventive veterinary medicine* 13:137–154. DOI: 10.1016/0167-5877(92)90098-Z.
- Meadows DH (2010) Thinking in systems: A primer, repr. Earthscan, London.
- Mee JF (2008) Newborn dairy calf management. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 24:1–17. DOI: 10.1016/j.cvfa.2007.10.002.
- Mee JF (2013) Why Do So Many Calves Die on Modern Dairy Farms and What Can We Do about Calf Welfare in the Future? *Animals : an open access journal from MDPI* 3:1036–1057. DOI: 10.3390/ani3041036.
- Mittelstraß J (2017) *Schöne neue Leonardo-Welt: Philosophische Betrachtungen, Erste Auflage.* Velbrück Wissenschaft, Weilerswist.
- More SJ (2009) Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry. *Irish veterinary journal* 62:370. DOI: 10.1186/2046-0481-62-S4-S5.
- Morin E (2001) Seven complex lessons in education for the future. Education on the move. UNESCO; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.
- Morin E (ed) (2008) On complexity. *Advances in systems theory, complexity, and the human sciences.* Hampton Press, Cresskill, N.J.
- Mößeler A, Köttendorf S, Große Liesner V, Kamphues J (2010) Impact of diets' physical form (particle size; meal/pelleted) on the stomach content (dry matter content, pH, chloride concentration) of pigs. *Livestock science* 134:146–148. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.06.121.
- Mulligan FJ, Doherty ML (2008) Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal* 176:3–9. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.018.
- Nagy E, Ransiek A, Schäfer M, Lux A, Bergmann M, Jahn T, Marg O, Theiler L (2020) Transfer as a reciprocal process: How to foster receptivity to results of transdisciplinary research. *Environmental science & policy* 104:148–160. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.11.007.
- Nichols M, Stevenson L, Behravesh CB, Tauxe RV (2018) Food Safety and Security. In: Herrmann JA, Johnson-Walker YJ (eds) *Beyond One Health: From Recognition to Results.* John Wiley & Sons, Incorporated, Newark, pp 61–90.
- Niemi J, Bennett R, Clark B, Frewer L, Jones P, Rimmler T, Tranter R (2020) A value chain analysis of interventions to control production diseases in the intensive pig production sector. *PloS one* 15:e0231338. DOI: 10.1371/journal.pone.0231338.
- Nir (Markusfeld) O (2003) What are production diseases, and how do we manage them? *Acta veterinaria Scandinavica. Supplementum* 98:21–32
- Office International des Epizooties (2021) Animal Welfare: Section 7. In: OIE (ed) *Terrestrial Animal Health Code*
- Ollion E, Ingrand S, Delaby L, Trommenschlager JM, Colette-Leurent S, Blanc F (2016) Assessing the diversity of trade-offs between life functions in early lactation dairy cows. *Livestock Science* 183:98–107. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.11.016.
- Oltenu PA, Broom DM (2010) The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare* 19:39–49

- Pakenham-Walsh N (2004) Learning from one another to bridge the “know-do gap”. *BMJ* 329:1189.1. DOI: 10.1136/bmj.329.7475.1189.
- Payne JM (1972) Production disease. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*:69–86
- Perla RJ, Provost LP, Parry GJ (2013) Seven propositions of the science of improvement: exploring foundations. *Quality management in health care* 22:170–186. DOI: 10.1097/QMH.0b013e31829a6a15.
- Polanyi M (1998) *Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy*, Repr. Routledge, London.
- Polanyi M, Sen A (2011) *The tacit dimension*, [Repr.]. The Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Pretty JN, Chambers R (2000) Towards a Learning Paradigm: New Professionalism and Institutions for Agriculture. In: Harris JM1 (ed) *Rethinking sustainability power, knowledge, and institutions*. Univ. of Michigan Press, Ann Arbor, Mich., pp 189–227.
- Richert RM, Cicconi KM, Gamroth MJ, Schukken YH, Stiglbauer KE, Ruegg PL (2013) Risk factors for clinical mastitis, ketosis, and pneumonia in dairy cattle on organic and small conventional farms in the United States. *Journal of Dairy Science* 96:4269–4285. DOI: 10.3168/jds.2012-5980.
- Rohe W (2015) Vom Nutzen der Wissenschaft für die Gesellschaft: Eine Kritik zum Anspruch der transformativen Wissenschaft. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 24:156–159. DOI: 10.14512/gaia.24.3.5.
- Röling N (1988) *Extension science: Information systems in agricultural development*. Wye studies in agricultural and rural development. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Röling N (2009) Pathways for impact: scientists’ different perspectives on agricultural innovation. *International Journal of Agricultural Sustainability* 7:83–94. DOI: 10.3763/ijas.2009.0043.
- Rossi J, Garner SA (2014) Industrial Farm Animal Production: A Comprehensive Moral Critique. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 27:479–522. DOI: 10.1007/s10806-014-9497-8.
- Roux DJ, Rogers KH, Biggs H, Ashton PJ, Sergeant A (2006) Bridging the science-management divide: Moving from unidirectional knowledge transfer to knowledge interfacing and sharing. *Ecology and Society* 11
- Russell DB, Ison RL (2000) The research-development relationship in rural communities: an opportunity for contextual science. In: Ison RL, Russell DB (eds) *Agricultural extension and rural development: Breaking out of traditions ; A second-order systems perspective*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA, pp 10–29.
- Rutherford KM, Thompson CS, Thomson JR, Lawrence AB, Nielsen EO, Busch ME, Haugegaard S, Sandøe P (2018) A study of associations between gastric ulcers and the behaviour of finisher pigs. *Livestock science* 212:45–51. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.03.013.
- Saborido C, Moreno A (2015) Biological pathology from an organizational perspective. *Theoretical medicine and bioethics* 36:83–95. DOI: 10.1007/s11017-015-9318-8.
- Santman-Berends IMGA, Buddiger M, Smolenaars AJG, Steuten CDM, Roos CAJ, Van Erp AJM, van Schaik G (2014) A multidisciplinary approach to determine factors associated with calf rearing practices and calf mortality in dairy herds. *Preventive veterinary medicine* 117:375–387. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2014.07.011.
- Scoones I, Thompson J (eds) (2009) *Farmer first revisited: Innovation for agricultural research and development*. Practical Action Publishing, Rugby.
- Sundrum A (2010) Eutergesundheitsstatus auf der Betriebsebene: Stand und Perspektiven aus systemischer Sicht. *Berichte über Landwirtschaft*:299–321
- Sundrum A (2015) Metabolic Disorders in the Transition Period Indicate that the Dairy Cows’ Ability to Adapt is Overstressed. *Animals: an open access journal from MDPI* 5:978–1020. DOI: 10.3390/ani5040395.
- Sundrum A (2018) Beurteilung von Tierschutzleistungen in der Nutztierhaltung. *Berichte über Landwirtschaft Band 96*. DOI: 10.12767/BUEL.V96I1.189.
- Sundrum A (2020) Lack of success in improving farm animal health and welfare demands reflections on the role of animal science. *Journal of Sustainable and Organic Agricultural Systems* 70:11–15. DOI: 10.3220/LBF1590333104000.

- Sundrum A, Emanuelson U, Fourichon C, Hogeveen H, Tranter R, Velarde A (2016) Farm centric and equifinal approach to reduce production diseases on dairy farms. In: ICPD Scientific committee (ed) 16th International conference on production diseases in farm animals: Book of abstracts : ICPD 2016, Wageningen, the Netherlands 20-23 June 2016. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, p 186.
- Sundrum A, Habel J, Hoischen-Taubner S, Schwabenbauer E-M, Uhlig V, Möller D (2021) Anteil Milchkühe in der Gewinnphase – Meta-Kriterium zur Identifizierung tierschutzrelevanter und ökonomischer Handlungsnotwendigkeiten. *Berichte über Landwirtschaft*. DOI: 10.12767/BUEL.V99I2.340.
- Teixeira de Melo A, Caves LSD, Dewitt A, Clutton E, Macpherson R, Garnett P (2020) Thinking (in) complexity: (In) definitions and (mis)conceptions. *Systems Research and Behavioral Science* 37:154–169. DOI: 10.1002/sres.2612.
- Tonsor GT (2018) Public animal welfare discussions in the United States: perspectives from a Missouri farm boy turned economist. *Animal frontiers : the review magazine of animal agriculture* 8:4–7. DOI: 10.1093/af/vfx002.
- Vaarst M, Alrøe HF (2012) Concepts of Animal Health and Welfare in Organic Livestock Systems. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 25:333–347. DOI: 10.1007/s10806-011-9314-6.
- Vaarst M, Padel S, Younie D, Hovi M, Sundrum A (2008) Animal health challenges and veterinary aspects of organic livestock farming identified through a 3 year EU network project. *Open Veterinary Science Journal* 2:111–116
- Van Bueren EM, Lammerts van Bueren ET, Van der Zijpp AJ (2014) Understanding wicked problems and organized irresponsibility: challenges for governing the sustainable intensification of chicken meat production. *SI: Sustainability governance and transformation* 8:1–14. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.06.002.
- Van Kerkhoff L, Lebel L (2006) Linking Knowledge and Action for Sustainable Development. *Annual Review of Environment and Resources* 31:445–477. DOI: 10.1146/annurev.energy.31.102405.170850.
- Van Soest FJ, Santman-Berends IM, Lam TJ, Hogeveen H (2016) Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science* 99:8365–8374. DOI: 10.3168/jds.2015-10561.
- Van Soest FJ, Mourits MCM, Blanco-Penedo I, Duval J, Fall N, Krieger M, Sjöström K, Hogeveen H (2019) Farm-specific failure costs of production disorders in European organic dairy herds. *Preventive veterinary medicine* 168:19–29. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2019.03.029.
- Varela FG, Maturana HR, Uribe R (1974) Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. *Biosystems* 5:187–196. DOI: 10.1016/0303-2647(74)90031-8.
- Vester F (2002) *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität ; ein Bericht an den Club of Rome, Aktualisierte und erw. Taschenbuchausg., 2. Aufl.* dtv, vol 33077. Dt. Taschenbuch-Verl., Stuttgart.
- Vries A de (2017) Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 100:4184–4192. DOI: 10.3168/jds.2016-11847.
- Vries A de, Marcondes MI (2020) Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal : an international journal of animal bioscience* 14:s155-s164. DOI: 10.1017/S1751731119003264.
- Watzlawick P, Weakland JH, Fisch R (2011) *Change: Principles of problem formulation and problem resolution*, [Updated pbk. ed.]. W.W. Norton & Co, New York, N.Y., London.
- Weinreich NK (2011) *Hands-on social marketing: A step-by-step guide to designing change for good*, 2. ed. Sage Publications, Los Angeles.
- Wells S, McLean J (2013) One Way Forward to Beat the Newtonian Habit with a Complexity Perspective on Organisational Change. *Systems* 1:66–84. DOI: 10.3390/systems1040066.
- WHO (1948) Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference: New York, 19 June - 22 July 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948. <http://www.who.int/about/definition/en/print.html>. Accessed 27 June 2014.
- Wössmann L (2017) Wahrhaftigkeit als Aufgabe: Die Rolle des Wissenschaftlers in der Gesellschaft ist gegenwärtig weltweit umstritten. Ein Plädoyer für mehr Engagement. *Forschung & Lehre* 24
- Zens J, Bens O (2021) Great Expectations: Wissenstransfer ist mindestens so vielfältig wie die Erwartungen daran. *System Erde* 11:6–11. DOI: 10.48440/GFZ.syserde.11.01.1.

- Zhu X, Demeter RM, Oude Lansink AG (2012) Technical efficiency and productivity differentials of dairy farms in three EU countries: the role of CAP subsidies. *Agricultural Economics Review* 13:66–92. DOI: 10.22004/AG.ECON.253496.
- Zinke O (2021) Direktzahlungen und Subventionen: Wo bekommen die Bauern am meisten?: Landwirtschaftliche Einkommen nach Regionen. <https://www.agrarheute.com/management/finanzen/direktzahlungen-subventionen-bekommen-bauern-meisten-581147>. Accessed 6 September 2021.
- Zins C (2007) Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 58:479–493. DOI: 10.1002/asi.20508.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig, ohne unerlaubte Hilfe Dritter angefertigt und andere als die in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel nicht benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder unveröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Dritte waren an der inhaltlichen Erstellung der Dissertation nicht beteiligt; insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines kommerziellen Promotionsberaters in Anspruch genommen. Kein Teil dieser Arbeit ist in einem anderen Promotions- oder Habilitationsverfahren durch mich verwendet worden.

Borchen-Dörenhagen, September 2021

Susanne Hoischen-Taubner
