

Tierernährung im Biolandbau: Wissenschaft zwischen Ideal und Praxis

F. Leiber

Goetheanum, Sektion für Landwirtschaft, CH-4143 Dornach

0. These

Wissenschaft steht immer zwischen einer ideellen Seite und einem praktischen Bezug. Sich dessen bewusst zu sein, ist eine zentrale Anforderung an den Wissenschaftler, der den „Wahrheitsgehalt“ und die Auswirkungen seiner eigenen Arbeit einschätzen will.

Dieser Aufsatz vertritt folgende These:

Die „konventionelle Landwirtschaft“ in ihrer heutigen Form wurde stark von der Agrarwissenschaft (von der die Tierernährung eine klassische Vertreterin ist) geprägt. Die klassische Agrarwissenschaft wiederum hat jahrzehntelang auf der Grundlage eines Paradigmas (und dieses ist der ideelle Bezug) gearbeitet, welches nicht nur wissenschaftlich bestimmt war. Somit hat die Agrarwissenschaft die Prämissen eines ideellen Hintergrundes in die Landwirtschaft hinein realisiert und letztere ist zu einem gewissen Grade ein Abbild dieses ideellen Hintergrundes geworden, was auch negative Folgen hatte.

Der biologische Landbau¹ hat auch einen expliziten ideellen Hintergrund, aus dem heraus er entwickelt wurde. Wissenschaftlich hat dieser Hintergrund aber noch keinen real wirksamen Einfluss bekommen. Damit gerät der Biolandbau heute, wo er durch sein starkes Wachstum eine immer breitere Basis ehemals konventionell wirtschaftender Bauern bekommt und wo er auch zunehmend den gleichen Marktkräften und einer noch stärkeren Regulierung unterworfen ist, als die übrige Landwirtschaft, in eine gewisse „Konventionalisierung“ (Schumacher, 2005) und damit vor allem wissenschaftlich unter das konventionelle Paradigma.

In der konventionellen Forschung dagegen hat sich dieses Paradigma schon mehr oder weniger stark gelockert und modifiziert und wäre heute diskutierbar. Ein Diskurs um die paradigmatischen und methodischen Voraussetzungen der konventionellen und der biologischen Agrarwissenschaft könnte die Chance bieten, verhärtete Fronten aufzubrechen, aber auch Scheingefechte zu beenden und zu einer geistig offenen gemeinsamen Forschungskultur zu finden. Der offene Diskurs findet

¹„Biologischer Landbau“, „Ökologischer Landbau“, und „organic farming“ werden hier als Synonyme verstanden und im weiteren Text als „Biolandbau“ bezeichnet. . Damit ist allgemein die Form der Landwirtschaft gemeint, welche den internationalen IFOAM-Standards (IFOAM, 2005) entspricht.

jedoch noch kaum statt. Der Input für eine solche Diskussion müsste aber auch stark von der Seite des Biolandbaus kommen. Wenn dieser vor allem konventionellen Forschungsparadigmen folgt, verpasst er eine Chance.

Diese These wird hier – mit speziellem Bezug zur Tierernährung – verfolgt werden.

1. Die Paradigmen der klassischen Agrarwissenschaft (Tierernährung)

Die Tierernährungsforschung ist eine angewandte Wissenschaftsdisziplin. Grundlagenwissenschaft und angewandte Wissenschaft werden hier verstanden als zwei verschiedene Modi des Forschens, nicht als streng voneinander getrennte Disziplinen. Der Modus der Grundlagenwissenschaft bezieht sich auf das Erkennen der Wirklichkeit², nimmt diese also in ihrem so-sein hin³. Der Modus der angewandten Wissenschaft nimmt Wirklichkeit nicht als gegeben hin, sondern tritt ihr mit einer Intention zur Veränderung gegenüber. Für angewandte Wissenschaft ist Wirklichkeit *auch* ein Projekt, das erst zu realisieren ist. Angewandte Wissenschaft *will* etwas und erreicht auch etwas. Sie führt Projekte in die Realisierbarkeit über und verändert damit die gegebene Wirklichkeit.

Das „*was*“ des Wollens der angewandten Wissenschaft ist bereits eine Voraussetzung, die ausserhalb der Wissenschaft selber liegt. Es beruht auf gesellschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen Konsensen und Aufträgen, es beruht aber auch auf den Intentionen des Forschers und der Forschergemeinschaft selbst, hat also mit Persönlichkeit, Sozialisation und verschiedenen Schichten des Bewusstseins zu tun. In diesem Sinne hat angewandte Wissenschaft ein starkes intentionales Element und ist befindet sich nicht in einem wertfreien objektiven Raum.

Der Begriff der wissenschaftlichen Paradigmas ist vor allem durch Kuhn (1962) entwickelt worden. Er bezeichnet die Voraussetzungen, von denen eine Wissenschaftsdisziplin implizit ausgeht. Diese Voraussetzungen liegen auf mehreren Ebenen:

- auf der ontologischen Ebene: was ist?
- Auf der epistemologischen Ebene: was kann ich erkennen?
- Auf der methodischen Ebene: wie kann ich erkennen?

Spezifischere Formen, die strengere, über IFOAM hinausgehende Standards haben, sind beispielsweise der organisch-biologische Landbau (Knospe) oder der biologisch-dynamische Landbau (demeter).

²„Wirklichkeit“ wird hier in einem sehr einfachen Sinne verstanden als die Welt mit der wir täglich umgehen, auf die sich unser Tagesbewusstsein und unsere Kommunikation bezieht. Diese Definition entspricht in etwa der „Wirklichkeit 1. Ordnung“ bei Watzlawick (2003).

³Dies ist nur so gemeint, dass Grundlagenwissenschaft (anders als angewandte Wissenschaft) nicht die primäre *Intention* hat, Wirklichkeit zu verändern. Die Frage, inwieweit Erkenntnis immer ein Wechselspiel zwischen Subjekt und Objekt ist, das auf beide Seiten verändernd wirkt, ist damit nicht berührt (vgl. z.B. Fleck und Bachelard, zitiert bei Rheinberger, 2005; Heisenberg, 1975)

Mindestens diese drei Fragen müssen beantwortet sein, wenn man eindeutige Wissenschaft betreiben will. Sie werden auch beantwortet; oft im Sinne einer starken Theorie, wie z.B. in der Physik der Relativitätstheorie oder der Quantentheorie oder in der Biologie das „Central Dogma of Molecular Biology“⁴. Kuhn (1962) beschreibt das Auftreten einer neuen paradigmatisch wirkenden Theorie als abruptes Ereignis, welches durch wenige herausragende Persönlichkeiten bewirkt wird und bezeichnet es als eine „wissenschaftliche Revolution“. Fleck (1935) spricht eher von langsamen gesellschaftlichen Prozessen, die zu „wissenschaftlichen Denkstilen“ führen. Der Begriff des **Denkstils** ist sanfter als der des **Paradigmas**. Beide Begriffe sind jedoch so gemeint, dass sie die wissenschaftlichen Ergebnisse wesentlich mit bestimmen und zwar ausdrücklich unabhängig davon, ob sich der Wissenschaftler ihrer überhaupt bewusst ist oder nicht.

Die Agrarwissenschaften haben ihre dominierenden paradigmatischen Wurzeln im 19. Jahrhundert, als die materialistische (exemplarisch: Rudolf Virchow), die reduktionistische (exemplarisch: Justus Liebig) und die ökonomische (exemplarisch: Charles Darwin) Perspektive der heutigen Biowissenschaften begründet wurde. In dieser Zeit beginnt auch die Agrarwissenschaft im heutigen Sinne. Die von Justus Liebig vor allem mit Blick auf den Boden entwickelte Nährstofflehre wird wenig später von Henneberg und Stohmann (1860) auf Futtermittel und tierische Produkte angewendet. Mit der von den beiden letzteren entwickelten *Weender Futtermittelanalyse* nimmt die rationelle, inhaltsstoffbezogene Tierernährungslehre ihren Anfang. Charakteristisch ist dabei die Fokussierung auf die stofflichen Einzelkomponenten von Boden, Pflanze (Futter), Tier und Produkt. Mit der Weender Analytik ist ein Protokoll festgeschrieben worden, welches mit eher leichten Modifikationen weit über 100 Jahre Gültigkeit hatte und heute immer noch hat. Die Weender Analytik entspricht klar den Kriterien von Kuhn (1962) für ein wissenschaftliches Paradigma.

Dieses Protokoll bestimmt zum einen eine *verbindliche analytische Methodik*, welche die Grundlage⁵ zur Bewertung von Futtermitteln in der Landwirtschaft darstellt. Es prägt aber auch eine wesentliche *erkenntnistheoretische Perspektive der Tierernährung*. Sowohl das Futtermittel als auch das Tier und das tierische Produkt werden als Zusammensetzung verschiedener Stoffklassen, die sich mehr oder weniger stark differenzieren lassen, angeschaut (vgl. Kirchgessner, 1997, S. 22). Diese Zusammengesetztheit der jeweils komplexeren Ebene aus der einfacheren, und daraus folgend die kausale Wirkungsrichtung vom Einfachen hin zum Komplexen, wurde in den folgenden

⁴Welches seit jüngster Zeit ein ausgezeichnetes Beispiel ist für ein Paradigma mit sehr grosser Wirkung, welches dann aber durch die sich weiterentwickelnde Genetik selbst falsifiziert wurde (Mendes Soares & Valcarcel, 2006).

⁵Sie wird ergänzt durch die verschiedenen Energie- und Proteinbewertungssysteme, welche ebenfalls paradigmatisch wirkten und wirken, allerdings zeitlich und lokal begrenzter.

Jahrzehnten immer differenzierter dargeſtellt. Jede einzelne Stoffklasse (ſpäter dann jedes Molekül) wird entſprechend der Liebigſchen Nährſtofflehre ſowohl analytiſch als auch für die Erkenntniſſeperspektive als konſtituierend für den Geſamtzuſammenhang betrachtet (und nicht umgekehrt), Ernährungsprozesse werden von Einzelnſubſtanzen (z.B. limitierenden Aminosäuren, ſpezifischen Fettsäuren, etc.) her definiert und optimiert.

Im Sinne der drei oben genannten Fragen, ergeben ſich alſo für die Tierernährung, *inſofern ſie dem Paradigma der Weender Analytik folgt*, folgende paradigmatiſchen Antworten:

- was iſt? Eine phyſiſch determinierte Lebenswirklichkeit, die ſich auf ſtofflicher Baſis zu immer höheren Komplexitätsſtufen zuſammensetzt.
- was kann ich erkennen? In welcher Weiſe ein komplexes Gebilde aus einfachen Elementen aufgebaut iſt.
- wie kann ich erkennen? Indem ich analytiſch rückwärts gehend das Komplexe ins immer Einfachere zerlege.

Die klaſſiſche Tierernährung als Teil der Agrarwiſſenſchaften hat aber auch auſſerwiſſenſchaftliche Paradigmen im Sinne der Fleck'ſchen Denkſtile: die Steigerung der Effizienz, die Intensivierung der Systeme und die Vergrößerung des Produktabſatzes waren viele Jahre faſt dogmatiſch verfolgte Ziele der Agrarwiſſenſchaften (Zimdahl, 1998a; Hodges, 2003) und prägten den Charakter der Mehrzahl der wiſſenſchaftlichen Arbeiten. An dieſen Zielen zeigt ſich eine ſoziologiſche Determinante der Agrarwiſſenſchaft (Thompson, 1995; Rheinberger, 2005), derer ſie ſich bewusst werden muſs (Alrøe & Kristensen, 2002)

Damit iſt die Tierernährungsforſchung ein klaſſiſches Beiſpiel für eine paradigmatiſche Wiſſenſchaft im Kuhn'ſchen Sinne. Dieſe beiſpielhafte Darſtellung ſoll jedoch nicht darüber hinwegtäuſchen, daſs mit zunehmender Komplexität der Biowiſſenſchaften die epiſtemologiſche und methodiſche Eindeutigkeit der Tierernährung geſchwunden iſt. Schon lange haben ſyſtemiſch-ökologiſche Anſätze ihren Eingang in dieſe Diſziplin gefunden, iſt das Feld der Forſchungsthemen ſehr breit geworden und enthält viele Bereiche, die ſich einer ſo einfachen Darſtellung entziehen (vgl. z.B. Van Soeſt, 1994; Rubino et al., 2006).

Dennoch haben die hier angedeuteten Paradigmen eine ſehr ſtarke Dominanz in den geſamten Agrarwiſſenſchaften gehabt, wie von Zimdahl (1998a und 1998b) und Hodges (2003) ausführlich dargeſtellt wurde. Daher erſcheint es legitim, dieſe Paradigmen hier noch einer näheren Kritik zu unterziehen.

Diese Kritik ist so gemeint, dass sie die wesentlichen Gesichtspunkte enthält, die auch aus der Perspektive des Biolandbaus gegen die konventionelle Forschung vorgebracht werden. In einem Paradigmendiskurs um die Agrarwissenschaften müsste man sich also zum Einen mit dieser Kritik, zum Anderen mit konstruktiven Alternativvorschlägen auseinandersetzen.

2. Kritik am klassischen Paradigma

2.1. Erkenntnistheoretische Kritik

Wie viele andere naturwissenschaftliche Disziplinen auch, folgt die Agrarwissenschaft dem Ideal des Objektivismus, der Unabhängigkeit des wissenschaftlichen Arbeitens und vor allem des Ergebnisses von den Forschenden selbst. Dies ist das Ideal einer standardisierenden Laborwissenschaft, welche die Methoden der Physik und Anorganik auf die biologischen Wissenschaften übertragen hat. Dieses Ideal geht davon aus, dass sich der Wahrheitsgehalt einer wissenschaftlichen Aussage umso mehr erhöht, je klarer der forschende Mensch selbst aus dem Zustandekommen dieser Aussage ausgeschlossen ist.

Das standardisierende, isolierende Labor, welches wo immer möglich, menschliche Wahrnehmung durch Apparatwahrnehmung ersetzt, ist die Konsequenz dieses Ansatzes.

Mit den Labormethoden, welche sehr häufig nur einen statischen, künstlich fixierten Zustand darstellen können, wird letztlich der anorganische Anteil der lebendigen Organismen gemessen; der prozessuale, beziehungshafte Anteil des Lebendigen wird so nicht verstanden.

Die höchst artifizielle, der Lebenswirklichkeit kaum entsprechende Laborrealität ist im Hinblick auf ihren Beitrag zum Erkenntnisgewinn vielfach in Zweifel gezogen worden (vgl. z.B. Fischbeck, 2003). Die Laborsituation schafft vielmehr einen neuen Wirklichkeitszusammenhang, den dann eine angewandte Wissenschaft, wie die Tierernährung in die Welt ausserhalb des Labors überträgt.

Die Annahme einer vom Beobachter unabhängigen Realität, welche wie gesagt dem Objektivitätskriterium zugrunde liegt, ist bereits seit fast 80 Jahren durch die Physik selbst falsifiziert worden (Heisenberg, 1975; Henry, 2005). Wie wenig dies durch die biologischen Wissenschaften bislang zur Kenntnis genommen wurde, ist bemerkenswert (Fischbeck, 2003; Henry, 2005).

Achtzig Jahre nach der „Kopenhagener Deutung der Quantentheorie“ (Heisenberg, 1975) wird derzeit aus der „Vereinigung Deutscher Wissenschaftler“ heraus der Versuch unternommen, die Konsequenzen dieses fundamentalen wissenschaftshistorischen Ereignisses für die Wissenschaften nochmals zu thematisieren und eine grundlegende Diskussion um die erkenntnistheoretische und ontologische Ausrichtung aller Wissenschaft im 21. Jahrhundert anzuregen. Mit dem „Potsdamer

Manifest“ (Dürr et al., 2005) wurde eine Schrift vorgelegt, welche die gewaltigen Konsequenzen zeigt, die die paradigmatische Entscheidung für oder wider ein quantenmechanisches Weltbild in den Wissenschaften für alle Bereiche der globalen Gesellschaft hat.

Die Frage ist nun, ob der Mensch die *Fähigkeit* besitzt, sich seines Verhältnisses zur Aussenwelt tatsächlich bewusst zu sein und es auch im Erkenntnisprozess aktiv zu gestalten. Nagel (1979) spricht von der inneren Fähigkeit, sich im Erkenntnisprozess über sein Mensch-sein zu erheben und mit dem Objekt erlebend zu verbinden (sein Aufsatz in diesem Zusammenhang „*What is it like to be a bat?*“ hat Berühmtheit erlangt). Die radikalste Erkenntnistheorie in Bezug auf diese Fähigkeit des Menschen hat der Begründer des biologisch-dynamischen Landbaus, Rudolf Steiner bereits Ende des 19. Jahrhunderts formuliert (Steiner, 1886, 1892)⁶. Er geht von der Möglichkeit eines vollständig bewussten Erkenntnisprozesses und der vollen Deckung von denkerisch erfasster begrifflicher und sinnlich erfahrener Wirklichkeit aus.

Damit ist der erkenntnistheoretische Aspekt angedeutet, aus dem heraus die Forderung nach „mehr Mensch“, oder zumindest nach einer fundierten Paradigmendebatte in der Agrarwissenschaft Berechtigung bekommt.

2.2. Gesellschaftlich-kulturelle Kritik

Eine Wissenschaft, die den Menschen als erlebendes, teilhabendes Subjekt aus dem Erkenntnisprozess weitgehend ausschliesst, führt, wenn sie gesellschaftlich wirksam wird, zu kulturellen Konsequenzen. Das Verhältnis der Menschen zur Natur, zu anderen Lebewesen, aber auch zu ihrem eigenen Körper wird geprägt durch das vorherrschende wissenschaftliche Weltbild. So hat sich in den westlichen Gesellschaften z.B. ein sehr funktionell-ökonomisches Naturverhältnis entwickelt (Böhme, 2002), das es schwer macht, Zusammenhänge zwischen sich und anderen Lebewesen oder dem eigenen Körper anders als entweder rationell oder sentimental zu verstehen. Auch für diese didaktischen Konsequenzen ihres öffentlichen Wirkens muss die Wissenschaft sich verantwortlich fühlen.

Die kulturellen Erosionen, die sich aufgrund des Strukturwandels in den ländlichen Räumen ergeben haben, haben den Aspekt, dass die Agrarwissenschaft diese durch die von ihr ausgehende Rationalisierung gefördert hat. Ausserdem hat sie aber auch das ihr zugrunde liegende rationell-

⁶Es sei hier angemerkt, dass es sich bei den beiden zitierten Werken nicht um esoterische, sondern um streng erkenntnistheoretische Schriften Steiners handelt, welche auf einer intensiven Auseinandersetzung mit dem wissenschaftlich-philosophischen Werk Goethes und mit der Philosophie des 19. Jahrhunderts fussen.

mechanistische Weltbild in die ländlichen Räume getragen, welches den Kulturverlust eher befördert als aufgehalten hat.

Die unter Punkt 1 dargestellte paradigmatische Ausrichtung der Agrarwissenschaft, die sich mit der molekularen Biochemie rasch differenzierte, machte eine enorme Effizienzsteigerung der landwirtschaftlichen Stoffkreisläufe möglich. Gleichzeitig führte sie mittelfristig aber auch zur Standardisierung und Spezialisierung der bis anhin sehr regional angepassten und vielfältigen landwirtschaftlichen Produktion und – über die gute Handhabbarkeit der isolierten Inhaltsstoffe – zur industriellen Konzentration von Wertschöpfungsprozessen und zur Auslagerung derselben aus dem landwirtschaftlichen Betrieb.

Der spezialisierte landwirtschaftliche Betrieb, der mit von aussen zugeführten Stoffen – Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln, Futtermitteln, die jeweils eine möglichst optimale Zusammensetzung einzelner stofflicher Komponenten darstellen – eine effiziente Produktion von Lebensmitteln realisiert, ist ein perfektes Abbild der angedeuteten agrarwissenschaftlichen Paradigmen und Denkstile. Er ist ihr Produkt, er ist aber auch ihr Forschungsgegenstand. Insofern ergibt sich eine Rückkoppelungsschleife, in der die *veränderte* Wirklichkeit das Paradigma bestätigt.

3. Der paradigmatische Hintergrund des Biolandbaus

Der Biolandbau ist in den vergangenen Jahren zu einer ernstzunehmenden Grösse in der Agrarlandschaft geworden. Spätestens seit der „BSE-Krise“ im Jahre 2001 hat die Biolandbaubranche im deutschsprachigen Raum jährlich deutlich wachsende Markt- und Flächenanteile zu verzeichnen (Agrarbericht, 2005; Biosuisse, 2005).

Bioprodukte werden mittlerweile aber auch auf den gleichen Vermarktungswegen angeboten, wie konventionelle Produkte, was die Distributionskosten erheblich senkt, andererseits aber auch zu erheblichem Preisdruck auf die Erzeuger führt. Auf Erzeugerseite wächst die Zahl der Betriebe und die Grösse der biologisch bearbeiteten Fläche dennoch stetig. Dadurch kommen immer mehr Betriebe hinzu, die nicht aus Idealismus sondern aus pragmatischen Gründen auf Biolandbau umstellen.

Dem Prinzip der ökologischen Nachhaltigkeit wird so, entsprechend den definierten Bio-Standards, vermehrt Rechnung getragen. Die ethischen Anforderungen im Bereich der Tierhaltung sind ebenfalls hoch, was einer wichtigen gesellschaftlichen Forderung gegenüber der Landwirtschaft entspricht. Andere Kernanliegen des Biolandbaus, nämlich diejenigen, die das Primat der Ökonomie und der Effizienzsteigerung zugunsten eines kulturellen Verständnisses der Landwirtschaft

und das Primat des faktoriellen Denkens zugunsten eines prozessualen Naturverständnisses in Frage stellen, drohen dabei jedoch wieder ins Hintertreffen zu geraten.

Von seinem Ansatz her hat der Biolandbau ursprünglich eine stark idealistische Seite. Seine theoretischen Konzepte betonen die ganzheitliche Sichtweise auf den gesamten Kontext, in dem Landwirtschaft steht. Dies führt zu Handlungsprinzipien, die mindestens ökologisch und sozial schonend und nachhaltig und an hohen ethischen Maßstäben messbar sein sollen (vgl. z.B. Conford, 2001; Leiber et al., 2006).

Hierbei sind drei verschiedene Ansätze zu unterscheiden.

- Der Begriff „**Ökologischer Landbau**“, wie ihn z.B. Schumacher (2005) gebraucht, charakterisiert den Zusammenhang des Produktionssystems Landwirtschaft mit den verschiedensten Ökosystemen wie Boden, Grundwasser, Meeren, und ökologischen Habitaten. Diese Beziehung sollte nachhaltig sein in dem Sinne, dass negative Auswirkungen minimiert oder nach Möglichkeit ausgeschlossen werden. Jede landwirtschaftliche Massnahme wird in ihrer Auswirkung auf das ökologische Gesamtgefüge bewertet; Stoffe werden von ihrer Kreislaufbewegung im ökologischen Ganzen her angeschaut und behandelt. Ein wesentliches Ziel sind dabei geschlossene Stoffkreisläufe.
- Der Begriff des „**Organischen Landbaus**“ (organisch-biologische Landwirtschaft nach Müller und organic farming nach Howard) geht, ohne dabei die o.g. Grundsätze in Frage zu stellen, von einem Ansatz der Bodenfruchtbarkeit aus, der im Gegensatz zur Liebig'schen Nährstofflehre die komplexen organischen Verbindungen des Bodens als konstituierend für seine Fruchtbarkeit ansieht. Bodenfruchtbarkeit wird als Grundlage für die Gesundheit von Pflanze, Tier und Mensch aufgefasst (Conford, 2001; Vogtmann, 2005; Scheidegger, 2005).
- Im Organismus-Prinzip, welches der „**biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise**“ nach Steiner zugrunde liegt, wird der Zusammenhang, in dem die agrarische Produktion steht, wird nicht nur als System betrachtet, in dem kausale Wirkungsketten und -kreisläufe berücksichtigt werden müssen, sondern als lebendiger Organismus. In diesem Organismus haben Boden, Pflanzen, Tiere, Soziosphäre und Biosphäre die Funktion von Organen, welche miteinander in einer lebendigen, prozesshaften Wechselbeziehung und Coevolution stehen (Steiner, 1924; Leiber et al., 2006).

Alle Organe eines solchen landwirtschaftlichen Organismus müssen dann in ihrer Wirkung aufeinander und in ihrer Abhängigkeit voneinander berücksichtigt werden (Fuchs, 2003). Die Aufgabe liegt aber nicht nur darin, die Elemente einer Landwirtschaft als interagierende Organe aufzufassen, sondern ein Bild der organisierenden Ebene, also des Organismus selbst zu entwickeln.

Für die Tierernährung folgt aus den hier dargestellten Prinzipien, dass das Tier in seiner Ganzheit als Tier zu anzuschauen ist, welches einer bestimmten Art zugehört und dieser Art entsprechende Verhaltensweisen aus sich selbst heraus entwickelt. Diese Verhaltensweisen sind zu respektieren, zu ermöglichen und womöglich zu fördern und zu nutzen.

Das klassische Beispiel ist der Wiederkäuer als Rauhfutterverwerter. Das Rauhfutter ist seine natürliche, der gesamten Physiologie, Anatomie und Ethologie entsprechende Futtergrundlage. Mit der Fähigkeit der Zelluloseverwertung erschliesst der Wiederkäuer gleichzeitig Gebiete und Pflanzen für die landwirtschaftliche Nutzung, die sonst nicht zur Erzeugung von Lebensmitteln beitragen würden. Diesen Zusammenhang zwischen der Veranlagung des Tieres und der Funktion, die ihm da heraus zukommen kann, gilt es unter dem ganzheitlichen Paradigma zu nutzen und weiter zu entwickeln. Eine Fütterung von Wiederkäuern mit Ackerfrüchten wäre aus dieser Perspektive eine Missachtung der Physiologie und Ethologie des Wiederkäuers und des landwirtschaftlichen Gesamtzusammenhanges.

Unter dem biologisch-dynamischen Paradigma des Organismus-Prinzips kommt den landwirtschaftlichen Tieren darüber hinaus noch eine wesentliche Rolle als Organ innerhalb des Betriebes zu. Über die Produkte hinaus, haben die Tiere hier eine spezifische Bedeutung, die namentlich in ihrer Rolle bei der Belebung des Bodens durch den Mist liegt (Steiner, 1924). Diese Aufgabe ist entsprechend dem biologisch-dynamischen Paradigma nicht ersetzbar durch zugeführte Einzelnährstoffe.

4. Real existierende Tierernährungsforschung im Biolandbau

Der Biolandbau steht also in einem Spannungsfeld zwischen den inhaltlichen Idealkonzepten in denen er wurzelt, die aber nur von relativ wenigen Menschen tatsächlich umgesetzt werden können, und der breiten Anwendung, die tendenziell zurück in die „Konventionalisierung“ führt.

In diesem Spannungsfeld steht auch die Wissenschaft, wenn sie sich dem Biolandbau widmet. Die Forschung kann sich nun die Aufgabe stellen, mit den bekannten Methoden Problemlösungen zu finden für eine Landwirtschaft, welche die gesetzlich fixierten Standards des Biolandbaus einhalten muss. Dies ist im Prinzip fast kein Unterschied zu einer Agrarforschung, die für die konventionelle Landwirtschaft forscht, welche heute ebenfalls Umweltauflagen auf allen Ebenen zu erfüllen hat. Eine solche Forschung wird vielfach betrieben und fungiert unter dem Namen Ökoforschung. Sie bedient den Bedarf der Praxis, welche, wie in der konventionellen Landwirtschaft auch, regelmässig laut den Ruf nach Praxisrelevanz der Forschung erhebt.

Für die Tierernährung lassen sich auf dieser Ebene verschiedene Themenbereiche identifizieren:

Im Bereich Schweinezucht und –mast stehen zum einen gesundheitliche Fragen im Vordergrund, da, vor allem die Ferkelaufzucht unter ökologischen Bedingungen Probleme bereitet (Löser, 2004). Des Weiteren besteht Forschungsbedarf in Bezug auf die Erfüllbarkeit der Kriterien der Fleischhandelsklassen (Magerfleischanteil, Schlachtleistung etc.) mit einer reinen Biofütterung (Weissmann et al., 2004; Kuprat, 2004). Es wird jedoch auch deutlich, dass es den Verbrauchern beim Kaufentscheid vor allem um eine ethisch anspruchsvolle Haltung der Tiere geht. Damit stehen die Biolabels in der Schweiz beispielsweise unter starkem Konkurrenzdruck durch andere Labelprogramme mit BTS und RAUS (Früh, 2005).

Bei den Wiederkäuern finden sich ähnliche tierernährerische Forschungsrichtungen, die sich mit einer letztlich konventionell gedachten Optimierung unter den jeweiligen Biostandards befassen (z.B. Schiborra et al., 2005; Pries et al., 2005) und verschiedene Einzelstudien zur adäquaten Nährstoffversorgung (Rahmann, 2005; Leisen et al., 2005).

Insgesamt ist die Tierernährungsforschung im Sektor Biolandbau kaum entwickelt. Die im Vergleich zu pflanzenbaulichen Fragestellungen sowieso unterrepräsentierten Nutztierwissenschaften (Niggli, 2005) konzentrieren sich vor allem auf Fragen der Haltung, der Tiergesundheit und der Zucht.

Die wirklich spannenden Fragen der Tierernährung heute, die sich zum Beispiel auf Fragen der Produktqualität, der systemischen, standortbezogenen Forschung (vgl. z.B. den Tagungsband von Rubino et al., 2006) oder der Klimarelevanz der Nutztierhaltung (vgl. z.B. den Tagungsband von Soliva et al., 2005) beziehen, werden von der sich stark entwickelnden „klassischen“ Tierernährung wesentlich intensiver bearbeitet, als von der Branche „Bioforschung“.

Eine eigene originäre Forschungsrichtung des Biolandbaus entwickelt sich an dieser Stelle nicht. An anderen Stellen, namentlich im Pflanzenbau oder aber in der Lebensmittelqualitätsforschung sind hier sehr viel stärkere Entwicklungen zu verzeichnen (vgl. FQH-Proceedings, 2005).

Das wäre ja nicht zu beklagen, solange die Forschungsaufgaben von der normalen Forschung mit übernommen werden. Es wäre im Sinne eines gesunden, offenen, diskursiven Verhältnisses von „konventionell“ und „biologisch“ sogar ausdrücklich zu begrüßen.

Wenn aber dadurch die offene Auseinandersetzung um die ontologischen und methodischen Paradigmen verpasst wird, weil die entsprechenden Fragen von „Bio-Seite“ gar nicht mit Vehemenz gestellt werden, wäre das für alle Seiten ein echter Verlust.

5. Paradigmatische Perspektiven einer Biolandbauforschung

5.1. „Wissenschaft des menschlichen Masses“

Es geht also zum Einen darum, eine Agrarwissenschaft zu entwerfen, die den Menschen wieder integriert und zwar auf verschiedenen Ebenen:

5.1.1. Der Mensch als am Erkenntnisprozess Teilhabender

Es geht um den Menschen als am Erkenntnisprozess und am Interpretationsprozess in der Wissenschaft Beteiligten: hier ist zwar noch viel methodische Arbeit zu leisten, dennoch gibt es bereits eine Reihe interessanter Ansätze:

Die *partizipativen Ansätze* z.B. berücksichtigen den Bauern als erkennenden Teilnehmer am wissenschaftlichen Prozess: er ist gleichzeitig Quelle relevanter unmittelbarer Erfahrung und Ziel der wissenschaftlichen Arbeit, denn er soll letztlich zur Erkenntnis von Zusammenhängen, zur Entwicklung von Zielen und zur Lösung von Problemen befähigt werden (Baars, 2002). Dafür muss ihm die Wissenschaft nicht so sehr Technologie, sondern vielmehr Wissen und Urteilsbefähigung anbieten. Oder, in anderen Worten: *Verfügungswissen* und *Orientierungswissen* (Fischbeck, 2003). Dabei wird die klassische naturwissenschaftliche Kompetenz keineswegs obsolet! Sie muss sich aber didaktisch öffnen.

Aus dem anthroposophischen Zusammenhang heraus wurde eine phänomenologische Methodik entwickelt, die ausdrücklich den erlebenden individuellen Beobachter zur Erkenntnisgrundlage macht (Bockemühl, 1992, 1997). Diese Methodik bezieht sich vor allem auf eine qualitative Naturwissenschaft, wie sie auch von Goethe oder Adolf Portmann betrieben wurde. Damit ersetzt sie die quantitative Forschung nicht aber sie ergänzt sie. Aus qualitativen Beurteilungen kann Orientierungswissen im Sinne Fischbecks gewonnen werden. Diese Methodik könnte für tierernährerische Fragestellungen sinnvolle Anwendung finden, wenn Zusammenhänge erforscht werden sollen, so z.B. der landschaftliche Zusammenhang mit bestimmten Nutztierarten und deren Produktequalität (Leiber, 2006).

Die Ansätze der Mustererkennung (*„pattern recognition“*; Baars, 2002) zeigen einen weiteren methodischen Weg, der die geistigen Fähigkeiten des individuellen Menschen zur Erkenntnis von Beziehungen und Korrespondenzen in systemischen Zusammenhängen voraussetzt und entwickelt. Ein konkreter Versuch, im Sinne der *pattern recognition* zu einer Qualitätsbewertung von Milch zu kommen, welche landschaftliche, physiologische, ethologische und biochemische Befunde in ein kohärentes Gesamtbild integriert, wurde vom Autor dieses Aufsatzes vorgelegt (Leiber, 2006). Der Erkenntnisansatz dabei ist ein synthetischer, welcher bildhafte Beziehungen zwischen den

verschiedenen genannten Elementen sucht. Dieser Ansatz ist ein primär subjektiver, der seine Objektivität (oder Intersubjektivität) daraus gewinnt, dass er seine Methode restlos offen legt und damit dem Diskurs und der Falsifizierbarkeit stellt.

Ein weiterer Ansatz zur Integration individueller (subjektiver) Urteile in einen verobjektivierenden Wissenschaftsprozess ist von Wemelsfelder et al. (2000) für die Nutztierethologie vorgeschlagen worden. Dieser Ansatz lässt sich auf Qualitäts-Assessments z.B. von Tier-Umwelt-Beziehungen oder Produktequalität anwenden und so auch für andere Disziplinen nutzen.

5.1.2. Der Mensch als Zielgrösse der Wissenschaft

Wenn der Mensch im umfassenden Sinne Zielgrösse der Wissenschaft sein soll, es also um die Erhöhung und die Nachhaltigkeit menschlicher Lebensqualität geht, dann kann die Steigerung der Effizienz landwirtschaftlicher Produktion und die Vergrösserung von Marktanteilen nicht das einzige Ziel sein (Hodges, 2003). Dann geht es um die Erhaltung und Entwicklung des ländlichen Kulturräumens und das bedeutet an allererster Stelle auch um die Schaffung sinnvoller Aufgaben und Perspektiven in diesem Raum. Eine humane Wissenschaft muss sich die Frage stellen, wie sie dem Menschen seine Aufgabenfelder erhält und entwickelt, oder ihm wirklich neue erschliesst. Hier hat Agrarwissenschaft gewaltige neue Aufgaben, die auch bereits in starkem Masse (und zwar nicht vor allem von der Ökoforschung!) angegangen werden. Hierfür könnte es jedoch nötig sein, die klassischen Disziplinen in grössere Kontexte zu integrieren, womit sie dann jedoch ihre übergeordnete und definatorische Bedeutung verlieren. Ein wesentlicher Kontext dabei ist der, welcher das Projekt Landwirtschaft wesentlich als kulturelles Projekt begreift (Böhme, 2002). Hierfür ist es auch nötig, Visionen zu entwickeln, welche das ökonomische Paradigma des Wachstums konstruktiv in Frage stellen und die Beschäftigungsfrage von neuen Gesichtspunkten aus anschauen.

5.2. Kontext-Wissenschaft

Im Sinne des ganzheitlichen Ansatzes des Biolandbaus ist eine Wissenschaft vonnöten, welche tatsächlich kontextuell arbeitet. Die Beziehungen der einzelnen Elemente eines Systems zueinander haben in einem solchen Ansatz die gleiche Bedeutung, wie die Elemente selbst. Im Sinne des biologisch-dynamischen Paradigmas gilt es, innerhalb von Systemen (Organismen) zu erkennen, welchem Teil (Organ) welche Aufgabe zukommt (Steiner, 1924) oder ihm im gestalterischen Prozess eine Aufgabe zuzuweisen.

Ganzheitliche Wissenschaft ist hier also nicht so zu verstehen, dass sie durch reine Interdisziplinarität erreichbar wäre, sondern sie erfordert eine synthetische Anschauung, die auch jeden

einzelnen Wissenschaftler befähigt, Teilaspekte in einen Gesamtzusammenhang zu integrieren. Das Denken ist dabei ein wesentliches Erkenntnisinstrument (Bockemühl, 1997; Steiner, 1892), womit deutlich wird, dass der kontextuelle Ansatz vom oben geschilderten den Menschen integrierenden Ansatz nicht zu trennen ist.

Dieser Ansatz, der stark auf den Steinerschen Paradigmen beruht, hat Gemeinsamkeiten mit dem Ansatz, der in jüngerer Zeit von dem Quantenphysiker Hans Peter Dürr vertreten wird (Dürr et al., 2005; Dürr, 2006; s.o.). Auch Dürr formuliert, aufgrund des quantenmechanischen Befundes ein Weltbild der grundsätzlichen strukturellen Prozesshaftigkeit und Verbundenheit der Dinge. Es geht bei Dürr um eine Wissenschaft, die Substanz durch Gestalt, Zustand durch Prozess und Kausalität durch Beziehung ergänzt oder sogar ersetzt (Dürr, 2006). Auch dies erfordert bewegliches, bildhaftes Denken, welches zur Synthese genauso wie zur Analyse fähig ist.

6. Ausblick

Damit sind einige Aspekte dargelegt, welche der Biolandbau in eine Paradigmendebatte mit einzubringen hätte. Es ist eine Auswahl; es gibt noch weitere Aspekte. Manche sind stark entwickelt, viele stecken im Vergleich mit der Normalwissenschaft noch in den Kinderschuhen. Praktische Anwendung finden diese paradigmatischen Ansätze in der so genannten Ökoforschung kaum (Lockeretz, 2000). Für den Biolandbau besteht daher die Frage, ob er sich zu einem letztlich konventionellen Ansatz, der ihn zur Zeit dominiert, bekennt (Lockeretz, 2000), oder ob er die Aufgabe, ein neues Paradigma zu entwickeln, tatsächlich angeht. Will er letzteres tun, dann müsste er es in intensiver Auseinandersetzung mit der klassischen Agrarwissenschaft tun, welche um die Paradigmendiskussion ebenfalls nicht herumkommen wird (Zimdahl, 1998a, 1998b; Hodges, 2003; Alrøe & Kristensen, 2002; Dürr et al., 2005). Eine gemeinsam geführte Diskussion würde beiden Seiten helfen, die Stärken und Schwächen ihrer Ansätze herauszufinden. Ausserdem könnte sie im besten Falle ein überkommenes Gegeneinander in eine kritische aber kooperative Offenheit führen.

Literatur

Agrarbericht der Bundesregierung (2005). <<http://www.bmelv-statistik.de>>

Alrøe, H.F. and Kristensen, E.S. (2002). Towards a systemic research methodology in agriculture. Rethinking the role of values in science. *Agriculture and Human Values* **19**: 3-23.

Baars, T. (2002). *Reconciling scientific approaches for organic farming research*. Louis Bolk Instituut, Driebergen, The Netherlands.

Biosuisse (2005). Jahresbericht. <www.biosuisse.ch/media/de/pdf2005/jahresbericht_d_2004.pdf>

- Böhme, G. (2002) *Die Natur vor uns. Naturphilosophie in pragmatischer Hinsicht*. Graue Edition, Reutlingen, Germany.
- Bockemühl, J. (1992). *Awakening to Landscape*. Goetheanum, Dornach, Switzerland.
- Bockemühl, J. (1997). Aspekte der Selbsterfahrung im phänomenologischen Zugang zur Natur der Pflanzen, Gesteine, Tiere und der Landschaft. In: Böhme, G. und Schiemann, G. (Hg.) *Phänomenologie der Natur*. Suhrkamp, Frankfurt am Main, Germany. S. 149-189.
- Conford, P. (2001). *The Origins of the organic Movement*. Floris Books, Edinburgh, UK.
- Dürr, H.P. (2006) Vortrag auf der Jahrestagung der Vereinigung deutscher Wissenschaftler, Berlin, 25.02.2006.
- Dürr, H.P., Dahm, D. und zur Lippe, R. (2005). *Potsdamer Manifest 2005*. Oekom Verlag, München, Germany.
- Fleck, L. (1935; Auflage 1980). *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Suhrkamp, Frankfurt am Main, Germany.
- FQH (2005). *What we achieved, where we will go. Proceedings of the 1st scientific FQH Conference*. International Research Association for Organic Food Quality and Health, Witzenhausen, Germany.
- Früh, B. (2005). Stand der Diskussion zu 100% Biofütterung in der Schweiz. In: Weissmann, F. (Hg.) *Tagungsunterlagen, 4. Internationale Tagung. Ökologische Schweinehaltung – Nische oder Wegweiser?* FAL Trenthorst, Germany.
- Fuchs, N. (2003). Forschung im Hof: „In farm research“ – eine Skizze. *Lebendige Erde* **5/2003**.
- Heisenberg, W. (1975). Die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie. In: Heisenberg, W. (2003): *Quantentheorie und Philosophie*. Reclam, Stuttgart, Germany.
- Henneberg, W. und Stohmann, F. (1860) *Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer*. Braunschweig, Germany.
- Henry, R.C. (2005). The mental Universe. *Nature* **436**: 29.
- Hodges, J. (2003). Livestock, ethics, and quality of life. *J. Anim. Sci.* **81**: 2887-2894.
- Kirchgessner, M. (1997). *Tierernährung*. Verlags Union Agrar, Frankfurt am Main, Germany.
- Kuhn, T.S. (1962; Auflage 2002). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Suhrkamp, Frankfurt am Main, Germany.
- Kuprat, V. (2004). Gute Mast- und Schlachtleistung bei Fütterungsversuchen mit 100% Bio. In: Weissmann, F. (Hg.) *Tagungsunterlagen, 3. Internationale Tagung. Die Zukunft der ökologischen Schweinehaltung*. FAL Trenthorst, Germany.
- Leiber, F. (2006). Milch und Denken. Ansatz für einen bildhaften Begriff von Lebensmittelqualität. *Elemente der Naturwissenschaft*. Im Druck
- Leiber, F., Fuchs, N. und Spieß, H. (2006). Biodynamic agriculture today. In: Christiansen, P., Taji, A. and Reganold, J. (Eds.) *Organic Agriculture. A global Perspective*. CSIRO, Collingwood, Australia. *In press*.

- Leisen, E., Heimberg, P. und Höltershinken, M. (2005). Mineralstoffversorgung bei rindern und Kühen auch im Öko-Landbau überprüfen. In: Hess, J. und Rahmann, G. (Hg.): *Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. Kassel university press, Kassel, Germany.
- Lockeretz, W. (2000). Organic farming research, today and tomorrow. In: Alföldi, T., Lockeretz, W. and Niggli, U. (eds.) *Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference*. Hochschulverlag ETH, Zurich, Switzerland. pp. 718–720.
- Löser, R. (2004). Haben Öko-Schweine Zukunft? In: Weissmann, F. (Hg.) *Tagungsunterlagen, 3. Internationale Tagung. Die Zukunft der ökologischen Schweinehaltung*. FAL Trenthorst, Germany.
- Mendes Soares, L.M. and Valcarel, J. (2006). The expanding transcriptome: the genome as the 'Book of Sand'. *EMBO J.* **25**: 923-931.
- Nagel, T. (1979). *Mortal Questions*. Cambridge, UK
- Niggli, U. (2005). Vortrag auf der 8. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau. Kassel, 01.03.2005. <http://orgprints.org/4558>
- Pries, M., Hauswald, A., Schöneborn, A., Spiekens, H. und Freitag, M. (2005). Hydrothermisch behandelte Lupinen zur Eiweissversorgung der Milchkuh. In: Hess, J. und Rahmann, G. (Hg.): *Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. Kassel university press, Kassel, Germany.
- Rahmann, G. (2005). Spuren- und Mengenelement-Gehalte in Laubfutter. In: Hess, J. und Rahmann, G. (Hg.): *Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. Kassel university press, Kassel, Germany.
- Rheinberger, H.-J. (2005). Ludwik Fleck und die Historizität wissenschaftliche Wissens. In: Egloff, R. (Hg.) *Tatsache – Denkstil – Kontroverse: Auseinandersetzungen mit Ludwik Fleck*. Collegium Helveticum, Zürich, Switzerland.
- Rubino, R. Sepe, L., Dimitriadou, A. and Gibon, A. (2006). *Livestock farming systems. EAAP Publication No. 118*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands: p. 329-334.
- Scheidegger, W. (2005). Wie es in der Schweiz zur organisch-biologischen Wirtschaftsweise kam. In: *75 Jahre bio & dynamisch. Der Oswaldhof*. Frumenta, Arlesheim, Switzerland.
- Schiborra, A., Verhoeven, A., Kempkens, K., Pries, M. und Spiekens, H. (2005). Einfluss des Kraftfutterniveaus in der ökologischen Milchviehhaltung. In: Hess, J. und Rahmann, G. (Hg.): *Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. Kassel university press, Kassel, Germany.
- Schumacher, U. (2005). Die Konventionalisierungsfalle: Ökologischer Landbau zwischen Vision und Realität. In: Hess, J. und Rahmann, G. (Hg.): *Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. Kassel university press, Kassel, Germany.
- Soliva, C.R., Takahashi, J. and Kreuzer, M. (2005). *Working Papers of the 2nd Int. Conf. on Greenhouse Gases and Animal Agriculture*. Publication Series, Institute of Animal Science, Nutrition – Products – Environment, ETH Zurich, Vol. **27**, 628p.
- Steiner, R. (1886, Auflage 1979). *Grundlinien einer Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung*. Rudolf Steiner Verlag, Dornach, Switzerland.

- Steiner, R. (1892, Auflage 1995). *Die Philosophie der Freiheit*. Rudolf Steiner Verlag, Dornach, Switzerland.
- Steiner, R. (1924; Auflage 1989). *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft*. Rudolf Steiner Verlag, Dornach, Switzerland.
- Thompson, P.B. (1995). *The Spirit of the Soil. Agriculture and environmental ethics*. Routledge, London, UK.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Vogtmann, H. (2005). Vortrag auf der 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 02.03.2005, Kassel. <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/kassel_02_03_05.pdf>
- Watzlawick, P. (2003). *Wie wirklich ist die Wirklichkeit?* Piper, München, Germany.
- Weissmann, F., Reichenbach, H.-W., Schön, A. und Ebert, U. (2004). Zur Mast- und Schlachtleistung von Mastschweinen bei 100% Biofütterung. In: Weissmann, F. (Hg.) *Tagungsunterlagen, 3. Internationale Tagung. Die Zukunft der ökologischen Schweinehaltung*. FAL Trenthorst, Germany.
- Wemelsfelder, F., Hunter, E.A., Mendl, M.T., and Lawrence, A.T. (2000). The spontaneous qualitative assessment of behavioural expressions in pigs: first explorations of a novel methodology for integrative animal welfare measurement. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **67**: 193-215.
- Zimdahl, R.L. (1998a). Ethics in weed science. *Weed Sci.* **46**: 636-639.
- Zimdahl, R.L. (1998b). Rethinking agricultural research roles. *Agriculture and Human Values* **15**: 77-84.

Tierernährungsforschung zwischen wissenschaftlichem Anspruch und praktischer Relevanz

Tagungsbericht

10. Mai 2006

Herausgeber:

M. Kreuzer, C. Wenk und C. Zuberbühler

Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften
Ernährung-Produkte-Umwelt
ETH Zürich

Band 28
Schriftenreihe aus dem
Institut für Nutztierwissenschaften
Ernährung-Produkte-Umwelt
ETH Zürich
ISBN 3-906466-28-0

Adresse: Institut für Nutztierwissenschaften
Ernährung-Produkte-Umwelt
ETH-Zentrum
CH-8092 Zürich

Mai 2006