

**Bundesministerium für
Bildung, Wissenschaft
und Kultur**

Nahrungsmittelqualität von Produkten aus biologischer und konventioneller Landwirtschaft im Vergleich



Alberta Velimirov

Wien, April 2003

1. Einführung.....	2
2. Qualitätsermittlungsmethoden an Rohprodukten	2
2.1 Statische Methoden.....	3
2.2 Dynamische Methoden.....	6
2.2.1 <i>Das Verhalten des Produktes</i>	6
2.2.1.1 Biophotonenemissionsmessung	6
2.2.1.2 P-Wert-Bestimmung.....	9
2.2.1.3 Selbstzersetzungstest	12
2.2.1.4 Bildschaffende Methoden	19
2.2.2 <i>Die Wirkung des Produktes</i>	20
2.2.2.1 Ökologische Wirkung	20
2.2.2.2 Fütterungsversuche.....	21
2.2.2.3 Futterwahlversuche	24
2.2.2.4 Verkostungstest	25
2.2.3 . Methodenkombination - Interdisziplinäre Forschung.....	27
2.2.3.1 Anbauversuch (Testprodukt: Rote Rüben)	27
2.2.3.2 Erhebungsuntersuchungen	28
2.2.3.3 Marktorientierte Vergleichsuntersuchung (Testprodukt: Zuckerkarotten).....	31
3. Die Komplexität des Qualitätsbegriffes.....	32
4. Die Erweiterung des Qualitätsbegriffes	33
5.Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse und Ausblick.....	33
6. Neue Ergebnisse und Möglichkeiten: Das Biogramm und die Qualitätskennzahl	34
Literaturverzeichnis	37

1. Einführung

Der Einfluss der Anbaumethode auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte ist hinlänglich bekannt. Zunächst ging es um Ertragssteigerung, um Verbesserung der äußeren Qualität und schlussendlich auch um die Erhöhung des ernährungsphysiologischen Wertes. Der letztgenannte Aspekt gewann zunehmend an Bedeutung, seit man erkannt hat, dass Ertragssteigerung nicht grenzenlos ohne Qualitätseinbußen fortgeführt werden kann. Die Möglichkeit der Qualitätsverbesserung defizitärer Agrarprodukte in der Nahrungsmittelindustrie ist zwar derzeit zentrales Thema in der Ernährungswissenschaft, wird aber in zunehmendem Maße von den Konsumenten abgelehnt. Eine Reihe von Nahrungsmittelskandalen sowie besorgniserregende Veränderungen im Ökosystem ließen abgesehen von ethischen und ästhetischen Ansprüchen die Forderung nach einem ökologisch orientierten Landwirtschaftssystem laut werden.

Die Anfänge der ökologischen Landbaubewegungen liegen bereits 80 Jahre zurück. Damals begründete RUDOLF STEINER (Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft 1924) die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise, zunächst nur um qualitativ hochwertige Nahrungsmittel zu erzeugen. Später wurde in Großbritannien von BALFOUR (1943) und in der Schweiz von HANS MÜLLER (MÜLLER/RUSCH 1968) der organisch-biologische Landbau entwickelt. Der Anteil an ökologisch bewirtschafteten Anbauflächen nahm erst langsam, seit etwa 1970 aber sehr rasch zu. Das Ziel aller ökologischen Anbausysteme ist eine umweltschonende und energiesparende Produktion von vollwertigen Agrarerzeugnissen.

Die Entwicklung ökologischer Wirtschaftsweisen hatte zahlreiche Vergleichsuntersuchungen zwischen unterschiedlich produzierten Agrarprodukten zur Folge. Die Begriffe Qualität und Quantität wurden unabhängig voneinander beurteilt, und damit nahm die Qualitätsforschung wie sie heute verstanden wird ihren Anfang.

Die Grundlage biologischer Systeme bilden komplex geordnete Prozesse, in denen meist nicht-linear verknüpfte Einzelkomponenten oder Systemteile wirken. Daher ist für die Gesamtbeurteilung die Erfassung von Einzelfaktoren nicht ausreichend, mit Ausnahme solcher Parameter, die Signalfunktion haben. In vernetzten Systemen wirkt sich jede Veränderung, jeder Eingriff auf die Gesamtsituation aus. Kleine Inbalancen können ausgeglichen werden, bei Überforderung dieser Selbstregulierungsfähigkeit muss aber das System – um es vor dem Zusammenbruch zu bewahren - gestützt werden, wobei im Laufe der Zeit diese Stützen meist verstärkt werden müssen. Das Nutzökosystem Landwirtschaft kann allerdings nur mit Hilfe anthropogener Regulierungshilfen bestehen und funktionieren. Aus ökologischer Sicht ist aber ein anthropogenes System umso widerstandsfähiger und nachhaltiger je mehr auf Selbstregulierungsmaßnahmen zurückgegriffen wird. Die Überprüfung der Annahme, dass Produkte aus ökologisch orientierten Landwirtschaftssystemen sich qualitativ von anderen abheben, ist Thema dieser Arbeit.

Im Folgenden werden verschiedene Ansätze zur Qualitätsermittlung diskutiert, mit dem Ziel, den Qualitätsbegriff in seiner Komplexität zu zeigen und die Erweiterung des Qualitätsbegriffes zu veranschaulichen.

2. Qualitätsermittlungsmethoden an Rohprodukten

Wichtig ist eine kritische Einstellung zu den Ergebnissen aller Vergleichsuntersuchungen, da aus versuchstechnischer Sicht sowohl die Auswahl vergleichbarer Testprodukte als auch des Hintergrundscenarios schwierig sind.

WOESE et al. (1995) geben eine Übersicht über Vor- und Nachteile der Verfahren für Vergleichsuntersuchungen:

Marktorientierte Angebotsuntersuchungen

Die Produkte werden eingekauft und spiegeln die Situation des Konsumenten wider. Der Nachteil dieses praxisorientierten Vorgehens liegt darin, dass nachgewiesene Unterschiede schwer interpretierbar sind, da die Herkunft im Detail ungewiss ist.

Erhebungsuntersuchungen

Diese Untersuchungen befassen sich mit Produkten aus ausgewählten Landwirtschaftsbetrieben. Umweltbedingungen und Wirtschaftsweisen sind in diesem Fall bekannt. Die Schwierigkeit besteht darin, wirklich vergleichbare Szenarien zu finden.

Anbauversuche

Das exakteste Verfahren sind Parzellenversuche. Nachteilig ist, dass die Ergebnisse nur für genau diese Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen gelten, daher sind unendlich viele Versuche notwendig, um sichere Zusammenhänge feststellen zu können. Für die Grundlagenforschung sind diese Versuche die wichtigsten (MÄDER et al. 1993).

In Abbildung 1 sind die bekanntesten Qualitätsermittlungsmethoden dargestellt. Die erste Gruppe (statische Methoden), dient zur Erfassung des Zustandes eines Untersuchungsobjektes hinsichtlich seiner äußeren Beschaffenheit (Größe, Form, Farbe, Gewicht, Fehlerfreiheit) und seiner chemischen Zusammensetzung (wertgebende und wertmindernde Inhaltsstoffe). Diese Methoden wurden seit Beginn der Qualitätsdiskussion angewendet, sind etabliert und kommen bei offiziellen Qualitätskontrollen zur Anwendung. Die zweite Gruppe (dynamische Methoden) befasst sich einerseits mit dem Verhalten des Untersuchungsobjektes selbst, andererseits mit dessen Wirkung auf andere Organismen. Diese Methoden entspringen der ganzheitlichen Betrachtungsweise, dem gemeinsamen Prinzip ökologischer Produktionssysteme, und sind noch nicht in allen Einzelheiten standardisiert und daher erst teilweise anerkannt.



Alberta Velimirov, L.Boltzmann Inst.f.Biol.Landbau

Abb.1: Überblick über Qualitätsermittlungsmethoden

2.1 Statische Methoden

Rein äußerlich müssen auch die biologisch erzeugten Produkte dem österreichischen Qualitätsklassengesetz entsprechen, um als marktfähige Ware angeboten zu werden.

Historisch verständlich basierten die ersten wissenschaftlichen Vergleichsuntersuchungen auf chemisch-analytischen Methoden, führten aber aus verschiedenen Gründen zu keiner unmittelbaren Klärung des Problems. Abgesehen von Schwächen in den Versuchsanordnungen, wie etwa dem Vergleich verschiedener Sorten, Standorte, Ernten u.s.w., wurde schließlich der erkenntnistheoretische Hintergrund statischer Untersuchungen in Frage gestellt.

Bezüglich der wertgebenden Inhaltsstoffe waren häufig nur tendenzielle Aussagen möglich. Eine Ausnahme bilden Langzeitparzellenversuche, bei denen verschiedene Anbauregime unter von Wissenschaftlern kontrollierten und vorgegebenen Methoden ausgetestet werden. Unter diesen Bedingungen konnten signifikante Unterschiede bei einigen Inhaltsstoffen

(weniger Nitrat, Freie Aminosäuren und Natrium sowie mehr Eisen, Ascorbinsäure, Methionine, Phosphor v.a.) einiger Gemüsesorten nachgewiesen werden.

Leider kann unter den bestehenden Umweltbedingungen auch für biologisch erzeugte Produkte absolute Rückstandsfreiheit nicht garantiert werden. Altlasten von Pflanzenschutzmitteln und anderen Schadstoffen im Boden, Windverdriftung von Pflanzenschutzmitteln von Nachbarn und sekundäre Kontamination bei Transport und Lagerung der Erntegüter können zu Rückständen führen, die der Biologische Landbau allerdings nicht zu verantworten hat.

Eine französische Untersuchung zeigte allerdings, dass die Milch von Frauen, die über 80% der Nahrungsmittel aus biologischen Betrieben konsumierten, deutlich weniger stark belastet war (AUBERT 1987).

Eine ausführliche Darstellung mit detaillierten Ergebnissen wurde von WOESE et al. (1995) veröffentlicht. In dieser Arbeit wurden Ergebnisse von über 150 Vergleichsuntersuchungen ausgewertet. Die Autoren kamen zu folgenden Schlüssen:

Konventionell angebautes bzw. mineralisch gedüngtes Gemüse weist in der Regel einen deutlich höheren Nitratgehalt auf als ökologisch erzeugtes bzw. organisch gedüngtes Gemüse. Höhere Nitratgehalte sind dabei vor allem bei den als nitrophil bekannten Blatt-, Wurzel- und Knollengemüsearten zu finden. Tendenziell tritt dieser Unterschied auch bei Kartoffeln auf.

Bei Gemüse, vor allem Blattgemüse, ist ein höherer Trockensubstanzgehalt in ökologisch angebauten bzw. organisch gedüngten Produkten gegenüber vergleichbaren Erzeugnissen aus konventionellem Landbau bzw. mineralischen Düngungssystemen festzustellen.

Hinsichtlich aller anderen den ernährungsphysiologischen Wert bestimmenden Parameter waren in chemisch-physikalischen Analysen insgesamt keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Produkten aus verschiedenen Wirtschaftsweisen zu beobachten oder widersprüchliche Ergebnisse lassen keine systematisch eindeutigen Aussagen zu.

Bezüglich der im konventionellen Landbau zugelassenen Pestizide sind sowohl in Gemüse als auch im Obst aus ökologischem Anbau tendenziell geringere Rückstandsgehalte zu erwarten.

In Frankreich wurden allerdings in einer gross angelegten Studie (BITAUD 2000) von 1993 – 1997 mehr als 9.100 Pestizidrückstandsanalysen, v. a. Insektizide, an mehreren biologisch erzeugten Produkttypen (Getreide, Obst, Gemüse, Milch, Soja, Öle, Gewürze, Kräuter) durchgeführt, wobei sowohl die durchschnittliche Nachweisbarkeitsgrenze der beauftragten Labors als auch die Grenze zwischen umweltbedingten Verunreinigungen und Pestizidrückständen beachtet wurde. 90,2% der Produkte waren rückstandsfrei, 3,4% zeigten Spuren von Umweltgiften und nur 6,4% enthielten Spuren von Insektiziden, aber auch diese immer noch weit unter dem Grenzwert, der für konventionelle Produkte in der EU gültig ist. Eine ähnliche Studie sollte auch mit dem Schwerpunkt auf Herbiziden und Fungiziden gemacht werden.

Die Belastung mit persistenten chlorierten Kohlenwasserstoffen, die seit geraumer Zeit einem Anwendungsverbot unterliegen, stellt heute bei allen untersuchten Produktgruppen kein geeignetes Differenzierungskriterium für Erzeugnisse beider Wirtschaftsweisen mehr dar.

Zusammenfassend folgerten die Autoren, dass sich zwischen ökologisch und konventionell erzeugten Produkten analytisch kaum Unterschiede zeigen (WOESE ET AL., 1995).

In neueren Untersuchungen wurden ernährungsphysiologische Vorteile in der Zusammensetzung der Aminosäuren in biologisch produziertem Getreide festgestellt (SCHELLER 1999, VELIMIROV et al. 2000).

Es wurde und wird häufig die Meinung vertreten, dass eine umfassende Qualitätsdifferenzierung und Beurteilung ausschließlich mit Hilfe der Inhaltsstoffanalytik erfolgen kann. Aber auch Vertreter der etablierten Lebensmittelchemie sind mit der gegenwärtigen Situation unzufrieden. So meint bereits SCHORMÜLLER (1974) im Lehrbuch der Lebensmittelchemie,"dass die Beurteilung des Lebensmittels oft rein statisch, aufgrund arithmetischer Summierungen aller gefundenen Bestandteile erfolgte. Diese historisch verständliche Einseitigkeit darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass wir damit nur einen Teil der Eigentümlichkeit unserer Lebensmittel erfassen, und so ergibt sich die zweite Seite unserer Wissenschaft, die zunehmende Bedeutung erlangt und über Gesichtspunkte alter Prägung hinausreicht, indem sie dynamische Aspekte berücksichtigt."

Die Reaktionslage der einzelnen Inhaltsstoffe innerhalb des organischen Verbandes bleibt bei chemisch-analytischen Methoden meist unbeachtet. Es ist aber wesentlich, dass man Inhaltsstoffe nicht mehr isoliert betrachtet, sondern erkannt hat, dass sie in ihrer natürlichen Zusammensetzung synergistisch oder additiv wirken.

Bislang gibt es nur wenige Studien zum Thema Interaktionen von Stoffen, die in Lebensmitteln vorkommen, seien es produktspezifische oder im Rahmen des Produktionsprozesses eingebrachte Stoffe (z.B. Biozide). Nitrat kann mit Pestizid- / Fungizid- Rückständen oder deren Abbauprodukten stark krebserregende und mutagene Verbindungen bilden, auch wenn in keinem Fall Grenzwerte überschritten werden (SCHÜPBACH, 1981).

In der Ernährungswissenschaft findet in manchen Kreisen ein Paradigmenwechsel statt, insofern als auch auf gesundheitsfördernde Wirkung geachtet wird, nicht nur die Menge der essenziellen Nährstoffe wird als wichtig eingestuft, sondern auch die Bedeutung der Inhaltsstoffe ohne Nährstoffcharakter, dafür aber mit pharmakologischer Wirkung (= bioaktive Substanzen, sekundäre Inhaltsstoffe). Über eine solche Untersuchung berichtete der Kurier am 7.5.1999: „Mit Kraut und Kohl gegen Krebs“. Wissenschaftler der Universität Wien (KASSIE, KNASMÜLLER, STEINKELLNER) untersuchten die antikanzerogene Wirkung von Glucosinolaten in Kohlgemüse.

Der Einfluss von Produktionsweisen auf den Gehalt solcher sekundärer Inhaltsstoffe wurde bisher nur vereinzelt untersucht, obwohl diese Stoffe auf Grund ihrer gesundheitsfördernden Wirkung für die Qualität landwirtschaftlicher Erzeugnisse eine zentrale Bedeutung haben. Der Großteil diesbezüglicher Forschungsarbeiten befasst sich mit der positiven Wirkung isolierter Sekundärstoffe, wobei weder die Rolle von Hilfsstoffen im organischen Verband noch eine Optimierung durch landwirtschaftliche Methoden beachtet wird. Auf Grund einer Zusammenfassung der vereinzelt Untersuchungsergebnisse kommt BRAND (2000) zu dem Ergebnis, dass die Gehalte an abwehrrelevanten Sekundärmetaboliten in biologischen Produkten um 10 - 50% höher sein können.

2.2 Dynamische Methoden

Die Entwicklung von integrativen Untersuchungsmethoden gewinnt zunehmend an Bedeutung. Der gemeinsame Nenner dieser in Abbildung 1 als „dynamisch“ bezeichneten Methoden ist ihr Anspruch auf Ganzheitlichkeit und Lebendigkeit. Damit ist gemeint, dass die Testobjekte als lebende Einheiten entweder unverletzt als Ganzes oder in flüssiger Form (Homogenat bzw. Saft) in ihrem Verhalten und Wirken (=Dynamik) auf andere lebende Systeme getestet werden.

2.2.1 Das Verhalten des Produktes

2.2.1.1 Biophotonenemissionsmessung

Bei der ultraschwachen Biophotonenemission handelt es sich um eine rhythmische, kohärente Lichtemission aus lebenden Pflanzen- und Tierzellen. Sie wurde Ende der 20iger Jahre von dem russischen Zytologen A.G.GURWITSCH entdeckt.

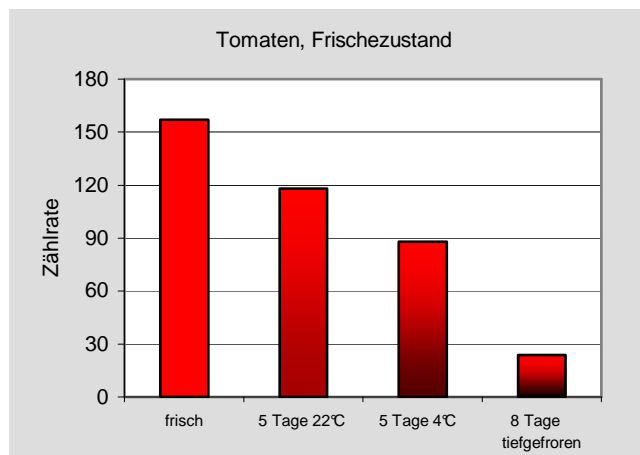
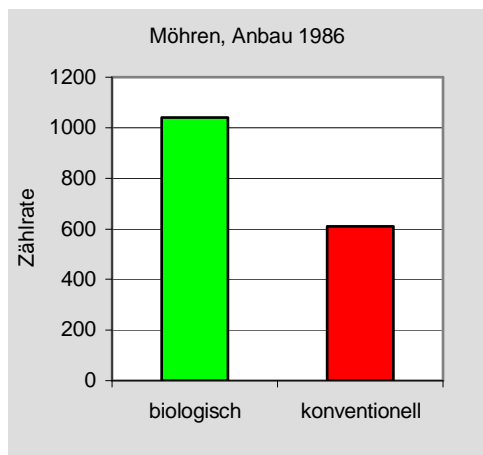
Die Grundlage alles Lebens auf der Erde ist Sonnenlicht, oder anders gesagt, das elementare Lebensmittel ist Licht, das alle Energie verbrauchenden Lebensprozesse speist. In allen Zellen wird Lichtenergie gespeichert, die bei abbauenden Stoffwechselprozessen wieder frei wird, wobei Biophotonen abgestrahlt werden. Biophotonen zeigen so den bioenergetischen Zustand einer Pflanze oder eines Gewebes an, da sie bei biochemischen Prozessen entstehen.

Die Intensität wird oft mit dem Licht einer Kerze in 20 km Entfernung verglichen. Die Messung erfolgt in einem abgedunkelten Raum mit Hilfe eines Photomultipliers in Diskriminatorschaltung als Photonen-zähler. Die Probe kann entweder ganz oder homogenisiert vermessen werden. Zur Ermittlung der Lichtspeicherkapazität wird das Probenhomogenat vorher angeregt. Die Anregung kann durch definierte Belichtung, Erwärmung oder chemische Zusätze erfolgen. Erhöhte Emissionsraten bei der Vermessung ganzer Produkte können auf Stress zurückgeführt werden. Eine lange Speicherfähigkeit, die aus der Abklingkurve nach vorheriger Anregung ermittelt wird, sowie erhöhte Photonen-zählraten der angeregten Homogenate sind ein Zeichen hoher Überlebensqualität.

Seit etwa 30 Jahren werden Zusammenhänge zwischen Biophotonenemission und Qualität von Lebensmitteln sowohl pflanzlichen als auch tierischen Ursprungs untersucht. Da es sich bei diesem Qualitätskriterium um eine äußerst sensitive Eigenschaft handelt, in die alle Rahmenbedingungen einfließen, ist die Beurteilung der Ergebnisse oft schwierig und muss differenziert erfolgen. Diese Methode ist aber relevant in der Qualitätsdiskussion, nicht zuletzt weil sie einen neuen, ganzheitlichen Qualitätsaspekt zugänglich macht.

Der Einfluss der Düngungsart auf die Photonenemission wurde bei Wolligem Fingerhut, Gartensalbei, Möhren und Sommerweizen geprüft (TEUBNER 1983). Die Ergebnisse waren nicht eindeutig den Düngeverfahren zuzuordnen.

In zahlreichen Untersuchungen an der Universität Hohenheim wurden verschiedene Effekte auf die Photonen-speicherfähigkeit von Tomaten ausgetestet. Unterscheidungsparameter wie Standort, Reifegrad, Alter sowie Anbauweise wirkten sich interaktiv aus, was bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet wurde. Mit 100%iger Sicherheit konnten Früchte aus Hydrokulturen mit signifikant niedrigerer Zählrate unterschieden werden. Im Durchschnitt zeigten auch biologische Tomaten signifikant höhere Werte, bei der Analyse der Einzeluntersuchungen war aber der Standorteinfluss als wichtiger differenzierender Faktor erkennbar. Überreife Tomaten hatten geringere Speicherwerte als noch nicht ganz ausgereifte. Der Frischezustand konnte mittels der Messung der Speicherkapazität eindeutig festgestellt werden: frische Tomaten hatten verglichen mit solchen nach 5 Tagen Lagerung bei 22°C signifikant höhere Werte, nach 5 Tagen bei 4°C sank die Zählrate signifikant ab und nach 8 Tagen Tiefrieren war die Speicherfähigkeit wieder signifikant reduziert (POPP 1991; Abb.2).

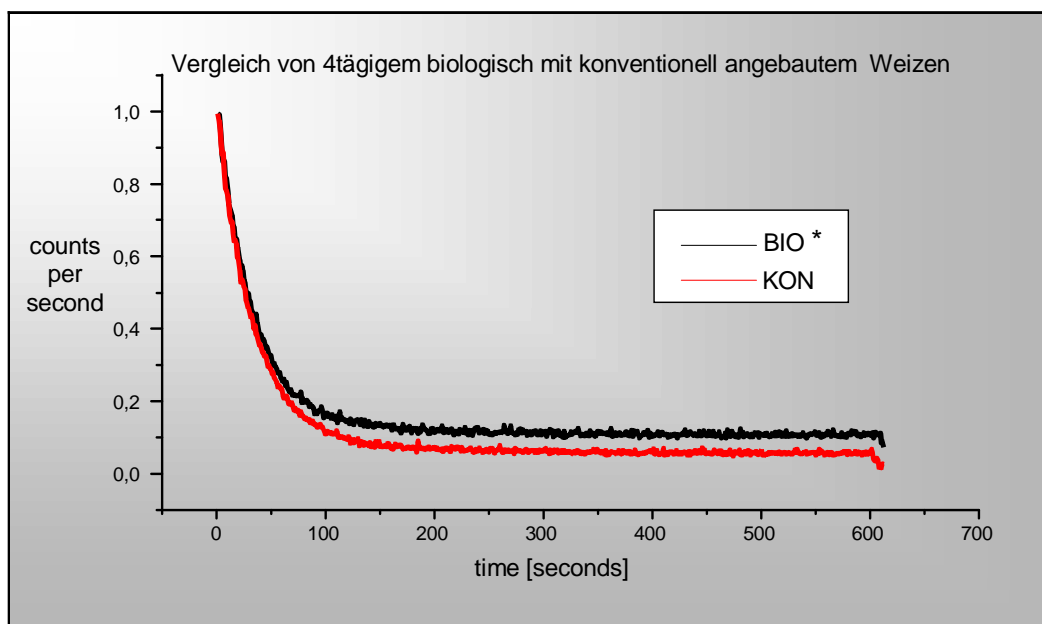


(Quelle: A.Popp, Alternative Konzepte 66)

Abb.2: Signifikante Unterschiede in der Speicherfähigkeit, ausgedrückt als Photonenzahl bei Homogenaten von Möhren (Anbauweise) und Tomaten (Frische) nach Lichtanregung

Weitere Untersuchungen an Zwiebeln, Karotten und Fenchel ergaben eine bessere Qualität der biologischen Vergleichsvarianten. Es muss aber festgehalten werden, dass eine möglichst genaue Analyse der Rahmenbedingungen für die Dateninterpretation notwendig ist, um den Effekt der Anbauweise herauszukristallisieren. Versuche mit Karotten und Fenchel bewiesen jedenfalls den negativen Einfluss von Pestiziden, besonders Herbiziden, auf die Speicherfähigkeit (POPP 1988).

Im Rahmen eines vom BMLFUW und dem ehemaligen Bundeskanzleramt (jetzt BMSG) geförderten Projektes (1998-2000) über die vergleichende Anwendung integrierter Qualitätserfassungsmethoden wurde auch eine Diplomarbeit über die Biophotonenemission bei Weizen und Karotten aus biologischem und konventionellem Landbau durchgeführt. Es ergaben sich signifikante Unterschiede in der Speicherkapazität der Weizenkeimlinge (Abb.3) und Karotten zu Gunsten der biologischen Anbauweise (LENZENWEGER 2001).



Quelle: M. Lenzenweger; Diplomarbeit 2001

Abb.3: Lichtspeicherkapazität bei Weizenkeimlingen

Eier von Hühnern aus verschiedenen Haltungssystemen zeigten ein sehr differenziertes Speichervermögen für Biophotonen. Die Hühnereier aus Freilauf-, Käfig- und Bodenhaltung konnten auf Grund der Speicherwerte von Dottermischproben nach Weißlichtanregung eindeutig zugeordnet werden. Der wichtigste Differenzierungsfaktor war die Sonnenexposition der Hühner bei Auslaufhaltung (LAMBIG 1992). Mit dem Alter der Proben verminderte sich der Unterschied. Eine weitere Arbeit zu diesem Thema ergab positive Zusammenhänge zwischen Freilandhaltung, frischem Grünfutter, intaktem Federkleid einerseits und besserer Lichtspeicherkapazität andererseits (KÖHLER 2000).

Ein wenig bekannter, aber wichtiger Versuch, der am Atominstitut der Universität Wien durchgeführt wurde, soll hier ausführlicher besprochen werden. Das Testprodukt war Rindfleisch. Aus einer Pilotstudie ging hervor, dass Rindfleisch in Abhängigkeit von Alter, Transport und Schlachtung Biophotonen aussendet, deren Messung Hinweise auf die Stressbelastung der Rinder geben könnte (KLIMA & KATZINGER 1994). Zur Erhärtung dieser ersten Ergebnisse wurde 1995 auf Anregung der ORF-Redaktion „Argumente“ (Dr. Hingst) nochmals die Biophotonenemission von Rindfleisch unterschiedlicher Schlachtarten gemessen, bei gleichzeitiger Bestimmung von pH-Wert und bakteriologischem Befund (Univ. Veterinärmedizin, Inst. f. Fleischhygiene). Die Ergebnisse der Eigenlumineszenz (=Photonenemission nach Homogenisierung) zeigten geringere Emissionswerte für die Proben der mobil geschlachteten Tiere (Schlachtung am Hof). Ebenso verhielt sich die Photolumineszenz (=Photonenemission nach definierter Lichtanregung). Unterschiedliche Schlachtmethoden wirken sich auf die Photonemission nachweisbar aus. Sehr deutlich kam bei diesen Versuchen der Trend zur Abnahme der Photolumineszenz 5-7 Tage nach der Schlachtung heraus. Diese Differenzierungen sowohl bei der Eigenlumineszenz als auch bei der Photolumineszenz konnten nicht auf die Parameter pH-Wert oder Gesamtkeimzahl zurückgeführt werden (KLIMA & KATZINGER 1995).

Zum Abschluss möchte ich noch auf die mögliche Differenzierungsanwendung der Photonemissions-Messung von radioaktiv bestrahlten und unbestrahlten Produkten hinweisen. Eine Untersuchung mit zu Konservierungszwecken radioaktiv bestrahltem Pfeffer wies deutlich höhere Werte auf als die unbestrahlte Vergleichsprobe (KÖHLER 1991).

Wie die bisherigen Untersuchungsergebnisse zeigen, ist die Messung der Biophotonenemission und der Lichtspeicherkapazität, eine wertvolle Methode, Informationen über Lebensmittelqualität bezüglich Anbau (Hydrokultur), Frische, Tierhaltung, Schlachtung und Verarbeitung (Tiefrieren, Bestrahlung) zu vermitteln.

2.2.1.2 P-Wert-Bestimmung

Für die Ermittlung des P-Wertes müssen zuerst das Redoxpotential, der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit gemessen werden.

Redoxpotential

Die Voraussetzung für den Elektronenfluss zwischen Biomolekülen, die Redoxreaktion, ist die Elektronenabgabe von energiereicheren (reduzierten) Stoffverbindungen an energieärmere (oxidierte) Reaktionspartner, die zur Elektronenaufnahme bereit sind. Zwischen diesen Stoffen, die ein elektrochemisches Gleichgewicht anstreben, besteht eine messbare Spannung. Das Redoxpotential ist die Spannung zwischen Testlösung und Referenzelektrode (Standard-Wasserstoff-Elektrode). Bei der Reduktion wird Energie freigesetzt, chemisch gebunden oder in Form von Wärme abgegeben. Stoffverbindungen mit großem reduktivem Leistungsvermögen (Elektronenabgabe) haben ein niedriges Redoxpotential. Der Oxidationsgrad eines Lebensmittels ist also entscheidend für dessen elektrochemische Qualität.

In lebenden Systemen werden die Redoxreaktionen von Enzymen gesteuert und laufen stufenweise ab, wobei Energie nach Bedarf freigesetzt wird. Die Bereitschaft, Elektronen abzugeben und die enzymatische Regulierung von Reaktionen, verhindern eine übermäßige Freisetzung von elektronenarmen Radikalen, die den Organismus schädigen.

pH-Wert

Der pH-Wert ist die Maßzahl für die Wasserstoffionenkonzentration in Lösungen. Er beeinflusst Stoffwechselfvorgänge und steht so mit dem Redoxpotential im Zusammenhang. Die Stärke der oxidierenden Wirkung steigt mit der Zunahme des Anteils an undissoziierter Säure, d.h. mit der H^+ -Ionenkonzentration.

Für die katalytische Enzymaktivität der Stoffwechselprozesse ist jeweils ein optimaler pH-Wert notwendig, damit sie in der nötigen Geschwindigkeit ablaufen kann. Der pH-Wert wird in den verschiedenen Reaktionsräumen im Organismus durch Puffersysteme aufrecht erhalten. Veränderungen im pH-Wert, die die Pufferkapazität überfordern, können die Enzymtätigkeit verlangsamen oder verhindern, das Redoxpotential verschieben und so den Organismus schädigen. Die pH-Wert-Messung gibt also Auskunft über den Gesundheitszustand von Lebewesen bzw. die Qualität von Lebensmitteln.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist abhängig von der Ionenkonzentration in einer wässrigen Lösung. Sind in einem Produkt die Zellwände angegriffen oder bereits altersschwach, steigt die elektrische Leitfähigkeit an, da die Zellinhaltsstoffe (Elektrolyten) ausgeschwemmt werden.

Dieses elektrische Merkmal wird bereits in mehrfacher Hinsicht zur Qualitätserfassung angewendet. So ist bekannt, dass die elektrische Leitfähigkeit der Milch abhängig ist von der Tierart (Kuh, Büffel, Ziege, Schaf), von der Rasse, von der Fütterung, von Standort und Klima, vom Gesundheitszustand der Tiere u.s.w. Es können Milchfälschungen nachgewiesen werden. Weiters deuten erhöhte Werte auf Mastiditis und andere Erkrankungen hin. Milch mit erhöhter Leitfähigkeit kann bei der Erzeugung von Kondensmilch nicht verwendet werden, da die eingedickte Milch beim Sterilisieren gerinnt. Die Ursache liegt in einem zu hohen Salzgehalt der Milch, der durch die Messung der Leitfähigkeit vor der Verarbeitung festgestellt werden kann. Diese Methode eignet sich auch zur Frischebestimmung bei Seefischen (SCHARNER & BORKERT 1968) und Qualitätsuntersuchungen bei Fleisch (EHLERMANN 1979).

Bei pflanzlichen Produkten werden Leitfähigkeitsmessungen im Zusammenhang mit der Lagerung vorgeschlagen. So konnte MEINL (1980) eine Übereinstimmung mit dem Lagerverhalten bei Weißkohlsorten feststellen. Bei einem Düngerversuch (dynamisch, organisch, mineralisch) mit Kartoffeln konnten niedrig gedüngte Varianten durch ihre niedrigere Leitfähigkeit von den höher gedüngten unterschieden werden, was mit geringeren Trockensubstanzverlusten während des Selbstzersetzungsstests korrelierte (SCHULZ 1995).

Die Strahlenbehandlung von Kartoffeln zur Keimhemmung lässt sich mittels der Leitfähigkeitsmessung zuverlässig bestimmen (SCHERZ, zit. in EHLERMANN 1979).

P-Wert

Der P-Wert wird aus den drei Basisgrößen elektrischer Widerstand, pH-Wert und Redoxpotential errechnet und ist ein physiologischer Index, in welchem der aktuelle elektrische Energiestatus sowie die Elektrolyt- und Wasserstoffionenkonzentration integriert sind (HOFFMANN 1997). Seine Aussagekraft ist umfassend, da die qualitäts- und gesundheitsrelevanten Ergebnisse der drei einzelnen elektrischen Parameter in ihm zusammenfließen. Er korreliert meist gut mit dem Redoxpotential, aus elektroenergetischer Sicht sind daher niedrigere P-Werte Indikatoren besserer Qualität.

Der Arzt MORELL (zit. in HOFFMANN 1998) hat die elektrochemischen Messwerte verschiedener Lebensmittel von 1962 denen von 1988 gegenübergestellt (Abb.4).

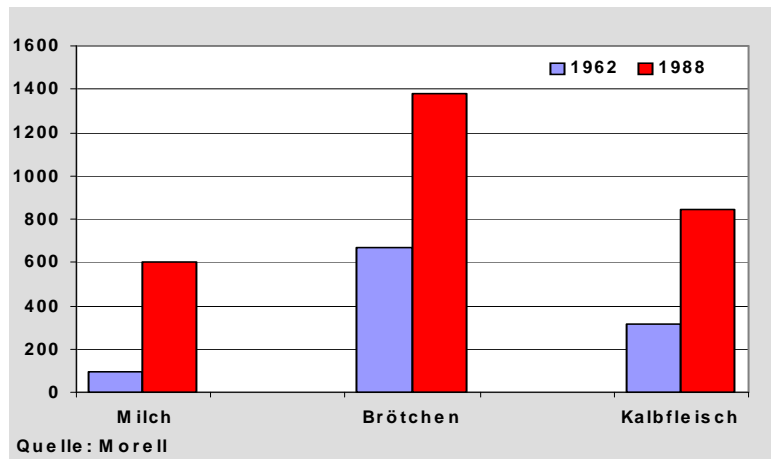
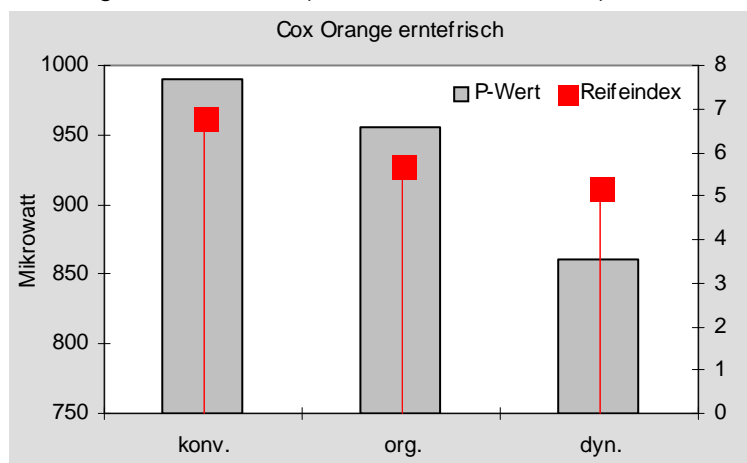


Abb.4: Die Zunahme der P-Werte von 1962-1988

Während der Zeitspanne von 40 Jahren haben sich alle Werte verschoben, die pH-Werte und Redoxpotentiale stiegen an, die Widerstandsdaten wurden niedriger. Diese Verschiebung zeigt sich in höheren P-Werten (Abb.4). MORELL führt dieses Ergebnis auf „moderne“ Methoden und Techniken in der Nahrungsmittelerzeugung zurück.

Neben der Anwendung der P-Wert-Messung in der Medizin (ELMAU 1985) gewann diese Methode in der Nahrungsmittelforschung zunehmend an Bedeutung. Den Zusammenhang zwischen P-Wert und Lagerung zeigte SCHUBERT (1971). Etwas später konnte auch ein Zusammenhang zwischen P-Wert und Anbauweise gefunden werden (BAUR 1979).

Bahnbrechende Arbeit auf diesem Gebiet leistete HOFFMANN (1987; HOFFMANN 1991; HOFFMANN 1992), der die Bedeutung der Messung von bioelektrischen Merkmalen für die Produktqualität erkannte. Viele seiner ersten Untersuchungen wurden mit Äpfeln verschiedener Anbausysteme gemacht. Das folgende Beispiel zeigt den Zusammenhang zwischen P-Wert, Reifeindex und Anbauweise bei Cox Orange zur Erntezeit (HOFFMANN 1988; Abb.5).



Quelle: HOFFMANN - Alternative Konzepte 66

Abb.5: Zusammenhang zwischen Bewirtschaftungsweise, Reifeindex und P-Wert

Bessere Qualität, niedrigerer P-Wert und biologische Anbauweise korrelieren häufig (HOFFMANN, 1988).

WALZ (1996) verglich im Rahmen eines Ringversuches (MINNAAR 1996) die P-Werte unterschiedlich angebaute Karotten vor und nach der Lagerung. Höhere P-Werte nach der Lagerung bei allen Testvarianten zeigten den Zusammenhang zwischen Qualitätsverlust gemessen an der Frische und der P-Wert-Messung. Der Effekt der Anbauweise auf den P-Wert ergab bei den sechs Paarvergleichen in drei Fällen signifikant, in zwei Fällen tendenziell niedrigere Messungen bei der Bio-Variante. In einem Fall war der P-Wert für bio höher. Die Autorin weist darauf hin, dass dieses abweichende Ergebnis mit der fehlenden Vorfrucht bei dieser Karottenprobe zusammenhängen könnte. Alle anderen Felder waren in eine Fruchtfolge eingegliedert.

Ebenfalls im Rahmen des bereits erwähnten Projektes (1998-2000, gefördert vom BMLFUW und BMSG) über Qualitätsermittlungsmethoden wurden begleitend die P-Werte der biologisch und konventionell angebauten Produkte gemessen. Diese Aufgabe übernahm Frau DI Roswitha Krautgartner (Univ. f. Bodenkultur, Institut für Obst- und Gartenbau). Es konnte eine Übereinstimmung zwischen P-Werten und den Ergebnissen der Futterwahlversuche mit Laborratten (siehe Kapitel „Futterwahlversuche“) gezeigt werden (Abb.6).

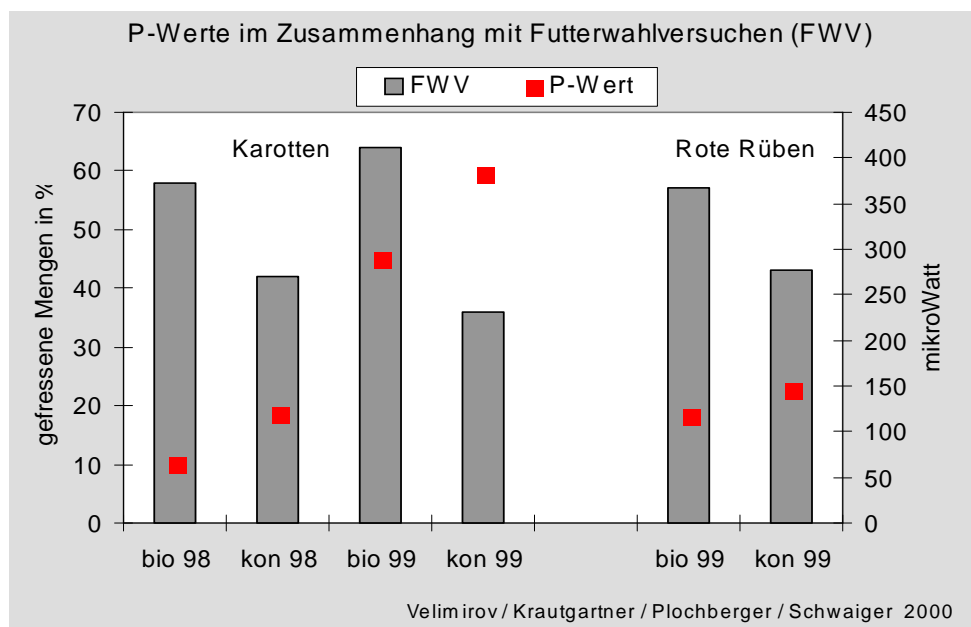


Abb.6: Die Produkte mit den niedrigeren P-Werten wurden bevorzugt

Aus dieser Darstellung geht auch deutlich der Qualitätsunterschied zwischen den beiden Anbaujahren hervor. So war die Qualität der Karotten aus dem Erntejahr 1998 für beide Anbauvarianten wesentlich besser (niedriger) als im darauffolgenden Jahr. Solche Unterschiede können mittels des Futterwahlversuches nicht gezeigt werden. Es ist also sinnvoll, für Qualitätsuntersuchungen mehrere Methoden anzuwenden, da so Ergebnisse für verschiedene Fragestellungen erreicht werden können. In diesem Sinne ist es auch zweckmäßig, den P-Wert im Zusammenhang mit anderen qualitätssichernden Methoden zu interpretieren.

2.2.1.3 Selbstersetzungstest

Die Stresslagerung wurde in Form des Selbstersetzungstests von VOGEL (1939) erstmals benützt und seitdem verbessert und standardisiert (SAMARAS, 1977). Die Testprodukte werden zerkleinert und im Wärmeschrank bei 25°C inkubiert. Der Verderbnisverlauf ermöglicht die Beobachtung des Nachernteverhaltens, das Haltbarkeit und Lagerfähigkeit sowie physiologische Abbauprozesse und mikrobiellen Befall umfasst.

Lagerfähigkeit

Im Zusammenhang mit der Ertragsdiskussion hat die Lagerqualität eine hervorragende Bedeutung, da einerseits konventionelle Anbaumethoden - besonders die Anwendung von mineralischen Düngemitteln - den Ertrag steigern können, andererseits aber die Lagerqualität vermindern. Daraus geht hervor, dass die Haltbarkeit keine unabänderliche Produkteigenschaft darstellt, sondern sowohl von produktimmanenten als auch von äußeren Faktoren bestimmt wird. Erstere sind genetisch festgelegte physiologische und strukturelle Eigenschaften, die letzteren Anbau-, Transport- und Lagerbedingungen.

Um die Lagerfähigkeit zu verbessern ist man heute bemüht, durch Züchtung, gentechnische Methoden und Anbautechnik dem Verderb der Produkte nach der Ernte entgegenzuwirken. Den Aspekten der äußeren Lagerbedingungen (z.B. "Controlled atmosphere"-Lager) sowie der Konservierung durch Verarbeitungsprozesse (z.B. Bestrahlung, Konservierungsmittel, Trocknung, Gefrieren) wird große Bedeutung zugemessen.

Mit Hilfe dieser Techniken wird eine längere Lagerzeit ermöglicht, ..."doch ist im allgemeinen davon auszugehen, dass bei hochgezüchteten Kulturpflanzen die Prozesse eher in Richtung "Verfall" als in Richtung "Erhaltung" verschoben sind. Dies ergibt sich daraus, dass die "generelle Resistenz" von den Wildpopulationen über primitive Landsorten zu künstlich selektierten Sorten abnimmt" (SCHÖNBECK, 1979).

Tabelle 1 zeigt an Hand einiger Untersuchungsergebnisse den positiven Zusammenhang zwischen organischer Düngung und Lagerqualität.

Tab. 1: Lagerverluste in % FS bei verschiedenen Gemüsen

DÜNGUNG			
PRODUKTE	MINERALISCH	ORGANISCH	QUELLE
Kartoffeln	24,5	16,5	ÅBERG, 1976
Kartoffeln	30,2	12,5	PETTERSON, 1978
Karotten	45,5	34,5	SAMARAS, 1977
Bodenkohlrabi	50,5	34,8	SAMARAS, 1977
Rote Bete	59,8	30,4	SAMARAS, 1977
verschiedene Gemüse	40,2	30,0	SAMARAS, 1977

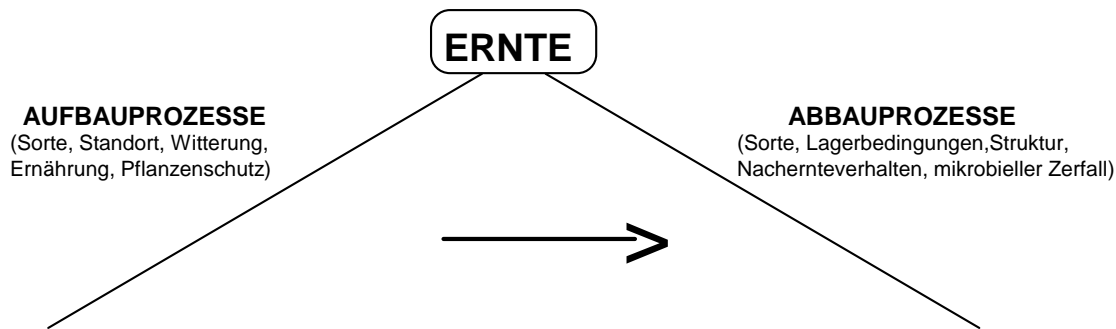
Quelle: VOGTMANN, 1988

Die deutlich geringeren Lagerverluste bei organischer Düngung sprechen auch vom Standpunkt der Verarbeiter und Konsumenten für dieses Verfahren.

Die Lagerfähigkeit ist abhängig vom Nachernteverhalten des Produktes.

Nachernteverhalten

Damit sind alle Abbauprozesse gemeint, zunächst unabhängig von der mikrobiellen Aktivität. Die Art und Weise des Zerfalls gibt Aufschluss über den physiologischen Zustand des Produktes nach der Ernte und spiegelt auch die Aufbauprozesse. So fördern während der Aufbauphase hohe, leicht lösliche N-Gaben das vegetative Wachstum, ohne der Pflanze die Möglichkeit zu lassen, sich witterungsabhängigen Bedürfnissen entsprechend zu verhalten. Geringere Gewebefestigkeit und rascher Zerfall während der Abbauphase können im Nachernteverhalten beobachtet werden.



ABELE (1987) zeigte in seiner Arbeit über "Produktqualität und Düngung", dass die Unterschiede in der Haltbarkeit im Stresslagerversuch und in den Strukturuntersuchungen mit dem Penetrometer zu Gunsten niedriger Düngegraden ausfielen. Am stärksten durch die Düngung beeinflusst fand er die Stickstofffraktionen und den Sekundärstoffwechsel, das "Aromamuster".

MOLL (1985), untersuchte das Nachernteverhalten von organisch bzw. mineralisch gedüngten Möhren. Er fand Tendenzen zu geringeren Atmungsintensitäten und Selbstzersetzungsverlusten bei organischer Düngung. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass er bei einer Intensivierung der mineralischen Düngung einen Trend zu höherer Umsetzung nachweisen konnte, bei einer Intensivierung der organischen jedoch gegenteilige Tendenzen beobachtete.

In der Literatur finden wir reichlich Hinweise darauf, dass die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe in Abhängigkeit von der Düngung variiert. So fand z.B. MENGEL (1965), dass die erhöhte Stickstoffaufnahme bei mineralischer Stickstoffdüngung den Kohlenhydratstoffwechsel der Pflanze belastet. BÖTTCHER UND ZIEGLER (1969) stellten bei Möhren bei steigender Stickstoffdüngung eine Abnahme der Trockensubstanz und Zuckergehalte, sowie der Karotin- und Vitamin C-Gehalte fest. Weiters zeigte SCHUPHAN (1976), dass sich durch zunehmende Stickstoffdüngung die Gehalte an wertmehrenden und wertmindernden Inhaltsstoffen dahingehend verändert, dass die Produkte mehr Nitrat-N, Rohprotein und freie Aminosäuren enthalten. Die Gehalte an relativem Eiweiß, Zucker und Ascorbinsäure nehmen ab. Diese Veränderungen können alle einen Einfluss auf den mikrobiellen Befall haben, da laut CHABOUSSOU (1987) die Wirt /Parasit-Beziehung vor allem ernährungsphysiologisch bedingt ist.

SAMARAS (1977) ermittelte in seiner Arbeit über das Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten eine um 16% höhere Atmungsaktivität und einen um 54% höheren Lagerverlust bei mineralischer Düngung gegenüber der Kompostvariante.

Hauptsächlich wurde die Wirkung von Stickstoffdüngung untersucht, aber auch andere Nährstoffe haben Einfluss auf Haltbarkeit und Nachernteverhalten. In mehreren Fällen konnte eine Erhöhung der Kalium- und Phosphorkonzentrationen, sowie eine Abnahme der Natrium-Gehalte nach organischer Düngung beobachtet werden (ABELE 1987, DIEHL UND WEDLER 1978, SCHUPHAN 1974). REINHOLD stellte bereits 1943 den positiven Einfluss einer Phosphor- und Kaliumdüngung auf die Haltbarkeit von Möhren fest. Ebenso wiesen ZIEGLER UND BÖTTCHER (1966) eine haltbarkeitsverbessernde Wirkung von Kalium bei Möhren und Weißkohl nach.

Die Ergebnisse vieler verschiedener Untersuchungen sind aber unterschiedlich, ja sogar widersprüchlich, sodass immer wieder neue Arbeiten zu diesem Thema durchgeführt werden. Die Bestimmung einzelner Inhaltsstoffe, wie sie in den ersten Untersuchungen oft praktiziert wurde, ist zu wenig aussagekräftig, da durch die Düngung nie nur ein einzelner Inhaltsstoff verändert wird, sondern immer die gesamte Physiologie der Pflanze.

Die Aufgabe der Qualitätsforschung ist es, den optimalen Bereich für die Entwicklung der Nahrungspflanze festzustellen, unter Berücksichtigung des Zusammenspiels von Sorte, Klima, Standort, Anbautechnik und Pflanzenernährung.

Eine harmonische, bedarfsgerechte Pflanzenernährung, wie sie die organische Düngemethode bietet, fördert die Eignung zur Lagerung (AHRENS, 1988).

REINHOLD UND VOGELMANN (1940) konnten durch Erhebung des Trockenmasseverlustes während des Selbstzersetzungstests eine Korrelation zur Auslagerung finden und verwendeten den Selbstzersetzungstest zur schnellen Vorhersage möglicher Lagerverluste. Spätere Untersuchungen konnten jedoch diesen Zusammenhang nicht eindeutig bestätigen.

Als mögliche Gründe für den nicht korrelierbaren Trockenmasseverlust im Selbstzersetzungstest und bei der Auslagerung gab MATTHIES (1991) unterschiedliche Resistenz- und Struktureigenschaften sowie die Zusammensetzung der epiphytischen Mikroflora an, Parameter,

die durch die mechanische Zerkleinerung der Produkte stark beeinflusst werden. Dieser Test reagiere aber empfindlicher auf unterschiedliche Düngemaßnahmen als die übrigen untersuchten Qualitätseigenschaften, einschließlich des Lagerverhaltens.

Erst aus den neueren Untersuchungen bei Möhren (PESCHKE 1994) geht hervor, dass der Selbstzersetzungstest als prognostischer Schnelltest zur voraussichtlichen Lagereignung doch einsetzbar ist, mit der Einschränkung, dass Resistenzmechanismen dabei ausgeschaltet werden. Allerdings kann in der Praxis der Trockenmasseverlust meist nicht bestimmt werden und der Praktiker muss auf eine visuelle Bonitur der Fäulnis oder Verpilzung zurückgreifen. Die Arbeit von PESCHKE (1994) lieferte jedoch diesbezüglich kein eindeutiges Ergebnis.

LIEBLEIN (1993) konnte keine Korrelation des Trockenmasseverlustes im Selbstzersetzungstest mit dem Auslagerungsverlust, definiert durch den Verlust an handelsfähiger Ware, finden. In seiner Arbeit über den Effekt von Kompost und mineralischem Dünger auf die Qualität von Karotten wies er höheren Trockenmasseverlust der Selbstzersetzungsproben mineralisch gedüngter Karotten nach und zeigte in Übereinstimmung mit MOLL (1985), dass bei gesteigerter Düngung nur die mineralische den Trockenmasseverlust zusätzlich erhöhte. Der Trockenmasseverlust korrelierte positiv mit der Stickstoffkonzentration der Proben, aber nicht mit der Konzentration von Mono- und Disacchariden. Er schloss daraus - und bestätigte so die Ergebnisse von SAMARAS (1977) -, dass stärkerer Verderb nicht auf die Präsenz von löslichen Zuckern zurückzuführen sei, sondern auf die Verfügbarkeit von Stickstoff im Boden, die Aufnahme von Stickstoff in das Wurzelgewebe und die daraus resultierende Steigerung der Stoffwechselaktivität. SAMARAS (1977) stellte die Hypothese auf, dass die Zunahme der Stickstoffkonzentration im Gewebe zu einer Abnahme der Aktivität von Pflanzenabwehrstoffen führt.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der Arbeit von LIEBLEIN (1993) ist, dass nicht nur die Art der Düngung, sondern die Interaktion von Düngung und Standort die Verderbnisrate mitbestimmt. Es ist daher von besonderer Bedeutung, bei Vergleichsuntersuchungen auf ähnliche Standortbedingungen zu achten.

Im Auftrag der Arbeiterkammer Wien (unpubl. VELIMIROV 1997) wurden im Rahmen einer marktorientierten Vergleichsuntersuchung Produkte, die als „bio“ ausgewiesen waren mit konventionellen verglichen. Da die einzelnen erhobenen Parameter (Trockensubstanz-Gehalt und -Verlust, elektrische Leitfähigkeit, mikrobielle Bonitur) sehr streuten und keine Hintergrundinformation zur Interpretationshilfe vorhanden war, konnte die Bedeutung der Einflussfaktoren wie Anbauverfahren innerhalb eines Systems, Standortbedingungen, Transportweg und Produktfrische nicht rangiert werden. Bei der Erhebung des Trockenmasseverlustes schnitt in 62% der Vergleiche die Bio-Variante besser ab. Abbildung 7 zeigt drei Beispiele dazu.

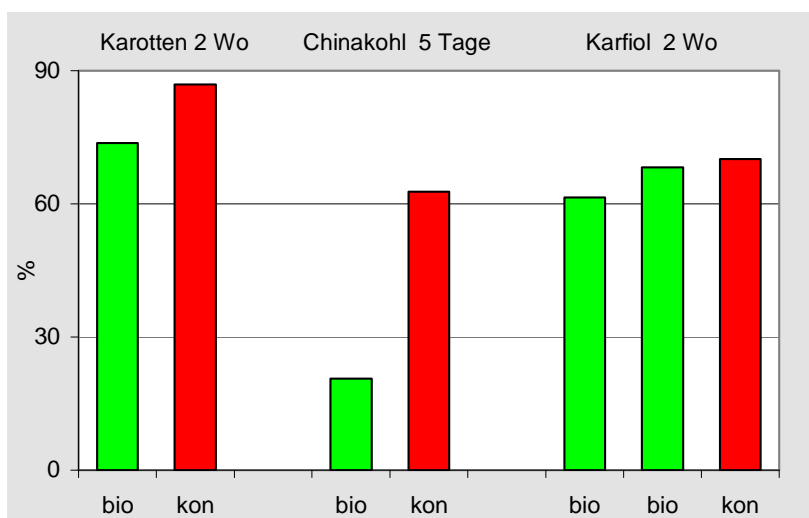


Abb.7: Trockenmasse-Verlust bei drei Testprodukten nach dem Selbstzersetzungstest Die Verkaufsfrische der beiden Chinakohlvarianten war bei der Bio-Probe deutlich besser (Foto 1). Die Untersuchung wurde mit codierten Proben durchgeführt, die Decodierung erfolgte erst nach der Ermittlung der Ergebnisse.



Foto 1: nach 8 Tagen Inkubation ist die biologische Probe kaum angegriffen, die konventionelle hingegen bereits verfault

Probe 11 = biologisch erzeugter Chinakohl

Probe 15 = konventionell erzeugter Chinakohl

Es wird bei diesem Versuch sichtbar, dass zur Standardisierung des Selbstzersetzungsstests Untersuchungen mit bekannten Rahmenbedingungen notwendig sind.

In ihrer Untersuchung über das Nachernteverhalten von Möhren stellte PESCHKE (1994) eine positive Beziehung des Trockenmasseverlustes zu den Gehalten an Stickstofffraktionen sowie eine negative zum C/N-Verhältnis fest. Auch LAUX (1987) erfasste den Zusammenhang des Trockenmasseverlustes mit Stickstoffgehalten bei Möhren und HERMANN-SSELLEN (1989) bei Roter Bete.

Bei einer abschließenden Beurteilung der Ergebnisse wird deutlich, dass die Interpretationen oft sehr kompliziert und häufig widersprüchlich sind. Aus eigener Erfahrung kann hier nur bestätigt werden, dass selbst detaillierteste analytische Arbeit bis jetzt zu keinem in allen Fällen anwendbaren Grundprinzip führte. Für ganzheitliche Untersuchungsmethoden müssen andere Beurteilungsgrundlagen erarbeitet werden, die mit dem Versuchsansatz übereinstimmen. Im Nachernteverhalten wirkt die Gesamtheit aller Produktionsbedingungen - indirekt - und Produkteigenschaften - direkt - zusammen und macht den physiologischen Zustand der Pflanze sichtbar, von dem dann wieder die mikrobielle Besiedelung abhängt.

Die mikrobielle Besiedelung

Die Anfälligkeit eines Gewebes gegenüber verschiedenen Erregern ist zwar genetisch fixiert, stellt aber keine unveränderliche Größe dar, denn verschiedene Faktoren können die Verderbnis-Geschwindigkeit beeinflussen. Die modifizierenden Elemente verändern die Reaktionslage der Wirtspflanze, nicht aber die Virulenz des Erregers. So besitzt etwa angefrorenes, durch Kälte geschädigtes Gewebe geringe Widerstandskraft, dasselbe gilt für nicht bedarfsgerecht ernährte Pflanzen.

CHABOUSSOU (1987) wies in seiner Arbeit über "Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung" wie bereits erwähnt darauf hin, dass die Beziehung zwischen Pflanze und Parasit hauptsächlich ernährungsphysiologisch bedingt ist, wobei lösliche Stoffe wie Aminosäuren und Einfachzucker

für Parasiten förderlich sind. Er untersuchte den Zusammenhang zwischen Widerstandskraft der Pflanze und Eiweißaufbau im Pflanzenkörper. Stärkerer Eiweißaufbau bedeutet eine Steigerung der Widerstandskraft der Pflanze. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln bewirkt hingegen stärkeren Eiweißabbau und erhöht so die Empfindlichkeit der Pflanze. Der physiologische und biochemische Zustand ist von grundlegender Bedeutung für das Wirt-Parasit-Verhältnis. Obgleich die Aussagen CHABOUSSOUS sich auf "lebende", - noch nicht geerntete - Pflanzen beziehen, können dieselben Verhältnisse auch für Pflanzen nach der Ernte angenommen werden.

Ebenso stehen die Zusammensetzung sowie das Ausmaß der natürlichen epiphytischen Mikroflora mit dem Metabolismus der Pflanze in engem Zusammenhang (SUHORUKOW, 1958). Die im konventionellen Landbau angewandten Pflanzenschutzmittel können - abgesehen von der Beeinflussung der Stoffwechselaktivität - nur scheinbar und kurzfristig mikrobiellen Befall verhindern, da sie nicht nur pathogene Mikroorganismen zerstören, sondern auch die schützende Phylloplanenflora in ihrer Funktion beeinträchtigen. Längerfristig schädigen sie also diesen "natürlichen Pflanzenschutz" und erreichen somit das Gegenteil, nämlich höhere Anfälligkeit gegenüber pathogenen Erregern, die gleichzeitig auch noch Resistenzen entwickeln können.

Somit ist das Lager- bzw. Nachernteverhalten von landwirtschaftlichen Produkten ein Anzeiger für Pflanzengesundheit. Im biologischen Landbau soll in erster Linie die Eigenabwehr des Bodens und der Pflanzen gegen Schädlinge und Krankheiten unterstützt werden.

Man könnte also annehmen, dass der mikrobielle Aufwuchs im Selbstersetzungstest als Summenparameter des physiologischen Zustandes des Testproduktes gewertet werden kann. MATTHIES (1991) konnte bei Proben mit einem hohen Kohlenhydratanteil überwiegend Verpilzung, bei solchen mit hohem Anteil an niedrigmolekularen Stickstoffverbindungen hauptsächlich Fäulnis beobachten.

Der Entwicklung des mikrobiellen Aufwuchses wurde anfangs wenig Bedeutung geschenkt. Bei AHRENS (1987) und ABELE (1987) finden sich Hinweise auf den starken Pilzaufwuchs mancher Proben, wobei AHRENS wie später MATTHIES auf den Zusammenhang zwischen Verpilzung bzw. Fäulnis und dem Kohlenhydrat/Stickstoffverhältnis verwiesen.

RAUPP (1997) stellt fest, dass von allen im Selbstersetzungstest gemessenen Parametern die häufigste Übereinstimmung zwischen Düngevarianten und den Merkmalen Verpilzung/Fäulnis auftreten. Er kommt aber zu dem Schluss, dass Selbstersetzungsergebnisse, solange sie nicht eindeutig mit den analysierten Inhaltsstoffen korrelieren, schlecht als Interpretation des physiologischen Zustandes des Testproduktes dienen können.

Basierend auf dem derzeitigen Stand der Wissenschaft sind also Interpretationen, die sich nur aus der Phänomenologie der Besiedelung ergeben, nicht akzeptabel. Sicher ist aber, dass die Anbauweise einen deutlichen Einfluss auf die mikrobielle Populationsdynamik hat und neue Beurteilungsgrundlagen für phänomenologische Befunde eingeführt werden müssen.

Eigene Arbeiten mit Äpfeln und Karotten (VELIMIROV 1995 und 1999) sowie viele unpublizierte Untersuchungen zeigten in nahezu allen Fällen abweichende mikrobielle Besiedelung (Fotos 3 - 5).

Karotten der Sorte Tarvil aus dem Marchfeld, Ernte 1998

biologisch



konventionell



Foto 2: nach 5 Tagen Inkubation ist die Bio-Probe noch nicht angegriffen, während die Kon-Probe bereits Fäulnis aufweist

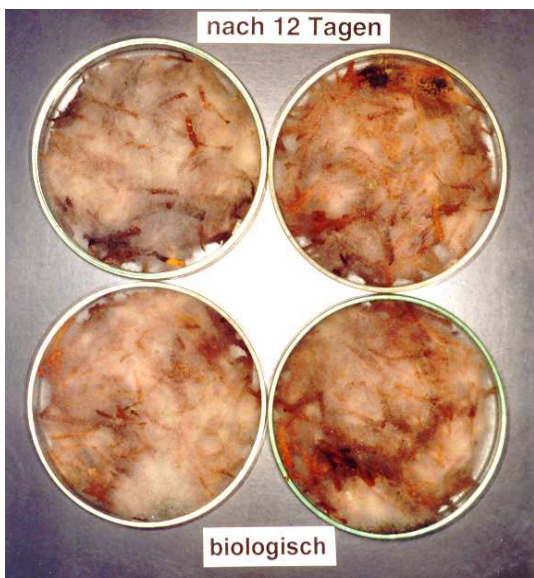


Foto 3: unterschiedlicher Mikroorganismenbesatz. nach 12 Tagen ist die biologische Probe verpilzt (links), die konventionelle verfault (rechts)

biologisch

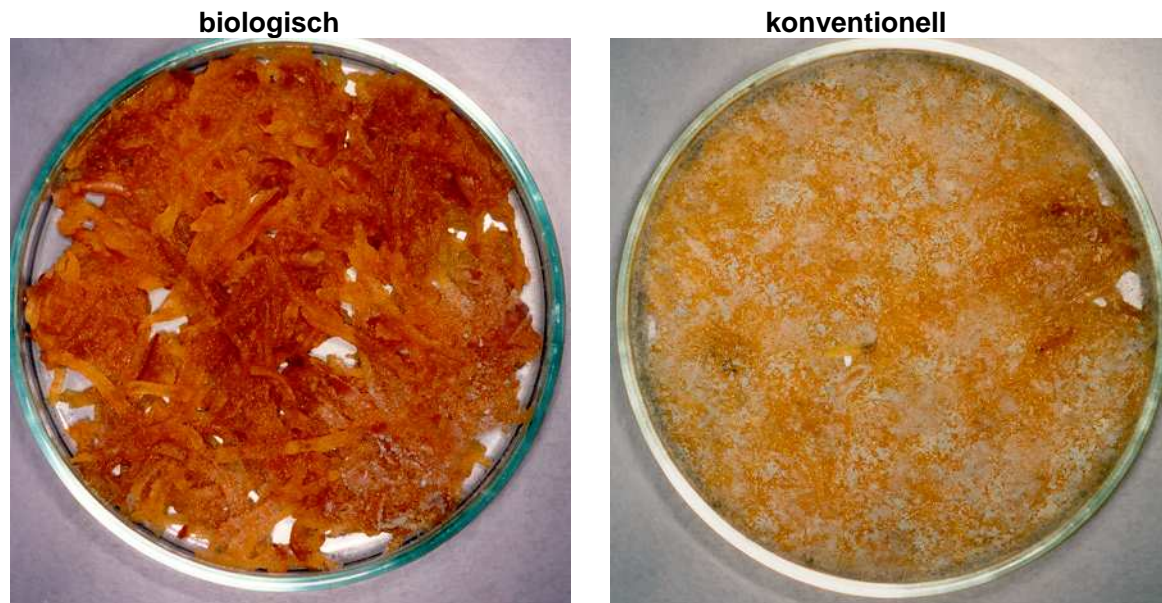


konventionell



Foto 4: Rote Rüben, Ernte 1999, Sorte Formanova, zeigen nach 12 Tagen Inkubation ebenfalls reiche Verpilzung auf den BIO-Proben, starke Fäulnis auf den KON-Proben

Die ermittelten Trockensubstanzverluste der fotografierten Testprodukte waren für die biologischen Varianten signifikant geringer (Seite 31, Abb. 14).



© A. Velimirov

Foto 5: Selbstzersetzungstests mit Äpfeln, Sorte Idared, nach 12 Tagen Inkubation ist die konventionelle Probe (rechts) stark verpilzt (*Penicillium* sp.), während die biologische Probe (links) noch keine Besiedelungen aufweist

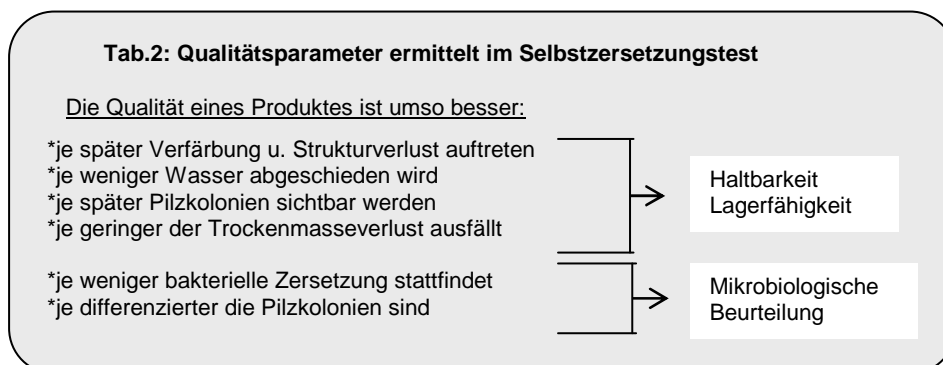
Zusammenfassend ließen sich drei Trends ableiten:

Pilzbewuchs wird durch das biologische Anbausystem gefördert, während bakterielle Zersetzung in konventionellen Produkten vorherrscht (Karotten, Futterrüben, Rote Rüben; Pellets)

Ausbleichen und Eintrocknen bei biologischen Produkten, Dunkelfärbung und Verflüssigung in den konventionellen Proben (Salat, Radieschen, Kohlrabi, Spinat)

Eine größere Pilzartenvielfalt bei biologisch produzierten Proben (Äpfel)

Qualitätsparameter, die sich aus der Beobachtung des Selbstzersetzungstests und dem Trockenmasseverlust ergeben, könnten als Beurteilungskriterien herangezogen werden. Sie sind in Tabelle 2 aufgelistet.



A.Velimirov, L.BoltzmannInst.f.Biol.Landbau

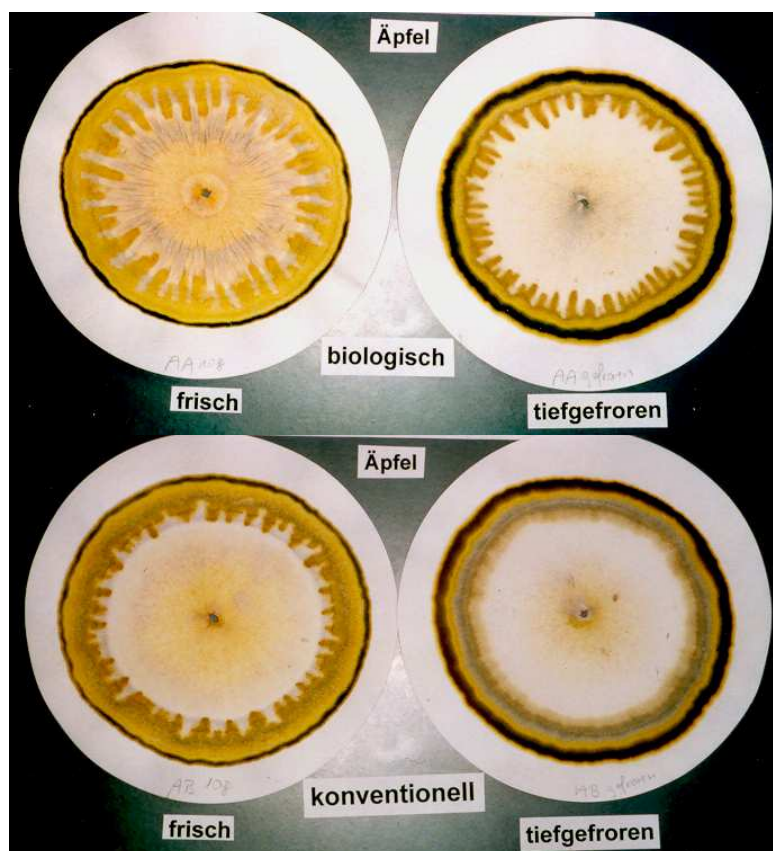
Ich möchte zum Abschluss einen wichtigen Satz von CLAUDE BERNARD (1813-1878) zitieren, auf den ich in einer Arbeit von HOFFMANN (1997) gestoßen bin. HOFFMANN gibt hier die Meinung des französischen Physiologen BERNARD wieder, dass Mikroorganismen sich nur in einem aus dem Gleichgewicht geratenen Umfeld zu Schädlingen entwickeln können: „Die Mikroben bedeuten nichts, es hängt alles vom Terrain ab.“ Diesem Satz wurde in den vergangenen 100 Jahren keine Beachtung geschenkt, was einen Feldzug gegen Mikroorganismen in allen Lebensbereichen zur

Folge hatte. Dabei hat die Abtötung mittels Bioziden in den meisten Bereichen die Abtötung mittels Hitze abgelöst. Mikroorganismen sind in einer ausbalancierten Zusammensetzung lebensnotwendige Lebewesen in der gesamten Biosphäre. Es steht zu erwarten, dass sich die mikrobielle Populationszusammensetzung in den letzten Jahrzehnten erheblich geändert hat und daher ältere Untersuchungsergebnisse auf einer anderen Grundvoraussetzung beruhen.

2.2.1.4 Bildschaffende Methoden

Der erkenntnistheoretische Hintergrund der bildschaffenden Methoden ist die Annahme einer gestaltbildenden Kraft, die als organisierendes Prinzip die innere Ordnung in organischen Substanzen herstellt und erhält. Diese Vitalaktivität wird sichtbar, wenn wässrige organische Lösungen mit Metallsalzlösungen in Verbindung gebracht werden, das Chromabild wird als Ausdruck der Vitalkraft eines Produktes interpretiert (BALZER-GRAF 1988). Trotz dieser in der traditionellen Wissenschaft unüblichen Sprache und Interpretationsmethode lässt der Erfolg aufhorchen und allmählich gewinnen bildschaffende Methoden, die schon seit etwa 1930 in anthroposophischen Kreisen angewendet werden, auch in der modernen Wissenschaft vorsichtige Anerkennung. Die drei derzeit angewendeten Methoden sind die Kupferchloridkristallisation, die Steigbildmethode und die Rundfilter-Chromatographie nach Pfeiffer. Zwei Beispiele für Rundfilter-Chromatographie sind auf den Fotos 9 und 10, Seiten 30 und 32, zu sehen (VELIMIROV et al. 1995, VELIMIROV 1999).

Die Zusammenhänge zwischen Ausprägung im Chroma und Qualitätskomponenten können auf Foto 6 gesehen werden: das obere Bild stellt Chromas von frischen und tiefgefrorenen Säften biologisch, das untere konventionell erzeugter Äpfel dar. Die Vergleichsäpfel waren Idared, Ernte 1998, aus der oberen Steiermark. In beiden Fällen zeigte das Einfrieren eine negative Wirkung auf die Ausprägung, was sich besonders bei der konventionellen Vergleichsvariante bemerkbar machte, die bereits im frischen Zustand schwächer gestaltet war.



© A. Velimirov

Foto 6: Chromas von biologisch und konventionellen Äpfeln der Sorte Idared, Ernte 1998. Jeweils links von frischen Säften und rechts von tiefgefrorenen Säften

2.2.2 Die Wirkung des Produktes

Die zweite Methodengruppe untersucht den Effekt unterschiedlich angebaute Produkte auf lebende Systeme, und geht in ihrem integrativen Ansatz noch einen wesentlichen Schritt weiter. Hier werden die für den Konsumenten neben dem Preis wohl wichtigsten Qualitätsaspekte angesprochen: Gesundheitswert, Geschmack, Bekömmlichkeit, Verdaulichkeit, Verwertbarkeit und Heilwirkung.

Die von WHO / FAO weltweit einheitlich erarbeiteten Grenzwerte (ADI =acceptable daily intake) sollen Nahrungsmittelsicherheit garantieren. Das bedeutet, dass sich Grenzwertfestlegungen für Kontaminanten (Biozidrückstände, Schwermetalle) an der Einschätzung des Risikos orientieren. Bei der Bestimmung von Schwellenwerten und der darauf gegründeten Ableitung von Grenzwerten wird meist nur ein einzelner Stoff berücksichtigt. Die Bevölkerung ist aber einer Vielzahl chemischer Verbindungen sowohl in der Umwelt als auch in der Nahrung ausgesetzt. Es besteht die Gefahr, dass Nebeneffekte und vor allem Interaktionen übersehen werden. Es sollten daher nicht nur Einzeltoleranzen, sondern Summentoleranzen überprüft werden.

2.2.2.1 Ökologische Wirkung

In diesem Teilkapitel werden Entwicklungen kurz aufgezeigt, die auf jahrzehntelange Umweltkontamination zurückzuführen sind. Damit wird die Bedeutung ökologisch orientierter Systeme klar. Bei Untersuchungen von Landwirtschaftssystemen wird häufig die Entwicklung des biologischen über den integrierten Landbau aus dem konventionellen postuliert. Der biologische Landbau ist aber nicht eine chemiefreie konventionelle Landwirtschaft mit etwas anderen Methoden. Die Grundlage ist eine andere Sichtweise von natürlichen Phänomenen und deren Beurteilung. Als Nutzökosystem fügt sich der Bio-Landbau problemlos in die Ökosphäre der Erde ein.

1991 stellten anlässlich einer Konferenz am Wingspread Center, Wisconsin, 21 Wissenschaftler fest, dass eine große Anzahl der vom Menschen erzeugten und angewandten Chemikalien das endokrine System bei Mensch und Tier stark angreift. Viele Wildtierpopulationen sind bereits durch diese chemischen Verbindungen betroffen, wie z.B. Dysfunktion der Schilddrüse, verminderte Fruchtbarkeit, verminderte Aufzuchtleistung, schwere Missbildungen bei der Nachkommenschaft, Stoffwechselabnormitäten, geschwächtes Immunsystem u.v.a.m. (COLBORN 1992). 1992 und 1993 konnten Wissenschaftler in Dänemark, England und den USA Verbindungen herstellen zwischen einer Vielzahl von Untersuchungen über Störungen des menschlichen Reproduktionssystems (vermehrtes Auftreten von Hoden und Brustkrebs, Hodenhochstand, angeborenen Schäden der männlichen Genitalien sowie der Rückgang der Spermienzahl in vielen Industrieländern).

Im Frühling 1995 veröffentlichten in Österreich der Standard und das Profil zwei Artikel, die auf den Rückgang der männlichen Fertilität in der westlichen Welt aufmerksam machten.

Primar Dr. Schultes vom TransMed-Institut in Wien konnte 1996 in einer Studie den Zusammenhang zwischen Biozidanwendung und Unfruchtbarkeit bei Wein- und Obstbauern aufzeigen. Er beobachtete signifikante Unterschiede in der lateralen Headbewegung der Spermien.

Bereits 1973 haben aber zwei deutsche Wissenschaftler, nämlich AEHNELT & HAHN nachgewiesen, dass die Futterqualität in Abhängigkeit von der Düngung (Stallmist / Handelsdünger) auf die Samenqualität von Zuchtbullen einen entscheidenden Einfluss hat. Die Samenbeweglichkeit der konventionell gefütterten Bullen war im Sommer signifikant niedriger.

Es ist also seit vielen Jahren bekannt, dass die Anbauweise die männliche Fruchtbarkeit beeinflusst, und zwar sowohl von innen durch die Qualität der Nahrung als auch von außen durch Umweltkontaminanten (z.B. Glyphosat).

Eine weitere besorgniserregende Gesundheitsstörung MCS (Multiple Chemical Sensitivity) ist vor allem in den USA beschrieben worden. Typische Symptome sind Erschöpfung, Depression, Gedächtnisstörungen, Motivationsverlust, Nervosität, Atemnot, Muskel- und Gelenkschmerzen, Kopfweh, Übelkeit u.s.w (MASCHEWSKY 1998).

So gilt sowohl für Umwelt- als auch für Ernährungseffekte derselbe Grundsatz: die Bewertung von vorher isolierten Einzelkomponenten oder linearen Reaktionsketten, ohne deren Bedeutung

für das Gesamtsystem zu beachten, kann zu unabsehbaren Folgen führen. Der Anbau-Verarbeitungs-Ernährungs-Komplex stellt ein vernetztes System dar und muss als Ganzes beurteilt werden.

Um diese Zusammenhänge bezogen auf die Wirkung von landwirtschaftlichen Produkten auf andere Organismen zu verdeutlichen, wurden in den vergangenen Jahrzehnten mehrere Fütterungsversuche, Futterwahlversuche und Verkostungstests mit Produkten aus biologischem und konventionellem Anbau durchgeführt.

2.2.2.2 Fütterungsversuche

Zur Überprüfung der ernährungsphysiologischen Qualität von Nahrungsmitteln sind Tierfütterungsversuche von größter Bedeutung. Diese Methode wird auch bereits seit rund 80 Jahren angewendet, um indirekt den Einfluss der Anbauweise auf die Lebensqualität der Versuchstiere zu beobachten. Die Rahmenbedingungen der Untersuchungen waren natürlich unterschiedlich in Bezug auf die Tierarten, die Versuchsdauer sowie die Anbaubedingungen der Testprodukte. Vor allem die älteren Fütterungsversuche beruhten auf dem Qualitätsvergleich von unterschiedlich gedüngten Produkten. Obgleich der Düngung eine wesentliche Rolle bei allen Anbauverfahren zukommt, bleiben andere systemtypische Einflussbereiche hier unbeachtet. Diese Arbeiten sind in WOESE et al. (1995 b) zusammengefasst.

Während der letzten Jahrzehnte zeigte eine Reihe von Fütterungsversuchen mit Produkten aus unterschiedlichen Anbausystemen eindeutig eine vorteilhafte Wirkung biologisch erzeugter Produkte auf die Lebenskraft verschiedener Testtiere, gemessen an deren Fruchtbarkeit und Gesundheit.

Ein Kaninchenfütterungsversuch von GOTTSCHESKI (1975) lief über einen Zeitraum von 5 Jahren. Für die Erhebung der Parameter Fruchtbarkeit und Aufzuchterfolg müssen die Versuchstiere nicht getötet werden. Die Tiere waren in drei Gruppen aufgeteilt. Gruppe 1 erhielt Pellet-Standardfutter, Gruppe 2 konventionell und Gruppe 3 biologisch erzeugtes Futter, bestehend aus Rüben, Möhren, Heu, Hafer und Weizen zu gleichen Teilen aus denselben Anbaugebieten. Die Zusammenfassung der Ergebnisse am Ende des Versuches bewies die positive Wirkung des biologisch erzeugten Futters: sowohl die höhere Anzahl der lebendgeborenen Jungen als auch die niedrigere Anzahl der postnatal gestorbenen Jungen war signifikant günstiger im Vergleich zu den beiden anderen Fütterungsvarianten.

Am Ludwig Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau wurden 1984 zwei Dissertationen und 1992 ein Projekt fertiggestellt, ebenfalls mit dem Thema, an Hand von Fütterungsversuchen den Einfluss verschiedener Bewirtschaftungssysteme auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte zu untersuchen. Biologisch und konventionell angebaute Futtermittel gleicher Sorte, von vergleichbaren Standorten und mit identer Lagerung wurden an Kaninchen (über 3 Generationen), Hühner (über 2 Generationen) und Ratten (über 3 Generationen) verfüttert und deren Auswirkungen auf Fertilität, Aufzuchtleistung, Eiqualität und Gesundheit der Tiere beobachtet.

EDELMÜLLER (1984) stellte bei der Auswertung der Fruchtbarkeitsparameter der beiden unterschiedlich gefütterten Kaninchengruppen (Rasse Blaue Wiener) für die biologisch gefütterte Gruppe folgende statistisch signifikante Unterschiede zur konventionell gefütterten Gruppe fest:

- * niedrigere Anzahl an Deckungen
- * höhere Gesamtanzahl Junger bei Geburt
- * höhere Anzahl abgesetzter Jungtiere am 60.Tag
- * niedrigere Anzahl perinatal toter Junger (Abb.8)
- * geringere Aufzuchtverluste

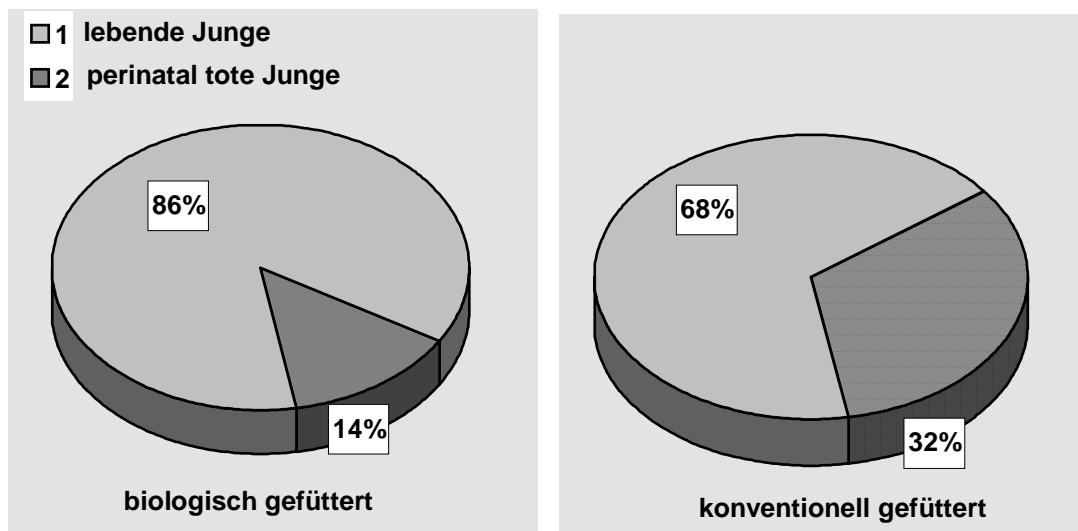


Abb.8: Der Anteil der perinatal toten Kaninchen war bei der konventionell gefütterten Gruppe mehr als doppelt so hoch

Die Auswertung der täglichen Kot- und Harnmengen einiger Versuchstiere zeigte signifikant höheres Kotgewicht in der biologisch gefütterten Gruppe. Im Gegensatz dazu war die Harnmenge der konventionell gefütterten Tiere tendenziell vermehrt. Laut EDELMÜLLER (1984) war diese unterschiedliche Verdauungstätigkeit auf den fast doppelt so hohen Rohfasergehalt der biologisch erzeugten Produkte zurückzuführen. Ein weiteres interessantes Ergebnis war, dass auf den Kotproben der Versuchskaninchen gruppenweise unterschiedliche Pilzpopulationen aufwuchsen.

Mit einigen der Versuchstiere wurden auch Futterwahlversuche durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Experimente werden in dem Kapitel "Futterwahlversuche" beschrieben.

Ein weiterer Kaninchenfütterungsversuch wurde zwei Jahre später von STAIGER (1986) in Deutschland durchgeführt. Neu bei diesem Versuch war, dass bei der Pelletierung der Rohprodukte die gleiche bedarfsgerechte Menge an Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen sowie im 2. Jahr Kalk beigemischt wurde. Die Schadstoffgehalte beider Futtervarianten waren unbedenklich. So sollte sichergestellt werden, dass differenzierende Ergebnisse nicht auf verschiedenen Nährstoff- oder Schadstoffgehalten basierten. Folgende Unterschiede wurden zu Gunsten der biologisch gefütterten Kaninchen festgestellt:

- * eine signifikant höhere Trächtigkeitsrate in der 2. Generation
- * eine signifikant höhere Anzahl der pro Wurf geborenen Jungen
- * eine geringere Anfälligkeit für Infektionen in der 2. Generation

Am Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Anbau wurde wie erwähnt zugleich mit dem Kaninchenversuch (EDELMÜLLER 1984) ein Fütterungsversuch mit Hühnern (Rasse Rhodeländer) mit denselben Futtermitteln durchgeführt (PLOCHBERGER, 1989).

Die biologisch gefütterten Hühner wiesen in der 2. Generation nach 32 Wochen ein höheres Gewicht auf als die konventionell gefütterten.

Die für den Konsumenten wichtigeren Ergebnisse aber betreffen die Eiquantität bei unterschiedlicher Fütterung. Die varianzanalytische Auswertung ergab für beide Generationen ein signifikant höheres Eigewicht in der biologisch gefütterten Gruppe. Weiters wiesen bei der Untersuchung der Eibestandteile die Eier dieser Gruppe ein signifikant höheres Dottergewicht auf, in der konventionell gefütterten Gruppe hatten die Eier ein signifikant höheres Eiklargewicht. Der vermehrte Dottergehalt der "biologischen" Eier war jedoch nicht auf das größere Eigewicht allein zurückzuführen, da zwischen Dotter und Eigewicht keine Korrelation bestand.

Weiters beobachtete PLOCHBERGER (1989) eine raschere Rekonvaleszenz bei biologisch gefütterten Hühnern. In beiden Generationen erkrankten die Jungtiere beider Gruppen an Kokzidiose und wurden medikamentös behandelt. Bei den Tieren der biologisch gefütterten Gruppe konnte aber nach der Behandlung eine schnellere Gewichtszunahme festgestellt werden.

Wie bei den Kaninchen von EDELMÜLLER wurden auch bei den Hühnern Kotproben gesammelt. Populationen verschiedener Dungpilze und *Aspergillus sp.* befanden sich auf allen

Vergleichsproben, ein deutlicher Unterschied jedoch bestand in der wesentlich stärkeren Verpilzung der Kotproben von biologisch gefütterten Hühnern. Die mit den Versuchshühnern durchgeführten Futterwahlversuche werden im entsprechenden Kapitel beschrieben. Der dritte und letzte Fütterungsversuch am Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Landbau wurde mit Laborratten (Rasse Long Evans, Foto 7) durchgeführt, da deren rasche Generationenfolge und die Haltungsmöglichkeit im Institut gute Voraussetzungen darstellten (VELIMIROV et al., 1992).

Foto 7: Laborratten: Klaus und Ullrich



© A. Velimirov

Dieser Versuchsansatz unterschied sich von anderen bisher durchgeführten Untersuchungen zu diesem Thema dadurch, dass das Futter auf Grund vorher durchgeführter Inhaltsstoffanalysen auf den laut Literatur notwendigen Bedarf der Versuchstiere an Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen ergänzt wurde. Dadurch konnte eine Überdosierung von Mineralstoffen und Vitaminen ausgeschlossen und Mangelerscheinungen vorgebeugt werden. Das Futter war chemisch gleichwertig.

Die Untersuchungen von drei Generationen mit jeweils zwei Würfen erbrachten folgende Ergebnisse für die "biologisch" gefütterte Gruppe:

- * die ersten Würfe hatten signifikant weniger totgeborene Junge (Abb. 9)
- * eine Tendenz zu höheren Durchschnittsgewichten der Würfe
- * die Gewichtszunahme der Weibchen nach Geburt und Säugeperiode war signifikant höher.

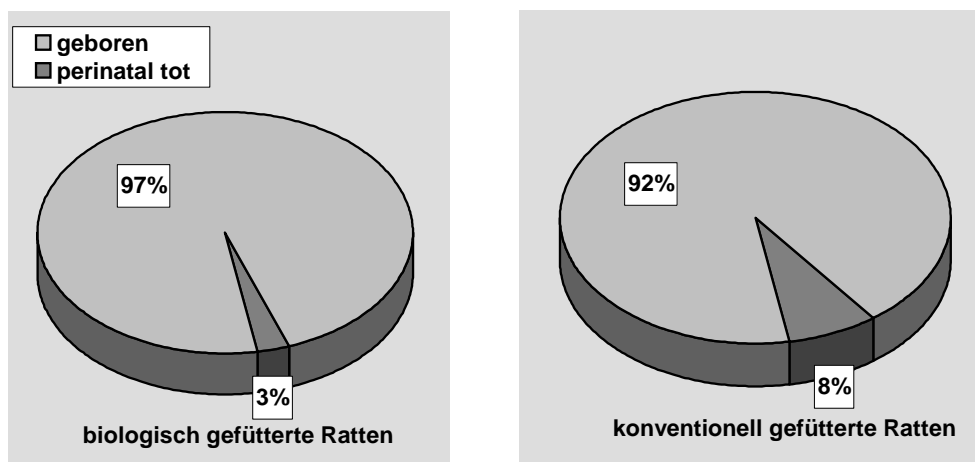


Abb.9: Der Anteil der perinatal toten Ratten war bei der konventionell gefütterten Gruppe mehr als doppelt so hoch

2.2.2.3 Futterwahlversuche

Bei dieser Art von Versuchen wird den Testtieren Gelegenheit gegeben, selbst zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten zu wählen.

Bereits 1931 in Fortsetzung des Fütterungsversuches mit Mäusen (PFEIFFER) wies VON GRONE-GÜLTZOW in mehreren Futterwahlversuchen auf die Vorliebe seiner Testmäuse für biologisch-dynamisch gedüngten Weizen hin.

Am Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Landbau wurden mit allen drei Tierarten (Kaninchen, Hühner und Ratten) aus den drei Fütterungsversuchen (siehe Kapitel "Fütterungsversuche") auch Futterwahlversuche durchgeführt, sodass immer zwei Gruppen mit verschieden angebautem Grundfutter (bio/kon) zur Verfügung standen. Die Testtiere wurden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt.

Jeweils zwei Testprodukte derselben Sorte und von benachbarten Feldern, um möglichst ähnliche Boden- und Klimaverhältnisse zu garantieren, wurden den Tieren gleichzeitig angeboten. Um die Präferenz festzustellen, wurden täglich die Futterreste zurückgewogen.

In 3 Testreihen bot EDELMÜLLER den Kaninchen Gerste, Kartoffeln und Futterrüben aus den beiden Anbausystemen an. In allen drei Versuchen präferierten die konventionell gefütterten Tiere die biologischen Anbauvarianten. Die Ergebnisse waren hoch signifikant. Bei den biologisch ernährten Tieren konnte nur bei dem Gerstenversuch ein signifikantes Ergebnis zu Gunsten der Bio-Gerste ermittelt werden, biologische Kartoffeln und Futterrüben wurden tendenziell bevorzugt.

Anders verhielten sich die Hühner von PLOCHBERGER (1989). Sie erhielten biologisch und konventionell erzeugte Futterrüben zur Auswahl. Die Hühner aus der biologisch gefütterten Gruppe entschieden sich durchgehend für die biologische Variante. Die konventionell ernährten Hühner bevorzugten am 1. Versuchstag die gewohnten konventionellen Futterrüben, stiegen aber ab dem 2. Versuchstag ebenfalls bis zum Ende des Versuches nach 7 Tagen auf "bio" um. Alle Ergebnisse waren signifikant zu Gunsten der biologischen Futterrüben.

Sowohl die biologisch als auch die konventionell gefütterten Laborratten aus dem dritten Fütterungsversuch am Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Landbau (VELIMIROV et al., 1992) entschieden sich in 2 Versuchsreihen mit Futterrüben signifikant für die biologisch erzeugte Variante (PLOCHBERGER & VELIMIROV, 1992; Abb.10).

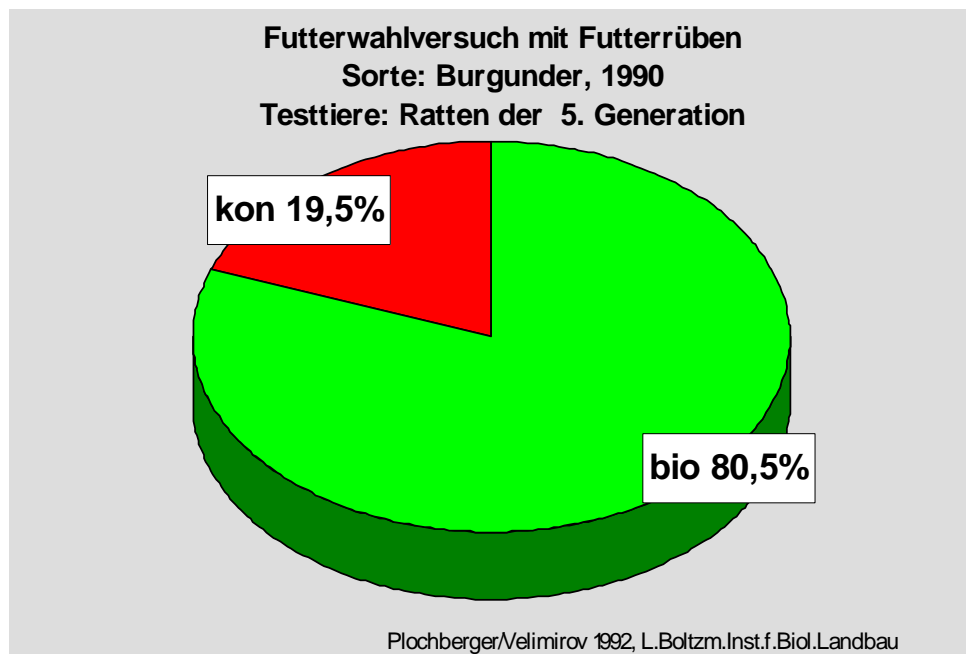


Abb.10: Futterwahlversuch mit Laborratten, die biologische Variante wurde hochsignifikant bevorzugt

Diese Versuche machen deutlich, dass das instinktive Fressverhalten von Tieren eine Dimension einschließt, die jedenfalls bis jetzt labortechnisch noch nicht erfasst werden kann.

Für diese Methode spricht auch die relativ kurze Versuchsdauer, ein Produktpaar kann in längstens zwei Wochen ausgetestet werden. Um die Grenzen und Möglichkeiten von Futterwahlversuchen mit Laborratten zu untersuchen, wurden mehrere Tests mit Weizen- und Roggenbrot durchgeföhrt (PLOCHBERGER & VELIMIROV, 1992). Es ist wichtig, das Fressverhalten der Testratten genau zu analysieren, um Ergebnisse richtig interpretieren zu können. Angeborene Vorlieben und Abneigungen müssen beachtet werden. Die spontane Wahl eines Produktes wird von Neugier, Geruch, Geschmack und Textur beeinflusst. In Langzeitversuchen aber, in denen die Tiere genügend Zeit haben, die ernährungsphysiologische Wirkung der Testprodukte zu erfahren, bestimmt diese Erfahrung die Präferenz. Diese Eigenschaften gelten nur dann, wenn die Tiere lebenslang bedarfsgerecht geföhrt werden. Das Fressverhalten ist nämlich von erlebten Futtermängeln oder negativen Erfahrungen (Gift) geprägt. Auch während des Futterwahlversuches wurde und wird daher immer für ausreichende Futterversorgung zusätzlich zu dem Testprodukt gesorgt.

Ratten eignen sich außerdem gut für Futterwahlversuche, vor allem wenn Futter verwendet wird, das sie in freier Wildbahn fressen würden, wie etwa Körner und Wurzeln. Schwieriger ist es bei Obst, das als Fallobst gefressen würde. Frisches Obst, v.a. Äpfel enthalten möglicherweise zu viel Äpfelsäure, die nicht gut vertragen und daher gemieden wird. Das heißt die Futterwahl wird vom Gehalt an organischer Säure bestimmt, was die Anbaueinfluss überlagert. Aber ihre Fähigkeit, einerseits Gift zu erkennen und zu vermeiden, andererseits von zwei Futtermitteln das ernährungsphysiologisch wertvollere zu wählen, in Kombination mit ihrer Neigung, neue Futterquellen auszukundschaften, resultiert in einem vielseitigen und wendigen Fressverhalten. Diese Eigenschaften macht sich die Ernährungswissenschaft bereits seit langem zu Nutze. Eine Vielzahl von Untersuchungen mit Laborratten im Zusammenhang mit der Austestung lebensnotwendiger bzw. lebensgefährdender Inhaltsstoffe basieren auf dieser Methodik und zeigen ihre Effektivität.

Laborratten können also die bessere Qualität von Vergleichsprodukten erkennen, die laut chemischer Analyse beide ihre physiologischen Bedürfnisse abdecken würden. In den meisten Fällen, sofern keine angeborenen Abneigungen wie z.B. zu viel Säure - wie oben erwähnt - gegeben waren, wurden biologisch erzeugte Lebensmittel gewählt, was in zahlreichen Futterwahlversuchen bewiesen werden konnte (Abb.11,12,13).

2.2.2.4 Verkostungstest

Sensorische Kennzeichen sind nur bedingt durch chemische und physikalische Methoden erfassbar, der Geschmack soll aber den Bedürfnissen des Konsumenten entsprechen. Auch aus ernährungsphysiologischer Sicht ist der Geschmackswert von Bedeutung, da einerseits Appetitentwicklung und Aufnahmebereitschaft in hohem Maße davon abhängen, und andererseits auch gezeigt werden konnte, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Schmackhaftigkeit und dem Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen besteht (SCHUPHAN 1976). Es steigt also mit dem Wohlgeschmack auch der ernährungsphysiologische Wert.

Sensorische Prüfverfahren werden als objektivierte Prüfungen mit geschulten Prüfern nach definierten Vorgaben (Sensorik) oder als subjektive (hedonische) Prüfungen mit Laien durchgeföhrt (Organoleptik). Der angestrebte Zweck der Untersuchungen bestimmt die Auswahl der Prüfverfahren. Zur Erfassung der Beliebtheit, Bevorzugung, Akzeptanz, Kaufbereitschaft und ähnlicher marktorientierter Parameter wird meist ein subjektives Auswahlverfahren gewählt, da so ein konsumentenrelevantes Ergebnis erzielt werden kann.

Für die Untersuchung von Produkten aus verschiedenen Anbausystemen ist auf der Wissenschaftsebene die Fragestellung wesentlich, ob ein allgemein erkennbarer Unterschied besteht, und auf Konsumentenebene, ob die Anbauweise in einem Geschmacksvorteil der einen oder anderen Variante für den durchschnittlichen Verbraucher resultiert.

Dementsprechend wurde folgender Fragebogen für Verkostungstests mit unterschiedlich angebauten Produkten gewählt:

1. Um der ersten Fragestellung nach der Unterscheidbarkeit verschieden produzierter Produkte nachzugehen, wird ungeschulten Prüfpersonen eine Dreiergruppe von codierten Proben vorgelegt, von der zwei Proben ident sind. Die abweichende Einzelprobe soll festgestellt werden.

2. Die zweite Aufgabe besteht darin, einer Probe (bzw. einem Probenpaar) den Vorzug zu geben. Diese so genannte hedonische Prüfung (Beliebtheitsprüfung) findet ihren Anwendungsbereich – wie erwähnt - in der Marktforschung zum Feststellen der Beliebtheit eines Produktes beim Verbraucher in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren - in diesem Fall der Anbauweise - und wird üblicherweise von ungeschulten Personen durchgeführt (DIN-Norm 10953). Die Hedonische Prüfung ist eine spontane Entscheidung, die einzig und allein vom individuellen Geschmack abhängt. Heutzutage bestimmt aber der Genusswert mehr und mehr die Kaufmotivation (hedonistisches Zeitalter), die Werbung zielt auch auf besseren Geschmack bei Bio-Produkten ab. Dabei bleibt Geschmack eine Geschmacksfrage – subjektiv und kulturbedingt.

3. Es hat sich gezeigt, dass eine dritte Frage nach dem vermeintlichen Produktionsursprung der ausgetesteten Produkte interessante Einsicht in den Informationsstand der Konsumenten bezüglich biologischer Landwirtschaft gibt. Auch die Erwartungshaltung an biologische Produkte wird sichtbar.

Bisher durchgeführte Untersuchungen, biologisch angebaute Produkte mittels sensorischer Prüfverfahren zu differenzieren, ergaben oft widersprüchliche Ergebnisse.

Eine gross angelegte marktorientierte Angebotsuntersuchung, die im Rahmen der VDLUFA-Studie (VETTER, KAMPE und RANFFT 1983) durchgeführt wurde, erbrachte keine Unterschiede in der sensorischen Qualität der Produkte aus verschiedenen Anbausystemen.

Die Ergebnisse von drei konventionell und biologisch-dynamisch produzierten Apfelsorten zeigten vereinzelt anbauabhängige Differenzen, die aber in der Gesamtbewertung keine richtungweisende Deutung zuließen. Der Einfluss der Sorte auf den Geschmack war vorrangig (REINKEN et al. 1990). Auch ein umfangreicher Versuch von BASKER (1992) brachte keine anbaubezogen relevanten Unterschiede. SCHULZ (1997) stellte eine leichte Abnahme von Geschmack, Konsistenz, Geruch und Farbe mit steigender Düngung fest, allerdings bei allen Vergleichsvarianten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sensorische Prüfverfahren mit dem differenzierenden Faktor „Anbausystem“ noch keine eindeutigen Ergebnisse für oder gegen den Bio-Landbau erbracht haben. Auf Grund eigener publizierter (siehe 2.2.3.2, Seite 22) und nicht publizierter Untersuchungen mit oft signifikanten Ergebnissen, wird diese Methode noch weiterhin auf ihre Anwendbarkeit hin zu überprüfen sein. Foto 8 zeigt einen Verkostungstest, bei dem Karotten und Sellerie aus biologischem Anbau signifikant bevorzugt wurden.

Verkostungstest November 2001



© A. Velimirov

Foto 8: Erweiterter Dreieckstest mit Studenten

2.2.3 . Methodenkombination - Interdisziplinäre Forschung

Um der Komplexität des Qualitätsbegriffes Rechnung zu tragen, wurden bei Vergleichsuntersuchungen verschiedene Qualitätsermittlungsmethoden angewendet. So konnte auch die Aussagekraft der einzelnen Methoden bezüglich dieser Fragestellung verglichen und überprüft werden. Im Folgenden werden interdisziplinäre Forschungsarbeiten vorgestellt.

2.2.3.1 Anbauversuch (Testprodukt: Rote Rüben)

In Zusammenarbeit mit dem Schweizer Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) wurden in mehreren Versuchen verschiedene Produkte aus dem dort seit 1978 laufenden Langzeitparzellenversuch durchgeführt. Zur Untersuchung kamen Rote Rüben jeweils aus den biologisch-dynamischen (D), organisch-biologischen (O) und konventionellen (K) Parzellen. Die Proben waren codiert, um zu überprüfen, ob im Blindversuch die Zuordnung der Testprodukte zu den Bewirtschaftungsweisen möglich ist.

Der große Vorteil dieser Forschungsarbeiten liegt einerseits in der gesicherten Nachvollziehbarkeit der Anbaumethoden und deren Rahmenbedingungen (Boden, Klima, Witterung) andererseits wie erwähnt in der Vielseitigkeit der Qualitätsermittlungen. So wurden bei diesem Versuch nicht nur der Ertrag im Zusammenhang mit dem Düngemittelaufwand, sondern auch fünf Qualitätsparameter erhoben: der Anteil an marktfähigen Produkten, Inhaltsstoffzusammensetzung, Lagerfähigkeit, drei bildschaffende Methoden (BALZER-GRAF) und Futterwahlversuche mit Laborratten (MÄDER et al. 1993).

Die Erträge waren bei den biologischen Varianten vergleichbar, bei der konventionellen mit fast doppeltem Input von Stickstoff und Kalium höher. Der Durchschnitt an marktfähigen Rüben lag für alle Varianten bei 75%, wobei die konventionellen Rüben etwas größer waren.

Die Trockensubstanzgehalte aller Varianten waren ähnlich. Ebenso gab es keine wesentlichen Unterschiede im Gehalt an Saccharose, Vitamin C, Phosphor, Magnesium und Calcium. Der Stickstoff- und Kaliumgehalt war in den konventionellen Roten Rüben signifikant höher (vergleiche Düngemittelaufwand!). Auch die Lagereignung brachte keine differenzierenden Qualitätsunterschiede. Die Rübenproben für die bildschaffenden Methoden waren ebenfalls codiert und konnten den entsprechenden Anbauvarianten zugeordnet werden.

Im Futterwahlversuch wurden die drei Rübenvarianten D (biologisch-dynamisch), O (organisch-biologisch), K (konventionell) in drei Testreihen geprüft. Um den Einfluss der Textur auszuschließen, wurde dieselbe Versuchsanordnung auch mit Rübensaft wiederholt. Die organische Variante wurde sowohl der konventionellen (Abb.11) als auch der dynamischen vorgezogen. Bei der Austestung dynamisch gegen organisch entschieden sich die Ratten für organisch. Die Saftversuche zeigten dieselben Ergebnisse, die Textur war also in diesem Fall nicht entscheidend.

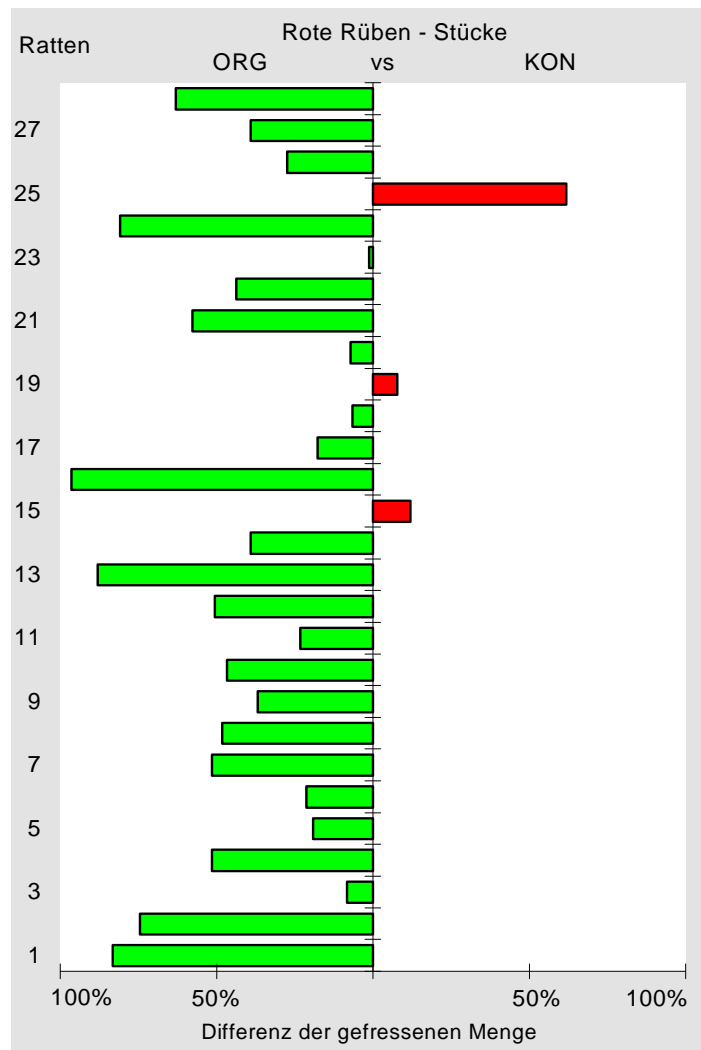


Abb.11: Futterwahlversuch mit organisch und konventionell angebauten Roten Rüben, DOK-Versuch 1993

2.2.3.2 Erhebungsuntersuchungen

* Untersuchungen mit Golden Delicious

Bei dieser Qualitätsuntersuchung von biologisch und konventionell angebauten Äpfeln der Sorte Golden Delicious wurde auch der Mensch als Verkoster miteinbezogen. Weitere angewandte Methoden waren Futterwahlversuche, Selbstersetzungstests, Vitamin C-Ermittlung, P-Wert-Messung und Rundbildchromatografie (VELIMIROV et al. 1995). Die Testäpfel stammten von Produzenten aus der Oststeiermark, aus dem Erntejahr 1994.

Die Verkostungstests mit insgesamt 482 Personen an fünf aufeinanderfolgenden Tagen fanden bei der Umwelttechnikkmesse, Oktober 1994, in Wien statt. 77% der Testpersonen bevorzugten die biologisch erzeugten Äpfel.

Auch die Testratten entschieden sich signifikant für die Bio-Äpfel (Abb.12).

Mit durchschnittlich 10,7 mg Vitamin C – Gehalt je 100 g Frischsubstanz war die Bio-Variante der konventionellen hochsignifikant überlegen (durchschnittlich 8,6 mg / 100 g FS).

In den Selbstersetzungstests zeigte die konventionelle Variante früheren Strukturverlust und als Folge davon auch frühere Besiedlung mit Mikroorganismen. Daraus kann man auf bessere Lagerfähigkeit bei der Bio-Variante schließen. Nach 16 Tagen Inkubation war der mikrobiellen Bewuchs sehr unterschiedlich: auf den konventionellen Proben wuchs fast ausschließlich *Aspergillus sp.* auf, während auf der biologischen Probe eine Vielzahl von abbauenden Pilzen gute Lebensbedingungen fanden.

Die Rundbildchromatogramme der Bio-Variante hoben sich durch eine reichere und feinere Innenrandgestaltung von den Vergleichschromatogrammen deutlich ab (Foto 9). Die P-Wert - Ermittlung zeigte ein abweichendes Bild: sie ergab eine niedrigere Werte für die konventionellen Golden Delicious.

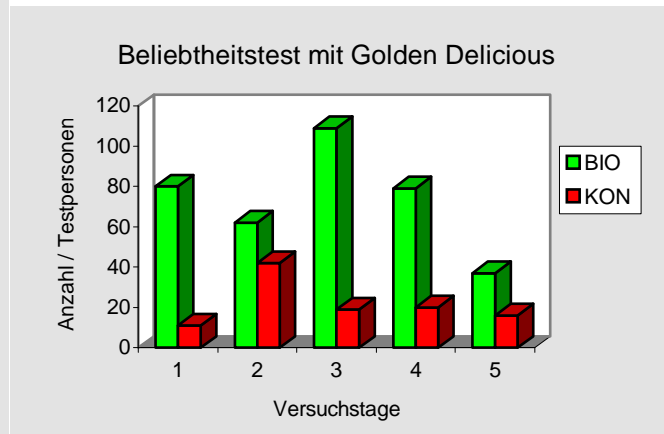
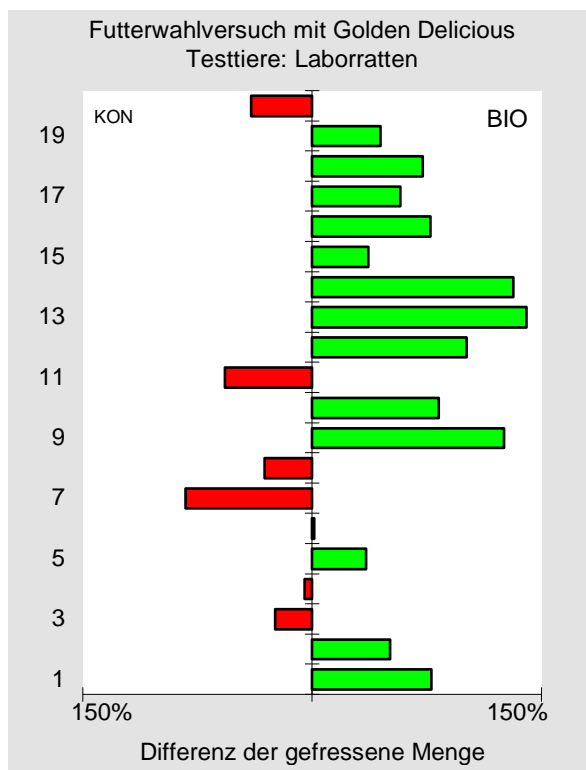


Abb.12: Vergleich zwischen Futterwahlversuch mit Ratten und Verkostungstest – beide Versuchsgruppen bevorzugten signifikant die biologisch angebauten Äpfel



© A. Velimirov

Foto 9: Das Chromatogramm der biologisch erzeugten Golden delicious zeigte reichere Ausprägung (links)

***Futterwahlversuche mit Ratten und mikrobiologische Untersuchungen als integrative Testmethoden zur Ermittlung der Qualität landwirtschaftlicher Produkte**
 (Projekt, gefördert vom BMLFUW und BMSG, Endbericht 2000; VELIMIROV et al.)

Wie die Abbildungen 13 (Futterwahlversuche mit 40 männlichen Laborratten) und 14 (Trockensubstanzverluste im Selbstersetzungstest) zeigen, konnte mittels beider Testmethoden mit nur je einem nicht signifikantem Ergebnis, signifikant zwischen biologisch und konventionell angebauten Testprodukten unterschieden werden, jeweils zu Gunsten der biologischen Vergleichsvarianten.

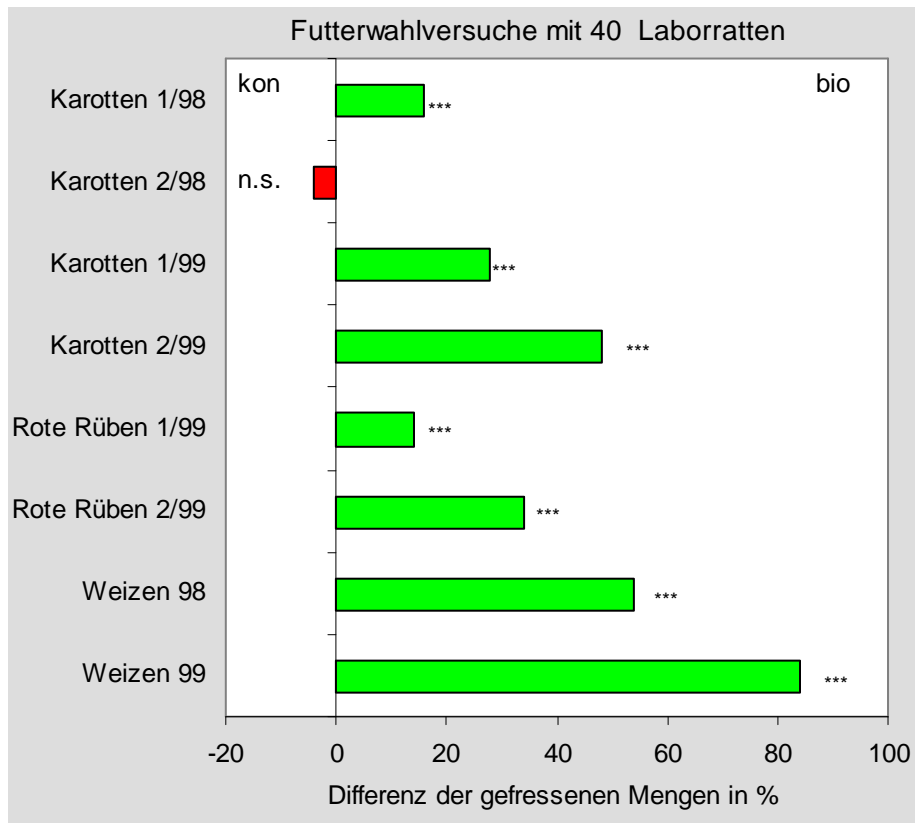


Abb. 13: Überblick Futterwahlversuche

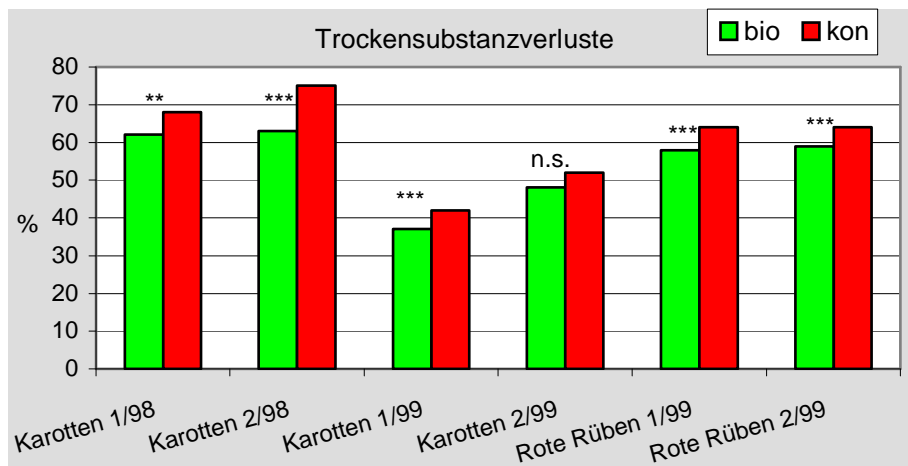


Abb. 14: Überblick Selbstersetzungstests

n.s. = nicht signifikant
 ** = hoch signifikant
 *** = höchst signifikant

2.2.3.3 Marktorientierte Vergleichsuntersuchung (Testprodukt: Zuckerkarotten)

Als Kaufmotivation spielt zwar die ökologische Orientierung eine immer größere Rolle, es herrscht aber immer noch eine gewisse Unsicherheit was die Qualität und Kontrolle der teuren Bio-Produkte betrifft. Unterscheiden sich denn die beiden Produkte, die da nebeneinander im Regal des Supermarktes liegen, überhaupt voneinander? Um dieser Fragestellung nachzugehen wurden Proben von Zuckerkarotten aus biologischer und konventioneller Herkunft eingekauft und verglichen (VELIMIROV 1999). Die Ergebnisse der vier angewandten Testmethoden Futterwahlversuch, Selbstzersetzungstest, Rundbildchromatografie und die Messung der elektrischen Leitfähigkeit stimmten überein: den als "biologisch" ausgewiesenen Karotten konnte die bessere Qualität laut Untersuchungsmethoden zuerkannt werden.

Im Futterwahlversuch wurden sie signifikant bevorzugt (Abb.15), im Selbstzersetzungstest zeigten sie bessere Haltbarkeit und geringeren Trockensubstanzverlust, die Ausprägung im Chromatogramm war differenzierter (Foto 10) und die elektrische Leitfähigkeit war niedriger. Abbildung 16 zeigt die Messdaten der elektrischen Leitfähigkeit im Abstand von drei Tagen. Die Zunahme der Werte mit dem Alterungsprozess macht die Bedeutung dieses Parameters für die Qualität erkennbar. Die Werte waren für die biologische Variante niedriger.

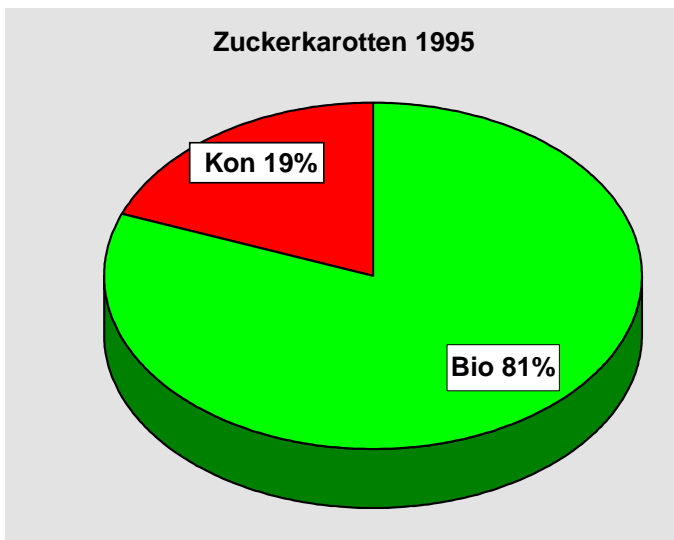


Abb.15: Futterwahlversuch mit Zuckerkarotten

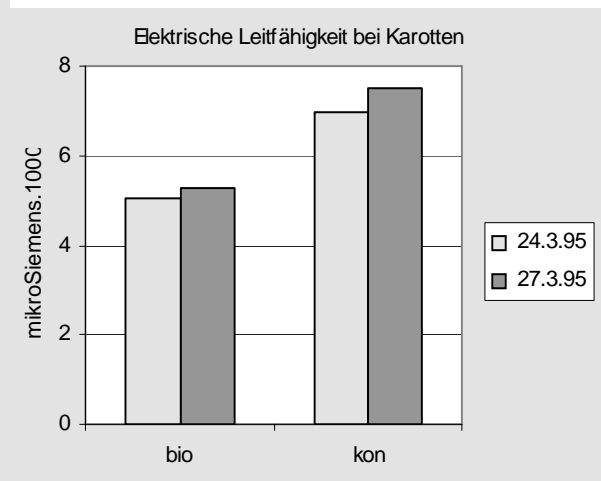
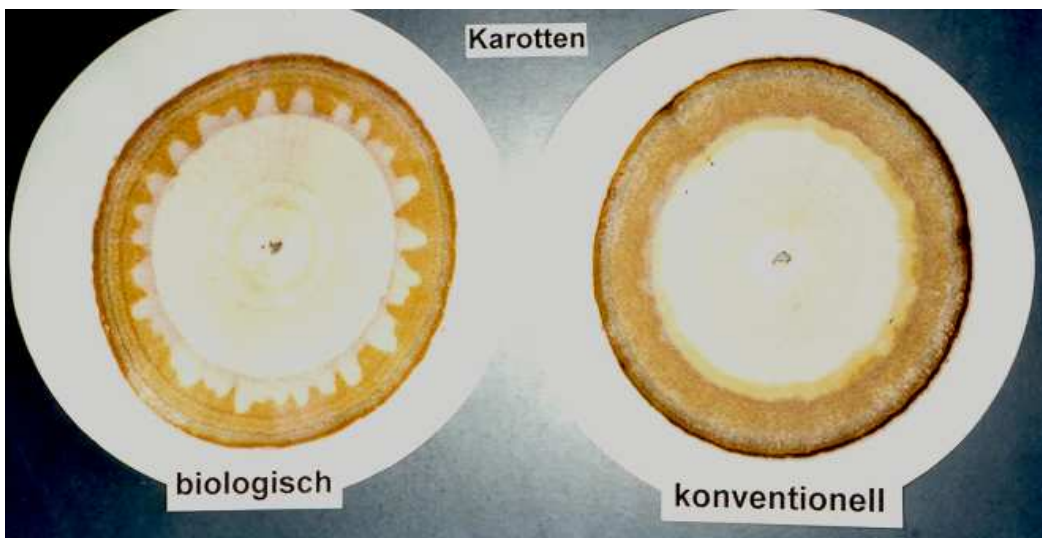


Abb.16: El.Leitfähigkeit zu Anbausystem u. Frische



© A. Velimirov

Foto 10: Das Chromatogramm der biologisch erzeugten Karotten zeigte reichere Ausprägung (links)

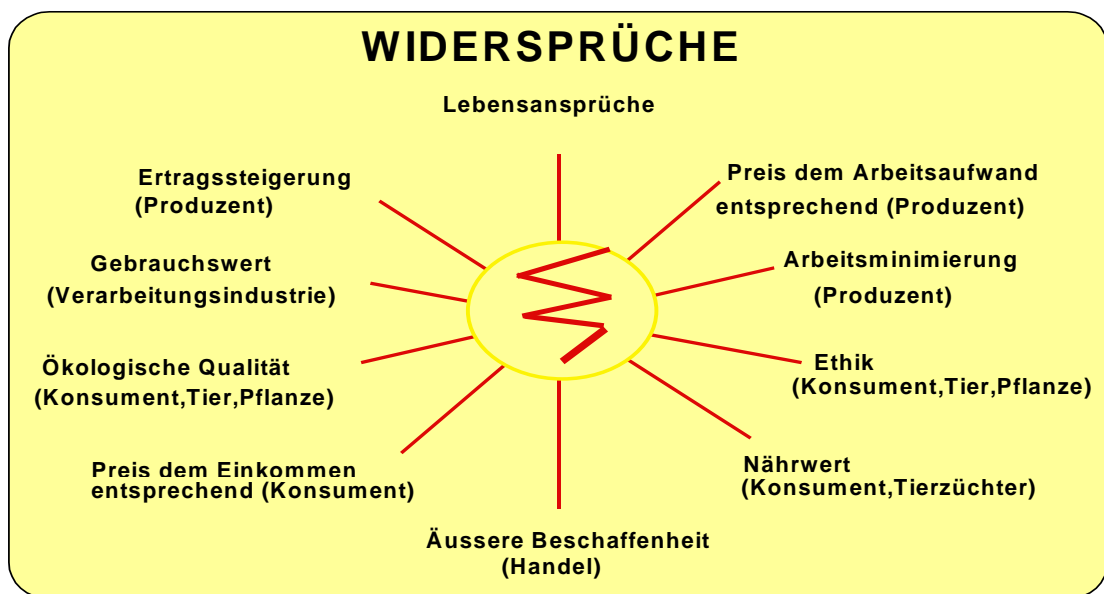
Eine kurze Zusammenfassung der dargestellten interdisziplinären Produktuntersuchungen, bei welchen Methodenkombinationen zur Anwendung kamen, zeigt, dass solche „Ringversuche“ angesichts der oft widersprüchlichen Einzelergebnisse in der Qualitätsforschung bestens dazu geeignet sind, Aussagegrenzen und Übereinstimmungen der einzelnen Ergebnisse zu definieren. Multiperspektivische Forschungsansätze werden auch der Komplexität des Qualitätsbegriffes eher gerecht.

3. Die Komplexität des Qualitätsbegriffes

Qualitätsermittlungsmethoden wurden und werden angewendet, um der Frage nachzugehen, ob Produkte aus unterschiedlichen Anbausystemen sich in ihrer Qualität voneinander unterscheiden, aber auch um Produktqualität zu definieren. Die Bewertung der an sich neutralen Beschaffenheit (= Qualität wörtlich) hängt von dem Verbraucherbedürfnis ab, das befriedigt werden soll. Der Produzent braucht hohe Erträge und günstige Absatzmöglichkeiten, um sein Einkommen zu sichern. Für den Handel ist die äußere Beschaffenheit der Ware von größter Bedeutung, um Qualitätsklassen und Handelspreise festlegen zu können. Damit kommt der Produzent in den Zugzwang, etwa Gurken mit geringem Krümmungsradius oder Äpfel mit bestimmtem Durchmesser zu liefern. In der Lebensmittelverarbeitungsindustrie spielt der Eignungswert des Produktes für bestimmte Verarbeitungsschritte die wichtigste Rolle, wie z.B. maximaler Gehalt an bestimmten Inhaltsstoffen. Der Konsument erwartet möglichst billige Produkte mit hohem Nährwert. Durch die verschiedenen Anforderungen von Verbrauchergruppen wird Qualität in Teilqualitäten und weiters in Unterqualitäten aufgespalten. Abbildung 17 (nächste Seite) zeigt die wichtigsten Qualitätsaspekte.

Nun handelt es sich bei landwirtschaftlichen Produkten aber nicht um Industrieerzeugnisse, deren eventuell auftretende Materialfehler behoben werden müssen, sondern um Lebewesen, die sich nur unter bestimmten Lebensvoraussetzungen entwickeln können. Die Bereitstellung optimaler Lebensbedingungen für landwirtschaftlich genutzte Tiere und Pflanzen sowie die Umweltfreundlichkeit der Produktion beeinflussen in zunehmendem Maße die Kaufmotivation. Diesen letztgenannte Anspruch auf "ethische Qualität" erfüllt - jedenfalls soweit es sich um landwirtschaftliche Produktion handelt - der Biologische Landbau.

Abbildung 18 verdeutlicht die Zerreißprobe, der diese Waren ausgesetzt sind.



A.Velimirov / L.BoltzmannInst.f.Biol.Landbau

Abb.18: Widersprüche der Ansprüche

4. Die Erweiterung des Qualitätsbegriffes

Die üblichen Qualitätsbeurteilungen beziehen sich auf den Endzustand des Testproduktes, die Dynamik der Produktentwicklung und -entstehung bleibt unbeachtet. Für die Erfassung der ethischen, der ökologischen sowie der ernährungsphysiologischen Qualität ist es aber unumgänglich, die Entstehungsgeschichte eines fertigen Nahrungsmittels für die Qualitätsbeurteilung heranzuziehen. Wir sprechen dann von der Prozessqualität, die sich aus der Summe der Bewertungen aller umweltbedingten und anthropogenen Einflüsse ergibt.

5. Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse und Ausblick

Die Qualitätsunterschiede bei Produkten aus verschiedenen Anbausystemen sind deutlich, aber nicht immer eindeutig! Bei dieser speziellen Fragestellung geht es darum, den Einfluss des Anbausystems aus allen anderen Einflüssen herauszukristallisieren. Die enorme Ausgleichs- und Anpassungsfähigkeit von Lebewesen sowie die überlebensnotwendigen Selbstregulierungsmechanismen in Ökosystemen ermöglichen eine scheinbar unendliche Erweiterung der Grenzen der Belastbarkeit bezüglich suboptimaler Lebensqualität und wirken bei dem „Datendilemma“ mit. Es ist zu erwarten, dass nur hochempfindliche und differenzierte Vergleichsverfahren dazu geeignet sind, deutliche Unterschiede zu zeigen.

Es sollte bei „bio/kon“-Vergleichsuntersuchungen darauf geachtet werden, dass die Testprodukte überhaupt vergleichbar sind, d.h. in beiden Fällen von verantwortungsvollen Produzenten stammen, dieselbe Sorte sind, aus derselben Gegend, von ähnlichen Boden- und Klimaverhältnissen herkommen u.s.w.. Weiters ist es für die Interpretation der Ergebnisse notwendig, möglichst viele Rahmenbedingungen zur Erstellung einer umfassenden Einflussfaktorenanalyse zu kennen, denn Wetterverhältnisse während der Vegetationsperiode, Vegetationsdauer, Saat- und Erntetermin, Frische der gekauften Produkte, Transport- und Lagerverhältnisse wirken sich natürlich auf die Qualität aus. Als nützlich erwies sich in der Grundlagenforschung auch die Anwendung möglichst vieler Methoden mit unterschiedlichen Ansätzen, um für die Dateninterpretation Aussagegrenzen und -möglichkeiten der einzelnen Methoden zu erkennen und zu standardisieren.

Trotz dieser methodologischen Schwierigkeiten bestätigen zahlreiche Ergebnisse die Überlegenheit biologischer Produkte. Besonders deutlich zeigten Fütterungs- und Futterwahlversuche die Vorteile von Bio-Produkten

Weiters ist bei der bestehenden Arbeitsweise bei Vergleichsuntersuchungen zu bedenken,
dass wir eine Methodologie zur Ermittlung der Qualität biologisch erzeugter Produkte anwenden, die der analytischen Wissenschaftstheorie entspringt, und
dass wir heute noch keine ausreichend definierte Interpretationsgrundlage haben, die der biologischen Produktion und dem ganzheitlichen Systemverständnis entspreche.

Die nachhaltige Bedeutung dieser Forschungsarbeiten liegt aber vor allem in der Erweiterung des Qualitätsbegriffes: der enge Rahmen abgesteckt durch Ertrag, äußere Beschaffenheit und der Erfassung einiger isolierter Inhaltsstoffe konnte gesprengt werden und die Tragweite der ganzheitlichen Betrachtungsweise für die Beurteilung des Landwirtschafts-Verarbeitungs-Ernährungs-Komplexes mündet in der begründeten und sinnvollen Einführung des Begriffes „Prozessqualität“.

6. Neue Ergebnisse und Möglichkeiten: Das Biogramm und die Qualitätskennzahl

Das Bedürfnis, Nahrungsmittel aus biologischer Produktion mittels einer Übersichtsgrafik und/oder einer einheitlichen Qualitätskennzahl zu charakterisieren, besteht schon seit den Anfängen der vergleichenden Biologischen Qualitätsforschung.

Da in vernetzten Systemen lineare Verhältnisse nur begrenzt kalkulierbar sind, Standortbedingungen und Anbausystem interaktiv die Ausprägung sowie das gesamte Reaktionsmuster der Pflanze innerhalb des genetisch festgelegten Rahmens bewirken, muss überlegt werden, welche Eigenschaften überhaupt genügend modifiziert werden können, um nachweisbar zu sein und nicht von der Pflanze ausgeglichen werden. Daher ist die Methodenauswahl von grundlegender Bedeutung für die Erfassung der Biologischen Produktqualität.

Bei dem Vergleich der Teilergebnisse können sich allerdings uneinheitliche Aussagen über die Qualität des Testobjektes ergeben und das Ziel, ein Gesamtbild von Qualität zu erarbeiten wird nicht erreicht (MINNAAR et al. 1997, DUBIOS et al. 2000, VELIMIROV et al. 1995; VELIMIROV et al. 2000; VELIMIROV 2001a +b). Da es sich bei dem Begriff „Qualität“ um die Beschreibung eines Gesamtzustandes handelt, besteht nach wie vor das Bedürfnis, ein integratives Bewertungssystem zu definieren. Das heißt, es müssten Qualitätsuntersuchungsergebnisse, die immer nur Teilaspekte beleuchten, zu einem einheitlichen Bild oder Wert zusammengefasst werden.

Ansätze in diese Richtung wurden bereits von BREDA (1973) aufgegriffen. HUBER et al. (1988) entwickelten später für Möhren einen einheitlichen Qualitäts-Index, den Physiologischen Index (PI), in den die Messgrößen Wasserspeicherkapazität, Membranpermeabilität, Krümmungsmaß, Gesamtprotein- und Nitratgehalt und Redoxpotential einfließen. Der weiterführende Aspekt des PI beruht auf der Integration zusätzlicher Messgrößen wie Trockenmasse, Gesamtzuckergehalt, Anteil der Saccharose am Gesamtzucker, Gehalt an freien Aminosäuren, relativer Eiweißgehalt, biologische Eiweißwertigkeit, Schwund im Lager und das Wurzel/Kraut- und Rinde/Herz-Verhältnis (SCHULZ und KÖPKE 1997). Dieser empirisch gefundene Physiologische Index liefert charakteristische Zahlen, die nach bisherigen Ergebnissen typisch für die Anbauart sind. Es sind allerdings für jede Gemüseart spezielle Indices zu entwickeln. Das Ziel war hier die Klärung der Frage, ob unterschiedlich angebaute Produkte nachweisbare Charakteristika ausbilden, die die Anbauart zweifelsfrei erkennen lassen.

In der Biologischen Produktqualität geht es eher darum, Ergebnisdarstellungen multiperspektivischer Untersuchungen übersichtlich zu gestalten, um die Information für die jeweiligen Zielgruppen zu verdeutlichen. Zur Veranschaulichung der integrativen Darstellung von unterschiedlichen Qualitätsaspekten wurden die bisherigen Ergebnisse interdisziplinärer Vergleichsuntersuchungen herangezogen. Einige dieser Ergebnisse sind in dieser Arbeit bereits beschrieben worden (VELIMIROV et al. 1995; VELIMIROV et al. 2000; VELIMIROV 2001 a; VELIMIROV 2001 b). Es wurden nur ganzheitliche Testergebnisse berücksichtigt, um auch methodisch auf die erweiterte Erkenntnistheorie des Biologischen Landbaues einzugehen.

HOFFMANN (1998) hat für seine P-Wert-Messungen zur übersichtlichen Darstellung das Physiogramm entwickelt. Diese Darstellungsart eignet sich auch für die hier diskutierten Zusammenhänge und wird als **Biogramm** bezeichnet. Die Teilqualitäten ernährungsphysiologischer Wert, Geschmackswert, Haltbarkeit und elektrische Leistungsfähigkeit können mittels Futterwahlversuch, Verkostungstest, Selbstzersetzungstest und P-Wert-Bestimmung erfasst werden. Die vier Datensätze ergeben als Eckpunkte einer Raute eine Qualitätsgrafik, die zur Verdeutlichung von Qualitätszusammenhängen geeignet ist. Die Wertesumme der y-Achse im Verhältnis zur Wertesumme der x-Achse ergibt die **Qualitätskennzahl**, in die alle vier erhobenen Parameter einfließen. Sie stellt einen integrativen Qualitätswert dar. Je höher die Zahl ist umso besser ist die Qualität des Produktes hinsichtlich der vier Teilqualitäten.

Abbildung 19 zeigt drei jeweils optimale Biogramme von biologisch und konventionell angebauten Karotten, Roten Rüben und Äpfeln.

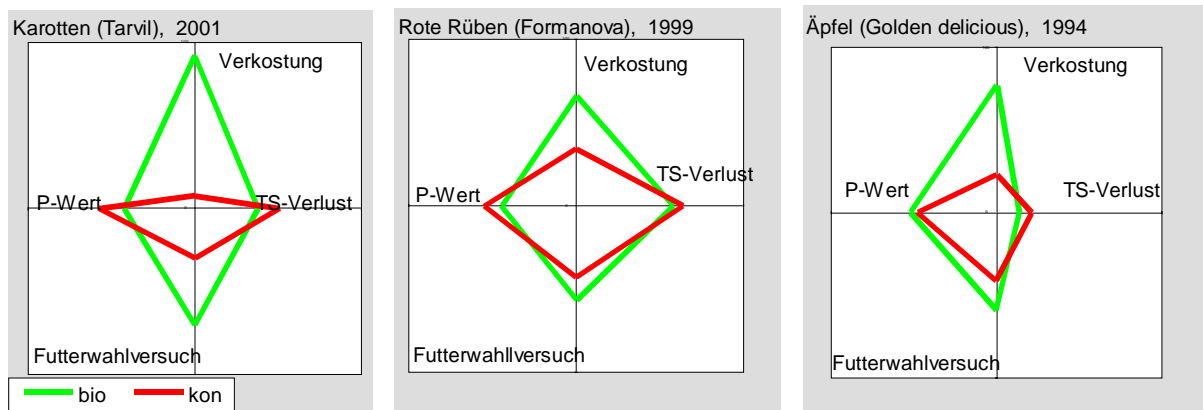


Abb.19: Biogramme von Karotten, Roten Rüben und Äpfeln aus biologischem und konventionellem Anbau

Die Ergebnisse fielen mit Ausnahme des P-Wertes bei dem Golden delicious-Versuch zu Gunsten der biologischen Varianten aus. Bei anderen Untersuchungen waren ebenfalls gelegentlich Ergebnisse nicht konform, so wurden etwa die biologisch angebauten Karotten der Ernte 1998 im Verkostungstest nicht bevorzugt. Tabelle 3 zeigt die Werte der bisher durchgeführten Produktvergleiche, wobei die kursiven roten Zahlen abweichende Ergebnisse darstellen, sowie in der letzten Zeile die errechneten Qualitätskennzahlen.

Tabelle 3: Die Ergebnisse von 8 Produktvergleichen (Werte in %)

Probenpaare	Karot. 98		Karot. 99		Karot. 01		Rüben 99		Gold.del.94		Gold.del.01		Idared 98		Idared 99	
	bio	kon	bio	kon	bio	kon	bio	kon	bio	kon	Ab ¹	VD ²	bio	kon	bio	kon
Verkostung	43	57*	66*	34	92***	8	66*	34	77*	23	87***	13	70*	30	69	31
Futterwahlversuch	58***	42	64***	36	70***	30	57***	43	59***	41	45	55*	42	58***	44	56***
TS-Verlust	53	63**	37	42***	38	51***	58	64***	14	21	15	13	22	31	22***	10
P-Wert	35	65	43	57	42	58	45	55	52	48	48	52	52	48	51	49
Qualitätskennzahl	1,1	0,8	1,6	0,7	2,0	0,3	1,2	0,6	2,1	0,9	2,1	1,0	1,5	1,1	1,6	1,5

¹Ab = Agrobiosol; ²VD = Volldünger
 • sign.; **hochsign.; *** höchstsign.

Aus Tabelle 3 ist sofort ersichtlich, dass bei den Apfelversuchen mehr abweichende Werte besonders bei den Futterwahlversuchen aufscheinen. Die signifikant höheren Säure- und Zuckergehalte der biologisch produzierten Äpfel bewirkten nicht nur eine Intensivierung der Verdauung bei den Versuchstieren, sondern auch die Präferenz der weniger sauren konventionellen Variante, was den Einfluss der Anbaumethode überlagerte. Diese Erfahrungen haben gezeigt, dass Laborratten sich für die Austestung von frischem Obst nicht eignen, es könnten für ernährungsphysiologisch relevante Ergebnisse obstfressende Versuchstiere eingesetzt werden. Abweichende Ergebnisse im Nachernteverhalten und bei den P-Werten bilden die Basis für weitere Forschungsanstrengungen. Dennoch ergeben sich, wenn die Ergebnisse der 4 oben beschriebenen Testmethoden zueinander in Bezug gesetzt werden, in allen bisher untersuchten Fällen höhere Qualitätskennzahlen für die biologisch erzeugten Vergleichsprodukte (Abb. 20).

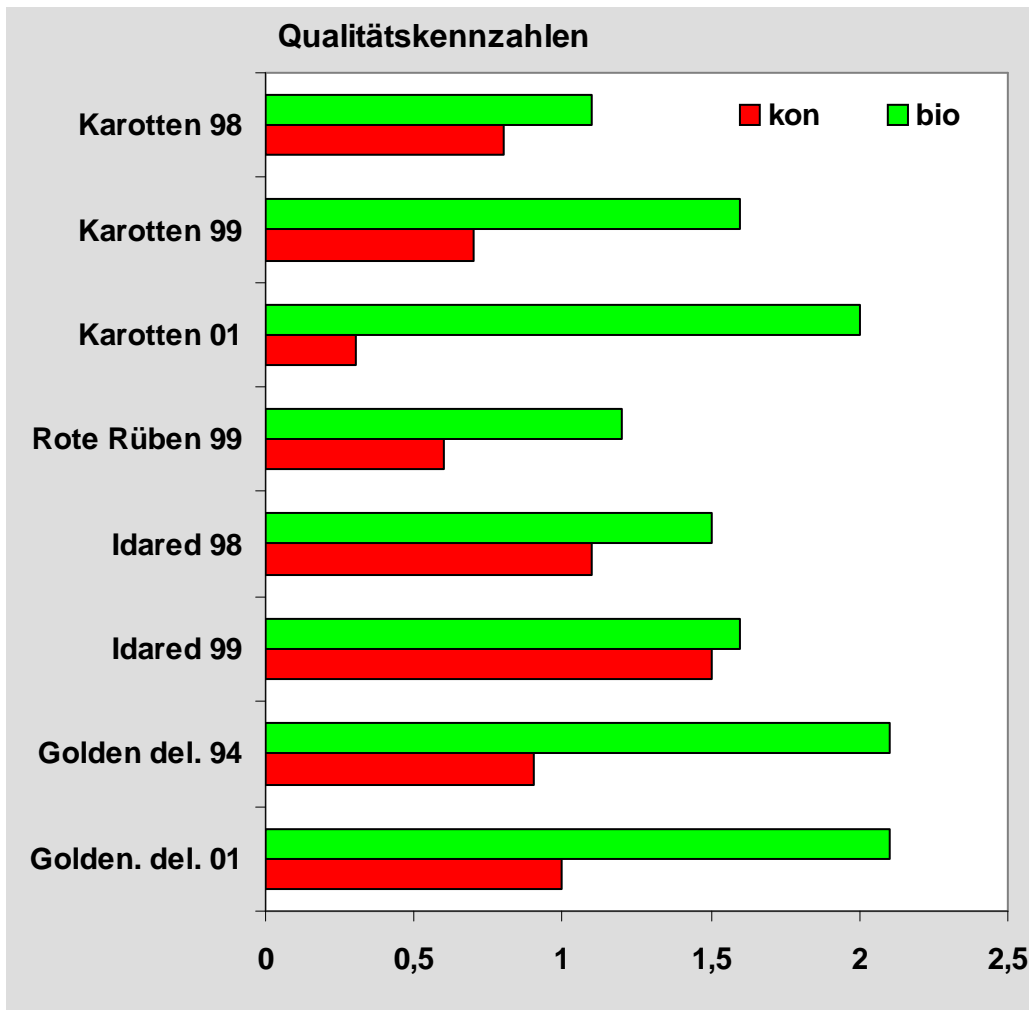


Abb.20: Qualitätskennzahlen der bisher durchgeführten Untersuchungen

Abweichende Einzelergebnisse in der multiperspektivischen Biologischen Qualitätsforschung zeigen zukünftigen Forschungsbedarf an. Es konnte aber an Hand von 8 Beispielen gezeigt werden, dass die integrative Ergebnisdarstellung mittels eines errechneten und grafischen Summenparameters für Nahrungsmittelqualität sowohl zielgruppenorientiertes Arbeiten erleichtert als auch dem ganzheitlichen Ansatz des Biologischen Landbaues entspricht.

Literaturverzeichnis

- ABELE, U. (1987):** Produktqualität und Düngung - mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. Angewandte Wissenschaft, Heft 345, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup
- AEHNELT, E., HAHN, J. (1973):** Fruchtbarkeit der Tiere - eine Möglichkeit zur biologischen Qualitätsprüfung von Futter- und Nahrungsmitteln. Tierärztl. Umschau 4, pp.155-170
- AHRENS, E. (1988):** Aspekte zum Nachernteverhalten und zur Lagerungseignung. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, pp.113-146, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- ALFÖLDI, T., BICKEL, R., WEIBEL, F. (1998):** Vergleichende Qualitätsuntersuchungen zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten: Eine kritische Betrachtung der Forschungsarbeiten zwischen 1993 und 1998. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick, Ackerstrasse, Schweiz. pp. 32
- ALTER, G. (1978):** Über den Einfluß von Fütterungsfaktoren auf das Fruchtbarkeitsgeschehen. Den Ascorbinsäuregehalt und den histologischen Aufbau der Ovarien von weiblichen Kaninchen. Inaugural-Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover
- ANONYM (1991):** Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel
- ANONYM (1993):** Der biologische Landbau in Österreich - Aktuelle Situation und Herausforderung für Österreichs Landwirtschaft. Parlamentarische Enquete , 4. März 1993, Stenographisches Protokoll
- AUBERT, C. (1987):** Pollution du lait maternel, une enquete de Terre vivante. Les quatre saisons du jardinage, 42, pp. 33-39
- BALFOUR, E.B. (1943):** The Living Soil. Faber and Faber Ltd., London, U.K.
- BALZER-GRAF, U.R., BALZER, F.M. (1988):** Steigbild und Kupferkristallisation - Spiegel der Vitalaktivität von Lebensmitteln. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, pp.163-210, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- BARNETT, S.A. (1963):** The Rat. A Study in Behavior. Academic Press, London
- BASKER, D. (1992):** Comparison of taste quality between organically and conventionally grown fruits and vegetables. American Journal of Alternative Agriculture 7, (3), pp. 129-136
- BAUR, H. (1979):** Protokoll über dreidimensionale Messungen in einem Arbeitsgang mit dem "Bio-Ionostat" der Firma F.& M.Lautenschläger vom 10.9. bis 14.9.79 unter Anleitung von Herrn Prokurist G. Fritzsche. Unpubliziert
- BITAUD, C. (2000):** Study on pesticide residues in organic food products in France. Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli, p.311
- BÖTTCHER, H., ZIEGLER, G., DIWISCH, F. (1969):** Einfluß überhöhter Stickstoffdüngung auf Haltbarkeit und Qualitätserhaltung bei der Lagerung von Möhren. Arch. Gartenbau, 17, pp.43-60
- BRAM, L. (1974):** Über den Einfluß von Fütterungsfaktoren auf den Ascorbinsäuregehalt und den histologischen Aufbau der Nebennierenrinde von weiblichen Kaninchen unter besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Nebennierenrindenfunktion und Fruchtbarkeit. Inaugural-Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover
- BRANDT, K. and MØLGAARD, J.P. (2001):** Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. Journal of the Science of Food and Agriculture 81, pp.924-931
- BREDA, E. (1973):** Bericht über Arbeiten aus dem Institut für Biologisch-Dynamische Forschung – Qualitätsuntersuchungen von Möhren und Roten Rüben. Lebendige Erde 4, pp. 132-137
- COLBORN, T. et al. (1996):** Die bedrohte Zukunft. Droemer Knaur Verlag; München
- CHABOUSSOU, F. (1987):** Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung. Alternative Konzepte 60, Verlag C.F.Müller, Karlsruhe
- DIEHL, J.F., WEDLER, A. (1978):** Konventioneller und alternativer Landbau - Vergleichende Untersuchungen über die Qualität der Ernteprodukte. Angewandte Wissenschaft 206, pp.151-248
- DUBOIS, D., MÄDER, P., GUNST, L., ALFÖLDI, TH.U. STAUFFER, W. (2000):** Overview of the results of the third crop rotation period of the DOC-trial comparing organic with conventional arable farming systems. Proc. 13th IFOAM Scientific Conference. Hrsg.:Alföldi, Th., Lockeretz, W. u. Niggli, U..pp. 375-378

- EDELMÜLLER, I. (1984):** Untersuchungen zur Qualitätserfassung von Produkten aus unterschiedlichen Anbausystemen (biologisch-dynamisch bzw. konventionell) mittels Fütterungsversuchen an Kaninchen. Dissertation, Universität Wien
- EHLERMANN, D. (1979):** Beurteilung von Lebensmitteln aufgrund elektrischer Eigenschaften. Mitt. Gebiete Lebensmittel Hygiene 70, pp. 107-116
- ELMAU, H. (1985):** Bio-Elektronik Vincent. Erfahrungsheilkunde, Nr.9, pp. 695-698
- GOTTSCHESKI, G.H.M. (1975):** Neue Möglichkeiten zur größeren Effizienz der toxikologischen Prüfung von Pestiziden, Rückständen und Herbiziden. Qualitas Plantarum - Plant Foods for Human Nutrition, 25, pp. 21-42
- HALSTEAD, W.C., GALLAGHER, B.B. (1962):** Autoregulation of amino acid intake. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55, pp. 107-111
- HARTFIEL, W. (1979):** Der Wachstumstest mit Mastkühen zur biologischen Prüfung von Nahrungs- und Futterpflanzen. Qual.Plant.- Pl. Fds. Hum. Nutr. 29, pp.321-329
- HERMANN-SELLEN, M. (1989):** Chemisch-physiologische Kennwerte und Lagerverhalten von organisch und mineralisch gedüngter Roter Bete eines Feldversuchs. Dissertation, Universität Giessen
- HOFFMANN, M. (1988):** Elektrochemische Merkmale zur Differenzierung von Lebensmitteln. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, pp.67-86, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- HOFFMANN, M. (1997):** Vom pH-Wert zum Pyhysiogramm. In: M. Hoffmann (Hrsg.): Vom Lebendigen in Lebensmitteln. Alternative Konzepte 92, pp.62-69, DEUKALION Verlag, Holm.
- HUBER, H., KERPEN, J. U. PAHLICH, E. (1988):** Der Physiologische Index – eine Charakteristik von Produkten aus ökologischem und konventionellem Anbau. Alternative Konzepte 66, Hrsg.: Meier-Ploeger, A. u. Vogtmann, H., pp.147-162
- KLIMA, H., KATZINGER, R. (1994):** Ultraschwache Photonenemission von Rindfleisch. Voruntersuchung. Atominstitut der Österr. Universitäten, Gruppe Biophysik, Wien
- KLIMA, H., KATZINGER, R. (1995):** Photonenemission von Rindfleisch unterschiedlicher Schlachtarten. Nach Auftrag von ORF-Redaktion „Argumente“
- KÖHLER, B., LAMBING, K., NEUROHR, R., NAGL, W., POPP, F.A., WAHLER, J. (1991):** Photonenemission – Eine neue Methode zur Erfassung der „Qualität“ von Lebensmitteln. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, Jg.87, Heft 3, pp.78-83
- KÖHLER, B., FÖLSCH, D.W., STRUBE, J., LANGE, K. (2000):** The influence of housing systems on the egg quality under particular consideration of the elements fresh grass and lighting conditions. Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference, August 2000 in Basel. Edts.: Thomas Alföldi, William Lockeretz, Urs Niggli, pp.289-292
- LAMBING, K. (1992):** Nutzung der „low-level-luminescence“-Messtechnik zur Untersuchung von Lebensmitteln. Dissertation, Fachbereich Biologie, Universität Kaiserslautern
- LAUX, P. (1987):** Die Lagerfähigkeit pflanzlicher Produkte in Beziehung zu biochemischen, chemischen und physikalischen Parametern unter experimenteller Berücksichtigung von Schnelltestverfahren. Diplomarbeit, Universität Giessen (unpubl.)
- LEIBETSEDER, J. (1980):** Introduction to animal olfactory and taste physiology. In: Quality and Flavor Use in Animal Feeds. 1st Intern. Symposium on Palatability and Flavor Use in Animal Feeds. 10.-11. October, 1978 in Zürich, Switzerland, pp.11-20, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- LENZENWEGER, M. (2001):** Single-Photon-Counting in der Lebensmittelqualität. Ein Vergleich von Weizenkeimlingen und Karotten aus zwei verschiedenen Anbauformen. Diplomarbeit Univ. Wien, Ludwig Boltzmann Inst. für Biologischen Landbau und Angewandte Ökologie; pp.79
- LIEBLEIN, G. (1993):** Quality and Yield of carrots: Effects of composted manure and mineral fertilizer. Dr. Scient. Thesis. Agricultural University of Norway.
- LINDENTHAL, T. (1993):** Forschung im Biologischen Landbau. Eine Bestandsaufnahme im deutschsprachigen Raum unter besonderer Berücksichtigung von Österreich. Hrsg.: Umweltbundesamt Wien, Monographien Band 36
- MÄDER, P., PFIFFNER, L., NIGGLI, U., BALZER, U., BALZER, F., PLOCHBERGER, K., VELIMIROV, A., BESSON, J-M. (1993):** Effect of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L., var. *esculenta* L.) in a seven year crop rotation. Acta Horticulturae 339, pp. 11-31

- MASCEWSKY, W. (1998):** MCS - wissenschaftlicher, sozialer und politischer Stand. Arzt und Umwelt 11, 1/ 98
- MATTHIES, K. (1991):** Qualitätserfassung pflanzlicher Produkte aus unterschiedlichen Düngungs- und Anbauverfahren. Dissertation, Gesamthochschule Kassel
- McCARRISON, R (1926):** The effect of manurial conditions on the nutritive and vitamin values of millet and wheat. Indian Journal of Medical Research 14. pp. 351-378
- MENGEL, K. (1984):** Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- MILLER, D. S., DEMA, I. S. (1958):** Nutritive value of wheat from the Rothamsted Broadblak field. Thr Proceedings of the Nutrition Society 17
- MINNAAR, C. (1996):** Etude comparative des qualités de produits issus de l'agriculture biologique et de l'agriculture conventionnelle. Exemple de la carotte (1994-1995). Groupe de Récherches en Agriculture Biologique, Avignon
- MOLL, D. (1985):** Infektionsanfälligkeit, Phytoalexinsynthese und Parameter des Nachernteverhaltens bei Möhren (*Daucus carota L.*) verschiedener Düngungsvarianten. Dissertation, Universität Gießen
- MORELL, F. (1988):** Wasser – Ernährung – Bioelektronik nach der Methode VINCENT. In: Ernährungsheilkunde (10)
- MÜLLER & RUSCH (1968):** Bodenfruchtbarkeit.
- NEUDECKER, C. (1987):** Düngung und Qualität von Lebensmitteln – Tierfütterungsversuche mit mineralisch und organisch gedüngten Kartoffeln und Möhren. In: Akademie für Politische Bildung Tutzing (Hrsg.): Landbaumethoden und Nahrungsqualität. Materialien und Berichte Nr. 60
- PESCHKE, J. (1994):** Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren (*Daucus carota L.*) im Nacherntestadium unter dem Einfluß von Sorte, Herkunft und Anbaubedingung. Dissertation, Universität Giessen
- PETTERSON, Bo D. (1978):** A comparison between conventional and bio-dynamic farming systems as indicated by yields and quality. Proceedings of the 1st Intern. Research Conf., IFOAM, 87-94, Wirz-Verl., Aarau
- PFEIFFER, E. (1931):** Vergleichender Fütterungsversuch mit mineralisch gedüngtem und biologisch-dynamisch gedüngtem Getreide. Demeter 6 (5). pp. 87-89
- PFEIFFER, E., SABARTH, E. (1932):** Vergleichender Fütterungsversuch mit Hühnern. Demeter 7 (11). pp.198-200
- PLOCHBERGER, K. (1989):** Feeding Experiments. A Criterion for Quality Estimation of Biologically and Conventionally Produced Foods. Agriculture, Ecosystems and Environment, 27, pp.419-428, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam
- PLOCHBERGER, K., VELIMIROV, A. (1992a):** Are Food Preference Tests with Laboratory Rats a Proper Method for Evaluating Nutritional Quality? Biological Agriculture and Horticulture, Vol.8, pp.221-233, A B Academic Publishers, Great Britain
- PLOCHBERGER, K., VELIMIROV, A. (1992b):** Test de préférence alimentaire. Une methode alternative pour tester la qualité. Colloque du G.R.A.B. "Les Fruits et Légumes en Agriculture Biologique en Europe", 9.-11.12.1992, Vaison la Romaine, pp. 159-172
- POPP, F.A. (1988):** Biophotonen-Analyse der Lebensmittel. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, pp.87-112, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- RAUPP, J. (1997):** Vergleichende Bewertung mikrobiologisch-biochemischer Parameter zur Qualitätsbestimmung pflanzlicher Produkte anhand von Untersuchungen zu einem langjährigen Düngungsversuch. Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Bomm. Hrs.: Köpke, U. und Eisele, J.-A., pp.217-223
- REINHOLD, J. (1943):** Die Haltbarkeit von Gemüse - ein wichtiger Qualitätsfaktor. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. 53, pp.175-199
- REINHOLD, J., VOGELMANN, A. (1940):** Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung der Haltbarkeit von Gemüse in Mieten. Die Gartenbauwissenschaften, 14, pp.326-342
- REINKEN, G., KEIPERT, K., LINDNER, U., OVERBECK, G., RÜGER, H.,TAUSCHER, B., WEDLER, A. (1990):** Alternativer Anbau von Äpfeln und Gemüse. Schriftenreihe der Landwirtschaftskammer Rheinland 66
- SAMARAS, I. (1977):** Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten mit besonderer Berücksichtigung physiologischer und mikrobiologischer Parameter. Dissertation, Universität Gießen

- SCHARNER, E., BORKERT, H. (1968):** Leitfähigkeitsmessungen und einige Anwendungsmöglichkeiten in der Lebensmittelindustrie. Die Lebensmittel - Industrie 15, H.2
- SCHELLER, E. (1999):** Proteinqualität bei Weizen, Dinkel und Einkorn. In: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Hrsg. Hoffmann, H. & S. Müller, Berlin. pp.121-125
- SCHEUNERT, A. (1935):** Vergleichende Untersuchung der physiologischen Wirkung fortgesetzten Genusses von Nahrungsmitteln, die mit und ohne Handelsdünger gezogen sind. Angewandte Chemie 48. pp. 42-46
- SCHÖNBECK, F. (1979):** Pflanzenkrankheiten. B.G. Teubner, Stuttgart
- SCHORMÜLLER, J. (1974):** Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 2. Auflage, Berlin
- SCHÜPBACH, M. (1981):** Toxische Spurenstoffe in der Nahrung und landwirtschaftlichen Technik. Schweiz. Stiftung zur Förderung des biologischen Landbaus 15, pp.4-17
- SCHÜPACH, M., (1986):** Spritzmittelrückstände Obst und Gemüse. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 3, 76-80
- SCHUBERT, E. (1971):** Beurteilung des Lagerverhaltens von Äpfeln auf der Grundlage physikalischer Messungen. Arch. Gartenbau, Berlin, Nr. 19. pp.29-39
- SCHULZ, D.G., GMELIN, C., MEHRENS, A., SABIWALSKY, B., KÖPKE, U. (1995):** Einfluß gesteigerter organischer und mineralischer Düngung und biologisch-dynamischer Präparate auf Ertrag, Qualität und Lagerfähigkeit von Kartoffeln. Beitr.3.Wiss.-Tagung Ökol.Landbau, Kiel, pp. 49-52
- SCHULZ, D.G. U. KÖPKE, U. (1997):** Ein ganzheitlicher Ansatz zur Beschreibung der Nahrungsmittelqualität: Der Qualitätsindex. Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Hrsg.: Köpke, U. u. Eisele, J.-A., Bonn, pp. 211-216
- SCHULTES, G.H., H.-G. SAINZ, (1996):** Fertilität bei Wein- und Obstbauern exponiert gegenüber Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln in Österreich. Umweltbundesamt, CP-019
- SCHUPHAN, W. (1974):** Ertrag und Nahrungsqualität pflanzlicher Erzeugnisse unter besonderer Berücksichtigung der Problematik organischer oder "chemisch-mineralischer" Düngung. Ernährungsumschau, 21, pp.103-108
- SCHUPHAN, W. (1976):** Mensch und Nahrungspflanze. Verlag Jungk, Den Haag
- STAIGER, D. (1986):** Einfluß konventionell und biologisch-dynamisch angebauten Futters auf Fruchtbarkeit, allgemeinen Gesundheitszustand und Fleischqualität beim Hauskaninchen. Dissertation, Universität Bonn
- STEINER, R. (1924):** Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. Landwirtschaftlicher Kurs. Rudolf Steiner Verlag, Dornach, Schweiz
- SUCHORUKOW, T.K. (1958):** Beiträge zur Physiologie der pflanzlichen Resistenz. Akademie Verlag Berlin
- VELIMIROV, A., PLOCHBERGER, K., HUSPEKA, U., SCHOTT, W. (1992):** The Influence of Biologically and Conventionally Cultivated Food on the Fertility of Rats. Biological Agriculture and Horticulture, Vol.8, pp.325-337, A B Academic Publishers, Great Britain
- VELIMIROV A., PLOCHBERGER K., SCHOTT W., WALZ V. (1995):** Neue Untersuchungen zur Qualität unterschiedlich angebauter Äpfel.(Nicht alles, was golden ist, ist auch delicious!). In: das bioskop, Nr. 6, pp.4-8, Hrsg.: Forschungsinstitut f. Biologischen Landbau, Oberwil, Schweiz
- VELIMIROV, A. (1997):** Das Nachernteverhalten von landwirtschaftlichen Produkten aus konventionellem und alternativem Handel. Eine Auftragsarbeit der Arbeiterkammer Wien. pp 14
- VELIMIROV, A. (1999):** Marktorientierte Vergleichsuntersuchungen an Karotten. In: Ernte 2/99, Zeitschrift für Ökologie und Landwirtschaft. Hrsg.:Ernte für das Leben, Österreich
- VELIMIROV, A., PLOCHBERGER, K., SCHWAIGER, E. (2000):** Futterwahlversuche mit Ratten und mikrobiologische Untersuchungen als integrative Testmethoden zur Ermittlung der Qualität landwirtschaftlicher Produkte. Endbericht im Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft in Wien
- VELIMIROV, A. (2001a):** Ratten bevorzugen Biofutter. In: ÖKOLOGIE & LANDBAU 117, 1/2001
- VELIMIROV, A. (2001b):** Was bewirken Bio-Nahrungsmittel? In: Ernte 4/01, Zeitschrift für Ökologie und Landwirtschaft. Hrsg.: Ernte für das Leben, Österreich
- VELIMIROV, A. (2002):** Vergleichende Qualitätsuntersuchungen mittels Fütterungs- und Futterwahlversuchen. Internetpräsentation:[http:// www.geocities.com/bioqualitaet/](http://www.geocities.com/bioqualitaet/)

- VELIMIROV, A. (2003a):** Integrative Methods of Product Quality Assessment in Connection with the P-Value-Determination (3 examples: food preference test, sensory evaluation and self decomposition test), Journal of Horticultural Science Vol 30 (1), Prag
- VELIMIROV, A. (2003b):** Biogramm und Qualitätskennzahl. In: B. Freyer (Hrsg.) Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft, pp.233-236
- VETTER, H., KAMPE, W., RANFFT, K. (1983):** Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel. Ergebnisse dreijähriger Vergleichsuntersuchungen an Gemüse, Obst und Brot des modernen und alternativen Warenangebotes. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (7)
- VOGEL, F. (1939):** Zur Bestimmung der Haltbarkeit bei Gemüse. Vorratspflege Lebensmittelforsch. 2, pp.353-360
- VOGTMANN, H. (1988):** Lebensmittelqualität - ein ganzheitliches Prinzip. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, pp.9-28, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- WALZ, V. (1996):** The P-value as a holistic quality parameter for food experiments with organically and non-organically grown carrots (*daucus carota* ssp. *sativus* cv. „Bolero“). In: N.H. Kristensen und H. Hogh-Jensen (ed) Proceedings of the 11th IFOAM International Scientific Conference, Copenhagen, pp. 265-272
- WATZL, B., LEITZMANN, C. (1995):** Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. Hippokrates Verlag G.m.b.H., Stuttgart
- WOESE, K., LANGE, D., BOESS, C., BÖGL, K.W. (1995a):** Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich. Eine Literaturstudie, Teil 1 (BgVV-Hefte 4/1995). Hrsg.: Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin. Berlin
- WOESE, K., LANGE, D., BOESS, C., BÖGL, K.W. (1995b):** Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich. Eine Literaturstudie, Teil 2 (BgVV-Hefte 5/1995). Hrsg.: Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin. Berlin
- WORTHINGTON, V. (1998):** Effect of agricultural methods on nutritional quality: a comparison of organic with conventional crops. Alternative Therapies, VOL. 4 NO.1, pp.58-69
- ZIEGLER, G., BÖTTCHER, H. (1966a):** Ein Beitrag zu Fragen der Stickstoff- und Kaliwirkung auf Flächenertrag und Haltbarkeit von Weißkohl. Arch. Gartenbau, 14, pp.513-535
- ZIEGLER, G., BÖTTCHER, H. (1966b):** Einfluß der Kalidüngung auf Haltbarkeit und Qualitätserhaltung bei der Lagerung von Möhren. Arch. Gartenbau, 14, pp.493-511