

# **Lebensmittel und Gesundheit**

**mit besonderer Berücksichtigung des  
Biologischen Landbaus**

**Eine Literaturstudie im Auftrag der  
Magistratsabteilung 22 – Umweltschutz  
MA 22 – 710/99**

**Karin Kienzl – Plochberger  
Elisabeth Schwaiger**

**Dezember 1999**

Die Literatursuche umfasst den Zeitraum von 1990 bis 1999

Es wurden folgende Datenbanken benutzt:

Agris, FSTA, CAB Abstracts, ELFIS (Suchbegriffe: ecological farming, ecological agriculture, organic food\*, food quality and ecological\*, products ecological\*, food preference, health food\*)

Desweiteren wurden folgende Zeitschriften und Tagungsbände herangezogen:

American Journal of Alternative Agriculture

Ökologie und Landbau

Lebendige Erde

Bioland

ABSTRECO: Abstracts on sustainable agriculture, Wageningen NL

IzÖL: Informationen zum Ökologischen Landbau, Leipzig

3. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Kiel 1995

4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Bonn 1997

5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Berlin 1999

11. IFOAM Konferenz, Dänemark 1996

Die Internetsuche erstreckte sich auf:

Online Katalog des Österreichischen Bibliothekenverbundes <http://www.bibvb.ac.at>  
(hauptsächlich Bibliothek der Univ. für Bodenkultur)

Internetseiten des Deutschen Agrar und Informationdienstes <http://www.dainet.de>

(Suchbegriffe: ökologisch\* Landwirtschaft, biologisch\* Landbau, Bioland\*, ökologisch\* and Landwirtschaft, Lebensmittelqualität, Lebensmittelqualität and Bio\*)

Es wurden auch Publikationen der Woese-Studie angeführt.

## KURZFASSUNG

Der biologische Landbau nimmt europaweit immer mehr an Bedeutung zu. So wird in der EG-Verordnung 2092/91 (ANONYM, 1991) festgestellt, dass..... "Agrarerzeugnisse und Lebensmittel aus ökologischem Landbau beim Verbraucher immer mehr Anklang finden. Solche Erzeugnisse erzielen auf dem Markt höhere Preise. Gleichzeitig bedeutet der ökologische Landbau, dass der Boden weniger intensiv genutzt wird. Er kann somit zur Neuausrichtung der gemeinsamen Agrarpolitik beitragen und damit zur Schaffung eines Gleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage und Agrarerzeugnissen, zum Schutz der Umwelt und zur Erhaltung des ländlichen Raums."

Auch der österreichische Landwirtschaftsminister Fischler wies anlässlich einer parlamentarischen Enquete zum Biologischen Landbau (ANONYM, 1993) darauf hin, dass ..... "biologische Produkte im Trend liegen. Eine wachsende Schicht von Konsumenten ist bereit, für gesunde Nahrung einen entsprechenden Preis zu bezahlen."

Es stellt sich hiermit die Frage, ob durch diese umweltschonende Produktion hochwertigere Lebensmittel erzeugt werden.

Im Biologischen Landbau werden durch Optimierung anstelle von Maximierung der Produktion ökologisches Gleichgewicht und Stabilität der Agrarlandschaft gefördert. Ein möglichst geschlossener Produktionskreislauf wird angestrebt. Dabei ist es wichtig, die Bodenfruchtbarkeit durch bodenschonende Bearbeitung und organische Düngung aufzubauen und zu erhalten. Bei der Wahl der Pflanzenarten und -sorten und der Haustierrassen wird auf die Bedingungen des Standortes sowie auf geringe Krankheitsanfälligkeit Rücksicht genommen. Ziel des Biologischen Landbaues ist es, gesunde und qualitativ hochwertige Nahrungsmittel zu produzieren.

Die Bewertung der Qualität biologisch und konventionell angebauter Produkte ist sowohl im wissenschaftlichen Bereich als auch unter den Konsumenten umstritten. Im Bestreben um eine ganzheitliche Betrachtungsweise des Begriffes Lebensmittelqualität ist es notwendig, nicht nur die Eigenschaften und Merkmale eines Produktes miteinzubeziehen, sondern auch die Wirkung auf den Menschen und die Umwelt. Darüber hinaus reichen für eine ernährungsphysiologisch relevante Beurteilung die äußerlichen, technologischen und chemisch-analytischen Merkmale eines Nahrungsmittels nicht aus.

Eine Reihe von Forschungsarbeiten beschäftigte sich in den letzten Jahrzehnten mit dem Thema Qualität von Produkten aus biologischem Anbau, wobei neue Untersuchungsmethoden, wie z.B. die Bestimmung elektrochemischer Parameter, die Biophotonenmessung, bildschaffende Methoden, Fütterungs- und Futterwahlversuche und sensorische Untersuchungen angewendet wurden, um auch dynamische Aspekte zu berücksichtigen.

## SUMMARY

Organic farming is gaining in importance across Europe. The Regulation (EEC) No. 2092/91 on Organic Production (ANONYMOUS, 1991) states, that agricultural products and foods from organic farming are finding increasing acceptance by the consumer. These products are attaining higher prices on the market. Organic farming at the same time reduces consumption of soil resources. Organic farming can therefore contribute to a new orientation in agricultural policy and in consequence to a new equilibrium between supply and demand in agricultural products, as well as serve environmental protection and the preservation of rural areas.

In the course of a Parliamentary Enquete on Biological Farming (ANONYMOUS, 1993), the Austrian Minister of Agriculture Franz Fischler also pointed out that .....”biological products are in trend. A growing number of consumers is willing to pay a higher price for healthy food.” Now the question is, whether environmentally sound food production results in higher quality of foods.

Biological farming promotes ecological balance and the stability of the agricultural landscape by optimizing instead of maximizing production. The closing of production cycles is a major objective, conserving and increasing soil fertility by employing less aggressive treatment procedures as well as organic fertilizer are essential means. The choice of crops and plant types as well as animal breeding is made under consideration of local conditions as well as low disease susceptibility. It is the aim of biological farming to produce healthy, high-quality foods.

The qualitative rating of biologically and conventionally cultivated products is disputed by scientists as well as consumers. In striving towards a holistic conception of the term foods, it is necessary not only to consider the characteristics of a product, but also the effect on man and environment. Appearance as well as technological and analytical criteria are not sufficient in evaluating nutritional quality.

A number of research projects have been conducted on the quality of foods from biological farming in the past decades, introducing new quality criteria and developing new investigation methods such as the determination of electro-chemical parameters, the measurement of low level luminescence, picture-developing-methods, feeding experiments and food preference tests with animals or sensory evaluation of food by test persons, to focus on dynamic aspects.

Stichworte: *Biologischer Landbau, Lebensmittelqualität, Nachweismethoden, chemische Analyse, Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, P-Wert, Biophotonen, Bildschaffende Methoden, Fütterungsversuche, Futterwahlversuche, Sensorische Untersuchungen, Schadstoffe*

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	2
2.	Lebensmittelqualität	3
2.1.	Eignungswert	4
2.2.	Genusswert	5
2.3.	Gesundheitswert	5
2.4.	Psychologischer Wert und Sozialwert	6
2.5.	Ökologischer Wert	7
2.6.	Politischer Wert	7
3.	Qualitätsnachweis	9
3.1.	Chemische Analyse	11
3.1.1.	Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe	17
3.2.	Physiologische Methoden	18
3.3.	Bildschaffende Methoden	25
3.4.	P-Wert-Bestimmung	27
3.5.	Biophotonen-Messung	28
3.6.	Sensorische Qualitätsbeurteilungsmethoden	30
3.7.	Tierversuche	32
3.7.1.	Fütterungsversuche	32
3.7.2.	Futterwahlversuche	39
4.	Fremd- und Schadstoffe in Lebensmitteln	41
5.	Folgerungen	46
6.	Literaturverzeichnis	47

## 1. EINLEITUNG

Der Genuss steht beim Essen für die meisten Menschen im Mittelpunkt, wir lösen aber mit jeder Form von Nahrung auch gesundheitliche, ökologische, ökonomische und soziale Wirkungen aus.

Heute kümmert sich nicht mehr der Landwirt um die Ernährung des Menschen, sondern eine stetig wachsende Nahrungsmittelindustrie. Informationen über die Herkunft und über die Qualität unserer Lebensmittel treten immer weiter in den Hintergrund. Des Weiteren wird der Begriff Qualität vorrangig durch äussere Merkmale eines Produktes definiert.

Das Ziel des Aktionsprogrammes „AGENDA 21“, das 1991 auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro verabschiedet wurde, ist eine nachhaltige Entwicklung, in der die Bedürfnisse heutiger Generationen befriedigt werden sollen, ohne die Bedürfnisse kommender Generationen zu gefährden.

Für die Ernährung gilt, dass eine Kostform nur zukunftsfähig sein kann, wenn sie den Menschen einen hohen Grad an Gesundheit und Lebensqualität ermöglicht (VON KOERBER und KRETSCHMER, 1999). Richtige Ernährung und der Biologische Landbau ergänzen einander in idealer Weise.

In den siebziger Jahren war der Biologische Landbau umstritten und die Kaufmotive einer damals noch kleinen Käuferschaft waren meist durch umweltschützerische, politische und soziale Aspekte bestimmt. Mit steigender Anerkennung des Biologischen Landbaus haben sich die Kaufmotive in den neunziger Jahren vermehrt in Richtung gesundheitsfördernde Wirkung und besserer Geschmack von biologisch angebauten Produkten verschoben.

Ziel dieser Arbeit ist, den Qualitätsbegriff ganzheitlich zu beschreiben und den Stand der Qualitätsforschung im Biologischen Landbau darzustellen.

## 2. LEBENSMITTELQUALITÄT

Bereits 1976 schrieb SCHUPHAN im Vorwort zu seinem Buch „Mensch und Nahrungspflanze“, dass das Unbehagen über die wachsende Chemisierung unseres Lebens und unserer pflanzlichen Nahrungsmittel ständig wächst. Es komme zu einer Zunahme von Zivilisationskrankheiten, insbesondere auch vieler unerklärlicher Allergien. Schuphan's Kritik richtete sich dabei in erster Linie gegen intensive chemische Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen. Er meinte, dass auf Grund der Summation chemischer Mittel, die allein schon bei den Pestiziden zu einer Potenzierung ihrer Toxizität führen kann und der großen Unkenntnis möglicher biochemischer Interaktionen zwischen einigen Pestiziden, bzw. über etwaige Interaktionen mit Inhaltsstoffen unserer Nahrungsmittel, weniger bedenklichere Anbaumethoden dringend erforderlich seien.

Eine allgemein gültige Aussage über die Qualität von Lebensmittel zu treffen scheidet an der Komplexität des Begriffes. **Lebensmittelqualität** wird als die Summe sämtlicher bewerteter (bewertbarer) Eigenschaften eines Lebensmittels definiert und in Qualitätskategorien aufgegliedert. Dabei handelt es sich um eine Bewertung mit subjektivem Charakter, und in der Fachliteratur existiert eine Fülle von verschiedenen Teilqualitäten oder Synonymen (Tabelle 1).

Tab. 1: Kategorien der Qualität von Lebensmitteln (SICHERT-OEVERMANN, 1988)

<b>Übliche Kategorie</b>	<b>Synonyme, Anmerkungen</b>
<b>Eignungswert</b>  <b>Genusswert</b> <b>Gesundheitswert</b>	Nutzwert, Marktwert, Verwendungswert, Dienstleistungswert, Gebrauchswert, Brauchbarkeitswert Sensorische Qualität Nahrungswert, Nährwert, Biologischer Wert, Ernährungsphysiologische Qualität
<b>Zusätzliche Kategorien</b> <b>Psychologischer Wert</b> <b>Sozialwert</b>	Ideeller Wert, Erwartungen Prestige, Tabus/Belohnung
<b>Noch unberücksichtigte Kategorien</b> <b>Ökologischer Wert</b>  <b>Politischer Wert</b>	Veredelungsverluste, Umweltbelastung, Energieaufwand Export–Import, Nahrungsmittel-Überschüsse, Nahrungsmittelhilfe

Wissenschaftlich ist der Begriff „Qualität“ nicht einfach zu definieren, da er eine Vielzahl von unterschiedlichen Aspekten beinhaltet. Außerdem werden einheitliche Definitionen auch dadurch erschwert, dass Inhalte von Qualitätsbegriffen einem ständigen Wandel unterworfen sind (STÜBLER, 1968; ERBERSDOBLER, 1983). So galt früher z. B. der mit dem Nährwert gleichgesetzte physiologische Brennwert (Energiegehalt) als wichtigstes Qualitätskriterium für ein Lebensmittel. Er wurde von der einseitigen Ausrichtung auf den Ertrag von Nahrungspflanzen oder Nutztieren abgelöst (FRICKER, 1974; ERBERSDOBLER, 1983). Heute hingegen stehen vermehrt die Handelsfähigkeit, die Verarbeitbarkeit und die Eignung als Nährstofflieferant eines Nahrungsmittels im Vordergrund (WISTINGHAUSEN, 1981).

Die Bedeutung des Begriffes Lebensmittelqualität ist auch abhängig von der Wertschätzung des Menschen und dem augenblicklichen Stand wissenschaftlicher Erkenntnis. Dies wird am Beispiel der Bewertung des Energie- und Ballaststoffgehaltes von Lebensmitteln deutlich. Wurden früher ballaststoffarme und energiereiche Lebensmittel mit einer hohen Qualität eingestuft, so werden heute, genau umgekehrt, ballaststoffreiche und energiearme Lebensmittel bevorzugt (THOMAS, 1983).

Wesentlich ist auch, dass die Qualität unserer Lebensmittel nur einen Teilaspekt unserer Ernährung darstellt, denn neben der Wahl von Lebensmitteln müssen auch die Kriterien wie Zubereitung, Art und Verzehrshäufigkeit von Lebensmitteln oder Mahlzeiten und auch die Nahrungs- bzw. Nährstoffaufnahme pro Zeiteinheit und gemessen am individuellen Bedarf des Menschen berücksichtigt werden (TRENKLE, 1983).

### **2.1. Eignungswert**

Der Eignungswert ist sowohl für den Produzenten, die Verarbeiter als auch für den Handel von großer Bedeutung. Hierbei spielen die zur leichteren Vermarktung eingeführten EG-Qualitätsnormen (*Handelsklassen*) eine entscheidende Rolle, da sie für Lebensmittel bestimmte Vorgaben hinsichtlich Gewicht, Form, Farbe, Größe und Fehlerfreiheit machen. Die Erfüllung dieser Normen entscheidet über die Klassifizierung und somit über den zu erzielenden Preis. Diese Ziele lassen sich häufig nur durch entsprechende Düngungsmaßnahmen (v.a. hohe Stickstoffdüngung), in Kombination mit einem intensiven Einsatz von Pestiziden erreichen (WISTINGHAUSEN, 1981) ohne den ernährungsphysiologischen Wert des Produktes zu erhöhen. Mit Hilfe von synthetischen Stoffen kann eine bestimmte Färbung von Früchten erzielt werden (LYON, 1981). Durch die Färbung wird eine Reife signalisiert, die das Lebensmittel nicht besitzt.

SCHUPHAN (1976) konnte zeigen, dass z.B. bei Rotkraut durch eine Steigerung der Stickstoffdüngung größere Krautköpfe (und somit ein höherer Ertrag) erzielt wurden, der Vitamin C – Gehalt jedoch abnahm.

Landwirtschaftliche Produkte sollen auch gute *Transport-*, und *Verarbeitungseigenschaften* aufweisen. Gleichzeitig erwartet die Lebensmittelindustrie oft nur das maximale Vorhandensein eines einzigen Inhaltstoffes, der für die spezielle Verarbeitungstechnik von Bedeutung ist, wie z.B. einen hohen Zuckergehalt in der Zuckerrübe oder einen hohen Klebergehalt im Weizen.

Für die Lagerung und Weiterverarbeitung von Obst und Gemüse machen sich häufig der intensive Einsatz von Stickstoffdüngern und Pestiziden negativ bemerkbar (Tabelle 2). In der Regel ist der Wassergehalt bei konventionell produzierten Produkten höher (SCHUPHAN, 1976; SCHUDEL ET AL., 1980), und die Pflanzen zeigen nach der Ernte noch eine hohe Enzymaktivität. Beides führt zu hohen Lagerverlusten. Weiters weisen solche Pflanzen auch eine labilere Gewebestruktur auf und können somit von Schadorganismen leichter angegriffen werden (AHRENS ET AL., 1983).

Tab. 2: Lagerungsverluste bei verschiedenen Gemüsen (in: MEIER-PLOEGER und VOGTMANN, 1991)

Lagerungsverluste (%)	Mineralische Düngung	Organische Düngung	Autor/ 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 Rübe	59,8	30,4	SAMARAS, 1977
Verschiedene Gemüse (Ø)	40,2	30,0	SAMARAS, 1977

## 2.2. Genusswert

Die überwiegende Mehrheit der Verbraucher/innen misst dem Genusswert (sensorischen Qualität) einen hohen Stellenwert zu, da die Eigenschaften *Aussehen*, *Geruch* und *Geschmack* eines Produktes am ehesten wahrgenommen werden können. Sie erweisen sich aber als schwer zu bewerten, da sie bisher noch unzureichend objektivierbar sind.

## 2.3. Gesundheitswert

Diese Teilqualität ist aus Sicht der Ernährungswissenschaft und der Medizin der wesentliche Aspekt der Lebensmittelqualität. Beurteilt wird der Gesundheitswert anhand des Nährstoff- und Energiegehaltes oder der hygienischen und toxikologischen Eigenschaften (Tabelle 3),

das heisst, über die Summe wertgebender und wertmindernder Inhaltsstoffe (LEITZMANN und SICHERT, 1984).

Tab. 3: Qualitätsbeeinflussende Inhaltsstoffe oder Eigenschaften von Lebensmitteln (LEITZMANN und SICHERT, 1984)

wertgebend	wertmindernd
Energiegehalt	Pathogene Mikroorganismen
Nährstoffe	Toxine
Ballaststoffe	Antinutritive Faktoren
Aroma- und Duftstoffe	Verunreinigungen
Schutzsubstanzen	Rückstände
u.a.	u.a.

Die ernährungsphysiologische Qualität von Lebensmitteln kann in übliche und zusätzliche Kriterien eingeteilt werden (Tabelle 4). Von den Produzenten und dem Handel werden diese Kriterien weitgehend ignoriert, da diese selten den Preis bestimmen.

Tab. 4: Kriterien ernährungsphysiologischer Lebensmittelqualität (VON KOERBER ET AL., 1987)

übliche Kriterien	zusätzliche Kriterien
Energiegehalt (Kalorien- bzw. Joulezahl)	Nährstoffdichte / Dichte essentieller Inhaltsstoffe
Gehalt an Hauptnährstoffen	Verhältnis der Nährstoffe zueinander
Gehalt an essentiellen Inhaltsstoffen	Energiedichte
Mikroorganismengehalt	Ergänzungswert / Biologische Wertigkeit
Schadstoffgehalt (Fremdstoffe, Toxine)	Sättigungswirkung
Bekömmlichkeit, Verträglichkeit	Verdaulichkeit
	Inhaltsstoffverfügbarkeit / Resorption
	Ballaststoffgehalt
	Gehalt weiterer gesundheitsfördernder Substanzen

#### 2.4. Psychologischer Wert und Sozialwert

Der psychologische oder ideelle Wert beruht auf häufig nur schwer erklärbaren Vorstellungen und Erwartungen des Konsumenten bezüglich eines Produktes. Den Lebensmitteln werden bestimmte Eigenschaften zugeschrieben, die dann über die Auswahl und den Verzehr entscheiden oder die dann ausschlaggebend sind, dass diese Produkte gemieden werden (LEITZMANN und SICHERT-OEVERMANN, 1991).

Der Sozialwert wird einerseits durch Angebot und Preis, andererseits durch Konsumgewohnheiten gewisser Bevölkerungsgruppen bestimmt. Die Grenzen zwischen dem Sozialwert und dem psychologischen Wert sind jedoch nicht klar zu ziehen.

### **2.5. Ökologischer Wert**

Laut VOGTMANN (1985) bewertet die ökologische Qualität die Folgen der Lebensmittelproduktion (Anbau, Transport, Lagerung, Verarbeitung und Verpackung) in ihrer Auswirkung auf die Umwelt (Massentierhaltung, Nitrat- und Pestizidbelastung des Grundwassers, Überproduktion, Veredelungsverluste). Der ökologische Wert bestimmt in zunehmendem Maße die Wahl eines Lebensmittels und das Lebensmittelangebot enthält mittlerweile Erzeugnisse, bei deren Produktion und Vermarktung ökologische Aspekte berücksichtigt wurden. Hier seien landwirtschaftliche Produkte aus ökologischem (biologischem) Anbau genannt, die umweltschonend produziert, dezentral vermarktet, minimal verarbeitet und in umweltverträglichen Materialien verpackt werden.

### **2.6. Politischer Wert**

Dieser Wert umfasst Aspekte wie Importe von Lebensmitteln (tropische Früchte und Gemüse, Meeresfrüchte, Genussmittel) und Futtermittel aller Art, besonders aus Entwicklungsländern.

Aus dem o.a. geht hervor, dass das Qualitätsprofil eines Produktes von den verschiedensten Interessensrichtungen geprägt und beeinflusst wird. Qualitätsvorstellungen von Erzeugern, Händlern, Wissenschaftlern und Verbrauchern sind selten oder nie deckungsgleich (TRENKLE, 1983). Der Handel dominiert laut SCHUPHAN (1977) im Interessenskonflikt zwischen Produzent, Handel und Konsument, und der Eignungswert eines Produktes bestimmt vorrangig die landwirtschaftliche Erzeugung und industrielle Herstellung.

Kritik geübt wird aber auch an den Qualitätskriterien und an ihrer Bewertung. Für Konsumenten relevante Aspekte wie etwa Bekömmlichkeit, Geschmack, Freisein von abträglichen Faktoren (ERBERSDOBLER, 1983), Frische (SCHWERDTFEGER, 1983) oder Reife (TIMMERMANN ET AL., 1983) fehlen im Bewertungsverfahren.

In den entwickelten Industrieländern sind mit fortschreitender Erhöhung des Lebensstandards auch die Qualitätsanforderungen an Lebensmittel gestiegen. Zunehmend

wird Kritik an konventionellen Produktionsmethoden, die für Bodenverdichtung, Erosion und Schadstoffkontamination der Böden verantwortlich sind, geübt. Die heutige Landwirtschaft ist mit 15% am anthropogen bedingten Treibhauseffekt beteiligt und sie belastet Grund- und Oberflächengewässer mit Pestiziden, Nitrat und Phosphat. Des Weiteren ist sie mitverantwortlich für den starken Rückgang der Artenvielfalt bei Flora und Fauna und für eine Verschlechterung der Lebensmittelqualität durch Pestizid-, Antibiotika,- und Hormoneinsatz sowie nicht artgemäßer Formen der Tierernährung und Tierhaltung.

Diese Entwicklung löste eine steigende Nachfrage – auch europaweit - nach biologisch erzeugten Lebensmitteln aus. Die EG-VERORDNUNG VOM 24.6.1991 ÜBER DEN ÖKOLOGISCHEN LANDBAU (ANONYM, 1991) stellt fest: "Agrarerzeugnisse und Lebensmittel aus ökologischem Landbau finden beim Verbraucher immer mehr Anklang. Solche Erzeugnisse erzielen auf dem Markt höhere Preise. Gleichzeitig bedeutet der ökologische Landbau, dass der Boden weniger intensiv genutzt wird. Er kann somit zur Neuausrichtung der gemeinsamen Agrarpolitik beitragen und damit zur Schaffung eines Gleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage und Agrarerzeugnissen, zum Schutz der Umwelt und zur Erhaltung des ländlichen Raums."

Zunehmend wird, sowohl im wissenschaftlichen Bereich als auch unter den Konsumenten, diskutiert, ob sich Lebensmittel aus unterschiedlichen Anbausystemen voneinander unterscheiden, und ob durch diese umweltschonende Produktion, wie sie der biologische Landbau darstellt, auch die ernährungsphysiologische Qualität der Lebensmittel beeinflusst wird.

### 3. QUALITÄTSNACHWEIS

Chemisch-analytische oder physikalisch nachweisbare Inhaltsstoffe oder Eigenschaften stehen im Mittelpunkt der Qualitätsbeurteilung. Eine Vielzahl von Lebensmittelchemikern und -technologien, Medizinerinnen und Ernährungswissenschaftlerinnen sind der Meinung, dass eine umfassende Beurteilung der Lebensmittelqualität durch Analyse der wertgebenden und wertmindernden Stoffe erfolgen kann.

Aber bereits 1974 meinte SCHORMÜLLER in seinem Lehrbuch der Lebensmittelchemie: „Kernstück der Untersuchungen und Beurteilung von Lebensmitteln ist ohne Zweifel die analytische Chemie, wenngleich nicht verschwiegen werden soll, dass dieser Aufgabenbereich zuweilen nicht Mittel zum Zweck blieb, sondern Selbst- und Endzweck wurde. Die Beurteilung des Lebensmittels erfolgt oft rein statisch aufgrund arithmetischer Summierungen aller gefundenen Bestandteile. Diese historisch verständliche Einseitigkeit darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass wir damit nur *einen* Teil der Eigentümlichkeiten 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. Im Sinne solcher Betrachtungsweise sind alle Produkte, die wir im Rahmen der Erhaltung unseres Lebens als „Lebensmittel“ bezeichnen, darüberhinaus in den meisten Fällen dadurch gekennzeichnet, dass sie ein *eigenes* Leben führen, eine organische, meist sogar organisierte, lebendige Substanz darstellen.“

Auch LEITZMANN und SICHERT-OEVERMANN (1991) sind der Auffassung, dass einzelne, erwünschte Eigenschaften nur im Zusammenhang mit allen Eigenschaften eines Produktes – also ganzheitlich – bewertet werden sollten.

MEIER-PLOEGER (1995) erläutert in ihrem Aufsatz, dass ganzheitliche Ansätze zur Erfassung von Lebensmittelqualität auf naturphilosophischen Theorien basieren und sich mit den Fragen „*Was ist Leben?*“ und „*Welche Eigenschaften müssen Lebensmittel haben, die den Lebensprozess unterstützen?*“ auseinandersetzen.

Außerdem wird von folgenden Prämissen ausgegangen:

- Das lebende Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile
- Leben ist mit Gestaltbildung und deren Aufrechterhaltung verbunden
- Leben ist an Licht gebunden

- Leben wird beeinflusst von terrestrischen und kosmischen Faktoren
- Leben ist Kommunikation
- Leben ist Reproduktion

In den letzten Jahrzehnten wurden andere Methoden zur Ermittlung der Lebensmittelqualität als Ergänzung der chemischen Analyse angewendet (Tabelle 5).

Tab. 5: Qualitätsnachweismethoden

<b>Chemische Analyse</b>	wertgebende Inhaltsstoffe Eiweiss- und Aromamuster Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe Toxine
<b>Physiologische Methoden</b>	Selbstzersetzungstest Enzymaktivität
<b>Bio-Physikalische Methoden</b>	Bio-Photonenemission Elektrochemische Messungen (P-Wert)
<b>Bildschaffende Methoden</b>	Kupferchloridkristallisation Steigbildmethode Rundbildchromatographie
<b>Sensorische Methoden</b>	
<b>Tierversuche</b>	Fertilitätsuntersuchungen Futterwahlversuche
<b>Mikrobiologische Untersuchungen</b>	

### **3.1. Chemische Analyse**

Sie dient der Feststellung der Inhaltsstoffe sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. Diese Methode ist von grundlegender Bedeutung, da sie Aufschluss gibt über das Vorhandensein lebensnotwendiger Inhaltsstoffe sowie lebensgefährdender Toxine. Die Analytik gewinnt jedoch ihre Ergebnisse durch Aufspaltung des Untersuchungsobjektes in Einzelkomponenten und liefert keinerlei Information über Wechselwirkungen einzelner Inhalts- bzw. Schadstoffen in lebenden Systemen. Die Wirkung im Organismus wird ebenfalls nicht erfasst. Geringste Mengen von Nitrat können mit gleichfalls geringsten Spuren von Pestiziden und/oder Fungiziden oder deren Abbauprodukten stark kanzerogene oder mutagene Verbindungen bilden, auch wenn in keinem Fall Grenzwerte überschritten werden (SCHÜPBACH, 1981). Hier kommt es also nicht nur auf die Menge wertmindernder Stoffe an, sondern auf ihr Zusammentreffen im Organismus.

WOESE ET AL. (1995) kamen in einer Studie, in der Ergebnisse von über 150 Vergleichsuntersuchungen ausgewertet wurden, 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.
- Bezüglich der im konventionellen Landbau zugelassenen Pestizide sind sowohl in Gemüse als auch Obst aus ökologischem Anbau tendenziell geringere Rückstandsgehalte zu erwarten. Ebenso liegen bei konventionell angebauten Produkten die Gehalte an Pflanzenschutzmittelrückständen jedoch fast ausschließlich unterhalb der gesetzlich festgesetzten Höchstmengen.
- 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.
- 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 eindeutigen Aussagen zu.

MATTHIES (1991) untersuchte in einem dreijährigen Feldversuch den Einfluss verschiedener Düngungsmassnahmen (zwei verschiedene Aufwandsmengen mineralischen Handelsdüngers (N1, N2), Bioabfallkompost (BK1), organisch–mineralischer Mischdünger (BK2), Rindermistkompost (MK1), Rindermistkompost und organischer Handelsdünger (MK2), organischer Handelsdünger (OHD), ungedüngt) auf qualitätsbestimmende Eigenschaften von Weisskohl, Karotten und Kartoffeln. Folgende Parameter wurden bestimmt: Ertrag, Lagerverhalten, Trockensubstanz, Saftausbeute, lösliche Trockensubstanz, Zuckerfraktionen, Stärke, Gesamtstickstoff, Protein, Aminosäuren, Nitrat, Vitamine, Mineralstoffe, Enzymaktivitäten, Atmungsintensität, Selbstzersetzung, Stresslagerung, Garverhalten und sensorische Prüfung.

Der Ertrag der organisch gedüngten Varianten war ab dem 2. Jahr gleich hoch wie der Ertrag der mineralisch gedüngten. Eine steigende Düngungsintensität, v. a. mit mineralischem Dünger, brachte negativ zu bewertende Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Ernteprodukte (freie Aminosäuren und Nitrat), wo hingegen Düngung mit Rinderkompost und Bioabfallkompost sehr positive Effekte zeigte.

Hohe leicht verfügbare Düngergaben führten meist zu einer Abnahme der höhermolekularen Kohlenhydrate, Ascorbinsäure, Kalium, löslicher Trockenmasse, sowie der Proteinqualität. Hohe mineralische Düngergaben führten zu schlechterer Lagerfähigkeit, v.a. bei Weisskohl. Im Selbstzersetzungstest kam es dadurch zu einem schnelleren Zerfall der Untersuchungsproben. Die sensorischen Tests fielen zugunsten gering gedüngter, insbesondere mit Rindermist gedüngter Produkte aus. Zusätzlich wurden zweijährige Praxiserhebungen durchgeführt. Dabei konnten höhere Phosphor- und Kaliumwerte bei ökologisch angebauten Kartoffeln ermittelt werden. Die biologisch angebauten Karotten wiesen zumeist ein besseres Lagerverhalten auf. MATTHIES konnte zeigen, dass mit geeigneten Kulturmassnahmen und entsprechenden Standortbedingungen im ökologischen Landbau Ernteprodukte besonders hoher Qualität erzeugt werden können, ohne Ertragseinbußen akzeptieren zu müssen.

KOLBE ET AL. (1995) untersuchten, ob Unterschiede in den Erträgen und in der chemischen Zusammensetzung von organisch und mineralisch gedüngten Kartoffel lediglich durch eine unterschiedlich hohe Nährstoffversorgung hervorgerufen werden, oder ob weitere Einflüsse zu beachten seien. Es wurden Ergebnisse aus 3 Anbaujahren eines Dauerfeldversuches mit drei Düngervarianten ausgewertet (mineralisch, organisch-mineralisch und Stallmistkompost). Der Ertrag und die Zusammensetzung der Kartoffelknollen wurde mittels Modellen berechnet und mit den experimentell ermittelten Werten verglichen. Als Langzeitwirkung der organischen Düngung konnte ein höheres Ertragspotential und eine verbesserte Nährstoffeffizienz nachgewiesen werden.

Die stetige Zufuhr an organischen Düngemitteln führte zu höheren Gehalten an Trockensubstanz, Stärke, NPN-Verbindungen und Ascorbinsäure sowie zu 50% weniger Nitrat.

WARMAN und HAVARD (1997) testeten in einem 3-jährigen Feldversuch biologisch und konventionell angebaute Karotten und Kohl. Kohl sowie Karottenblätter und -wurzeln wurden auf 12 Makro- und Mikroelemente untersucht. Vitamin C und E sowie Carotine wurden an den reifen Früchten getestet. In 2 Jahren wurde der Vitamin C-Gehalt 24 Wochen nach der Ernte bestimmt. Außerdem wurden nach der Ernte Bodenproben genommen und ebenso analysiert. Ertrag und Vitamingehalt wurden durch die Anbauvarianten wenig beeinflusst. Ebenso kam es bei den Nährstoffgehalten zu keiner eindeutigen Zuordnung zu einem Anbausystem.

(Karottenwurzel: **N**: 1992 sig. höher bei kon; **Mg**: 1990 sig. niedriger bei kon; **S**: 1990+1992 sig. niedriger bei kon; **B**: 1992 sig. niedriger kon, **Fe** 1992 sig. höher kon)

(Kohl: **K**, **Ca**, **Mg**, **S** 1990 sig. niedriger bei kon, **Mn** war 1990 sig. höher in kon, bei **P** und **B** gab es in allen 3 Jahren statistische Unterschiede: 1990 und 1991 zugunsten bio, 1992 zugunsten kon)

Im Rahmen seiner Dissertation wurden von HAURI, (1995) Proteinfractionen und Enzyme von biologisch und konventionell angebautem Winterweizen der Sorte Ramosa elektrophoretisch aufgetrennt und als musterbildende Inhaltsstoffe auf ihre Eignung als Unterscheidungsmerkmal von verschiedenen Anbausystemen hin untersucht. Die Weizenproben stammten aus dem DOK Versuch des Forschungsinstitutes für Biologischen Landbau in der Schweiz. Es zeigte sich, dass das Esterasemuster statistisch abgesicherte Unterschiede zwischen den Anbauvarianten aufwies.

Ziel des 3-jährigen Versuches von KOPP (1993) war, anhand biochemischer Untersuchungen Indikatoren für biologisch und konventionell angebautes Gemüse zu finden. Es wurden Karotten, Rote Rüben und Weisskohl im Freiland, sowie Tomaten und Feldsalat im Folientunnel mittels hochdruckflüssigchromatografischen Methoden untersucht. Die Parameter Nitrat, Ascorbinsäure, Oxalsäure, organische Säuren, Zucker, Carotinoide, Betanin, phenolische Inhaltsstoffe, desweiteren Mineralstoffe, Gesamtstickstoff und Trockensubstanzgehalt wurden ermittelt. Weiters wurde die ultraschwache Photonenemission angewendet und sensorische Prüfungen durchgeführt.

Die biologisch angebauten Karotten hatten etwas höhere Trockensubstanzgehalte und Mg, Kalium verhielt sich nicht eindeutig, es wurden geringere Werte an Saccharose und organischen Säuren festgestellt, sowie ein niedriger Quotient an Äpfelsäure/Kalium, was auf eine bessere physiologische Reife hinweisen könnte. Praxis- und Marktproben aus biologischem Anbau hatten höhere Gehalte an phenolischen Inhaltsstoffen. Die Nitratwerte waren in einem Jahr bei den biologischen Karotten niedriger, in den anderen Jahren konnte kein Unterschied festgestellt werden. Auch bei weiteren Reaktionen war kein durchgängiges

Muster erkennbar. Mittels Biophotonenmessung wurde einmal zugunsten der Biokarotten ein Unterschied ermittelt, bei den restlichen Proben war kein Unterschied feststellbar.

Der Ertrag der ökologisch angebauten Tomaten war geringer, die Früchte wiesen einen höheren Vitamin-C Gehalt auf, sofern es sich um an den Standort angepasste Sorten handelte. Auch die Biophotonenmessung zeigte in 2 Versuchsjahren höhere Werte, was mit den Ascorbinsäurewerte einherging. (Marktproben wurden durch die Biophotonenmethode gut zugeordnet). In einem Jahr wurde ein höherer Gehalt an phenolischen Verbindungen in der Biovariante gefunden, bei den organischen Säuren war kein Unterschied feststellbar.

Wie bei den Karotten war im 1. Jahr der Nitratgehalt der biologischen Roten Rüben geringer, ansonsten war ebenso wie im Ascorbinsäure,- Betanin,- und Oxalsäuregehalt kein Unterschied feststellbar. In der Saccharose trat kein Unterschied auf, in der Biovariante waren die Gehalte an Glucose und an organischen Säuren höher.

Bei biologischem Feldsalat war im 1. Jahr der Nitratgehalt geringer und die Trockensubstanz höher. Der Rückgang der Chlorogensäurekonzentration während der Reife war beim biologischen Feldsalat deutlicher zu erkennen.

Weisskohl aus ökologischem Anbau hatte geringere Trockensubstanzwerte. Die Ascorbinsäure nahm in beiden Varianten über den Versuchszeitraum zu, während die Nitratgehalte abnahmen, wobei im 2. Versuchsjahr, im Gegensatz zu den Roten Rüben, höhere Werte in den biologisch angebauten Rüben auftraten.

Die biochemischen Untersuchungen führten zu keinem Verfahren, das am Produkt zweifelsfrei die Herkunft aus einer bestimmten Anbauform nachweisen konnte, dazu waren andere Einflüsse (Witterung...) zu groß.

1996 wurden von ALFÖLDI ET AL. Ergebnisse von Qualitätsuntersuchungen an Roten Rüben, Weizen, Gerste und Kartoffeln aus dem DOK-Langzeitversuch publiziert. Dieser Versuch beinhaltet die Anbausysteme biologisch-dynamisch (**D**), organisch-biologisch (**O**), konventionell (**K**), eine rein mineralische (M) und eine ungedüngte (0) Variante. Bei den Kartoffeln lag der Anteil der Größenklasse 42,5 – 70 mm bei den beiden biologischen Varianten um 25% tiefer als bei der konventionellen Variante. Bei den Roten Rüben wurden keine Unterschiede gefunden. Der Trockenmassegehalt bei Kartoffeln der beiden Biovarianten war um ca. 10% höher als bei den konventionellen Kartoffeln, bei den Roten Rüben gab es keine Unterschiede. Sowohl bei den Kartoffeln als auch bei den Roten Rüben wurden keine Unterschiede in der Lagerfähigkeit unter optimalen Bedingungen festgestellt. In den Inhaltsstoffanalysen wurden folgende Unterschiede ermittelt: bei den Rote Rüben hatten die biologischen Varianten um 25% (O) bzw. 35% (D) weniger Nitrat als in der konventionellen Variante, weiters in der organischen Variante um 50%, in der dynamischen Variante um 30% weniger Mangan als in der konventionellen, ebenso Kalium (20-30%). Bei Saccharose- und Vitamin-C-Gehalten wurden keine Unterschiede gefunden.

Mit Hilfe der Bildschaffenden Methoden konnte eine erfolgreiche Unterscheidung und Identifikation der verschiedenen Anbauverfahren bei Roten Rüben und Weizen getroffen werden. Futterwahlversuche mit Roten Rüben und Weizen gaben von Jahr zu Jahr widersprüchliche Ergebnisse. Mit Hilfe der Biophotonenmessung und der P-Wert-Bestimmung war keine verfahrensabhängige Unterscheidung möglich.

Die Qualität eines Produktes hat viele Aspekte und kann nicht nur durch einzelne Parameter beschrieben werden. In einem Anbauversuch prüften SCHULZ und KÖPKE. (1997) den Einfluss der Lichtintensität (Nord, Süd) und den Einfluss unterschiedlicher organischer Düngung (mit und ohne biodynamischen Präparaten) auf die Qualität von Karotten. Folgende Parameter wurden analysiert: Trockensubstanzgehalt, Kohlenhydrate, Nitrat, Aminosäuren, Protein, Lagerverhalten und morphologische Parameter, die die Reife der Karotten charakterisieren sollten. Aus diesen Daten wurde der Qualitätsindex kalkuliert und in Form eines Sterndiagramms dargestellt. Es stellte sich heraus, dass höhere Sonneneinstrahlung und biodynamische Präparate die Qualität erhöhen können.

Eine ausgewogene Zufuhr von essentiellen Mineralstoffen ist notwendig, um die Gesundheit zu erhalten. Die 8 Mineralstoffe, die üblicherweise untersucht werden, sind Natrium, Kalium, Phosphor, Calcium, Eisen, Magnesium, Kupfer und Zink. So zeigte ein Vergleich des Mineralstoffgehaltes von Obst und Gemüse von 1930 und 1980 (MAYER, 1997) einige markante Rückgänge im Mineralstoffgehalt von Na, Ca, Mg und Cu im Gemüse sowie Rückgänge bei K, Mg, Fe und Cu im Obst. Nur P und Zn zeigten keine signifikanten Rückgänge in den letzten 50 Jahren. Diese Ergebnisse können entweder eine Qualitätsminderung anzeigen, die auf eine Landwirtschaft zurückzuführen sein kann, die sich nicht im Gleichgewicht befindet, oder auf Sorten mit niedrigerem Mineralstoffgehalt (schließt man Probleme bei den Messungen aus).

In einem 32-jährigen Feldversuch in Järna, Schweden (GRANSTEDT ET AL., 1997) wurde der Effekt von 8 verschiedenen Düngervarianten ausgetestet. Der Ertrag stieg während der Versuchsdauer in allen Varianten, am meisten aber in der biodynamischen. Im Vergleich zu den konventionellen Varianten stieg der Ertrag der Kartoffeln und des Weizens in den biologischen Varianten geringer, die Gehalte an z. B. essentielle Aminosäuren lagen hier jedoch höher. Die biologischen Kartoffeln zeigten eine bessere Lagerfähigkeit und für den biologischen Weizen konnte eine bessere Stärkequalität ermittelt werden.

Frisches, biologisch und konventionell angebautes Gemüse aus dem Geschäft wurde auf  $\beta$ -Carotin (Karotten) und Vitamin C (Broccoli) untersucht (MAGA ET AL., 1997a). Die Proben wurden über einen Zeitraum von 5 Monaten aus 2 verschiedenen Geschäften verglichen – es konnten keine eindeutigen Trends festgestellt werden.

In einer weiteren Untersuchung (MAGA ET AL., 1997b) wurde Spinat 12 Stunden nach der Ernte auf 9 Mineralstoffe und 7 Vitamine analysiert und mit den Daten, die nach 5 Tagen

Lagerung ermittelt wurden, verglichen. Es gab einen 10%-igen Rückgang im Vitamin C-Gehalt, die anderen Nährstoffe wurden nicht signifikant beeinflusst. Broccoli wurde sofort nach der Ernte und nach 5 bzw. 9 Tagen Lager untersucht, auch hier sank der Vitamin C-Gehalt deutlich. Dasselbe konnte bei Kürbis nach 3-monatiger Lagerung beobachtet werden.

Ein Vergleich von bestimmten Nährstoffen der Kartoffeln aus intensiver, konventioneller Produktion und von 2 organischen Varianten brachte nach 1-monatiger Lagerung zwar Unterschiede, aber nicht eindeutig den Anbauvarianten zuordenbar (MAGA und WILKEN, 1997c).

Für Konsumenten sind Geschmack, Qualität und Lagerfähigkeit die wichtigsten Kriterien beim Kauf von Kartoffeln. In einem Versuch (SCHULZ ET AL., 1997) wird seit 1993 die Beeinflussung dieser Parameter durch mineralische Düngung, verschiedene Stufen von organischem Dünger und organischem Dünger in Kombination mit biodynamischen Präparaten untersucht. Kartoffeln mit mineralischer Düngung zeigten den stärksten Einfluss auf die Düngung. Sie wiesen einen geringeren Trockensubstanzgehalt, weniger Saccharose, Chloride, eine geringere Festigkeit und einen Anstieg im Glucose- und Fructosegehalt, sowie bei Flouriden und im Aschegehalt. Die organischen und biodynamischen Kartoffeln waren nur wenig beeinflusst. Auch die sensorischen Tests konnten nur eine leichte Abnahme von Geschmack, Konsistenz, Farbe und Geruch mit steigender Düngung feststellen. Die Ergebnisse der bildschaffenden Methoden zeigten, dass diese als zusätzliche Qualitätsparameter gut geeignet sind. Da eine abschließende Beurteilung nicht möglich ist, werden weitere Analyseparameter einbezogen werden.

Karotten von 10 Paaren biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben aus demselben Anbaugebiet (südliches Norwegen) wurden verglichen (TORJUSEN ET AL. 1997). Folgende Parameter wurden untersucht: Mineralstoffe, Spurenelemente und Carotinoide, sowie Cd, Pb, Al, Nitrat, Polyphenole und die sensorische Qualität. Bei den meisten Variablen waren keine statistischen Unterschiede zwischen den Systemen feststellbar. Allerdings hatten die biologischen Karotten mehr Al, die konventionellen hingegen mehr Gesamtcarotinoide,  $\beta$ -Carotine, Mn und Mg. Bei 7 Paaren handelte es sich um dieselbe Sorte, hier wurden statistische Unterschiede im Carotingehalt gefunden. Die sensorischen Tests aus 4 Versuchspaaren ergaben keinen Unterschied.

WORTHINGTON, (1998) kommt in einer Studie, die sich auf ca. 50 Vergleichsuntersuchungen bezieht zu dem Ergebnis, dass biologische Produkte höhere Vitamin C-Gehalte, tendenziell höhere Gehalte an Ca, Mg, P, K, Fe und Cu aufweisen, dass die Proteinqualität in Bioprodukten verbessert ist, und dass biologisch angebaute Produkte niedrigere Nitratgehalte aufweisen. In Fütterungsversuchen würden Tiere, die organisch produziertes Futter erhielten, bessere Fruchtbarkeitsparameter und Aufzuchtleistungen aufweisen.

### **3.1.1. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe**

Erst in den letzten Jahren hat man damit begonnen, gesundheitliche Wirkungen sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe systematisch zu untersuchen (WATZL und LEITZMANN, 1995). Bislang sind ca. 30.000 sekundäre Pflanzenstoffe bekannt, wovon 5.000 - 10.000 in der Nahrung vorkommen. Mit einer gemischten Kost werden täglich ca. 1,5 Gramm dieser Stoffe aufgenommen (AMES ET AL., 1990). Als Duft- und Geschmackstoffe beeinflussen sie die Nahrungsauswahl des Menschen und in der Pharmazie stellen sie die Basis für viele Arzneimittel dar (PELT, 1983).

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe sind chemisch sehr unterschiedliche Verbindungen und kommen im Vergleich zu den primären Pflanzenstoffen nur in geringen Mengen vor. Sie werden von der Pflanze u.a. als Abwehrstoffe gegen Schädlinge und Krankheiten, als Wachstumsregulatoren und als Farbstoffe synthetisiert (TEUSCHER, 1990).

Früher wurden sie ausschließlich unter dem Aspekt der Toxizität betrachtet, aber auch hier erfolgt ein Wandel in der gesundheitlichen Bewertung dieser nicht-nutritiven Pflanzeninhaltsstoffe. Von vielen sekundären Pflanzenstoffen vermutet man heute, dass sie neben den in Obst und Gemüse vorkommenden essentiellen Nährstoffen mitverantwortlich sind für die protektiven Wirkungen dieser Lebensmittel gegenüber bestimmten Krebsarten und Herz-Kreislaufkrankheiten (LE MARCHAND ET AL. 1989, 1993).

Wie in der traditionellen Lebensmittelchemie, wo meist nur die Gehalte einzelner Inhaltsstoffe ermittelt werden, sind auch hier derzeit nur die gesundheitlichen Wirkungen einzelner, isolierter bioaktiver Substanzen (sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Substanzen in fermentierten Lebensmitteln, Ballaststoffe) bekannt.

In der Praxis ist jedoch immer ein komplexes Gemisch verschiedener bioaktiver Substanzen wirksam. So wird z. B. der Cholesterinspiegel im Blut nach dem Verzehr einer entsprechenden Mahlzeit durch Ballaststoffe, durch die in fermentierten Lebensmitteln vorhandenen Milchsäurebakterien, durch Saponine, Sulfide sowie Phytosterine beeinflusst. Die additive, synergistische oder antagonistische Wirkung dieser bioaktiven Substanzen als Bestandteil von Lebensmitteln kann gegenwärtig noch nicht quantifiziert werden. Erst das Wissen über die komplexen Wirkungen erlaubt jedoch die vollständige Beurteilung über gesundheitliche Wirkungen eines Lebensmittels bzw. einer Ernährungsweise.

Generell kann gesagt werden, dass nur unter Berücksichtigung **aller** Nahrungsinhaltsstoffe die gesundheitliche Wirkung der Nahrung verstanden bzw. können Empfehlungen für eine die Gesundheit optimal fördernde Ernährung gegeben werden. Das prophylaktische und therapeutische Potential der Nahrung muss den Ernährungswissenschaftlern und Medizinern wieder bekannt gemacht werden, damit es in der Gesundheitsvorsorge eingesetzt werden kann (WATZL und LEITZMANN, 1995).

### 3.2. Physiologische Methoden

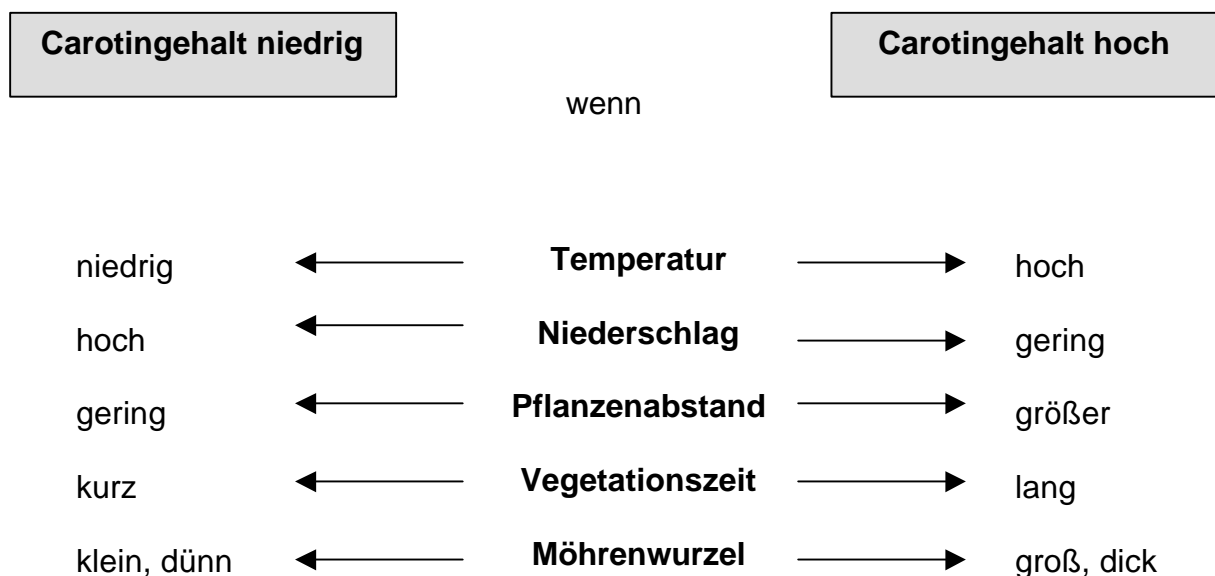
Das äussere Erscheinungsbild einer Pflanze (Phänotyp) und ihre stoffliche Zusammensetzung resultieren aus dem engen Zusammenwirken ihrer Erbanlagen (Genotyp) mit den jeweiligen Standortgegebenheiten. Die Erbanlagen sind art- und sortenspezifisch und legen die Variationsbreite der Merkmalsausbildung fest. Die Standortbedingungen (Klima, Boden, anthropogene Einflüsse) hingegen bestimmen, welcher Bereich der genetisch eingegrenzten Möglichkeiten verwirklicht wird.

Typisch für Pflanzen ist ihre Fähigkeit, sich sehr flexibel an das jeweilige externe Milieu anzupassen. Kommt es zu einer Änderung der äusseren Gestalt einer Pflanze durch Einfluss jeweiliger Umweltbedingungen, so ist zu erwarten, dass sich ihre stoffliche Zusammensetzung unterschiedlich entwickelt. Bei Karotten (Abbildung 1) variiert der Carotingehalt innerhalb des genetisch festgelegten Rahmens mit den Umweltbedingungen.

Abb. 1: Carotingehalt von Möhren in Abhängigkeit von äusseren Faktoren (SCHUPHAN, 1976)



Innerhalb der gleichen Möhrenart ist



So nimmt der Carotingehalt bei wärmeren Temperaturen und geringem Niederschlag zu, während bei einer kurzen Vegetationszeit und hohen Niederschlagsmengen der Gehalt an Provitamin A sinkt.

Ein Teilaspekt der Lebensmittelqualität ist das Nachernteverhalten, die Begriffe *Lagerungsverhalten*, *Lagerungsfähigkeit*, *Lagerungsstabilität*, *Lagerungseignung* oder *Lagerungsanfälligkeit* und *Haltbarkeit* werden als Synonyme verwendet.

Das Nachernteverhalten lebender pflanzlicher Produkte setzt sich aus produktimmanenten und äusseren Faktoren zusammen. Die produktimmanenten Faktoren sind durch genetische Veranlagung und durch physiologische und strukturelle Eigenschaften bedingt, äussere Faktoren sind Anbau-, Transport- und Lagerbedingungen, wobei die Wechselwirkungen dieser beiden Faktorengruppen die Nachernteverluste bestimmen (AHRENS, 1991). Zur Charakterisierung des Nachernteverhaltens lassen sich direkte und indirekte Parameter heranziehen:

#### Direkte Parameter

- Schwund (Wasser- und Substanzverluste)
- Anreicherung schädlicher Stoffe (z.B. Nitrit, Amine, Nitrosamine, Mykotoxine)
- mikrobielle Infektionen

#### Indirekte Parameter

- physiologische (Atmungs-, Enzym- und Hormonaktivitäten und damit zusammenhängend Abbau oder/und Umbau von Inhaltsstoffen)
- strukturelle (Beschaffenheit des Abschlussgewebes, Festigkeit, Turgeszenz = durch den Turgor bewirkte Straffheit der Pflanzenzellen)
- resistenziologische (Gehalt bzw. Bildung von Abwehrstoffen)
- Zahl und Zusammensetzung der epiphytischen Mikroorganismen

Das Nachernteverhalten wird dem Eignungswert (Technologische Qualität) zugeordnet. Da jedoch während der Lagerung wertgebende Substanzen verloren gehen oder sich schädliche anreichern, wird somit auch die ernährungsphysiologische Qualität davon betroffen. Derzeit werden aus ernährungswissenschaftlicher Sicht die produktimmanenten Größen des Nachernteverhaltens noch wenig beachtet, unter dem Begriff „Lagerungsfähigkeit“ werden vorrangig die äusseren Lagerbedingungen gesehen, die zwar von großer Bedeutung sind, jedoch nicht allein verantwortlich für eine bessere Haltbarkeit eines Produktes sind. So weisen unter gleichen äusseren Bedingungen verschiedene Chargen eines Produktes auch eine unterschiedliche Lagerungsfähigkeit auf. Diese steht in Beziehung zu den Produkteigenschaften, die keine statischen Größen darstellen, sondern sich zeitabhängig laufend mit den Reifungs- und Alterungsprozessen ändern.

Pflanzen und Früchte sind – wie jeder Organismus – zwei gegenläufigen Strömungen unterworfen: sich „Erhalten wollen“ und „Verfallen müssen“. Züchtung, gentechnische Veränderungen, Anbau- und Lagerungstechniken können diese Prozesse stark überlagern oder verschieben. Generell kann aber gesagt werden, dass diese Prozesse bei hochgezüchteten Kulturpflanzen 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).

Abiotische und biotische Faktoren verursachen Nachernteverluste. Zu den abiotischen Faktoren zählen Oxidationen (Fett- und Vitaminabbau), Ausbleichungen, Vergrünungen (durch Licht), Verdunstungen (Wasser und Aromastoffe), Gefrieren oder Überwärmung etc. Biotische Faktoren sind tierische Schädlinge, physiologische (Atmung) oder mikrobielle Vorgänge.

FRITZ ET AL. (1978) wiesen darauf hin, dass eine hohe biologische Qualität und ein hoher Trockenmassegehalt ein gutes Nachernteverhalten eines Produktes erwarten lassen. Voraussetzung für gute Lagerfähigkeit ist die äussere Beschaffenheit (wie z.B. keine Beschädigung, feste Konsistenz, glatte Schale etc.). Für chemische und physiologische Parameter lassen sich auf analytischem Weg nur Tendenzwerte – keine Richtwerte – ermitteln (Tabelle 6), da diese durch Standort und Anbaujahr großen Schwankungen unterworfen sind.

Tab. 6: Tendenzwerte physiologischer, mikrobiologischer und struktureller Parameter für ein stabiles Nachernteverhalten (nach verschiedenen Angaben in der Literatur) (nach AHRENS, 1991)

<b>Messwert</b>			
<b>hoch</b>	Oxidation	Syntheseleistung	Gesamtzucker
	Di-/Monosaccharide	Hemmstoffgehalt	Hemmstofftoxizität
	Wachstumshormone	Vitamine	alkalilösl. Pektin
	Gewebefestigkeit	Turgeszenz	
	Trockenmassegehalt	Schalenfestigkeit	
<b>mittel</b>	Stoffwechselaktivität	Protein-N	Größe
<b>niedrig</b>	Monosaccharide	Gesamt-N	Nitrat-N
	Freie Aminosäuren	Katalysatoren	Beschädigung
	Epiphytischer Keimbesatz		Leitfähigkeit
<b>Verhältnis</b>	Oxidation>Hydrolyse		Protein-N>Amid-N
	alkalilösliches Pektin>wasserlösliches Pektin		

Aufschluss bezüglich des Nachernteverhaltens geben gewisse Verhältniswerte, wie z. B. Mono-/Disaccharide oder Gesamt-N/ Protein-N/ freie Aminosäuren-N/ Nitrat-N, denn eine Anreicherung von niedermolekularen Stoffen deutet auf Unreife und/ oder Zerfall hin.

Hohe, leicht lösliche N-Gaben fördern 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 zugunsten niedriger Düngegraden ausfielen. Am stärksten durch die Düngung beeinflusst fand er die Stickstofffraktionen und den Sekundärstoffwechsel, das "Aromamuster". Weiters stellte er fest, dass nicht nur die Düngeintensität, sondern vor allem die Düngeart (mineralisch/organisch) für das Nachernteverhalten von Bedeutung ist, wobei sich höhere Stickstoffgaben bei mineralischer Düngung ungünstiger auswirken als bei organischer.

MOLL (1985) untersuchte das Nachernteverhalten von organisch bzw. mineralisch gedüngten Möhren. Er fand Tendenzen zu geringeren Atmungsintensitäten und Selbstzersetzungsverlusten bei organischer Düngung. Bei einer Intensivierung der mineralischen Düngung konnte ein Trend zu höherer Umsetzung nachgewiesen werden, bei Intensivierung der organischen hingegen beobachtete er gegenteilige Tendenzen.

Die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe variiert in Abhängigkeit von der Düngung. So fand z.B. MENGEL (1965), dass die erhöhte Stickstoffaufnahme bei mineralischer Stickstoffdüngung den Kohlenhydratstoffwechsel der Pflanze belastet.

BÖTTCHER ET AL. (1969) stellten bei Möhren mit steigender Stickstoffdüngung eine Abnahme der Trockensubstanz und Zuckergehalte sowie der Carotin- und Vitamin C-Gehalte fest.

SCHUPHAN (1976) zeigte, dass sich durch zunehmende Stickstoffdüngung die Gehalte an wertgebenden und wertmindernden Inhaltsstoffen dahingehend verändert, dass die Produkte mehr Nitrat-N, Roheweiss und freie Aminosäuren enthalten. Die Gehalte an relativem Eiweiss, Zucker und Ascorbinsäure nehmen ab.

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 einen positiven Einfluss einer Phosphor- und Kaliumdüngung auf die Haltbarkeit von Möhren fest und ZIEGLER und BÖTTCHER (1966a,b)

konnten eine haltbarkeitsverbessernde Wirkung von Kalium bei Möhren und Weisskohl nachweisen.

Die Bestimmung einzelner Inhaltsstoffe, wie sie in den ersten Untersuchungen oft praktiziert wurde, ist insofern 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.

Laut AHRENS (1991), fördert eine harmonische, bedarfsgerechte Pflanzenernährung, wie sie die organische Düngemethode bietet, die Eignung zur Lagerung.

Durch Anbaumaßnahmen und Umwelteinflüsse können aber auch die Abwehrfunktionen von Pflanzen beeinflusst werden. Es gilt als gesichert, dass die Widerstandsfähigkeit durch Witterungs- und Düngungsextreme, die den Stoffwechsel der Pflanze stören und dadurch ein ungünstiges Verhältnis von Wachstum und Reife bewirken, geschwächt wird.

Pflanzen und Früchte sind vor Schaderregern sowohl durch die äusseren Gewebeschichten und durch die Wachsauflage (mechanische Barriere), als auch durch spezifische Inhaltsstoffe mit Hemm- oder Abtötungseigenschaften geschützt. Solche spezifischen Inhaltsstoffe werden Phytonzide und Phytoalexine (sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe mit antimikrobieller Wirkung) genannt. Lactone, Saponine, Phenole, Gerbstoffe, Anthocyane, Terpenoide, Cyanoglycoside, Alkaloide, Lauch- und Senföle sowie ätherische Öle werden zu den Phytonziden gezählt, und sind entweder komplett in der Pflanze vorhanden oder liegen in Teilen (gebunden, inaktiv) vor. Phytoalexine leiten sich häufig von Phenolen, Phenolvorstufen oder Proteinen ab und akkumulieren durch äussere Einwirkungen. Diese können sowohl abiotische Faktoren (Verletzung, Strahlen, Kälte, chemische Agentien...), als auch biotische (Mikroorganismen) sein.

GRÖSCHNER und OSTERLOH (1975) zeigten, dass einseitige, hohe N-Düngung die Bildung eines stickstoffreichen und stoffwechselaktiven Abschlussgewebes mit hohem Parenchymanteil bei Pflanzen begünstigt. Hierdurch werden günstige Bedingungen für einen mikrobiellen Befall und einen schnellen stoffwechselbedingten Zerfall geschaffen.

CHABOUSSOU (1987) wies in seiner Arbeit über "Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung" 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.

Ebenso stehen die Zusammensetzung sowie das Ausmass der natürlichen epiphytischen Mikroflora mit dem Metabolismus der Pflanze in engem Zusammenhang (SUCHORUKOW, 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 (= die auf der Pflanzenoberfläche natürlich vorkommenden Mikroorganismen) in ihrer Funktion beeinträchtigen. Längerfristig schädigen sie also diesen "natürlichen Pflanzenschutz" und erreichen somit das Gegenteil, nämlich höhere Anfälligkeit gegenüber pathogenen Erregern.

Ogleich die Aussagen CHABOUSSOUS sich auf "lebende", - noch nicht geerntete - Pflanzen beziehen, können dieselben Verhältnisse auch für Pflanzen nach der Ernte angenommen werden. Die Gesamtheit aller Produkteigenschaften wird im Nachernteverhalten als Summenparameter für den physiologischen Zustand der Pflanze sichtbar.

Der schnellste und radikalste Verderb wird von Mikroorganismen, v.a. von Pilzen, verursacht. Eine "einfache Methode zur vorbeugenden Verlustbekämpfung und Verbrauchslenkung", der sogenannte Selbstzersetzungstest, wurde bereits 1939 von VOGEL beschrieben. Dabei wird geraspeltetes Pflanzenmaterial 1-3 Wochen in Petrischalen bei Zimmertemperatur gehalten und danach auf seinen Mikroorganismenbefall, seine Zersetzungsintensität und seine Farbveränderungen bonitiert. Dieser Test wurde von REINHOLD und VOGELMANN (1940) weiter ausgebaut, indem der Abbau der Trockenmasse zusätzlich bestimmt wurde und von SAMARAS (1977) modifiziert und standardisiert.

Laut MATTHIES (1991) reagiert der Selbstzersetzungstest empfindlicher auf unterschiedliche Düngemaßnahmen als die übrigen untersuchten Qualitätseigenschaften, einschließlich des Lagerverhaltens. Da im Selbstzersetzungstest die mechanische Barriere durch Zerkleinern des Untersuchungsmaterials teilweise zerstört wird, ist ein direkter Vergleich mit der Auslagerung jedoch nicht immer möglich.

So konnte LIEBLEIN (1993) keine Korrelation des Trockenmasseverlustes im Selbstzersetzungstest mit dem Auslagerungsverlust (Verlust an handelsfähiger Ware) feststellen. In seiner Arbeit überprüfte er die Auswirkungen von Kompost und mineralischem Dünger auf die Qualität von Karotten. Er wies einen höheren Trockenmasseverlust der Selbstzersetzungsproben mineralisch gedüngter Karotten nach und zeigte, 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 bestimmt. Es ist daher von besonderer Bedeutung, bei Vergleichsuntersuchungen auf ähnliche Standortbedingungen zu achten.

MATTHIES (1991) gab als mögliche Gründe für den nicht korrelierbaren Trockenmasseverlust im Selbstzersetzungstest und bei der Auslagerung unterschiedliche Resistenz- und Struktureigenschaften sowie die Zusammensetzung der epiphytischen Mikroflora an, Parameter, die durch die mechanische Zerkleinerung der Produkte stark beeinflusst werden. Weiters konnte MATTHIES (1991) im Selbstzersetzungstest bei Proben mit einem hohen Kohlenhydratanteil überwiegend Verpilzung, bei solchen mit hohem Anteil an niedrigmolekularen Stickstoffverbindungen hauptsächlich Fäulnis beobachten.

Auch bei AHRENS (1991) und ABELE (1987) finden sich Hinweise auf den starken Pilzaufwuchs mancher Proben, wobei AHRENS auf den Zusammenhang zwischen Verpilzung bzw. Fäulnis und dem Kohlenhydrat/ Stickstoffverhältnis verweist.

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 sie ist der Ansicht, dass der Selbstzersetzungstest als prognostischer Schnelltest zur voraussichtlichen Lagereignung doch einsetzbar ist, mit der Einschränkung, dass Resistenzmechanismen dabei ausgeschaltet werden.

Nach AHRENS (1991) kann durch entsprechende Sortenwahl, Anbau- und Pflegemaßnahmen das „antiphytopathogene Potential“ im Boden, aber auch in den Pflanzen und Früchten beeinflusst werden. Zur Steigerung der Abwehrfunktionen gehören eine optimale Nährstoffversorgung bei zurückhaltendem N-Angebot, ausreichender Gehalt an hochwertigem Humus zur Aufrechterhaltung ausgewogener Ab- und Aufbauvorgänge sowie der Pufferkapazität und der Bodenstruktur, weiters eine sachgerechte Fruchtfolge und andererseits das Vermeiden von chemischen Substituten zum Zwecke der direkten Manipulation bestimmter Gruppen von Lebewesen mit dem Effekt der Störung von Gleichgewichten.

### 3.3. Bildschaffende Methoden

Dabei handelt es sich um Untersuchungen, bei denen wässrige Extrakte des Testproduktes mit bestimmten Metallsalzlösungen in Verbindung gebracht werden.

Die Strukturen, die der anorganische Reaktionspartner allein ausbilden würde, werden vom organischen Reaktionspartner (Pflanzenextrakt) ordnend übergriffen (BALZER-GRAF und BALZER, 1991).

Diese Methode liefert nicht wie die Analytik Zahlenwerte sondern "Bilder" und "Strukturen". Die Beurteilung dieser Bilder kann nur anhand von Bilderreihen erfolgen. Sie müssen für die jeweiligen Pflanzen entwickelt werden (Pflanzenaufbau und -abbau im Jahreslauf, Kenntnis verschiedener Pflanzenorgane, ihr Verhalten bei der Lagerung, als verarbeitetes Produkt - gekocht, gefroren-...).

#### Kupferchloridkristallisation nach PFEIFFER

4 ml einer Mischung aus Pflanzenextrakt, destilliertem Wasser und Kupferchloridlösung lässt man auf einer Glasplatte, auf der ein Ring von 9 cm Durchmesser befestigt wird, auskristallisieren. Die Kupferchloridkonzentration beträgt 0,16 g Kupferchlorid/ Platte. Als Kristallisationskammer dient ein Brutschrank mit einer Temperatur von 30°C. Vom Kristallisationszentrum gehen sternförmig-radiale oder hohlformenartige Bildungen aus. Das Zentrum entspricht nicht dem Bildmittelpunkt, sondern ist der Schwerpunkt, von dem die Kristallnadeln und Nadelzüge ausgehen. Hohlformen sind kristallfrei bleibende oder mit Sekundärstrukturen ausgefüllte Flächen um das Zentrum.

#### Steigbildmethode nach WALA

In der 1. Steigphase (*Saftsteigphase*) wird 0,6 ml reiner oder zu 50% mit Aqua dest. verdünnter Pflanzenextrakt auf Chromatographiepapier zum Steigen gebracht. Nach 2 Stunden lässt man in der 2. Steigphase (*Silbersteigphase*) 0,7 ml 0,25%-ige Silbernitratlösung nachsteigen. Es entsteht ein tropfenartiger Saum an er zunächst einheitlichen Steigfront. Nach weiteren 2 Stunden , in der 3. Steigphase (*Eisensteigphase*), werden 2 ml 0,25%ige Eisensulfatlösung zum Steigen gebracht

Die Raumbedingungen müssen während dieser Untersuchungen konstant gehalten werden (20°C, 50 % rel. Luftfeuchtigkeit), wobei während der 2. und 3. Steigphase die Luftfeuchtigkeit noch erhöht wird.

#### Rundbildchromatographie nach PFEIFFER

Rundfilter werden, nachdem sie mit einer 0,5%-igen Silbernitratlösung behandelt wurden, mit einem Docht versehen. Durch diesen lässt man den mit 0,1%-iger Natronlauge verdünnten

Produktsaft aufsteigen. Das NaOH-Saftgemisch läuft konzentrisch im Filterpapier nach aussen und reagiert dabei mit dem Silbernitrat.

In Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Ökologischer Landbau und mit dem Schweizer Forschungsinstitut für Biologischen Landbau konnten in Blindversuchen bei Roten Rüben und Weizen erfolgreich verschiedene Anbausysteme identifiziert werden (Literatur im Abschnitt: Chemische Analysen). Weiters eignen sich die Bildschaffenden Methoden auch zur Beurteilung verschiedener Rohstoffqualitäten und zur vergleichenden Beurteilung von Verarbeitungs- und Konservierungsprozessen (BALZER-GRAF, 1995).

### 3.4. P - Wert- Bestimmung

Leben ist mit physiologischen Vorgängen, mit Stoffwechsel und Ordnungsstrukturen verbunden. Diese Vorgänge besitzen eine chemische Komponente, sie basieren aber auch auf elektrischen Informationen und Steuermechanismen, da Leben an elektrische Vorgänge gekoppelt ist (HOFFMANN, 1991).

Mitte der 50-iger Jahre veröffentlichte VINCENT seine bioelektronischen Theorien und deren zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten (ROUJON, 1975). Er beschäftigte sich vorwiegend mit medizinischen Fragestellungen und kam zu dem Ergebnis, dass denaturierte Nahrung, eine Reihe von Chemotherapeutika und viele Zivilisationseinflüsse zu einer Anreicherung „positiver Energien“ im Körper führen, und diese gesundheitliche Verfallserscheinungen und Zivilisationskrankheiten verursachen.

Grundlage der Bio-Elektronik ist die Messung von pH-Wert, Redoxpotential (rH-Wert) und dem elektrischen Widerstand ( $\rho$ ) in verschiedensten wässrigen organischen und anorganischen Substanzen. Diese drei Parameter ergeben, über die Ableitung eines "energetischen" Wertes aus der Nernst' schen Gleichung, einen Wert (P-Wert), der sich in Mikrowatt (elektrische Leistung) ausdrücken lässt.

Für die P-Wert-Messungen werden die Produkte ohne chemische Vorbehandlung nach kurzer Homogenisation als Saftproben vermessen. Als Messgerät wird ein Bio-Ionostat verwendet.

Viele Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass die qualitativ wertvolleren Proben durch niedrige P-Werte, niedrige rH-Werte und hohe  $\rho$ -Werte gekennzeichnet sind (HOFFMANN 1987a, HOFFMANN 1987b, STREIF 1978).

In einem Versuch mit Karotten von jeweils 3 Betriebspaaren (biologisch/konventionell) auf 2 verschiedenen Standorten konnte WALZ (1997) zeigen, dass mit zunehmender Lagerungsdauer der P-Wert zunimmt. Dabei wiesen 5 von 6 Paarproben tiefere P-Werte für die biologischen Proben auf als für die konventionellen (nur zweimal statistisch gesichert). Korrelationen zwischen P-Wert und Vitamin-C sowie dem Nitratgehalt waren nur tendenziell vorhanden.

### 3.5. Biophotonen - Messung

POPP (1991) sieht die Lebensmittelqualitätsanalyse als interdisziplinäre Aufgabe, die nicht nur die Biochemie, sondern alle Bereiche der exakten Naturwissenschaften, besonders aber die Biophysik betrifft. SCHRÖDINGER (1945) ging davon aus, dass...*“der Kunstgriff, mittels dessen ein Organismus sich stationär auf einer ziemlich hohen Ordnungsstufe (einer ziemlich tiefen Entropiestufe) hält, in Wirklichkeit aus einem fortwährenden „Aufsaugen“ von Ordnung aus seiner Umwelt besteht.“*

Durch zwei Faktoren unterscheidet sich die biophysikalische Interpretation von Nahrung von der biochemischen. Erstens wird das biologische System als *offenes System* charakterisiert und zweitens werden „supermolekulare“ Wechselwirkungen durch einen “Ordnungs“-Parameter und es werden nicht molekulare chemische Kopplungen beschrieben. Das bedeutet, dass *Nahrung* in erster Linie *nicht Kalorienträger*, sondern *Nachricht, Information* ist.

Unter Biophotonen (SWINBANKS, 1986) versteht man eine sehr intensitätsschwache, aber dauerhafte Lichtabstrahlung aus lebenden Organismen. Alle Lebewesen weisen eine Photonenstrahlung auf. Die Intensität bewegt sich in der Größenordnung von einigen wenigen bis zu einigen hundert Photonen pro Stunde und pro cm<sup>2</sup> Austrittsfläche und sie entspricht etwa der einer Kerzenflamme aus ca. 20 km Entfernung.

Photonen entstammen keiner chaotischen, spontanen Lumineszenz, sondern einem kohärenten elektromagnetischen Trägerfeld, in das die DNA als primäre Quelle dieses Feldes eingebettet ist (RATTEMEYER ET AL., 1981; CHWIROT, 1986).

Mit einem Photonenmessgerät wird die Zahl der Lichtquanten pro Sekunde registriert. Die Proben werden mit Licht, Schall oder anderen physikalischen und chemischen Agenzien beeinflusst. Jede Messung besteht aus der Aufnahme der Intensität jeweils bestimmter vergleichbarer Proben von z.B. Zellkulturen, Getreidekörnern, Pflanzen oder tierischen Geweben, entweder ohne oder mit gezielter externer Beeinflussung. Es wird die Quantenzahl in einem fest vorgegebenen Zeitintervall (einige Millisekunden über Minuten bis zu Stunden) gemessen, auf Disketten gespeichert und anschließend statistisch verrechnet.

Interpretiert werden die Messergebnisse folgendermaßen: Die Qualität vergleichbarer Proben steigt an,

- je *niedriger* sich die Biophotonenintensität im unverletzten (ganzen) Zustand der Probe erweist
- je *höher* die Intensität der Homogenate ausfällt
- je *langsamer* die Abklingkurven nach Anregung relaxieren

Nach POPP (1991) lassen sich mit Hilfe der Biophotonenanalytik Früchte aus Hydrokulturen und optimal gezüchtete Früchte zu 100% differenzieren. Die Unterscheidbarkeit von Blindproben aus konventionellem und aus biologischem Anbau schwankt zwischen 70% (im Fall geringer Unterschiede, bei relativ inhomogenem Probenmaterial bei bestimmten Frucht- und Gemüsesorten) und 100% (bei sehr homogenem Probenmaterial, z.B. Selleriesäfte aus vielen Proben). Bisher ungelöst, aber nicht zu vernachlässigen ist eine „Ausreisser-Problematik“, deren Ursache noch nicht bekannt ist.

- Homogenate von biologisch angebauten Zwiebeln wiesen signifikant höhere Werte auf als solche aus konventionellem Anbau.
- Die Analyse von biologisch und konventionell angebauten Möhren eines Jahrganges ergaben signifikante Unterschiede in der Speicherfähigkeit. In der Einzelanalyse wurde auch der Standorteinfluss deutlich (die biologischen und konventionellen Proben wurden auf drei verschiedenen randomisierten Parzellen angebaut).
- Analysen von Tomaten eines Jahrganges, die an der Universität Hohenheim (verschiedene Düngevarianten) angebaut worden waren, ergaben ein signifikant höheres Lichtspeichervermögen der biologischen Variante im Vergleich zur konventionellen. Weiters konnte gezeigt werden, dass Hydrokulturen ein deutlich reduziertes Speichervermögen besitzen, und dass Stickstoffbeigaben ebenfalls das Speichervermögen verändern. Zuletzt wurde festgestellt, dass auch der Reifezustand einen Einfluss hat. Überreife Früchte zeigten geringere Speicherwerte als noch nicht völlig ausgereifte.
- Auch bei tierischen Produkten (Hühnereier) konnten Unterschiede festgestellt werden. Eier aus Freilandhaltung, aus Bodenhaltung und aus zwei verschiedenen Betrieben mit Batteriehaltung zeigten signifikante Unterschiede in der Photonenabstrahlung bzw. im Speichervermögen nach Lichtanregung.

(Weitere Untersuchungen mit Hilfe der Biophotonenemission finden sich im Abschnitt Chemische Analysen. In diesen Arbeiten kamen neben der Analytik auch bereits alternative Qualitätsnachweismethoden als ergänzende Untersuchungsmethoden zur Anwendung.)

### 3.6. Sensorische Qualitätsbeurteilungsmethoden

Die Überprüfung der Nahrungsmittelqualität durch den Menschen ist erwünscht und notwendig, da sensorische Kennzeichen nur bedingt durch chemische und physikalische Methoden erfasst werden können und der Geschmackswert den Bedürfnissen des Konsumenten entsprechen soll. Auch aus ernährungsphysiologischer Sicht ist der Geschmackswert von Bedeutung, da Appetitentwicklung und Verdauungsbereitschaft in hohem Maße davon abhängen.

Nach JELLINEK (1981) ist die sensorische Analyse die Prüfung und Beurteilung von Lebensmitteln mit unseren Sinnen (Geruchs-, Geschmacks-, Tast-, Temperatur-, Schmerz- und weiteren Sinnen).

Nur mit exakt wissenschaftlichen Prüfmethoden sind die Ergebnisse reproduzierbar und statistisch auswertbar. Die Sensorik ist von der Organoleptik streng zu unterscheiden.

In der Organoleptik besitzen die Ergebnisse stark subjektiven Charakter, da die Leistungsfähigkeit der Sinne nicht getestet wurde. Man versteht darunter das Abschmecken, Beriechen, Ansehen und Erfühlen.

In der Sensorik werden Lebensmittelqualitäten mit Hilfe geschulter Sinne ermittelt um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, und diese werden mittels statistischer Verfahren ausgewertet. Für die Ausbildung und Schulung von Sensorikern werden DIN-Normen erstellt, ebenso für den Prüfraum, das Prüfgut und die anzuwendenden Prüfverfahren.

Mit sensorischen Analysen sind selbst kleinste Unterschiede der einzelnen Sinneswahrnehmungen möglich, wie sie z.B. beim Geruchssinn mittels feinsten physikalischer Messinstrumente und chemischer Methoden bisher nicht ermittelt werden konnten (z.B. Wein,- Parfumpfung...).

Um sensorische Bewertungen zu objektivieren, werden Beziehungen zu anderen Teilqualitäten hergestellt wie z.B. dem Refraktometerwert, dem Zucker-Säure-Verhältnis (steht mit dem Geschmack von verschiedenen Früchten in Korrelation), zum gesamten titrierbaren Säuregehalt (enge Beziehung mit saurem Geschmack), zur Konsistenz oder zur Farbbeurteilung.

Methoden zur Objektivierung der sensorischen Parameter Geruch, Geschmack, Farbe und Konsistenz existieren, sie können aber die sensorischen Lebensmitteluntersuchungen nicht ablösen, sondern ergänzen.

Die sensorische Analyse kann je nach Aufgabenstellung in folgende 5 Gebiete eingeteilt werden:

- Unterschiedsprüfung: Erkennen kleiner und kleinster Unterschiede
- Schwellenwert- bzw. Verdünnungsprüfung: Erkennen der spezifischen Geruchs- und Geschmackskomponenten, Charakterisierung von Unterschieden

- Rangordnungsprüfung: Einstufung der Proben je nach unterschiedlicher Intensität, Bildung einer Rangordnung
- Beschreibende und Bewertende Prüfmethode: Verwendung möglichst weitgehend objektiver Bezugs- und Vergleichsstandards, Definition jeder Gütekomponente
- Hedonische Prüfung: Beliebtheitsprüfungen, Ermittlung von Verbrauchererwartungen

### 3.7. Tierversuche

VOISIN (1966) definiert die Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel folgendermaßen:

*“Die biologische Qualität stellt die Summe aller in der Pflanze enthaltenen Einzelfaktoren dar, die zum Aufbau und zur Erhaltung des Stoffwechsels desjenigen Lebewesens – sei es Tier oder Mensch – das diese Pflanze verzehrt, beitragen.“*

Oft zeigen sich Auswirkungen von Lebensmittel schlechter biologischer Qualität auf die Gesundheit von Lebewesen erst nach langer Zeit, und dann ist der Zusammenhang von Ursache und Wirkung meist nicht mehr einfach nachzuweisen. AUBERT (1970) bezeichnet die Vitalität von Pflanze und Tier als ein fundamentales Kriterium für biologische Qualität.

Bei Tieren drückt sich diese Vitalität durch hohe Fruchtbarkeit, robuste Gesundheit, durch Langlebigkeit und hohe Produktionsleistungen aus. Als Vitalitätsfaktoren der Pflanzen nennt er Keimfähigkeit, Resistenz gegen Schädlinge und Klimaschwankungen, Ertragshöhe und Haltbarkeit der Produkte.

Durch Tierfütterungsversuche kann der „biologische Wert“, und somit die Rolle der Gesamtheit der Inhaltsstoffe für Bekömmlichkeit und Gesunderhaltung beurteilt werden.

Untersuchungen über Fruchtbarkeitsveränderungen bei Tieren durch Futter aus unterschiedlichen Anbausystemen stellen einen wichtigen Anhaltspunkt dar.

#### 3.7.1. Fütterungsversuche

Erstmals verglich 1926 MCCARRISON mittels Fütterungsversuchen mit Tauben und Ratten die Auswirkungen organischer und mineralischer Düngung auf die ernährungsphysiologische Qualität von Hirse und Weizen. Auf bereits 13 Jahre lang unterschiedlich bewirtschafteten Versuchsflächen des Agricultural College and Research Institute Coimbatore/ Indien wurde das Versuchsgetreide auf benachbarten Parzellen (Mineraldünger: Ammoniumsulfat, Kaliumsulfat und Superphosphat, organischer Dünger: Rindermist) angebaut. In einer ersten Versuchsreihe erhielten Tauben (je 6 adulte Tiere pro Gruppe) geschälten und autoklavierten Reis als Basisfutter und zusätzlich die verschieden gedüngte Hirse. Infolge Mangelernährung (Polyneuritis) verstarben die Versuchstiere beider Versuchsgruppen nach ca. 90 Tagen. McCarrison folgerte aus dem geringeren Gewichtsverlust der mit organisch gedüngter Hirse gefütterten Tauben die Überlegenheit der organischen Düngung.

In der zweiten Versuchsreihe wurde an je 6 junge Albinoratten zusätzlich zu einer Basisdiät Weizenvollkornmehl aus Weizen mit Mineraldüngung und organischer Düngung verfüttert. McCarrison konnte nach 72 Tagen in der Gruppe mit organisch gedüngtem Weizen eine um 22,5% größere Gewichtszunahme als in der mineralisch gedüngten Gruppe feststellen.

1931 berichtete PFEIFFER von Fütterungsversuchen mit weißen Mäusen, die am Goetheanum in Dornach/ Schweiz durchgeführt worden waren. Mineralisch und biologisch-dynamisch gedüngter Weizen der Sorte „Ackermanns Bayrischer Braunweizen“ aus dem gleichen Anbaugbiet wurde in gekochter Form und gemeinsam mit gekochter und 1:2 mit Wasser verdünnter Milch an die Versuchstiere verfüttert. Der Versuch lief über drei Generationen mit insgesamt 164 Tieren. Die Anzahl der bis zur 9. Woche gestorbenen Jungen war in der biologisch-dynamisch gefütterten Gruppe nur halb so groß wie in der Vergleichsgruppe mit mineralisch gedüngtem Weizen.

Die von PFEIFFER und SABARTH (1932) durchgeführten Fütterungsversuche mit Hühnern (Weisse Leghorn) ergaben, dass die mit biologisch gedüngtem Weizen gefütterten Tiere (Gruppe B) eine höhere Legeleistung aufwiesen als die Tiere (Gruppe M), die mineralisch gedüngten Weizen erhielten. Die Legeleistung wurde über 9 Monate lang ermittelt.

1934 wurde der Fütterungsversuch wiederholt (PFEIFFER und SABARTH) und diesmal die Legeleistung über 7 Monate erfasst. Wieder lag die Legeleistung in der biologisch-dynamisch gefütterten Gruppe höher und ebenso das durchschnittliche Eigewicht. Auch zeigte sich, dass die Schlüpftrate in Gruppe B höher war als in Gruppe M.

Ebenso wurden von 1932 bis 1934 Versuche am Veterinär-Physiologischen Institut der Universität Leipzig mit Ratten durchgeführt (SCHEUNERT ET AL. 1934, SCHEUNERT 1935). 28 Monate lang wurden 2 Gruppen von Ratten über 6 Generationen mit Produkten gefüttert, die entweder mineralisch gedüngt (Gruppe MKD) oder mit organischem resp. ohne Dünger (Gruppe OKD) produziert worden waren. Die sehr vielseitige Kost bestand aus Weizen, Hafer, Roggen, und Gerste, Kartoffeln und neun verschiedenen Gemüsearten sowie Rindfleisch Milch und Milchpulver und wurde – mit Ausnahme von Salat und Tomaten – in gekochter Form verabreicht. Die Produkte stammten von mehreren Betrieben, es wurden jedoch keine genauen Angaben über den Düngereinsatz gemacht. Aufgrund der durchgeführten Inhaltsstoffanalysen konnten keine größeren Unterschiede in den Gehalten von Rohprotein, -faser,- fett, -asche, Reineiweiss und N-freien Extraktstoffen festgestellt werden.

Zwei Gruppen mit je 12 jungen Weibchen und 6 Männchen mit gleichem Durchschnittsgewicht stellten die Parentalgeneration dar. Für die ersten vier Paarungen der P-Generation konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen MKD und OKD festgestellt werden. In der letzten Paarung der P-Generation (mit 21 Monaten) konnten jedoch in der Gruppe OKD weniger trächtige Weibchen und eine häufigere und frühere Sterblichkeit beobachtet werden als in der Gruppe MKD. Auch war der Gesundheitszustand der am Versuchsende überlebenden Tiere der Gruppe OKD (1 von noch 6 lebenden) ein schlechterer im Vergleich zu dem der Tiere der Gruppe MKD (6 von 13 noch lebenden Ratten).

In einer Kurzmitteilung wird über einen Fütterungsversuch mit Ratten von MILLER und DEMA (1956) berichtet. Hier wurden verschieden gedüngte Weizenproben miteinander verglichen. Das Getreide stammte aus Anbauversuchen in Rothamstead (GB), das ohne Düngung, mit Mist oder mit Mineraldünger produziert worden war. Verfüttert wurde vollständig ausgemahlene Weizenmehl, das mit  $\text{CaCO}_3$ , NaCl und Vitamin A ergänzt wurde. Laut MILLER und DEMA waren die Tiere, die mit Weizenmehl aus dem Anbauversuch gefüttert worden waren, fähig, sich fortzupflanzen im Vergleich zu den Tieren der Kontrollgruppe, die handelsübliches Weizenmehl erhalten hatten. In den verschiedenen Fütterungsgruppen waren keine unterschiedlichen Reproduktionsleistungen feststellbar.

Auch in den Versuchen von SCOTT ET AL. (1960) wurde Weizen, diesmal an Mäuse, verfüttert. Dieser Weizen stammte aus einem bereits 10-jährigen Versuchsanbau in Haughley (GB), und für die Versuchsdiäten standen die Varianten „mit Mineraldünger“, „organische Düngung“ und eine Kombination „Mineralisch und Organisch“ zur Verfügung. Die Kontrollgruppe erhielt eine handelsübliche Futtermischung. Da die 3 Versuchsgruppen lediglich mit dem unterschiedlich angebauten Weizen gefüttert worden waren, scheinen weder die Ergebnisse des Wachstumsversuches, noch die Paarungsergebnisse, die schlechter als die der Kontrollgruppe ausgefallen waren, aussagekräftig.

Weitere umfangreiche Untersuchungen führte MCSHEEHY (1977) mit Mäusen über 5 Generationen durch. Auch er prüfte die ernährungsphysiologische Qualität verschiedener Weizenproben der Versuchsfarm in Haughley (GB). Seine Versuchsdiäten bestanden hauptsächlich aus Weizenmehl aus den Anbauvarianten „Mineralisch“ (inkl. Pestizidanwendung), „Organisch“ (ohne Pestizide) und die Kombination aus „Mineralisch und Organisch“ (mit sparsamer Pestizidanwendung) und aus Weizen von einem benachbarten, sehr intensiv wirtschaftenden Betrieb. Dem Versuchsfutter wurde noch eine Vitamin- und Mineralstoffmischung zugesetzt. Die Diäten der Tiere der 4. und 5. Generation wurden weiters noch mit Casein versetzt. Parallel dazu wurde eine Versuchsgruppe mit einer Kontrolldiät ernährt.

Die varianzanalytische Auswertung zeigte nur hinsichtlich des Gewichts der Nachkommen signifikante Unterschiede. Zum Zeitpunkt des Absetzens waren die Jungtiere der Gruppe „Mineralisch und Organisch“ schwerer als die der Vergleichsgruppen.

An der Tierärztlichen Hochschule Hannover konnten AEHNELT und HAHN (1962) eine erhebliche Beeinträchtigung der Spermaqualität von Zuchtbullen durch minderwertige Futtermittel feststellen.

In einer weiteren Arbeit (AEHNELT und HAHN, 1965) versuchten sie, die Fruchtbarkeit von Zuchtbullen und die Haltbarkeit des Samens in Beziehung zur Weidedüngung zu setzen. Sie verglichen zwei Besamungsstationen, wobei die Weiden der ersten Station mit leicht löslichem, mineralischem Dünger (je 120 kg N, 60 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 100 kg  $\text{K}_2\text{O}$ ), die Weiden der

zweiten Station mit Kompost, Phosphaten und Kalkdünger gedüngt wurden. Unterschiede zeigten sich in der Spermabeweglichkeit. Nach 4 Tagen wiesen in der ersten Besamungsstation nur mehr 42% der Ejakulate eine normale Mobilität auf, in der zweiten Station hingegen 74%. Da die Versuchstationen in 2 unterschiedlichen Gegenden lagen, könnten auch Standortsunterschiede einen Einfluss auf die Qualität des Futters gehabt haben.

Auch Arbeiten von KONERMANN (1967) und SCHILLER ET AL. 1962, 1967) weisen darauf hin, dass mit fortschreitender Intensivierung der Futtererzeugung in zunehmendem Maße auch Fruchtbarkeits- und Gesundheitsstörungen auftreten. Nach HAHN (1966) sind 20% der Variationen auf umweltbedingte Faktoren zurückzuführen, KONERMANN (1967) macht beim Rind für 40 – 60% die Fütterungsfaktoren für die Variation der Fruchtbarkeit verantwortlich.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden Fütterungsversuche mit Kaninchen durchgeführt (HAHN und AEHNELT, 1973). Genetisch definierte, parasitenfreie Tiere erhielten ca. sechs Wochen lang das zu prüfende Futtermittel. Im ersten Versuch erhielten die Tiere Heu aus einem extensiven und einem biologisch dynamisch wirtschaftenden Betrieb gegenüber Heu aus zwei Intensivbetrieben, im zweiten Versuch wurden unterschiedlich gedüngte Karotten verfüttert. In einer dritten Versuchsreihe wurde Kohlrabi an die Kaninchen verfüttert.

Die Tiere der Gruppe, die intensiv gedüngtes Futter erhalten hatten, zeigten eine Verminderung der Ovargewichte und der Ovulationspunkte, weiters eine Reduktion der gewonnenen Eizellen, der Uterindrüsen je Flächeneinheit und eine Herabsetzung der Lebensfähigkeit kultivierter Eizellen. Die Nebennierengewichte und der Ascorbinsäuregehalt der Nebennieren waren jedoch erhöht. Bei den Kali – Steigerungsversuchen zeigte sich ein Rückgang der Fruchtbarkeit mit steigendem Kaligehalt.

BRAM (1974) verwendete für seine Fütterungsversuche ca. fünf Monate alte Kaninchen und untersuchte den Einfluss von verschiedenen und unterschiedlich hoch gedüngten Futtermitteln auf die Gewichtsentwicklung, die Funktion der Nebennieren sowie auf das Fruchtbarkeitsverhalten von weiblichen Kaninchen. Insgesamt 119 Tiere wurden auf 8 Versuchsgruppen aufgeteilt und erhielten, neben einer Fertigfuttermischung durchschnittlich sechs Wochen lang das zu prüfende Futtermittel.

Im 1.Versuch (Weidefütterungsversuch auf Grünland, 6,5 Wochen lang, Gruppe 1 = biologisch dynamisch, Gruppe 2 = intensiv mineralisch) wurde in beiden Gruppen eine ungestörte Fortpflanzungsfunktion festgestellt, während im 2.Versuch (Weidefütterungsversuch auf Grünland, 8 Wochen lang, Gruppe 1 = biologisch dynamisch, Gruppe 2 = intensiv mineralisch) die Anzahl der Ovulationspunkte und der befruchteten Eizellen sowie die Entwicklung der Eizellen in vitro deutlich herabgesetzt war. Die Ergebnisse des 3.Versuches (Kohlrabi und Fertigfutter, 5 Wochen lang, Gruppe 1 = biologisch dynamisch, Gruppe 2 = intensiv mineralisch) zeigten, dass mit steigender

Düngung im Kohlrabi Veränderungen auftreten können, die zu einer Herabsetzung der Nebennieren- und Fortpflanzungsfunktion beim Kaninchen führen. In den Versuchen Nummer 4 (Karotten und Fertigfutter, 7 Wochen lang, Gruppe 1 = biologisch dynamisch, Gruppe 2 = intensiv mineralisch), Nummer 5 (Karotten und Fertigfutter, 7 Wochen lang, Gruppe 1 = biologisch dynamisch, Gruppe 2 = ohne N-Düngung, Gruppe 3 = N-Düngung 225 kg/ha) und Nummer 6 (Karotten und Fertigfutter, 5 Wochen lang, Gruppe 1 = biologisch dynamisch, Gruppe 2 = N-Düngung 150 kg/ha), zeigten sich in der Gruppe mit biologisch dynamisch angebautem Futter bessere Gewichtsentwicklung und höhere Endgewichte der Tiere. Der Versuch 7 (Kohl und Fertigfutter, 7 Wochen lang, Gruppe 1 = biologisch dynamisch, Gruppe 2 = intensiv mineralisch) ergab sowohl signifikant höhere Gewichtszunahmen als auch eine bessere Entwicklungsfähigkeit der Eizellen in vitro bei den Tieren mit biologisch dynamisch angebautem Futter. Im Versuch 8a (Heupellets ohne Zusatz, 4 Wochen lang, Gruppe 1 = organisch biologisch, Gruppe 2 = Gülle, 200hl/ha) und im Versuch 8 b (Heupellets mit Melasse- und Sojazusatz, 4 Wochen lang, Gruppe 3 = Gülle 50 hl/ha, Gruppe 4 = Gülle, 200hl/ha) konnte die Tendenz festgestellt werden, dass die Anzahl der Ovulationspunkte der befruchteten Eizellen und die Entwicklungsfähigkeit der Eizellen in vitro von Gruppe 1 zu Gruppe 4 hin abnahmen.

In den o.a. Fütterungsversuchen wurde vorrangig Weizen, der mit Mineralstoffen und Vitaminmischungen angereichert worden war und aus verschiedenen Anbausystemen stammte an verschiedenste Versuchstiere verfüttert. In einer Reihe von weiteren Fütterungsversuchen (s.o.) wurde Heu und Gemüse (Karotten, Kohlrabi) über kurze Zeit an Kaninchen verabreicht und anschließend wurden eine Vielzahl von Fruchtbarkeitsmerkmalen ermittelt. DIEHL und WEDLER (1977) kritisierten diese Experimente, denn ihrer Meinung nach ...“wäre es überzeugender gewesen, die Tiere werfen zu lassen und die Aufzuchtleistung abzuwarten, als durch Eileiterspülungen Eizellen zu gewinnen und diese in vitro zu kultivieren“.

GOTTSCHESKI (1975) überprüfte die Qualität biologisch und konventionell produzierter Nahrungsmittel mittels eines Kaninchen-Fütterungsversuches, in dem Fertilität und Aufzuchterfolge der Versuchstiere verglichen wurden. Die Experimente liefen über 5 Jahre, wobei die Tiere in 3 Versuchsgruppen (Gruppe 1 = Pellet-Standardfutter, Gruppe 2 = normales Marktfutter, Qualität Ia und Gruppe 3 = „rückstandsfreies“ Futter aus organisch biologischem und biologisch dynamischem Anbau)

Beide Frischfutter-Sorten bestanden aus Rüben, Karotten, Hafer, Weizen und Heu in gleicher Zusammensetzung. Folgende Parameter wurden regelmäßig ermittelt: notwendige Belegungen/ Wurf, Anzahl totgeborener Junger perinatal, Anzahl gestorbener Jungtiere bis

zum 60. Tag postnatal, Anzahl Junge/ Wurf und Anzahl lebende Junge älter als 60 bzw. 90 Tage/ Wurf. In der konventionell gefütterten Gruppe lag der Anteil fertiler Weibchen und die Anzahl der Jungen/ Wurf höher als in der biologisch gefütterten Gruppe, jedoch lag der Anteil lebend geborener Junge höher und die postnatale Sterblichkeitsrate der Jungtiere in der biologischen Gruppe niedriger. Die Auswertung eines Zwischenversuches mit ca. 100 Häsinnen, der sich über 90 Tage postnatal ausdehnte, verdeutlichte die Unterschiede: das Futter aus biologischem Anbau erwies sich als signifikant günstiger im Vergleich zu konventionellem und Standard-Pelletfutter, sowohl bezüglich der lebendgeborenen Kaninchen als auch in Bezug auf die Sterblichkeit.

Der von EDELMÜLLER, 1984 durchgeführte Kaninchenversuch erstreckte sich über 3 Generationen. Gerste, Hafer, Weizen, Weizenkleie, Kartoffeln, Karotten, Futterrüben, Rote Rüben und Heu aus biologischem und konventionellem Anbau standen als Futtermittel zur Verfügung. Auch hier wurden Auswirkungen der unterschiedlich angebauten Produkte auf Fertilität und Aufzuchtleistung der Kaninchen (Blaue Wiener) untersucht. Die Auswertung der Fruchtbarkeitsparameter ergab für die biologisch gefütterte Gruppe folgende statistisch signifikanten Unterschiede: eine niedrigere Anzahl an Deckungen, eine höhere Gesamtanzahl Jungtiere bei Geburt und am Absetztag, eine niedrigere Anzahl perinatal toter Junger und geringere Aufzuchtverluste. Weiters konnten in beiden Gruppen auf den Kotproben der Tiere unterschiedliche Dungpilzpopulationen festgestellt werden.

1984 wurden von PLOCHBERGER in einem Fütterungsversuch mit Hühnern (Rhodeländer) die gleichen Futtermitteln wie im Kaninchenversuch von EDELMÜLLER verwendet. Der Versuch erstreckte sich über 2 Generationen. Hinsichtlich der Schlüpftrate und der Gewichtsentwicklung der Tiere konnten keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden. Die Eiuntersuchungen ergaben ein signifikant höheres Eigewicht und Dottergewicht in der biologisch gefütterten Gruppe, hingegen wiesen die Eier der konventionellen Gruppe ein signifikant höheres Eiklargewicht auf. In beiden Generationen erkrankten die Jungtiere beider Gruppen an Kokzidiose und wurden medikamentös behandelt. Bei den Tieren der biologisch gefütterten Gruppe konnte nach der Behandlung eine raschere Rekonvaleszenz und schnellere Gewichtszunahme festgestellt werden. Wie im Kaninchenversuch zeigten sich auch auf den Kotproben der unterschiedlich gefütterten Hühner Populationen verschiedenster Dungpilze (v.a. Zygomyceten und Aspergillus sp.), wobei in der biologischen Gruppe eine wesentlich stärkere Verpilzung als in der konventionellen beobachtet wurde.

Ein weiterer Fütterungsversuch wurde an der Universität Bonn von STAIGER (1986) angelegt. Der Einfluss von biologisch-dynamischem Futter gegenüber konventionellem wurde auf die Fruchtbarkeit, Gesundheit und Fleischqualität über 3 Generationen beim Kaninchen geprüft. Es ergaben sich signifikante Unterschiede für die Trächtigkeitsrate, bezüglich der Anzahl Embryonen pro Häsinn und bei der Anzahl geborener Jungtiere pro Wurf

zugunsten der biologisch gefütterten Gruppe. Hinsichtlich der Fleischqualität (Aminosäureprofil) wurden keine Unterschiede gefunden.

Von VELIMIROV ET. AL. (1992) wurden Fütterungsversuche mit Laborratten (Long Evans) durchgeführt. Dieser Versuchsansatz unterschied sich von früheren Untersuchungen zu diesem Thema dadurch, dass das Futter aufgrund 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.

Je 20 Weibchen und Männchen pro Gruppe und Generation (Gruppe A = biologisches Futter, Gruppe B = konventionelles Futter) wurden in einem klimatisierten Raum bei 22°C und 55% rel. Luftfeuchtigkeit gehalten. Die Trockenfuttermittel (Gerste, getoastetes Soja, Erbse und Hafer, jeweils biologisch und konventionell angebaut) wurden gemahlen und zu Pellets gepresst. Frischfutter (biologische und konventionelle Karotten und Futterrüben) wurde täglich eingewogen.

Die Untersuchungen von 3 Generationen mit jeweils 2 Würfen/ Weibchen erbrachten folgende Ergebnisse für die biologisch ernährten Tiere: weniger totgeborene Junge bei den ersten Würfen, Tendenz zu höheren Durchschnittsgewichten, bessere Aufzuchterfolge und eine größere Gewichtszunahme der Weibchen nach der Geburt und während der Säugeperiode.

### 3.7.2. Futterwahlversuche

Am Ludwig Boltzmann Institut für Biologischen Landbau und Angewandte Ökologie werden seit 1984 eine Reihe von Futterwahlversuchen mit verschiedenen Versuchstieren durchgeführt. Die Testprodukte - jeweils von derselben Sorte - stammen von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben derselben Gegend, werden zum selben Zeitpunkt geerntet und unter gleichen Bedingungen gelagert. Über einen bestimmten Zeitraum hinweg erhalten die Tiere täglich eine definierte Menge an Testprodukten. Nach 24 Stunden werden die Futterreste gewogen um den Verzehr festzustellen, und frische Produkte werden nachgefüllt. Um den unterschiedlichen Wasserverlust der Produkte innerhalb von 24 Stunden zu berücksichtigen, werden bei jedem Versuch zusätzlich Kontrollproben angesetzt. Außerdem werden die Markierungen an den Produkten, bzw. die Futterpositionen täglich getauscht, um eine Gewöhnung der Tiere an eine bestimmte Position auszuschließen.

Während den Versuchsreihen erhalten die Tiere weiterhin ihre Basisdiät, um Mangelerscheinungen zu vermeiden.

EDELMÜLLER (1984) verwendete Gerste, gekochte Kartoffeln und Futterrüben aus biologischem und konventionellem Anbau für Futterwahlversuche mit Kaninchen (*Blaue Wiener*). Die Tiere stammten aus vorab durchgeführten Fütterungsversuchen, wobei eine Gruppe mit biologischem, die andere Gruppe mit konventionellem Futter ernährt worden war. Die konventionell gefütterten Tiere bevorzugten signifikant die biologischen Produkte, während in der biologisch gefütterten Gruppe dies nur für Gerste zutraf. Bei "biologischen" Kartoffeln und Futterrüben konnte eine Tendenz zur Präferenz festgestellt werden.

Ein weiterer Futterwahlversuch mit 20 biologisch und 20 konventionell gefütterten Hühnern (*Rhodeländer*) zeigte, dass beide Gruppen signifikant die biologischen Futterrüben bevorzugten (PLOCHBERGER, 1989).

Seit 1988 wurden Laborratten (*Long Evans*) als Testtiere für Futterwahlversuche eingesetzt. Ratten eignen sich außerordentlich gut für Futterwahlversuche, da sie omnivor sind und daher die Auswahl der Testprodukte nicht eingeschränkt ist. Eine Vielzahl von Untersuchungen mit Laborratten im Zusammenhang mit der Austestung lebensnotwendiger bzw. lebensgefährdender Inhaltsstoffe basieren auf dieser Methodik und zeigen ihre Effektivität.

Aufgrund von früheren Versuchen mit verschiedenen Brotsorten konnte gezeigt werden, daß die Tiere Weizen dem Roggen vorziehen. In einem dieser Brotversuche demonstrierten Ratten ihre Fähigkeit, schädliche Proben zu erkennen: eine Brotprobe mit 3,5% Mutterkorn wurde konsequent gemieden (PLOCHBERGER und VELIMIROV, 1992a). Das Brotgetreide stammte aus konventionellem Anbau, war aber mit unterschiedlichen Zusätzen versehen, um so die Empfindlichkeit und Eignung von Laborratten für Futterwahlversuche grundsätzlich zu testen.

Eine Versuchsreihe mit Futterrüben von mehreren Ernten wurde durchgeführt. Wie in den Versuchen mit Kaninchen und Hühnern, standen auch hier 2 unterschiedlich gefütterte Gruppen zur Verfügung.

In den ersten beiden Versuchen wurden Rüben an Ratten der 3. (Anfang der Lagerzeit) und 4. Generation (Ende der Lagerzeit) verfüttert. Im dritten Versuch mit Laborratten der 5. Generation wurden Futterrüben der Sorte "*Burgund*" verwendet. In allen Versuchen konnte eine Präferenz für die biologisch angebauten Produkte nachgewiesen werden (PLOCHBERGER und VELIMIROV, 1992b).

In einem Blindversuch - Teil eines Ringversuches - mit Ratten der 6. Generation wurden Weizen und Roggen ausgetestet. Von den beiden Weizenproben (Düngung: Variante A = 140 kg N/ha / Variante B = 0 kg N/ha Düngung) wurde die ungedüngte Probe bevorzugt. Der Versuch mit Roggen (Variante A: mit Herbizid / Variante B: ohne Herbizid) ergab keine Bevorzugung.

In Kooperation mit dem Schweizer Forschungsinstitut für Biologischen Landbau in Oberwil wurden Rote Rüben aus dem Anbaujahr 1991 mittels Futterwahlversuch gegeneinander ausgetestet. Die Produkte stammten aus dem DOK – Versuch, einem Langzeit - Parzellenversuch mit biologisch-dynamischer, biologisch-organischer und konventioneller Variante. Zwei Testreihen (Blindversuche), in denen sowohl Produktstücke als auch unverdünnte Produktsäfte verwendet wurden, zeigten dieselbe Tendenz. In beiden Fällen wurde die organische Variante gegenüber der biologisch-dynamischen und konventionellen signifikant bevorzugt (MÄDER ET AL., 1993).

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Obst- und Gartenbau der Universität für Bodenkultur wurden verschiedenste Untersuchungen (Futterwahlversuch, Verkostungstest, Selbstzersetzungstest, Rundbildchromatographie, Vitamin-C-Bestimmung und P-Wert-Messung) an biologisch und konventionell erzeugten Äpfeln (*Golden Delicious*) aus der Oststeiermark durchgeführt. Im Futterwahlversuch bevorzugten die Laborratten signifikant die biologische Variante. Weiters wiesen - bis auf den P-Wert - alle anderen Ergebnisse ebenfalls auf eine bessere Qualität der biologisch angebauten Äpfel hin (VELIMIROV ET AL., 1995).

## 4. FREMD- UND SCHADSTOFFE IN LEBENSMITTELN

Die chemische Belastung der Umwelt über Emissionen aus Industrie und Haushalten, ein breiter Einsatz von Agrochemikalien und Futtermittelzusatzstoffen in der Landwirtschaft und veränderte Produktionsprozesse in der Lebensmittelindustrie bedingen im Zusammenhang mit einer verbesserten, chemischen Spurenanalytik eine steigende Anzahl von in Lebensmitteln identifizierbaren Fremdstoffen, die in Bezug auf ihren Schadstoffcharakter toxikologisch und umweltmedizinisch bewertet werden müssen. Es können dabei mehrere Gruppen von Fremd- bzw. Schadstoffen in Lebensmitteln unterschieden werden: biogene Stoffe, mikrobielle Kontaminanten, Rückstände, anthropogene Kontaminanten, Zusatzstoffe und Reaktionsprodukte (MERSCH-SUNDERMANN und KEVEKORDES, 1998).

### - Biogene Stoffe:

Hierbei handelt es sich um Stoffe – toxische sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, wie z.B. Solanine in Nachtschattengewächsen oder Saponine in Leguminosen - die während des Wachstums einer Pflanze gebildet werden. Dem gegenüber stehen protektive Wirkungen gesundheitsfördernder sekundärer Pflanzenstoffe (siehe 3.1.1.: Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe).

### - Mikrobielle Kontaminanten:

Dies sind Stoffe, die bei Wachstum, Transport, Verarbeitung, Lagerung oder nach Zubereitung bei der Aufbewahrung durch mikrobielle Besiedelung in Lebensmitteln gebildet werden. Die Verunreinigungen können durch Schimmelpilze, bakterielle Neurotoxine, Enterotoxine u.a.m. hervorgerufen werden.

### - Rückstände:

Sie werden durch Stoffe verursacht, die in der Landwirtschaft und in der Viehzucht eingesetzt werden und von denen Restmengen und/ oder Metaboliten in Lebensmitteln verbleiben. Eine toxikologische Bewertung von Pestizidrückständen in Lebensmitteln ist auf Grund mangelhafter Datenverfügbarkeit und vielfacher Kombinationsmöglichkeiten nicht möglich. Epidemiologische Studien, ausser Studien zur akuten Toxizität von Pestiziden bei Produzenten und Anwendern, wurden bislang nicht durchgeführt. Auch fehlen Evaluationen des kanzerogenen Risikos durch Aufnahme von Rückstandsgemischen über Lebensmittel und Untersuchungen möglicher Einflüsse auf Reproduktion, Endokrines System, Immun- und Nervensystem. Eine Reihe von Pestiziden und deren Abbauprodukte gehört zu den ca. 150 Stoffen, die bis jetzt als endokrin wirksam erkannt worden sind. Xeno-Hormone stehen im Verdacht, Fruchtbarkeitsstörungen bei Mensch und Tier zu verursachen

In einer Kurzmitteilung in *The Lancet* berichteten ABELL ET AL. (1994) über die Spermaqualität von 30 Männern (Mitglieder einer Bioorganisation verglichen mit Fabrikarbeitern). Sie fanden signifikante Unterschiede in der Spermienkonzentration, die bei den Männern der Bioorganisation doppelt so hoch war.

Auch OSTERGAARD und CARLSEN (1994) untersuchten die Spermaqualität von 31 Männern, die sich vorwiegend mit biologischen Produkten ernähren und von 141 Männern mit vorwiegend konventioneller Ernährung. Die biologisch ernährten Männer wiesen zwar eine höhere Spermienkonzentration und eine höhere Anzahl an Spermien auf, die Ergebnisse waren aber aufgrund der zu geringen Stichprobenzahl nicht signifikant.

SCHULTES und SAINZ (1996) berichteten über den Einfluss von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln auf die männliche Fertilität bei Obst- und Weinbauern. 164 Wein- und Obstbauern wurden in die Studie aufgenommen. Die Kontrollgruppe bestand aus 171 Männern der gleichen ländlichen Region (34 davon biologisch wirtschaftende Bauern). SCHULTES und SAINZ fanden eine Reduktion der Dichte und der Morphologie der Spermien in der Probandengruppe, jedoch keine Signifikanz gegenüber der Kontrollgruppe. Die Motilitätsparameter zeigten hingegen signifikante Unterschiede im Volumen, in der Lateral Head Bewegung und in der Progression.

In Lebensmitteln tierischer Herkunft spielen Pestizid- und Düngemittelrückstände eine untergeordnete Rolle, bedeutsamer sind Rückstände von Futtermittelzusatzstoffen und Arzneimittel. Eingesetzt werden heute neben Antibiotika auch Antiparasitika und Coccidiostatika, Psychopharmaka, synthetische Wachstumsförderer und illegalerweise Sexualhormone. Alle in der Tierzucht eingesetzten Arzneimittel besitzen in der Regel auch beim Menschen biologische Wirksamkeit, und Rückstände in tierischen Lebensmitteln müssen daher kritisch bewertet werden.

Als Beispiel sei hier Diethylstilbestrol (DES), ein synthetisches Östrogen, genannt, das einer großen Anzahl von schwangeren Frauen von den 40er bis zu den 70er Jahren verabreicht wurde, in der falschen Annahme dadurch Fehlgeburten zu verhindern, führte zu einer Zunahme von Brust- und Hodenkrebs sowie von angeborenen Entwicklungsstörungen in der nächsten Generation. Dieses synthetische Östrogen wurde auch als Futterzusatz in der Rindermast und zur hormonellen Kastration von Geflügel eingesetzt. Nach Häufung nicht zu akzeptierender Rückstandsmengen im Fleisch so behandelte Tiere wurde in den USA 1959 die Anwendung in der Geflügelproduktion und 20 Jahre später in der Rindermast verboten. In der Europäischen Gemeinschaft wurde die Vermarktung von DES zur Anwendung in der Tierproduktion 1981 untersagt (PAGE, 1991).

Von Bedeutung ist der breite Einsatz von Antibiotika in der Viehwirtschaft, da hierdurch Resistenzen (fakultativ) pathogener Mikroorganismen gegenüber strukturverwandten Antibiotika entstehen, die in der Humanmedizin verwendet werden (HELMUTH ET AL., 1997).

- Kontaminanten:

Verunreinigungen anthropogenen Ursprungs sind Emissionen aus Haushalten, Verkehr, Industrie, Deponien und aus der Landwirtschaft. Sie zeichnen sich durch ihre hohe Umweltstabilität (Persistenz) und ihre Fettlöslichkeit aus und akkumulieren in Fleisch, Fisch, Milch und tierischen Fetten in vergleichsweise hohen Konzentrationen. Der Mensch als Endglied der Nahrungskette kann somit, in Abhängigkeit der Ernährungsweise und der Lebensmittelqualität, mit persistenten und lipophilen Substanzen belastet werden.

Neben den chlororganischen Verbindungen werden als weitere Kontaminanten Metalle (z.B. Pb, Cd, Hg) nachgewiesen

- Lebensmittelzusatzstoffe:

Hierbei handelt es sich um Stoffe, die Lebensmitteln zur Beeinflussung ihrer Beschaffenheit oder zur Erzielung bestimmter Eigenschaften oder Wirkungen zugesetzt werden (Haltbarkeit, Farbe, Konsistenz, Geschmack, Geruch). Mit Ausnahme der Konservierungsstoffe, die Schutz vor mikrobieller Besiedelung bieten, besitzen die meisten Zusatzstoffe ökonomische und psychologische Relevanz und werden in vergleichsweise relativ großen Mengen mit den Lebensmitteln verzehrt.

Seit 1997 sind in der EU 296 Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen und kennzeichnungspflichtig (E-Nummern). Des Weiteren existiert eine große Zahl von Additiven, die nur als Gruppe oder überhaupt nicht deklariert werden muss. Dies sind mehrere tausend Aromastoffe und werden als *synthetische*, *naturidentische* oder *natürliche* Aromen gekennzeichnet. Nicht deklarationspflichtig sind Zusätze ohne technologische Wirkung im Endprodukt (Enzyme, Backtriebmittel etc.), Modifizierungen von Stärke, Zusatzstoffe in sehr kleinen Verpackungen und Zusätze in Kondensmilch und Trockenmilcherzeugnissen, in Kakao, Schokolade und Pralinen sowie gentechnologisch erzeugte Zusatzstoffe.

Nicht alle Zusatzstoffe sind, obwohl toxikologisch geprüft, gesundheitlich unbedenklich. Einige Farb- und Konservierungsstoffe können Lebensmittelallergien oder Unverträglichkeiten hervorrufen (JÄGER und WÜTHRICH, 1997). Zuckerersatzstoffe (Cyclamat, Saccharin), die in Light-Produkten zum Süßen verwendet werden, zeigten sich im Tierversuch als mutagen und reproduktions- und embryotoxisch, und für sie wurden relativ niedrige ADI-Werte festgelegt. Diese können jedoch schon häufig bei den üblicherweise konsumierten Mengen an Light- und Convenience-Produkten überschritten werden.

Im Biologischen Landbau ist nur eine eingeschränkte Anzahl (ca. 35) an Zusatzstoffen erlaubt.

Nach MERSCH-SUNDERMANN (1989) müssen zur Abschätzung eines gesundheitlichen Risikos durch Fremd- und Schadstoffe folgende Faktoren berücksichtigt werden:

1. akute Toxizität (Wirkung bei einmaliger Aufnahme)
2. chronische Toxizität (Wirkung akut subtoxischer Dosen bei Aufnahme eines Stoffes über längeren Zeitraum bzw. über das gesamte Leben)
3. Kombinationseffekte (Abschwächung oder Verstärkung toxischer Effekte durch Einwirkung verschiedener Stoffe)
4. Wirkungen im Niedrigdosisbereich (Wirkungen sehr kleiner Dosen von Stoffen, die z.B. bei schwellenwertlosen Prozessen wie Mutagenese, Kanzerogenese oder Genotoxizität eine Rolle spielen können)
5. Effekte auf schwer erfassbare, biologische Endpunkte (Wirkungen, für die bisher keine validen Screeningverfahren existieren oder komplexe Effekte, die nur über multikausale Beziehungsgefüge zu erklären sind, wie z.B. Kanzerogenität, Teratogenität, Neuro-, Immun- und Reproduktionstoxizität)
6. systemvermittelte, indirekte Wirkungen (biologische Effekte, die durch Veränderungen von Systemkomponenten auf den Menschen rückwirken können)

Für relevante biogene Stoffe sowie für die meisten anthropogenen Rückstände und Kontaminanten wurden gesetzliche Höchstmengen für Lebensmittel oder –gruppen festgelegt, um die Konsumenten/innen vor möglichen Auswirkungen zu schützen. Diese Höchstmengen basieren auf toxikologischen Untersuchungen des Einzelstoffes (NO(A)EL-Wert = no observed (adverse) effect level). Der ADI-Wert (= acceptable daily intake) wird aus dem NO(A)EL-Wert errechnet und mit einem Sicherheitsfaktor versehen.

Dieses Modell der gesetzlich festgelegten Höchstmengen ist jedoch mangelhaft, da individuelle und/ oder einseitige Ernährungsgewohnheiten (z.B. Vegetarismus, fettreiche Überernährung, überwiegender Verzehr von Convenience- und Light-Produkten) nicht berücksichtigt werden.

Auch individuelle Empfindlichkeiten gegenüber spezifischen Fremd- oder Schadstoffen bleiben unberücksichtigt. So sind Beziehungen von Kontaminanten, Rückständen und Zusatzstoffen zu Syndromkomplexen wie MCS (multiple Chemikaliensensitivität) noch weitgehend ungeklärt.

Auch bleiben Anreicherungen von Rückständen im menschlichen Organismus unberücksichtigt.

1986 analysierten französische Wissenschaftler Proben von Muttermilch und fanden niederschmetternde Ergebnisse: die von der WHO oder nationalen Gesundheitsbehörden aufgestellten Grenzwerte für chlorierte Kohlenwasserstoffe wurden im Mittel klar

überschritten. Weiters konnten sie aber aufzeigen, dass die Milch von Frauen, die über 80% ihrer Nahrungsmittel aus biologischer Landwirtschaft konsumierten, deutlich weniger belastet war (AUBERT, 1987).

Auch werden Synergismen und Antagonismen von Fremd- und Schadstoffen nicht berücksichtigt und es existieren bislang nur wenige Studien, in denen die Relevanz von Kombinationswirkungen deutlich wird.

## 5. FOLGERUNGEN

In den hier ausgewerteten und vorgestellten Arbeiten kommen zahlreiche Autoren zu dem Schluss, dass biologisch angebaute Produkte günstigere Werte, vor allem bei Trockensubstanzgehalten, Nitrat- und Vitamingehalten aufweisen.

Es gibt auch eine Reihe von Untersuchungen, die ganzheitliche Methoden zur Bewertung der Qualität anwenden, wobei mit Hilfe der bildschaffenden Methoden immer eine Differenzierung der unterschiedlichen Anbausysteme gelang. In einer Zahl von Futterwahlversuchen bevorzugten Versuchstiere Produkte aus biologischem Anbau und aus den jüngeren Tierfütterungsversuchen konnten positive Aspekte des biologisch angebauten Futters auf Fertilität und Gesundheit ermittelt werden.

Mit den derzeit zur Verfügung stehenden Methoden konnte gezeigt werden, dass die biologische Bewirtschaftungsweise bei deutlich geringerem Hilfsmittleinsatz zumindest gleichwertige, wenn nicht sogar günstigere Produktqualitäten erreicht.

Lebensmittel aus biologischem Landbau verbrauchen 2/3 weniger Primärenergie als solche aus konventioneller Landwirtschaft, erzeugen nur halb so viele klimaschädliche Treibhausgase (BUND, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, und MISEREOR, 1997) und verbrauchen auch weniger Rohstoffe bei ihrer Produktion. Die Belastung der Böden sowie des Oberflächen- und Grundwassers ist rückläufig, ebenso die Bodenerosion.

Natürliche Kreisläufe und artgerechte Tierhaltung und -ernährung werden im biologischen Landbau gefördert.

Problematische Technologien wie Gentechnik und Bestrahlung von Lebensmitteln sind im biologischen Landbau nicht zulässig, die Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen ist stark eingeschränkt. Da im Biologischen Landbau keine Pestizide und Mineraldünger eingesetzt werden, kann hier mit geringeren Rückständen gerechnet werden.

Weiters zeichnen sich viele biologisch angebauten Produkte durch einen intensiveren Geschmack aus.

Generell besteht noch großer Forschungsbedarf, vor allem in Richtung Ernährungsversuche. Auch auf dem Gebiet der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe steht man erst am Anfang, es gilt zu prüfen, inwieweit sich biologische Produkte in ihren Gehalten und Zusammensetzungen an bioaktiven Substanzen im Vergleich zu konventionellen unterscheiden.

Bereits vor mehr als 50 Jahren hat KOLLATH (1997) von der Bedeutung einer gesunden Ernährung gesprochen und meinte:

„Lasst unsere Nahrung so natürlich wie möglich!“

## 6. LITERATURVERZEICHNIS

- ABELE, U. (1987):** Produktqualität und Düngung - mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. Angewandte Wissenschaft, Heft 345, Landwirtschaftsverlag Münster Hilstrup
- ABELL, A., ERNST, E., BONDE, J. P. (1994):** High sperm density among members of organic farmers association. *The Lancet* 343 (11), 1498
- AEHNELT, E., HAHN, J. (1962):** Zur Schwankung der Spermaqualität bei Besamungsbullen unter besonderer Berücksichtigung von Umweltbelastungen. *Züchtungskunde* 34, pp. 63-72
- AEHNELT, E., HAHN, J. (1965):** Beobachtungen über die Fruchtbarkeit von Besamungsbullen bei unterschiedlicher Grünlandbewirtschaftung. In: Tüxen, R.: Experimentelle Pflanzensoziologie (Bericht über das Internat. Symposium in Rinteln), pp. 117-127. Verlag Dr. W. Junk, N.V. – Den Haag 1969
- 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. (1991):** Aspekte zum Nachernteverhalten und zur Lagerungseignung. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): *Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte* 66, 2. Auflage, pp.113-146, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- AHRENS, E. ET AL. (1983):** Significance of fertilization for post-harvest conditions of vegetables, especially spinach. In: *Environmentally sound agric.* W. Lockeretz (ed.), pp. 229-246, Praeger Publ., New York
- ALFÖLDI, T., MÄDER, P., NIGGLI, U., SPIESS, E., DUBOIS, D., BESSON J.-M. (1996):** Quality investigations in the long-term DOC-trial. In: J. Raupp (ed.): *Quality of plant products grown with manure fertilization. Fertilization systems in organic farming. Proceedings of the fourth meeting in Juva, Finland.* Publications of the Institute for biodynamic research, Darmstadt, vol. 9, pp. 34-43
- AMES, B. N., PROFET, M., GOLD, L. S. (1990):** Dietary pesticides (99,99% all natural). *Proc. Natl. Acad. Sci.USA* 87, 7777-81
- 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
- AUBERT, C. (1981):** *Organischer Landbau.* Ulmer Fachbuch, Stuttgart
- BALZER-GRAF, U. R., BALZER, F. M. (1991):** Steigbild und Kupferkristallisation - Spiegel der Vitalaktivität von Lebensmitteln. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): *Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte* 66, 2. Auflage, pp.163-210, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- BALZER-GRAF, U. R. (1995):** Vitalqualität von Nahrungsmitteln. *Ökologie und Landbau*, 2, p. 60

- BRAM, L. (1974):** Über den Einfluss von Fütterungsfaktoren auf den Ascorbinsäuregehalt und den histologischen Aufbau der Nebennieren von weiblichen Kaninchen unter besonderer Berücksichtigung der Beziehung zwischen Nebennierenfunktion und Fruchtbarkeit. Dissertation, Tierärztliche Hochschule, Hannover
- 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
- BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz) und MISEREOR (Hrsg.), (1997):** Zukunftsfähiges Deutschland – ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. 4. Aufl., Birkhäuser Verlag, Berlin
- CHABOUSSOU, F. (1987):** Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung. Alternative Konzepte 60, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- CHWIROT, W. B. (1986):** J. Plant Physiol. 122, 81
- DIEHL, J.F., WEDLER, A. (1978):** Konventioneller und alternativer Landbau - Vergleichende Untersuchungen über die Qualität der Ernteprodukte. Angewandte Wissenschaft 206, pp.151-248
- EDELMÜLLER, I. (1984):** Untersuchungen zur Qualitätserfassung von Produkten aus unterschiedlichen Anbausystemen (biologisch-dynamisch bzw. konventionell) mittels Fütterungsversuchen an Kaninchen. Dissertation, Universität Wien
- ERBERSDOBLER, H. (1983):** Wertbestimmende Nährstoffe in Lebensmitteln und ihre Beurteilung. Ern. Umsch. 30, pp. 259-264
- FRICKER, A. (1974):** Bedeutung der sensorischen und ernährungsphysiologischen Qualität von Obst und Gemüse. Landw. Forsch. Sonderheft 30/ I, pp. 40-49
- FRITZ, D., KÄPPEL, R., WEICHMANN, J. (1978):** Einfluss des Anbaues auf Lagereignung und Lagerverhalten von Obst und Gemüse. Ernährungsumschau 25, pp. 78-84
- GRANSTEDT, A., KJELLENBERG, L., ROINILA, P. (1997):** Long-term field experiment in Sweden: Effects of organic and inorganic fertilizers on soil fertility and crop quality. In: W. Lockeretz (ed.): Proceedings of the International Conference on Agricultural Production and Nutrition in Boston, Massachusetts
- 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
- GRÖSCHNER, D., OSTERLOH, A. (1975):** Lagerung von Obst und Gemüse . Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- HAHN, J. (1966):** Untersuchungen zur Fruchtbarkeitsvererbung beim Rind. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Habil.-schrift
- HAURI, U. (1995):** Weizen biologisch oder konventionell erzeugt? Bio-land 6, p.29

- HELMUTH, R., SCHROETER, A., PROTZ, D. (1997):** Resistenzen durch die Anwendung von Tierarzneimitteln und Futterzusatzstoffen. Bundesgesundheitsblatt 11, pp. 428-431
- HERMANN-SELLEN, M. (1989):** Chemisch-physiologische Kennwerte und Lagerverhalten von organisch und mineralisch gedüngter Roter Bete eines Feldversuchs.  
Dissertation, Universität Giessen
- HOFFMANN, M. (1987 a):** Physiologische und biophysikalische Untersuchungen an Produkten unterschiedlicher Anbauformen und -intensitäten. In: Materialien und Berichte Nr. 60 (Landbaumethoden und Nahrungsqualität) der Akademie für politische Bildung, Tutzing
- HOFFMANN, M. (1987 b):** Lebensmittelqualität – Lebensqualität, eine ganzheitliche Betrachtung. In: Ganzheitsmedizin (1), 12
- HOFFMANN, M. (1991):** Elektrochemische Merkmale zur Differenzierung von Lebensmitteln. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, 2. Auflage, pp.67-86, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- JÄGER, L., WÜTHRICH, B. (1997):** Lebensmittelallergien und -unverträglichkeiten.  
G. Fischer, Stuttgart
- KOERBER K. von, MÄNNLE, T., LEITZMANN, C. (1987):** Vollwert-Ernährung. Haug Verl. Heidelberg, 5. Aufl., 239p
- KOERBER K. von, KRETSCHMER, J. (1999):** Wie zukunftsfähig ist unser Ernährungsstil?  
Lebendige Erde 4/ 99, pp 24-28
- KOLBE, H., MEINEKE, S. UND ZHANG, W.-H. (1995):** Differences in organic and mineral fertilization on potato tuber yield and chemical composition compared to model calculations.  
Agribiol. Res. 48, pp. 63-73
- KOLLATH, W. (1997):** Die Ordnung unserer Nahrung. 12. Auflage, Haug, Heidelberg
- KONERMANN, H. (1967):** Untersuchungen über die Herdensterilität des Rindes unter Berücksichtigung der Zusammenhänge Boden-Pflanze-Tier. Verlag M. und H. Schaper, Hannover
- KOPP, H. J. (1993):** Untersuchungen an ökologisch und konventionell erzeugtem Gemüse mittels Hochleistungsanalysemethoden. Dissertation, Universität Hohenheim
- LAUX, P. (1987):** Die Lagerfähigkeit pflanzlicher Produkte in Beziehung zu biochemischen, chemischen und physikalischen Parametern unter experimenteller Berücksichtigung von Schnelltestverfahren. Diplomarbeit, Universität Giessen (unpubl.)
- LEITZMANN, C., SICHERT, W. (1984):** Kriterien ernährungsphysiologischer Qualität unserer Lebensmittel. Ärztezeitschr. für Naturheilverfahren 25, pp. 185-190

- LEITZMANN, C., SICHERT-OEVERMANN, W. (1991):** Lebensmittelqualität und Lebensmittelwahl nach Wertstufen (Verbrauchergerechte Empfehlungen für eine zeitgemäße Lebensmittelwahl). In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, 2. Auflage, pp. 45-66, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- LE MARCHAND, L., YOSHIZAWA, C. N., KOLONEL, L. N., HANKIN, J. H., GOODMAN, M. T. (1989):** Vegetable consumption and lung cancer risk: a population-based case-control study in Hawaii. *J. Natl. Cancer Inst* 81, pp. 1158-65
- LE MARCHAND, L., HANKIN, J. H., KOLONEL, L. N., BEECHER, G. R., WILKENS, L. R., ZHAO, L. P. (1993):** Intake of specific carotenoids and lung cancer risk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2, pp. 183-7
- LIEBLEIN, G. (1993):** Quality and Yield of carrots: Effects of composted manure and mineral fertilizer. Dr. Scient. Thesis. Agricultural University of Norway.
- LYON, D. H. (1981):** Taints arising from use of crop chemicals. In: Goodenough P. W., Atkins R. K. (eds.): *Quality in stored and processed vegetables and fruit*. Acad. Press Inc., London, 398 p.
- McCARRISON, R. (1926):** The effect of manurial conditions on the nutritive and vitamine values of millet and wheat. *Indian Journal of Medical Research* 14, pp. 351-378
- McSHEEHY, T. W. (1977):** The nutritive value of wheat grown under organic and chemical systems of farming. *Qualitas Plantarum – Plant Foods for Human Nutrition* 27 (2), pp. 113-123
- 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
- MAGA, J., WILKEN, K., SHAO, CH.-H. (1997a):** Comparison of selected vitamins in organic vs. conventionally grown carrots and broccoli as purchased. *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol. 12 (2), p. 79
- MAGA, J., WILKEN, K., GRANT, L. (1997b):** Comparison of selected nutrients in organically grown spinach, broccoli varieties, and winter squash as influenced by storage. *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol. 12 (2), p. 79
- MAGA, J., WILKEN, K. (1997c):** Comparison of selected nutrients in organic vs. conventionally grown potatoes under controlled growing conditions. *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol. 12 (2), p. 79
- MATTHIES, K. (1991):** Qualitätserfassung pflanzlicher Produkte aus unterschiedlichen Düngungs- und Anbauverfahren. Dissertation, Gesamthochschule Kassel

- MAYER, A.-M. (1997):** Historical changes in the mineral content of fruits and vegetables: A cause for concern? In: W. Lockeretz (ed.): Proceedings of the International Conference on Agricultural Production and Nutrition in Boston, Massachusetts
- MEIER-PLOEGER, A. (1995):** Das lebende Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Zur ganzheitlichen Erfassung der Lebensmittelqualität. *Ökologie & Landbau* 2/ 1995, pp. 6-11
- MENGEL, K. (1984):** Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- MERSCH-SUNDERMANN, V. (1989):** Umwelt, Erkenntnis und prophylaktische Medizin.  
1. Das ökotoxikologische Systemmodell. *Das Öffentliche Gesundheitswesen* 51, pp. 58-62
- MERSCH-SUNDERMANN, V., KEVEKORDES, S. (1998):** Fremd- und Schadstoffe in Lebensmitteln – ein Gesundheitsrisiko? *Arzt und Umwelt* 11, 4/ 98, pp. 283-293
- MILLER, D. S., DEMA, I. S. (1958):** Nutritive value of wheat from the Rothamstead Broadblak field. *The proceedings of the Nutrition Society* 17, xlv-xlv
- MOLL, D. (1985):** Infektionsanfälligkeit, Phytoalexinsynthese und Parameter des Nachernteverhaltens bei Möhren (*Daucus carota L.*) verschiedener Düngungsvarianten. Dissertation, Universität Gießen
- OSTERGAARD, T. V., CARLSEN, E. (1994):** Semen quality and nutrition in humans. In: 10th IFOAM Conference, New Zealand, pp. 1-3
- PAGE, S. W. (1991):** Diethylstilbestrol – historical background and current regulatory status. *Austr. Vet. J.* 68, pp. 224-225
- PELT, J. M. (1983):** Pflanzenmedizin: Heilkraft aus der Natur. Econ, Düsseldorf
- PESCHKE, J. (1994):** Inhaltsstoffe und Anfälligkeit von Möhren (*Daucus carota L.*) im Nacherntestadium unter dem Einfluss von Sorte, Herkunft und Anbaubedingung. Dissertation, Universität Giessen
- PETTERSSON, BO.D., (1978):** A comparison between conventional and bio-dynamic farming systems as indicated by yields and quality. In: Proceedings of the 1st Intern. Research Conf., IFOAM, pp. 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
- PFEIFFER, E., SABARTH, E. (1934):** Vergleichender Fütterungsversuch mit Hühnern, Teil II. *Demeter* 9 (1), pp. 9-11
- PLOCHBERGER, K. (1984):** Untersuchungen von Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungsmethoden auf die Qualität landwirtschaftlicher Produkte an hand von Fütterungsversuchen mit Hühnern. Dissertation, Universität Wien

- 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):** 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
- PLOCHBERGER, K., VELIMIROV, A. (1992b):** 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
- POPP, F. A. (1991):** Biophotonen-Analyse der Lebensmittelqualität. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): *Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte* 66, 2. Auflage, pp. 45-66, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- RATTEMAYER, M., POPP, F. A., NAGL, W. (1981):** *Naturwissenschaften* 68, 572
- 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
- ROUJON, L. (1975):** *Theorie und Praxis der Bio-Elektronik VINCENT*. Hrsg.: Int. Gesellschaft für Bio-Elektronik Vincent, Wenden Ottfingen, 2. Aufl. pp. 99
- SAMARAS, I. (1977):** Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten mit besonderer Berücksichtigung physiologischer und mikrobiologischer Parameter. Dissertation, Universität Gießen
- SCHEUNERT, A. (1935):** Vergleichende Untersuchung der physiologischen Wirkungen fortgesetzten Genusses von Nahrungsmitteln, die mit und ohne Handelsdünger gezogen sind. *Angewandte Chemie* 48, pp. 42-46
- SCHEUNERT, A., SACHSSE, M., SPECHT, R. (1934):** Über die Wirkung fortgesetzter Verfütterung von Nahrungsmitteln, die mit und ohne künstlichen Dünger gezogen sind. *Biochemische Zeitschrift* 274, pp. 372-396
- SCHILLER, H., LENGAUER, E., GUSENLEITNER, J., HOFER, B., BLÖCHL, F. (1962):** Fruchtbarkeitsstörungen bei Rindern im Zusammenhang mit dem Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters und einigen Faktoren der Wirtschaftsführung. Veröffentlichung der Landwirt. Chem. Bundesversuchsanstalt Linz/ Donau, Band 5
- SCHILLER, H., LENGAUER, E., GUSENLEITNER, J., HOFER, B. (1967):** Fruchtbarkeitsstörungen bei Rindern im Zusammenhang mit Düngung, Flora und Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters. Veröffentlichung der Landwirt. Chem. Bundesversuchsanstalt Linz/ Donau, Band 7
- SCHÖNBECK, F. (1979):** *Pflanzenkrankheiten*. B. G. Teubner, Stuttgart

- SCHORMÜLLER, J. (1974):** Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 2. Auflage, Berlin
- SCHRÖDINGER, E. (1945):** What is life? Cambridge University Press, London
- SCHUDEL ET AL. (1980):** Kompost und NPK-Düngung zu Spinat im Spiegel empfindlicher Kristallisation und analytischer Daten. Lebendige Erde, pp. 3-5
- SCHULTES, G. H., SAINZ, H.-G. (1996):** Fertilität bei Wein- und Obstbauern exponiert gegenüber Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln in Österreich. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung. Eine Standortbestimmung für Österreich. Tagungsbericht Band 19, pp. 38-43
- SCHULZ, D. G., KÖPKE, U. (1997):** Ein ganzheitlicher Ansatz zur Beschreibung der Nahrungsmittelqualität: Der Qualitäts-Index. In: U. Köpke und J. A. Eisele (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Bonn, pp. 217-223
- SCHULZ, D. G., KOCH, K., KROMER, K.-H., KÖPKE, U. (1997):** Einfluss unterschiedlicher Anbauarten – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch – auf Kartoffeln: Inhaltsstoffe, Sensorik, Festigkeitskennwerte und bildschaffende Methoden. In: U. Köpke und J. A. Eisele (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Bonn, pp. 382-388
- SCHÜPBACH, M. (1981):** Toxische Spurenstoffe in der Nahrung und landwirtschaftlichen Technik. Schweiz. Stiftung zur Förderung des biologischen Landbaus 15, pp. 4-17
- 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
- SCHWERDTFEGER, E. (1983):** Was fehlt unserem Gemüse? In: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (Hrsg.): Bessere Qualität durch alternative Anbaumethoden? Nr.055, pp 9-10
- SCOTT, P. P., GREAVES, J. P., SCOTT, M. G. (1960):** Reproduction in laboratory animals as a measure of the value of some natural and processed foods. Journal of Reproduction and Fertility 1, pp. 130-138
- SICHERT-OEVERMANN, W. (1988):** Qualität pflanzlicher Lebensmittel. Unveröffentlichtes Manuskript. In: A. Meier-Ploeger und H. Vogtmann (Hrsg.): Lebensmittelqualität - ganzheitliche Methoden und Konzepte. Alternative Konzepte 66, 2. Auflage, p. 46, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- STAIGER, D. (1986):** Einfluss konventionell und biologisch-dynamisch angebauten Futters auf Fruchtbarkeit, allgemeinen Gesundheitszustand und Fleischqualität beim Hauskaninchen. Dissertation, Universität Bonn
- STREIF, J. (1978):** Möglichkeiten zur Bestimmung des optimalen Erntetermins bei Äpfeln. In: Mitteilungen für den Obstbau (3), 78

- STÜBLER, E. (1968):** Qualitätsansprüche an Lebensmittel aus der Sicht des Verbrauchers. Dt. Lebensm. Rundsch. 64, pp. 349-356
- SUCHORUKOW, T. K. (1958):** Beiträge zur Physiologie der pflanzlichen Resistenz. Akademie Verlag Berlin
- SWINBANKS, D. (1986):** Nature 324, 203
- TEUSCHER, E. (1990):** Sekundärstoffe – Favoriten bei der Suche nach neuen Arzneistoffen? Dtsch. Apoth. Zeit. 130, pp. 1627-33
- THOMAS, B. (1983):** Vegetarische Rohkost im Wandel wissenschaftlicher Auffassungen. Zschr. für Phytotherapie 4 (1), pp. 1-7
- TIMMERMANN, F., SAUERBECK, D., DOMS, E. K. (1983):** Untersuchungen der Aromamuster von organisch und mineralisch gedüngten Nahrungspflanzen mittels Kapillarchromatographie. In: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (Hrsg.): Bessere Qualität durch alternative Anbaumethoden? Nr. 055, pp. 30-31
- TORJUSEN, H., METZLER, H. M., LIEBLEIN, G. (1997):** Nutritional evaluation of carrots cultivated in conventional and ecological farming systems: A paired-farm comparison. American Journal of Alternative Agriculture, Vol. 12 (2), p. 80
- TRENKLE, K. (1983):** Lebensmittelqualität und Verbraucherschutz. AID-Verbraucherdienst 28, pp. 211-216
- 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! *Bioskop* (6), pp. 4-8
- VOGEL, F. (1939):** Zur Bestimmung der Haltbarkeit bei Gemüse. Vorratspflege Lebensmittelforsch. 2, pp. 353-360
- VOGTMANN, H. (1985):** Ökologischer Landbau, Landwirtschaft mit Zukunft. Pro Natur Verl., Stuttgart, 159p
- VOISIN, A. (1966):** Grundgesetze der Düngung. BLV Verlagsgesellschaft, München
- WALZ, V. (1996):** The P-value as a holistic quality parameter for food experiments with organically and non-organically grown carrots. In: N. H. Kristensen und H. Høgh-Jensen (eds.): Proceedings of the 11th IFOAM International Scientific Conference, Copenhagen, pp. 265-272
- WARMAN, P. R., HAVARD, K. A. (1997):** Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. Agriculture, ecosystems and environment 61, (2/3), pp. 155-162

**WATZL, B., LEITZMANN, C. (1995):** Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. Hippokrates Verlag G.m.b.H., Stuttgart, 171p

**WISTINGHAUSEN, E. von (1981):** Qualitätsbeurteilung landwirtschaftlicher Produkte. In: Staa, H. von, Willi, J. (Hrsg.). Ökologische Landwirtschaft. Schriftenreihe „Grünes Forum“, Wagner`sche Universitätsbuchhandlung, Innsbruck, 291 p.

**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* 4, (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