

2 Qualität von pflanzlichen Nahrungsmitteln und deren Beeinträchtigung durch Krankheiten und Schädlinge

Huyskens-Keil, S., Schreiner, M., Büttner, C. und Bandte, M.

Einleitung

Der Qualitätsbegriff hat sich in den letzten Jahren einem starken Wandlungsprozess unterzogen und ist besonders bei pflanzlichen Nahrungsmitteln immer stärker in den Mittelpunkt des Interesses gerückt (PRUSSIA, 2000; SCHREINER et al., 2000; HUYSKENS-KEIL und SCHREINER, 2003; TIJSKENS, 2000). Während in den Entwicklungsländern hierbei vor allem Fragen der Produktionseffizienz und Ernährungssicherung im Vordergrund stehen, sind es in den Industrieländern Umweltfragen (Kyoto-Protokoll), neue ernährungsphysiologische Erkenntnisse (bioaktive und funktionelle Inhaltsstoffe) und Lebensmitteltrends (Convenience Food, Gen-Food). Diese haben in der Gesellschaft zu einer Veränderung des Ernährungs-, Gesundheits- und Umweltbewusstseins geführt.

Aber auch nationale und internationale Reformen im Bereich der Agrarpolitik sowie die Verschärfung der Wettbewerbssituation im Zuge der Globalisierung haben von einer produktorientierten über eine prozessorientierte zur konsumentenorientierten Bewertung der Produktqualität geführt. Nicht zuletzt daraus erklären sich die zunehmenden Bestrebungen, umfassende Bewertungsmaßstäbe für die Qualität von pflanzlichen Nahrungsmitteln abzuleiten, die wiederum zu neuen Marketingstrategien wie z.B. Qualitätsmanagementsystemen geführt haben.

Definitionen der Qualität

Der Terminus *qualitas* (lat.) bezeichnet die Beschaffenheit, Güte, Eigenschaft (DUDEN, 2002) und stellt eine neutrale Beschreibung eines Produktzustandes dar. Allerdings unterliegt der Qualitätsbegriff und seine Definition auf Grund der sich verändernden politischen, marktwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen einem stetigen Wandlungsprozess. Um den Qualitätsbegriff zu verstehen, muss die Dynamik, der die Qualität unterlegen ist, verstanden werden, d.h. nach welchen Prinzipien die Betrachtung und Bewertung (produkt- und konsumentenorientiert) erfolgt.

Produktorientierte Definition

Pflanzliche Nahrungsmittel unterscheiden sich zum einen in ihrer morphologi-

schen Beschaffenheit und zum anderen in ihren physiologischen und biochemischen Eigenschaften (Nährstoffdichte, Vitamine, Mineralstoffe etc.). Während z.B. bei den Obstarten ausschließlich die generativen Organe (z.B. Früchte) dem Verzehr dienen, können bei Gemüse sowohl die vegetativen als auch generativen Teile (z.B. Samen, Blätter, Blüten, Wurzel und Knollen und Früchte) genutzt werden. Pflanzliche Nahrungsmittel werden roh oder gekocht verzehrt, zum Teil nach längerem Transport, Lagerung, Verarbeitung zu Tiefkühlkost oder Nasskonserven. Daher muss die Qualität je nach Verwendungszweck und den Pflanzenteilen des jeweiligen Produktes, d.h. nach ihren intrinsischen Produkteigenschaften (produktorientierte Qualität), differenziert beurteilt werden.

SCHUPHAN (1961) hat die Qualität als die Summe aller subjektiven und objektiven Qualitätsmerkmale bei Nahrungspflanzen definiert und eine Einteilung nach Marktqualität, Gebrauchsqualität und biologischer Qualität vorgenommen. Diese Definition ist im Laufe der Jahre erweitert worden. Zahlreiche Kriterien sind hinzu gekommen, die den Qualitätsbegriff umfassender beschreiben, z.B. die sensorische Qualität, die ernährungsphysiologische Qualität unter Berücksichtigung gesundheitsfördernder, bioaktiver Inhaltsstoffe, aber auch unerwünschter endogener und exogener Inhaltsstoffe, Rückstände und Kontaminanten (z.B. toxische Amine, Oxalsäure, Schwermetalle, Mycotoxine). Darüber hinaus wurden auch ökologische und ideelle Gesichtspunkte mit einbezogen (SCHUPHAN, 1961; Huyskens, 1996; SHEWFELT, 1999; KADER, 2002). KADER (1998) definierte die Qualität als *„the degree of excellence or superiority, which is a combination of attributes, properties, or characteristics, that give each commodity value of its intended use“*. Hier wird die Qualität im Hinblick auf den vorgesehenen Nutzen des Produktes definiert. Die Kriterien für die Bewertung werden nach spezifischen und divergierenden Anforderungen der verschiedenen Produktions- und Handelsketten sowie der Verbraucher bestimmt (SHEWFELT, 1999; KADER, 2001).

Auf der Handelsebene erfolgt die Qualitätsbewertung von pflanzlichen Nahrungsmitteln nach den offiziellen EG-Qualitätsstandards (UN/ECE) und internationalen USDA-Standards, die wiederum auf Empfehlungen der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen und dem Codex Alimentarius der FAO beruhen (BICKELMANN, 2001; KADER, 2002). Sie dienen als objektiver Maßstab für die Bewertung des Marktwertes ökonomisch bedeutsamer Frischmarktprodukte auf nationaler und internationaler Handelsebene. Für die Bewertung werden jedoch fast ausschließlich subjektive, äußere Produkteigenschaften, wie Gewicht, Farbe, Form, Größe und Sauberkeit, frisches Aussehen etc. herangezogen.

gen, die vorwiegend den ökonomischen Interessen des Handels gerecht werden, während konsumentenorientierte sensorische, gesundheits- und umweltrelevante Qualitätskriterien keine Berücksichtigung finden (LENNERNÄS, 1997; PECHER und VON OPPEN, 2000). In den letzten Jahren sind jedoch durch zunehmende Forderungen der Verbraucher im Hinblick auf die Lebensmittelsicherheit und den Verbraucherschutz neue und überarbeitete Gesetze, die im Lebensmittelbedarfsgegenständegesetz (LMBGG) verankert sind, in Kraft getreten, die u.a. hygienische Aspekte, die Rückstandsproblematik sowie endogene und exogene unerwünschte, toxische Inhaltsstoffe einbeziehen (Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) Konzept, Pflanzenschutzhöchstmengen-Verordnung, Mycotoxine-Verordnung, Novel-Food-Verordnung).

Konsumentenorientierte Definition

In den einzelnen Stufen der Lebensmittelversorgungskette (Züchtung, Produzent, Großhandel, Einzelhandel, Industrie, Verbraucher) existieren spezifische und divergierende Anforderungen an die Nahrungsmittelqualität. Hiernach wird die Qualität über den Verwendungszweck hinaus durch Zielgruppen definiert, die bereits von KRAMER und TWIGG (1970) und SHEWFELT (2000) in ihren Qualitätsdefinitionen als „...*the degree of acceptability of the item by the consumer*“ berücksichtigt wurden. Diese zielgruppenorientierte Qualitätsdefinition wurde 1989 als Qualitätsnorm in der DIN EN ISO Norm 8402 verankert: „*Qualität ist die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes oder einer Produktgruppe, die sich auf deren Eignung zur Erfüllung festgelegter oder vorausgesetzter Erfordernisse beziehen*“, und demonstriert den Schritt von der produktorientierten zur konsumentenorientierten Qualitätsdefinition (SHEWFELT, 2000). Die Erfüllung und Umsetzung von Verbraucheranforderungen stehen derzeit im Mittelpunkt der Diskussion optimierter Produktions- und Vermarktungsstrategien, d.h. Qualität wird über die Verbrauchererwartungen definiert. Terminologien, wie *quality perception*, *acceptability*, *efficient consumer respond*, *translation of consumer needs* sind nur einige, auch im deutschen Sprachgebrauch verbreitete Begriffe, die diesen Trend der konsumentenorientierten Qualitätsbetrachtung widerspiegeln. Verbraucheranforderungen unterliegen jedoch einem starken Wandlungsprozess. Zum einen beurteilen Konsumenten die Qualität von Obst und Gemüse nach ihren intrinsischen Produkteigenschaften (SHEWFELT, 1999). So zeigten europaweite Verbraucherumfragen, dass beim Lebensmittelkauf die Qualitätsanforderungen „Geschmack“, „niedrige Rückstandsmengen“, und in besonderem Maße „Gesundheitsaspekte“ hohe Prioritäten aufwiesen (LIT-

ZENROTH, H.; 1995; BRÜCKNER et al., 1998). Zum anderen sind es extrinsische Faktoren, die das Kaufverhalten wesentlich beeinflussen, wie z.B. der Preis, die Marktsituation, aber auch persönliche Präferenzen, die beim Kaufentscheid eine wesentliche Rolle spielen. Diese stellen für den Konsumenten auch einen Indikator für die Qualität eines Produktes dar (SCHARF und SCHUBERT, 1996). Entscheidend für die Akzeptanz sind die persönliche Einstellung zum jeweiligen Lebensmittel und das Image bestimmter Produktgruppen. So wurde in Umfragen festgestellt, dass Verbraucher mit ökologisch erzeugten Produkten aus regionalem Angebot stets eine hohe Qualität verbinden (WIRTHGEN et al., 1999) oder aber auch durch mangelnde Information und Transparenz genetisch veränderte Lebensmittel abgelehnt werden (ROBINSON, 1997; FREWER et al., 1998). Die Ausrichtung auf eine kundenorientierte Qualität ist somit eine wesentliche marktwirtschaftliche Maßnahme, um im internationalen Handel wettbewerbsfähig zu bleiben, insbesondere vor dem Hintergrund der noch ausstehenden EU-Harmonisierung.

Allerdings gibt es keinen universellen Konsumententyp, vielmehr divergieren die Verbraucheranforderungen und -ansprüche an die Qualität sehr. Um Qualität konsumentenorientiert zu vermarkten, muss zunächst die Dynamik des Verbraucherverhaltens analysiert werden. Zahlreiche Forschungsschwerpunkte befassen sich mit der Analyse der Konsumentenansforderungen und -erwartungen.

Integrierte Qualitätskonzepte

Der Definition von SCHUPHAN (1961) in Teilqualitäten (Marktqualität, Gebrauchsqualität und biologische Qualität) folgend wurden zahlreiche Ansätze entwickelt, um die Qualität zum Beispiel bei Obst und Gemüse mit Hilfe von Kenngrößen, Indizes oder Modellen zu definieren (u.a. WINTER et al., 1992; MOLNAR, 1995; SHEWFELT, 1999; SCHNEIDER et al.; 2000; TIJSKENS, 2000; KADER, 2001). Zunächst wurde die Beziehung einzelner Qualitätsparameter zum Entwicklungs- bzw. Reifestadium betrachtet, wie z.B. Trockengewicht und Ölgehalt bei Avocados (LEE et al., 1983), Zucker-/Säuregehalt zur Bestimmung des optimalen Reifestadiums bei Apfel, Tomate und Kiwi (STEVENS et al., 1979; KADER, 1998; BICKELMANN, 2001; REID, 2002). Verschiedene Qualitätsindizes wurden z.B. für Apfelsorten entwickelt, die Qualitätsparameter wie Zucker, Säure, Stärke und Festigkeit berücksichtigen (WINTER et al., 1992; DE JAGGER und ROELOFS, 1996; ECCHER-ZERBI et al., 1996; HÖHN et al., 1996; JOHNSON und LUTON, 1996). Ansatz nutzte GRUBBEN (1987) den 'Average nutritive value' (ANV) zur integralen Bewertung des ernährungsphysiologischen Nährwertes

subtropischer und tropischer Obst- und Gemüsearten.

$$ANV_{(100g \text{ verzehrbare Anteil})} = \frac{\text{Protein (g)}}{5} + \text{Ballaststoffe (g)} + \frac{\text{Ca (mg)}}{100} + \frac{\text{Fe (mg)}}{2} + \text{Carotinoide (mg)} + \frac{\text{Vitamin C (mg)}}{40}$$

Während der Entwicklung und Reife verändern sich jedoch Qualitätseigenschaften der Produkte und unterliegen dynamischen Wechselwirkungen, so dass die Betrachtung weniger Parameter keine zuverlässige Größe darstellt, um die Qualität umfassend zu beschreiben und zu bewerten (HUYSKENS, 1996). In eigenen Untersuchungen wurde in einem ersten Ansatz eine Qualitätskenngröße für Kopfsalat entwickelt (SCHNEIDER et al., 1996). Hierfür wurden verschiedene charakteristische texturbestimmende Produkteigenschaften (u.a. Turgor, Gerüstkohlenhydrate) sowie Schwellenwerte unerwünschter Inhaltsstoffe (z.B. Nitrat gemäß Höchstmengen-Verordnung) berücksichtigt. In einem nächsten Schritt wurden weitere charakteristische Merkmale für die Produktqualität summiert (sensorische Eigenschaften, bioaktive Substanzen, wertgebende Inhaltsstoffe, unerwünschte Inhaltsstoffe), diese unter Einbeziehung kritischer Schwellenwerte – soweit vorhanden oder ermittelt – und unterschiedlicher Kundenanforderungen (Konsument, Handel, Industrie, Produktion) gewichtet und zu einer Qualitätskenngröße zusammengefasst (Schneider et al., 2000). Die Wichtung der einzelnen Gruppenmerkmale kann mittels Expertenpanels (VAN KOOTEN und PEPPELENBOS, 1993; MOLNAR, 1995) oder durch Konsumentenbefragungen (LENNERNÄS et al., 1997; SCHONHOF et al., 1997) geschätzt werden. Diese Kenngröße wurde erweitert durch die Einbeziehung dynamischer Einflussgrößen während der Produktion (Klima, Kulturmaßnahmen, Erntezeitpunkt etc.) und nach der Ernte (Lagertemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Gaszusammensetzung, Lagerdauer etc.). Mit diesen neuen Ansätzen der gesamtheitlichen Qualitätsbetrachtung und -definition wird es möglich sein, Produktqualität nicht als fixe Größe anzusehen, sondern als eine produkt-, konsumenten- und zeitorientierte dynamische Qualitätskenngröße, die flexibel den sich ändernden Ansprüchen und Interessen angepasst wird. Für die erfolgreiche Einbindung in Qualitätsmanagementsysteme muss sie mit einfachen, objektiven, reproduzierbaren und zerstörungsfreien Techniken zu bestimmen sein, wie z.B. Chlorophyllfluoreszenz, Gaswechsel oder Produktoberflächenfarbe (HUYSKENS-KEIL et al., 1998; SCHREINER et al., 2002).

Zukünftige Entwicklungstendenzen

Bei einer umfassenden und dynamischen Qualitätsbewertung pflanzlicher Nahrungsmittel müssen auch neue Lebensmitteltrends und Ernährungsgewohnheiten berücksichtigt werden. So kommt in den letzten Jahren auf internationaler Ebene

dem Markt für küchenfertig aufbereitete Obst- und Gemüseprodukte, den sog. Convenience-Produkten, als auch für funktionelle Lebensmittel (den „Functional Food“ bis hin zum „Gen-Food“) eine immer größere Bedeutung zu. Neue Lebensmittelbezeichnungen wie Designer Food, Pharma Food, Wellness Food, Phytochemicals und Nutraceuticals verdeutlichen ein verändertes Ernährungsbewusstsein.

Im Hinblick auf die wertgebenden Inhaltsstoffe hat sich somit ein Wertewandel vollzogen: Den sekundären Inhaltsstoffen, die früher als toxisch oder antinutritiv galten, werden heute z.T. funktionelle, d.h. gesundheitsfördernde Eigenschaften zugesprochen. Das Marktpotenzial für funktionelle Lebensmittel wird derzeit auf dem Weltmarkt auf 50 Mrd. US \$ geschätzt, nicht zuletzt auch auf Grund der verschärften internationalen Wettbewerbssituation (SLOAN, 2002). Darüber hinaus kommt dieser Produktgruppe eine besondere Bedeutung durch das steigende Ernährungsbewusstsein der Bevölkerung zu (BLOCK et al., 1992; HOWE et al., 1990; THOMPSON, 1993; WATZL und LEITZMANN, 1999; ERBERSDOBLER, 2000; RECHKEMMER, 2001; SCHARPF, 2002). Die Qualität von „Functional Food“ als neuartigen Lebensmitteln definiert sich somit vorrangig über die enthaltenen bioaktiven Substanzen (sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Ballaststoffe und Substanzen in fermentierten Lebensmitteln), die jedoch in einem definierten Grenzbereich zwischen Lebensmittel (Produkte, die vorwiegend Ernährungs- und Genusszwecken dienen) und Arzneimittel (Produkte, die zur Behandlung und Vorbeugung von Krankheiten eingesetzt werden) angesiedelt sind (WATZL und LEITZMANN, 1999; SCHMIDL und LABUZA, 2000).

Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass der Qualitätsbegriff pflanzlicher Nahrungsmittel als dynamische Größe zu betrachten ist, die es erforderlich macht, ökonomische und gesellschaftspolitische Veränderungen als auch neue produktphysiologische, ernährungswissenschaftliche und medizinische Erkenntnisse für eine gesamtheitliche Qualitätsbetrachtung unter besonderer Berücksichtigung des Verbraucherschutzes und der Nahrungsmittelsicherheit mit einzubeziehen.

Beeinflussung der Qualität von Pflanzen durch Krankheitserreger

Die Qualität unserer Lebensmittel hat trotz ihrer zunächst subjektiven Wahrnehmung einen objektiven Hintergrund. Wahrnehmung orientiert sich an den Kategorien „Unterscheidbarkeit“, „Kontext-Muster“ und „Ästhetik-Harmonie“ wie BECK (1997) Qualität von pflanzlichen Lebensmitteln in ganzheitlichem Ansatz definiert. Gleichsam beschreiben die genannten Disziplinen, wie vielschichtig Quali-

tät durch verschiedene Faktoren beeinflusst wird.

Die Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung pflanzlicher Nahrungsmittel (DGQ) beschäftigt sich als Mitglied im Dachverband Agrarforschung mit der Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel und verbindet die unterschiedlichsten Ansätze verschiedener Forschungsarbeiten, die zur Qualität von Nahrungsmitteln beitragen. Teilbereiche der Qualitätsforschung umfassen die Pflanzenernährung, Pflanzenzüchtung, Agriculturchemie, Arznei- und Gewürzpflanzenforschung sowie die Lebensmittelchemie, Ernährungsphysiologie und Phytomedizin.

Krankheitserreger nehmen hier eine besondere Stellung ein. Auf der einen Seite vermögen Pathogene die Pflanze und das Ernteprodukt zu schädigen, auf der anderen Seite sammelt man zunehmend neue Kenntnisse, dass bei einer Kontamination mit Mikroorganismen/ Pathogenen auch andere Aspekte zu berücksichtigen sind. So werden bei Pathogenbefall durch pflanzliche Abwehrmechanismen bioaktive Substanzen/Verbindungen induziert, deren Nutzen in der menschlichen Ernährung unterschiedlich diskutiert wird (Watzl Leitzmann, 1999). Viele der Verbindungen wie beispielsweise Polyphenole, Carotinoide, Glucosinolate, Saponine, Terpene, Anthocyane, Phytinsäuren und Phytoöstrogene können das Immunsystem positiv beeinflussen und Radikale abwehren. Ein weiteres Beispiel sind Mykorrhiza-Symbioten, die in agrarischen und forstwirtschaftlichen Produktionssystemen eine Verbesserung der Phosphor- und Stickstoffernährung, den Schutz der Bodenstruktur sowie biologischen Pflanzenschutz gegen phytopathogenen Mikroorganismen ermöglichen. Mykorrhiza-Symbiosen sind wichtig für die Schaffung und Erhaltung von nachhaltigen Produktionssystemen, da ein Großteil unserer Kulturpflanzen (alle Getreidearten, Mais, Soja, Kartoffel und andere) mykotroph ist. Diese beiden Beispiele verdeutlichen eine völlig neue Sichtweise, die über schwach infizierte Pflanzen gewonnen wurde. Nach wie vor bleibt die Diskussion zur negativen Beeinflussung der Qualität bei deutlich infizierten Pflanzen und den Nachernteprodukten.

In der vorliegenden Zusammenstellung werden solche Krankheitserreger aufgeführt, die im besonderen Maße Einfluss auf die Qualität des zu vermarktenden Produkts (Saatgut, Jungpflanzen, erntereife Pflanze, Ernteprodukt, genussreifes Produkt) nehmen. Der Überblick umfasst die wichtigsten Krankheitserreger in unterschiedlichen für Deutschland bedeutenden landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Kulturen, sowie die für die Heil- und Gewürzpflanzenproduktion relevanten Krankheitserreger (Tab. 1). So werden anfällige Stadien in der Produktion in Abhängigkeit vom infizierenden Agens unter Angabe geeigneter Lite-

ratur benannt. Über direkte Qualitätseinflüsse der Pathogene auf das Produkt ist wenig bekannt. Viele Hersteller aus dem pharmazeutischen oder kosmetischen Bereich verlangen jedoch von Ihren Vertragsanbauern eine „pathogenfreie“ Ware – ansonsten wird die Lieferung zurückgewiesen.

Die unterschiedlichen Pathogene verändern die Vitalität des Samens, der Pflanze und die Qualität des Ernteprodukts; wobei Krankheitserreger Schäden in unterschiedlichem Maße verursachen. So treten neben quantitativen Ertragsverlusten auch Qualitätsverluste durch Farbveränderungen, Deformationen, Toxine oder eine veränderte Inhaltsstoffzusammensetzung auf. Anhand ausgewählter Beispiele werden die Qualitätsminderung und die Gesundheitsgefährdung durch Pathogene beschrieben.

Quantitative Ertragsverluste

Hohe quantitative Ertragsverluste gehen meistens auch mit qualitativen Verlusten einher. Durch die Infektion mit dem jeweiligen Krankheitserreger werden in Abhängigkeit vom Wirt-Pathogen System physiologische Prozesse beeinflusst, die beispielsweise zu einer Minderung der Vitalität und Widerstandskraft führen können. Häufig besteht eine direkte Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der Infektion und dem Gehalt an Inhaltsstoffen.

Rhizoctonia solani, der Erreger der Schwarzfäule des Salats verursacht Wurzelfäulen an Jungpflanzen, die zu einem Umfallen führen und die Vernichtung ganzer Jungpflanzenbestände nach sich ziehen können. Neben Salat infiziert der Erreger zahlreiche weitere Kulturpflanzen wie Kartoffeln, Radieschen, Rettiche und Kohlgewächse. In Salatkulturen wird von Ausfällen bis zu 70 % berichtet. Durch das tiefe Eindringen des Pilzes ins Gewebe erreichen die Salatköpfe meist kein marktfähiges Gewicht.

Phytophthora infestans der Erreger der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel wurde im 19. Jahrhundert nach Europa eingeschleppt und verursacht seitdem erhebliche Ertragsverluste. Diese betragen etwa 8-10 % der Gesamternte, beim Auftreten von Epidemien wird von Ertragsverlusten von bis zu 70% berichtet. Neben diesen primären quantitativen Verlusten treten häufig weitere Ertragsminderungen auf durch einen sekundären Befall mit pilzlichen oder bakteriellen Naß- und Trockenfäuleerregern (*Fusarium* sp. und *Erwinia* sp.). Zum Wirtskreis des Erregers gehören Kartoffel, Tomate, Aubergine sowie Wildkartoffelarten.

Eine Infektion von Getreide mit dem *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) kann bei Weizen und Gerste zu Ertragsausfällen von 30 – 40 % führen. Das Korngewicht

ist zudem reduziert. An Weizeneinzelpflanzen wurden Gewichtsabnahmen bis zu 89 % gemessen. Die Ertragverluste lassen eine Abhängigkeit von der Getreideart erkennen. So reagiert zweizeilige Gerste mit Minderungen bis 44 %, sechszeilige Gerste hingegen kann eine Reduktion von bis 65 % aufweisen; Sommerweizen bis 74 %. Der Erreger hat durch seine leichte Blattlausübertragbarkeit eine besondere epidemiologische Relevanz, da er sich im Bestand schnell ausbreiten kann.

Qualitätsverlust durch morphologische Veränderungen

Der Erreger *Botrytis cinerea* ist weltweit die wichtigste Ursache für Nachernteschäden und Lagerkrankheiten. Er ist vor allem in Gewächshäusern von Bedeutung. Es werden Obstkulturen wie Apfel, Birne, Erdbeere, Kirsche, Pflaume, aber auch Gemüse wie Weißkohl, Blumenkohl, Eissalat, Frischerbsen befallen. Durch die Bildung großer Sporenmassen können viele Pflanzen und Früchte infiziert und Ertragsausfälle verursacht werden. Das infizierte Erntegut ist nicht mehr handelbar und für die industrielle Verarbeitung ungeeignet.

Der Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) ist weltweit eine der wichtigsten Krankheiten im Apfelanbau. Die Infektion führt zum vorzeitigen Blattfall und zur Entwicklungshemmung insbesondere bei der Anlage von Blütenknospen. Schon geringer Schorfbefall der Früchte führt zu erheblichen Qualitätsminderungen.

Die Möhrenschränke (*Alternaria dauci*) führt bei frühzeitigem Befall zu deutlichen Ertragsminderungen. Diese sind auf eine Qualitätsminderung durch Schäden am Möhrenkörper und auf einen möglichen Saatgutbefall zurückzuführen.

Das *Potato virus Y* (PVY) verursacht im Kartoffelanbau das Absterben von Kartoffelpflanzen sowie eine hohe Qualitätsminderung. Diese manifestieren sich durch Farb- und Formveränderungen der Knollen wie beispielsweise blasige Auftreibungen und Nekrosen. Im Laufe der Lagerung stirbt das erkrankte Gewebe ab. Befallene Knollen können nur noch verfüttert oder industriell zur Stärkegewinnung eingesetzt werden. Bei Befall der Augenregion sind zudem hohe Ausfälle bei der Keimung des Pflanzgutes zu erwarten.

Qualitätsverlust durch veränderte Gehalte an Inhaltsstoffen (Verarbeitung)

Die durch den Erreger *beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) induzierte Erkrankung Rhizomania verursacht durch eine Reduktion des Rübengewichtes und Zuckergehaltes sowie ein Absinken der Samenproduktion bei Samenträgerbeständen erhebliche Ertrags- und Qualitätsminderungen. Die Reduktion des Rübengewichtes kann dabei bis zu 50 % betragen, die des Zuckergehaltes liegt bei 10-20 %, in Einzelfällen wird sogar von bis zu 50 % berichtet.

Die Scharka-Krankheit, eine der bedeutsamsten Viruserkrankungen in Europa wird induziert durch das *Plum pox virus* (PPV). Sie ist verbreitet unter *Prunus*-Species wie beispielsweise *Prunus armeniaca*, *P. cerasifera*, *P. domestica* und *P. persica*. Der Erreger führt zu vorzeitigem Fruchtfall und damit zu hohen quantitativen Ertragsausfällen. Darüber hinaus treten Qualitätsverluste auf. Die infizierten Bäume entwickeln sortenabhängig Fruchtdeformationen und Farbveränderungen der Fruchtschale. Erkrankte Früchte sind weder für den direkten Verzehr noch für die Verarbeitung geeignet. Die infizierten Früchte weisen im Vergleich zu gesunden Früchten ein geringeres Gewicht und einen reduzierten Zuckergehalt bei gleichzeitiger Zunahme des Säuregehaltes auf. Zudem stört bei der industriellen Verarbeitung der reduzierte Anthocyanengehalt.

Qualitätsverlust durch Toxine

Ertragsverluste können durch Mykotoxine verursacht werden. So hat der Mykotoxin-bildende Pilz *Claviceps purpurea* einen sehr weiten Wirtskreis (400 Species aus ca. 50 Gattungen). Er tritt nur innerhalb der *Gramineae* auf; alle Hauptgetreidearten (Roggen, Triticale, Saatweizen, Hartweizen, Gerste und Hafer) sind potentielle Wirte. Die Sklerotien des Pilzes (Mutterkörner) enthalten verschiedene Alkaloide (z.B. Ergotamin, Ergocristin, Ergosin, Ergokryptin, Ergocornin), die bei Warmblütern Vergiftungen hervorrufen. Damit ist eine Qualitätsminderung bei Saatgutproduktion, sowie Mahlgetreide- und Futtergetreideproduktion verbunden. Die Höchstgrenze bei Saatanerkennung liegt derzeit bei 20 befallenen Pflanzen auf 150m² oder drei Mutterkörnern in 500 g Saatgut. Der maximale Mutterkornanteil in Konsumgetreide beträgt 0,05 %, in Futtergetreide 0,1 %.

Der Wirtskreis von *Ustilago maydis* (Maisbeulenbrand) ist hingegen weitestgehend auf Mais beschränkt. Die langjährige mittlere Befallshöhe in Deutschland liegt bei etwa 1 %. Epidemien mit Befallshöhen von 50-70 % sind möglich. Einige Genotypen weisen eine Feldresistenz auf. Ertragsmessungen an Einzelpflanzen weisen bei Stengelbefall eine Minderung um 30 %, bei Kolbenbefall sogar bis zu 100 % aus. Besondere Beachtung im Hinblick auf die Qualität muss heute die Herabsetzung der Futterqualität durch die Mykotoxinproduktion finden.

Bei Getreide und Mais können Ähren/Kolbenfusariosen zu erhebliche Ertragseinbußen führen. Durch direkten Kornverlust betragen die Verluste bis zu 10 %. Die Körner weisen eine schlechte Keimfähigkeit und Siebung (Kümmerkörner) auf. Immer mehr in den Focus des Interesses rückt die potentielle Mykotoxinbildung durch *Fusarium* sp. wie beispielsweise *F. proliferatum*, *F. culmorum*.

Maßnahmen zur Kontrolle von Virusinfektionen am Beispiel ausgewählter Erreger

Das *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) ist kurativ nicht zu bekämpfen. Daher kommt prophylaktischen Maßnahmen eine besondere Bedeutung zu. Die wirksamste Methode ist sicherlich der Anbau von *Rhizomania*-toleranten Sorten. Sinnvolle pflanzenbauliche Maßnahmen zielen auf die Verbesserung der Bodenstruktur und die Vermeidung der Vernässung. Mehrjährige Anbaupausen sowie die Düngung mit Kalkstickstoff unterdrücken die Entwicklung/ Vermehrung des pilzlichen Vektors *Polymyxa betae*. Zu kontrollieren ist der Bestand hinsichtlich der weiteren Wirtspflanzen des Erregers, als da wären Beta- Rüben, Spinat, Mangold sowie zahlreiche Unkräuter aus der Familie der *Chenopodiaceae*.

Das *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) kann ebenfalls nur prophylaktisch bekämpft werden. Dazu gehört in erster Linie keine frühe Aussaat in gefährdeten Gebieten, das Kurzhalten von Ausfallgetreide durch geeignete Bodenbearbeitung, die Pflege der Felldraine durch Mähen der Gräser. Dies ist notwendig, da neben den vier Hauptgetreidearten, Mais und Hirse auch 150 Gräserarten aus 5 Unterfamilien der *Poaceae* Wirtspflanzen für den Erreger sind. Eine chemische Bekämpfung der Blattlausvektoren ist im Einzelfall zu prüfen.

Auch bei der Kontrolle des *Potato virus Y* (PVY) muss versucht werden, neben dem Anbau resistenter Sorten und der Verwendung von gesundem, anerkanntem Pflanzgut eine Etablierung größerer Blattlauspopulationen durch frühzeitige Behandlung zu verhindern. Dazu ist je nach Befallslage auch ein großflächiger Insektizideinsatz gegen die Überträger der Erreger, die Blattläuse, erforderlich.

Bei der Bekämpfung der Scharka-Krankheit steht die Verwendung von gesundem Pflanzenmaterial bei der Pflanzung, die regelmäßige Kontrolle der Bäume sowie die Rodung PPV-infizierter Bäume im Vordergrund. In Befallslagen sollte darüber hinaus auf den Anbau anfälliger Sorten wie beispielsweise „Zimmers Frühzwetschge“ und „Hauszwetschge“ verzichtet werden.

Beeinträchtigung der Qualität des Erntegutes durch Schädlinge

Durch den Befall der Pflanze mit Schädlingen kann es zu Schäden am Keimling, während des weiteren Wachstums oder bei der Ausbildung von Körnern, Knollen, Wurzeln oder Früchten, d.h. am Erntegut kommen. Erhebliche quantitative Verluste können die Folge sein, darüber hinaus können Beeinträchtigungen der Qualität zu drastische Einbußen beim Verkaufserlös der Kultur führen.

Bei den ökonomisch bedeutenden landwirtschaftlich genutzten Kulturen Getreide, Kartoffeln und Rüben werden in vielen Fällen durch Schädlinge derartige Schä-

den hervorgerufen. Mit Ausnahme der Kartoffel manifestieren sich diese aber nicht unmittelbar für den Verbraucher, sondern im Bereich der Verarbeitung. Anders bei Obst und Gemüse, bei denen ein großer Teil der Ernte über den Handel, ein geringerer Teil über die Direktvermarktung dem Endverbraucher, dem Konsumenten zugeführt wird. Die Qualitätsbewertung der Produkte wird nach strengen EU-Standards bzw. Handelsklassen vorgenommen. Im zunehmenden Maße sind auch konsumentenorientierte Qualitätssicherungssysteme von Bedeutung.

Im Gegensatz zu vielen durch Krankheitserreger hervorgerufenen Schäden am Erntegut sind Qualitätseinbußen durch Schädlinge oft leichter zu erkennen und auch von Laien zu identifizieren. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick der Schädlinge, die zu Qualitätseinbußen an ausgewählten Obst- und Gemüsekulturen führen und beschreiben die auftretenden Schäden. So ist jedem am Apfel der Fraß der Obstmade bekannt. Weder Händler noch Verbraucher würden beim Kauf sichtbaren Befall mit diesem Schädling tolerieren. Allenfalls sind derartige Erntepartien noch als Mostobst zu verwenden, wie dies oftmals beim extensiven Streuobstbau geschieht. Gilt ein von der Larve des Apfelwicklers (*Cydia pomonella*), der Obstmade, befallener Apfel durch den hohen Kotanteil in den Fraßgängen oder am Kern schon als unappetitlich, so wird die Frucht oft gänzlich ungenießbar durch sekundär auftretende Fäulnis. Ähnliches trifft für die Zwetschge oder Pflaume und den Pflaumenwickler (*Grapholita funebrana*) zu oder die Süßkirsche mit Befall durch die Made der Kirschenfruchtfliege (*Rhagoletia cerasi*).

Auch bei Frischgemüse, welches entweder roh oder gekocht verzehrt wird, beeinflussen Schädlinge die Kaufentscheidung der Konsumenten. Schon Blattläuse am Salatkopf werden vom Käufer häufig nicht toleriert. Kohlgemüse, das Fraß oder Kotverschmutzung durch Larven von Kohlweißling oder anderen der zahlreichen an dieser Kultur wichtigen Schädlinge aufweist (Tab. 2) ist auf dem Frischmarkt nahezu unverkäuflich. Möhren mit Befall durch die Möhrenfliege (*Psylla rosae*) und oft sekundär auftretender Fäule wären gleichfalls nicht vermarktbar.

Aus ökonomischer Sicht ist es notwendig, den Befall der Obst- bzw. Gemüsekulturen mit den genannten Schädlingen zu verhindern. Dazu sollte zunächst die Schadenswahrscheinlichkeit durch geeignete prophylaktische Maßnahmen vermindert werden. Zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen sind in Abhängigkeit von der Ausrichtung des Anbaus auf eine konventionelle, integrierte oder ökologische Produktion der Nahrungsmittel unterschiedlichste Methoden und Maßnahmen zu ergreifen. Ausgewählte chemische und biologische Pflanzenschutzmaßnahmen werden in den folgenden Kapiteln vorgestellt.

Tab. 1: Krankheitserreger an ausgewählten Nutzpflanzen, die zu Qualitätseinbußen führen

Nutzpflanzen/ Krankheitserreger	Saatgut	Pflanze	Frucht	Nach- ernte
Weizen, Anbauumfang in Deutschland 3.015.000 ha				
Mutterkorn (<i>Claviceps purpurea</i>)	X		X	
Ährenfusariose (<i>Fusarium culmorum</i>)	X		X	
Septoria (<i>Phaeosporia nodorum</i>)	X			
Getreidemehltau (<i>Erysiphe graminis</i>)		X	X	
Halmbruch (<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>)		X	X	
Barley yellow dwarf virus (BYDV)		X		
Gerste, Anbauumfang in Deutschland 1.970.000 ha				
Ährenfusariose (<i>Fusarium culmorum</i>)	X		X	
Getreidemehltau (<i>Erysiphe graminis</i>)		X	X	
Halmbruch (<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>)			X	
Barley yellow dwarf virus (BYDV)		X		
Barley yellow mosaic virus (BaYMV)		X		
Roggen, Anbauumfang in Deutschland 728.000 ha				
Mutterkorn (<i>Claviceps purpurea</i>)	X		X	
Ährenfusariose (<i>Fusarium culmorum</i>)	X		X	
Getreidemehltau (<i>Erysiphe graminis</i>)		X	X	
Triticale, Anbauumfang in Deutschland 560.000 ha				
Ährenfusariose (<i>Fusarium culmorum</i>)	X		X	
Mutterkorn (<i>Claviceps purpurea</i>)	X		X	
Raps, Anbauumfang in Deutschland 1.297.000 ha				
Rapsschwärze (<i>Alternaria brassicae</i>)	X	X	X	
Zuckerrübe, Anbauumfang in Deutschland 459.000 ha				
Falscher Mehltau (<i>Peronospora schachtii</i>)	X	X		
Rhizomania (<i>Beet necrotic yellow vein virus</i>)			X	
Vergilbungskrankheit (<i>Beet mild yellowing virus, Beet yellows virus</i>)		X		
Körnermais, Anbauumfang in Deutschland 399.000 ha				
Maisbeulenbrand (<i>Ustilago maydis</i>)		X	X	
Stengelfäule (<i>Fusarium ssp.</i>)		X		
Barley yellow dwarf virus (BYDV)		X		
Kartoffel, Anbauumfang in Deutschland 284.000 ha				
Kraut- u. Knollenfäule (<i>Phytophthora infestans</i>)	X	X	X	X
Trockenfäule (<i>Fusarium ssp.</i>)	X			X
Wurzeltöterkrankheit (<i>Rhizoctonia solani</i>)	X	X	X	
Silberschorf (<i>Helminthosporium solani</i>)	X		X	X
Dürrfleckenkrankheit (<i>Alternaria solani</i>)			X	
Kartoffelschorf (<i>Streptomyces scabies</i>)			X	

noch Tab. 1

Nutzpflanzen/ Krankheitserreger	Saatgut	Pflanze	Frucht	Nach- ernte
noch Kartoffel				
Pulverschorf (<i>Spongospora subterranea</i>)			X	
Schwarzbeinigkeit/Naßfäule (<i>Erwinia carotovora</i>)	X	X	X	X
Bakterienringfäule (<i>Corynebacterium sepedonicum</i>)		X	X	X
<i>Potato virus X</i>		X		
<i>Potato virus Y</i>		X		
Apfel, Anbauumfang in Deutschland 31.219 ha				
Feuerbrand (<i>Erwinia amylovora</i>)		X		
Apfelschorf (<i>Venturia inaequalis</i>)		X	X	X
Apfelmehltau (<i>Podosphaera leucotricha</i>)		X		
Obstbaumkrebs (<i>Nectria galligena</i>)		X		X
Polsterschimmel (<i>Sclerotinia fructigena</i>)			X	
Bitterfäule (<i>Glomerella cingulata</i>)				X
Grünfäule (<i>Penicillium expansum</i>)				X
Gleospodium-Fruchtfäulen (<i>Gloeosporium spp.</i>)				X
Blauschimmel (<i>Penicillium expansum</i>)				X
Erdbeere, Anbauumfang in Deutschland 9.887 ha				
Rote Wurzelfäule (<i>Phytophthora fragariae</i>)		X		
Erdbeermehltau (<i>Sphaerotheca macularis</i>)		X	X	X
Lederbeerenfäule (<i>Phytophthora cactorum</i>)		X	X	X
Grauschimmelfäule (<i>Botrytis cinerea</i>)		X	X	X
Süßkirsche, Anbauumfang in Deutschland 5.366 ha				
Bakterienbrand (<i>Pseudomonas morsprunorum</i>)		X	X	
Penicillium-Grünfäule (<i>Penicillium expansum</i>)				X
Rhizopus-Fäule (<i>Rhizopus stolonifer</i>)				X
Graufäule (<i>Botrytis cinerea</i>)				X
Bitterfäule (<i>Glomerella cingulata</i>)			X	X
Valsakrankheit (<i>Cytospora sp.</i>)		X	X	
Monilinia-Fruchtfäule (<i>Monilinia laxa</i>)		X	X	X
<i>Prunus necrotic ringspot virus</i> (PNRV)		X		
Kleinfrüchtigkeit (Little Cherry Disease)				
Pflaume, Anbauumfang in Deutschland 4.519 ha				
Zwetschgenrost (<i>Tranzschelia discolor</i>)		X	X	X
Penicillium-Grünfäule (<i>Penicillium expansum</i>)				X
Bitterfäule (<i>Glomerella cingulata</i>)				X
Monilinia-Fruchtfäule (<i>Monilinia laxa</i>)			X	X
Narrentaschenkrankheit (<i>Taphrina pruni</i>)			X	
<i>Plum pox virus</i> (PPV)			X	

noch Tab. 1

Nutzpflanzen/ Krankheitserreger	Saatgut	Pflanze	Frucht	Nach- ernte
Sauerkirsche, Anbauumfang in Deutschland 4.197 ha				
Bakterienbrand (<i>Pseudomonas morsprunorum</i>)		X	X	
Rhizopus-Fäule (<i>Rhizopus stolonifer</i>)				X
Graufäule (<i>Botrytis cinerea</i>)				X
Bitterfäule (<i>Glomerella cingulata</i>)			X	X
Valsakrankheit (<i>Cytospora</i> sp.)	X		X	
Monilia-Fruchtfäule (<i>Monilia laxa</i>)	X		X	X
Sprühfleckenkrankheit (<i>Cylindrosporium padi</i>)	X			
Schrotschusskrankheit (<i>Clasterosporium carpophilum</i>)	X			
<i>Prunus necrotic ringspot virus</i> (PNRV)		X		
Birne, Anbauumfang in Deutschland 2.090 ha				
Feuerbrand (<i>Erwinia amylovora</i>)		X		
Birnengitterrost (<i>Gymnosporangium fuscum</i>)		X		
Graufäule (<i>Botrytis cinerea</i>)				X
Penicillium Grünfäule (<i>Penicillium expansum</i>)				X
Bitterfäule (<i>Glomerella cingulata</i>)				X
Spargel, Anbauumfang in Deutschland 14.222 ha				
Bakterienweichfäule (<i>Erwinia carotovora</i>)			X	X
Violetter Wurzeltöter (<i>Rhizoctonia croccorum</i>)		X		
Fusarium-Fäule (<i>Fusarium</i> spp.)		X	X	X
Spargellaubkrankheit (<i>Stemphylium botryosum</i>)		X		
Penicillium-Fäule (<i>Penicillium</i> spp.)		X		
Penicillium-Grünfäule (<i>Penicillium</i> spp.)		X		X
<i>Asparagus virus 1</i> (AV-1)		X		
<i>Asparagus virus 2</i> (AV-2)	X	X		
<i>Tobacco streak virus</i> (TSV)	X	X		
Möhren, Anbauumfang in Deutschland 8.961 ha				
Weichfäule (<i>Erwinia carotovora</i>)			X	
Möhrenschwärze (<i>Alternaria dauci</i>)	X	X		X
Schwarzfäule (<i>Alternaria radicina</i>)	X			X
Violetter Wurzeltöter (<i>Rhizoctonia crocorum</i>)			X	X
Speisezwiebeln, Anbauumfang in Deutschland 6.911 ha				
Falscher Mehltau (<i>Peronospora destructor</i>)		X		
Mehlkrankheit (<i>Sclerotium cepivorum</i>)		X	X	X
Halsfäule (<i>Botrytis aclada</i>)			X	X
<i>Onion yellow dwarf virus</i> (OYDV)				

noch Tab. 1

Nutzpflanzen/ Krankheitserreger	Saatgut	Pflanze	Frucht	Nach- ernte
Weißkohl, Anbauumfang in Deutschland 6.449 ha				
Adernschwärze (<i>Xanthomonas campestris</i>)		X	X	X
Kohlhernie (<i>Plasmiodiophora brassicae</i>)		X		
Falscher Mehltau (<i>Peronospora brassicae</i>)		X		
Weißflecken (<i>Pseudocercospora capsellae</i>)		X	X	X
Kohlschwärze (<i>Alternaria brassicae</i>)				X
Grauschimmel (<i>Botrytis cinerea</i>)				X
Frischerbsen, Anbauumfang in Deutschland 5.139 ha				
Grauschimmel (<i>Botrytis cinerea</i>)	X	X	X	X
Fusarium-Welke (<i>Fusarium oxysporum</i>)		X	X	X
Brennfleckenkrankheit (<i>Ascochyta pisi</i>)	X		X	X
Pea streak virus (PSV)		X	X	
Blumenkohl, Anbauumfang in Deutschland 5.123 ha				
Adernschwärze (<i>Xanthomonas campestris</i>)	X	X	X	X
Kohlhernie (<i>Plasmiodiophora brassicae</i>)		X		
Falscher Mehltau (<i>Peronospora brassicae</i>)		X		
Kohlschwärze (<i>Alternaria brassicae</i>)				X
Grauschimmel (<i>Botrytis cinerea</i>)				X
Eisbergsalat/Kopfsalat, Anbauumfang in Deutschland 7.613 ha				
Bakterienfäule (<i>Pseudomonas marginalis</i>)				X
Becherpilz (<i>Sclerotinia minor</i>)		X		
Falscher Mehltau (<i>Bremia lactucae</i>)		X	X	X
Schwarzfäule (<i>Rhizoctonia solani</i>)		X	X	X
Grauschimmel (<i>Botrytis cinerea</i>)		X	X	X
Spinat, Anbauumfang in Deutschland 3.257 ha				
Wurzelfäule (<i>Pythium sp.</i>)	X			
Fusarium-Wurzelfäule (<i>Fusarium oxysporum</i>)	X			
Wurzelbräune (<i>Colletotrichum dematium</i>)		X	X	X
Falscher Mehltau (<i>Peronospora farinosa</i>)		X	X	
Cucumber mosaic virus (CMV)		X	X	
Gurken, Anbauumfang in Deutschland 3.068 ha				
Eckige Blattflecken (<i>Pseudomonas syringae</i>)		X	X	X
Keimlingskrankheit (<i>Pythium sp.</i>)	X			
Keimlingskrankheit (<i>Rhizoctonia solani</i>)	X			
Fusarium-Welke (<i>Fusarium oxysporum</i>)				X
Penicillium Grünfäule (<i>Penicillium ssp.</i>)				X
Cucumber mosaic virus (CMV)	X	X	X	
Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV)		X	X	

noch Tab. 1

Nutzpflanzen/ Krankheitserreger	Saatgut	Pflanze	Frucht	Nach- ernte
noch Gurken				
<i>Watermelon mosaic virus</i> (WMV)		X	X	
<i>Zucchini yellow mosaic virus</i> (ZYMV)		X	X	
Kamille (<i>Matricaria recutita</i>), 875 ha				
Echter Mehltau (<i>Sphaerotheca fuliginea</i>)		X		
Falscher Mehltau (<i>Plasmopara leptosperma</i>)		X		
<i>Alternaria</i> sp.		X		
<i>Fusarium</i> sp.		X		
Mariendistel, 786 ha				
Grauschimmel (<i>Botrytis cinerea</i>)			X	
Echter Mehltau (<i>Erysiphe cnicoracearum</i>)		X		
Johanniskraut (<i>Hypericum perforatum</i>), 680 ha				
Johanniskrautwelke (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)		X		
<i>Fusarium</i> sp.		X		
<i>Phoma</i> sp.		X		
<i>Sclerotinia</i> sp.		X		
Echter Mehltau (<i>Erysiphe</i> sp.)		X		
<i>Alternaria</i> sp.		X		
<i>Verticillium</i> sp.		X		
Majoran (<i>Origanum majorana</i>), 556 ha				
<i>Fusarium</i> sp.		X		
<i>Rhizoctonia</i> sp.		X		
Minzrost (<i>Puccinia menthae</i>)		X		
Fenchel (<i>Foeniculum vulgare</i>), 550 ha				
Wurzelfäule (<i>Fusarium</i> ssp., <i>Rhizoctonia</i> sp.)		X		
Fenchelanthraknose (<i>Passalora punctum</i>)		X		
Weißhösigkeit (<i>Rhizoctonia solani</i>)		X		
Doldenbrand (<i>Alternaria</i> ssp.)		X	X	
Doldenschwärze (<i>Stemphylium radicinum</i>)		X	X	
Pfefferminze (<i>Menta x piperita</i>), 301 ha				
Minzrost (<i>Puccinia menthae</i>)		X		
Echter Mehltau (<i>Erysiphe biozellata</i>)		X		
Blattfleckenkrankheit (<i>Cercospora</i> sp.)		X		
Pfefferminzanthraknose (<i>Spharceloma menthae</i>)		X		
<i>Verticillium</i> - Welke		X		

noch Tab. 1

Nutzpflanzen/ Krankheitserreger	Saatgut	Pflanze	Frucht	Nach- ernte
<i>Koriander (Coriandrum sativum)</i>				
Virosen (Adermosaik, Stauchekrankheit)		X		
Doldenbrand (<i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Erwinia carotovora</i> , <i>Xanthomonas carotae</i>)		X		
Welkeerkrankungen (<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Verticillium sp.</i>)		X		
Ramulariose (<i>Ramularia coriandri</i>)		X		
<i>Kümmel (Carum carvi)</i>				
Fusarium (<i>Fusarium avenaceum</i>)		X		
Kümmelanthraknose (<i>Mycocentrospora acerina</i>)		X		
Fusarium-Wurzelfäule (<i>Fusarium oxysporum</i>)		X		
Wurzelbräune (<i>Colletotrichum dematium</i>)		X		
Stengelflecken (<i>Ascochyta carvi</i>)		X		
Rhizoctonia sp.		X		

Quellen: Bartels und Rodemann, 2003; Berger et al., 1989; Berger et al., 1999; Herrero et al., 2003; Hoffmann und Schmutterer, 1999; Müller und Bröther, 2002; Schießendoppler und Cate, 1996; Toth et al., 2003; Zahn, 2003; Zwatz et al., 1998.

Quellen: Baraldi, et al., 2003; Bedlan, und Holzer, 1993; Bodin Ferri et al., 2002; Büttner und Graf, 1996; Harms et al., 1996; LBP, 2002; Nemeth, 1986; Snowdon, 1991

Bedlan, 1999; Bedlan et al., 1992; Büttner und Graf, 1996; Clarkson et al., 2002; Doradzillo et al., 2000; Doradzillo et al., 2001; Elmer, 2001; Müller et al., 2003; Schmidl und Labuza, 2000

Dachle und Pelzmann, 1999; Drogenreport online, 2004

Tab. 2: Symptome/Schadbild ausgewählter Schädlinge, die zu Qualitätseinbußen an Obst und Gemüse führen

Schädling	Symptome / Schadbild
Apfel	
Apfelwickler (<i>Cydia pomonella</i>)	Fraßgang mit Raupe bis zum Kern Kotaustritt, Sekundärfäule
Apfelsägewespe (<i>Haplocampa testudinae</i>)	Fraßgang, Frucht ausgehöhlt, zuweilen Fruchtschale mit Minierfraß
Apfelschalenwickler (<i>Adoxophyes reticulana</i>)	Fraß an der Fruchtschale, Kotreste
Nordische Apfelwanze (<i>Plesiocoris rugollis</i>)	Einstiche auf den Früchten, Verkorkung, Kleinfrüchtigkeit
San-Jose-Schildlaus (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)	Früchte von kleinen grauen Schildchen be- deckt, mit rot umrandeten Flecken
Birne	
Birmensägewespe (<i>Hoplocampa brevis</i>)	Junge Früchte mit Bohrlöchern, oft ausge- höhlt
San-Jose-Schildlaus (<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>)	Früchte von kleinen grauen Schildchen be- deckt, mit rot umrandeten Flecken
Pflaume, Zwetschge	
Pflaumenwickler (<i>Grapholita funebrana</i>)	Früchte vorzeitig reifend; rötliche Made; Fruchtfleisch um Kern zerfressen, Kotkrümel
Kirsche	
Kirschenfruchtfliege (<i>Rhagoletis cerasi</i>)	Weißer Made in Steinnähe; Fäulnis
Pfirsich	
Mittelmeerfruchtfliege (<i>Ceratitis capitata</i>)	Reife Früchte weich und faulig; im Inneren Fliegenmaden
Brombeere	
Brombeergallmilbe (<i>Acalitus essigi</i>)	Früchte teilweise hell oder rot, sauer
Himbeere	
Himbeerkäfer (<i>Byturus tomentosus</i>)	Gelbliche Larven in der Frucht
Kohlarten	
Kohlweißling, kleiner (<i>Pieris rapae</i>) großer (<i>P. brassicae</i>)	Raupen und Raupenfraß an Blättern; Ver- schmutzung durch Kot
Kohlschabe (<i>Plutella xylostella</i>)	Raupen und Raupenfraß an Blättern; Ver- schmutzung durch Kot
Kohleule (<i>Mamestra brassicae</i>)	Raupen und Raupenfraß an Blättern; Ver- schmutzung durch Kot
Gammaeule (<i>Autographa gamma</i>)	Raupen und Raupenfraß an Blättern; Ver- schmutzung durch Kot
Mehlige Kohlblattlaus (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	Mehlig bepuderte Blattläuse an Blattunter- seite

noch Tab. 2

Schädling	Symptome / Schadbild
Möhre	
Möhrenfliege (<i>Psila rosae</i>)	Fraßgänge im Möhrenkörper; sek. Fäulnis
Möhrenminierfliege (<i>Napomyza carotae</i>)	Fraßgänge vom Kopf der Möhre beginnend; Fäulnis
Wurzelgallenälchen (<i>Meliodyne hapla</i>)	Verdickungen an den Wurzeln; Beinigkeit; Zwiewuchs
Porree, Lauch	
Blasenfüße (<i>Thrips tabaci</i>)	Blätter weißlich gesprenkelt, deformiert
Lauchmotte (<i>Ascrolepia assectella</i>)	Minierfraß; streifenförmige Blattschäden; sekundäre Fäulnis
Lauchminierfliege (<i>Napomyza gymnostoma</i>)	Minierfraß in Blättern und Schaft
Radies, Rettich	
Rettichfliege (<i>Delia floralis</i>)	Madenfraß an äußeren Schichten; sekundäre Fäulnis
Kleine Kohlflye (<i>Delia radium</i>)	
Kopfsalat	
Blattläuse	Saugschäden, Honigtau; Läuse am Salatkopf
Erbse	
Erbsenwickler (<i>Laspeyresia nigricana</i>)	Samen in den Hülsen angefressen; Larven; Kotreste

Quelle: Bürki et al., 1999; Hoffmann und Schmutterer, 1999; Meyer et al., 2004; Crüger et al., 2002; 1999