



Qualitätssicherung bei der Langzeitlagerung ökologisch erzeugter Möhren

Erstellt von:

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Abteilung Gartenbau

Steenbeker Weg 151, 24106 Kiel

Tel.: +49 431 301094049 , Fax: +49 431 3010944

E-Mail: galpers@lksh.de

Internet: http://www.lwk-sh.de/start_n.php3

Gefördert vom Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein
Abteilung Gartenbau
Dipl.-Ing. agr. Gerd Alpers
Steenbeker Weg 151
24106 Kiel

Dieses Dokument ist in der
Wissenschaftsplattform des Zentralen
Internetportals "Ökologischer Landbau"
archiviert und kann unter
<http://www.orgprints.org/5638>
heruntergeladen werden.

Abschlussbericht

Forschungsprojekt Nr.: 03OE151

Thema: **Qualitätssicherung bei der Langzeitlage-
rung ökologisch erzeugter Möhren
- Abschätzung des Verderbs während der
Lagerung -**

Laufzeit: 01.01.2004 – 15.07.2004

Abschlussbericht

Qualitätssicherung bei der Langzeitlagerung

ökologisch erzeugter Möhren

- Abschätzung des Verderbs während der Lagerung -

Forschungsprojekt Nr. 03OE151

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Für ökologische Gemüsebaubetriebe im Bereich der schleswig-holsteinischen Westküste hat sich der Anbau von Möhren für den Lebensmitteleinzelhandel (LEH) in den vergangenen etwa zehn Jahren zu einem Betriebszweig von entscheidender wirtschaftlicher Bedeutung entwickelt. Den hohen Ansprüchen des LEH an einwandfreie innere und äußere Qualität der Erzeugnisse, an Verpackung und Aufmachung sowie an Lieferkontinuität haben die Betriebe u.a. durch hohe Investitionen in Spezialmaschinen wie leistungsfähige pneumatische Einzelkornsäugeräte, Dammfräsen, Abflamm- und Hackbürstengeräte, Wasch-, Sortier- und Verpackungslinien und maschinengekühlte Lagerhäuser für die Möhrenlagerung von Oktober bis Mai Rechnung getragen.

Trotz dieser an sich guten technischen Voraussetzungen traten in den letzten Jahren aber immer wieder krankheitsbedingte Lagerverluste in unterschiedlichem Ausmaß auf, die mittelfristig den Weiterbestand des ökologischen Lagermöhrenanbaus in der Region gefährden.

Ziele des Projekts sind daher:

1. die Identifizierung der Risikofaktoren, die den Verderb im Lager beschleunigen, insbesondere Mikroorganismen und
2. hierauf basierend die Erarbeitung eines praxistauglichen, d.h. einfach zu handhabenden, und überregional einsetzbaren Schätzrahmens zur Abschätzung der voraussichtlichen Lagerungsverluste von Einzelpartien vor der Einlagerung. Durch die Abschätzung des Verderbrisikos vor der Einlagerung besteht für den Landwirt die Möglichkeit, die Ware so im Lager zu positionieren, dass verderbgefährdete Parteien für eine frühe Auslagerung gut zugänglich sind und vermarktet werden können, bevor die Verluste untragbar hoch geworden sind.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Vorbemerkung: Mitte September 2003, also vor Beginn der Projektlaufzeit am 01.01. 2004, hatten die beteiligten Landwirte bereits auf eigene Kosten Untersuchungen der Möhren im Feldbestand auf den Besatz mit Schädlingen und Krankheiten durchführen lassen. Diese Daten fließen in das Projekt mit ein.

Dem Projekt wurde mit Schreiben vom 14.10.2003 ein förderungsunschädlicher Vorhabensbeginn eingeräumt, der die Ermittlung des Zustandes der Möhrenproben zum Zeitpunkt der Einlagerung noch erlaubt, so dass die folgende Planung Mitte Oktober 2003 beginnt.

Es waren folgende Arbeitsschritte geplant:

Mitte Oktober bis Mitte November 2003

- Ermittlung des Zustandes der Möhrenproben bei Beginn der Lagerung

Mitte bis Ende November 2003

- vorläufige Auswertung der vorliegenden Daten

Dezember 2003 bis März 2004

- Datenerhebung zu Anbauflächen und Kulturmaßnahmen
- Installation von Thermohygrographen in den Kühlhäusern
- Literaturrecherche und –auswertung

April bis Mitte Mai 2004

- Bestimmung von Lagerverlusten und Schaderregerbesatz an den Möhren

Mitte Mai bis Mitte Juli 2004

- Erarbeitung des Schätzrahmens und Erstellung des Abschlußberichts

Der Ablauf des Projekts entsprach mit Ausnahme einiger geringfügiger Abweichungen der Planung:

- Die für die zweite Novemberhälfte 2003 vorgesehene vorläufige Auswertung entfiel.
- Die April bis Mitte Mai 2004 geplante Bestimmung von Lagerverlusten und Schaderregerbesatz an den Möhren musste auf Anfang März vorgezogen werden, da der Lagerverderb in den am Projekt beteiligten Betrieben - wie auch bundesweit (ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT 2004) - außergewöhnlich schnell fortschritt. Hierdurch musste die bis Ende März vorgesehene Literaturrecherche und -auswertung in den Zeitraum Ende März/April 2004 verschoben werden.

Die Änderungen im Ablauf hatten keine Auswirkungen auf die Ergebnisse des Projekts.

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

1.2.1 Empfehlungen für eine verlustarme Möhrenlagerung

Generelle, allgemein anerkannte Empfehlungen für eine möglichst verlustarme Möhrenlagerung finden sich in zahlreichen praxisorientierten Zeitschriften, Lehr- und Handbüchern sowie in Internetveröffentlichungen. Folgende Empfehlungen für den Kulturabschnitt bis einschließlich der Ernte werden gegeben bzw. lassen sich aus Untersuchungsergebnissen ableiten:

1. geeignete Sorten (BEDLAN 1999, BÖTTCHER 1996, CHAPUT 1998, CRÜGER et al. 2002, FRASER und CHAPUT, 1998)
2. Saatgut frei von samenübertragbaren (Lager-)Krankheiten, ggfs. behandelt (AALDERING 1997, CHAPUT 1998, HELLER und BORAFFIO 2004, JAHN, o.J.),
3. weitgestellte Fruchtfolge (AGBLOR und WATERER 2001, BEDLAN 1999, CHAPUT 1998, CRÜGER et al. 2002, JACQUES 2003, KUCHAREK 2004),
4. Anbau bevorzugt in Gesundlagen, ggfs. in Dammkultur (CHAPUT 1998)
5. Anbau auf Böden mit guter Struktur und Wasserführung (AALDERING 1997, BEDLAN 1999, CHAPUT 1998, McGIFFEN et al. o.J., PLAS 1998)
6. hinreichend tiefe, wendende Bodenbearbeitung (CHAPUT 1998, KUCHAREK 2004, McGIFFEN et al. o.J., PLAS, 1998)
7. ausgewogene Nährstoffversorgung, insbesondere Vermeidung übermäßiger Stickstoffversorgung und gute Kaliversorgung (BEDLAN 1999, CHAPUT 1998, CRÜGER et al. 2002, FRASER und CHAPUT 1998, JESCHKE 1995)
8. nicht zu dichte, möglichst unkrautfreie Bestände (AALDERING 1997, CHAPUT 1998, CRÜGER et al. 2002).
9. zurückhaltende Überkopfbewässerung (AALDERING 1997, CRÜGER et al. 2002)
10. Ernte bei niedrigen (Boden-)Temperaturen (AGBLOR und WATERER 2001)
11. Ernte im reifen Zustand (hohe Zuckergehalte, weites Verhältnis Disaccharide : Monosaccharide) (AGBLOR und WATERER 2001, BÖTTCHER 1996, FRASER und CHAPUT 1998, HENATSCH 2004, ULRICH 2003),
12. möglichst geringe Anteile von Untergrößen im Lagergut zur Vermeidung von Botrytisbefall (CRÜGER et al. 2002), Querdurchmesser < 20 mm vor der Einlagerung aussondern (BÖTTCHER 1996)
13. Hygienemaßnahmen bei Erntemaschinen, Lagerbehältnissen und –räumen (BEDLAN 1999, CHAPUT 1998, FRASER und CHAPUT 1998, KORA et al. 2003, LUO et al. o.J., TOUSSAINT et al. o.J., ULRICH 2003, WATERER 2004)

14. beschädigungsarme Ernteverfahren (AALDERING 1997, BEDLAN 1999, BÖTTCHER 1996, CHAPUT 1998, FRASER und CHAPUT 1998, CRÜGER et al. 2002, JACQUES 2003, ULRICH 2003, WATERER 2004),
15. keine Einlagerung frostgeschädigter Möhren (BÖTTCHER et al. 1996, WATERER 2001)
16. Vermeidung von Laubbesatz als potentielle Infektionsquelle im Lagergut (BÖTTCHER 1996, PLAS 1998),

1.2.2 Abschätzung von Lagerverlusten

In Skandinavien wurde über verschiedene Ansätze versucht, die Lagerverluste bzw. -tauglichkeit von Möhrenpartien abzuschätzen. HERMANNSEN und AMUNDSEN (1995) fanden in Norwegen für die dort sehr bedeutsame Lagerkrankheit *Mycocentrospora acerina* einen engen Zusammenhang zwischen dem Blattbefall vor der Ernte und dem Wurzelbefall nach sechs Monaten Lagerung bei 0 °C ($r = 0,82$). Bei 6 Wochen so genannter forcierter Lagerung, d.h. Lagerung bei erhöhten Temperaturen (hier: 10 °C), war der Wurzelbefall eng korreliert mit dem von Parallelproben, die 6 Monate lang bei 0°C gelagert wurden ($r = 0,84$ bei Ernte 6 Wochen vor den Parallelproben, $r = 0,90$ bei Ernte gleichzeitig mit den Parallelproben).

Auf forcierter Lagerung (6 Wochen bei 10 °C) basiert ebenfalls ein von HOFTUN (1985) in Norwegen entwickelter Index, der neben *M. acerina* auch sonstige Lagerkrankheiten einbezieht. Bei dessen Anwendung in Schweden erwiesen sich anfangs nur 60 % der Prognosen als richtig, da die Bedeutung der Lagerkrankheit *Rhizoctonia carotae* unterschätzt wurde (ÖGREN 1992). Ein auf einer entsprechenden Modifizierung des Index basierender Schätzrahmen erbrachte befriedigende Ergebnisse: von 41 Möhrenpartien wurden 11 als lagertauglich eingeschätzt, was in 10 Fällen (91 %) auch zutraf. Weitere 19 Partien wurden als nicht lagertauglich eingeschätzt, was in 18 Fällen (95 %) zutraf. 11 Partien wurden als grenzwertig eingestuft, tatsächlich waren es 6 Partien (55 %) (EWALDZ 1997). Bezogen auf alle Proben wurde die Lagertauglichkeit damit in 83 % der Fälle richtig eingeschätzt.

2. Material und Methoden

Im Frühjahr 2003 wurden auf 25 ökologisch wirtschafteten Schlägen von insgesamt 9 Betrieben im Bereich der schleswig-holsteinischen Westküste (nördliches Dithmarschen, südliches Nordfriesland) insgesamt 8 verschiedene Möhrensornten auf 75-cm-Dämme gesät.

Die Sorten waren:

- Bolero F1 (2 Schläge)
- Kamaran F1 (3 Schläge)
- Narbonne F1 (4 Schläge)
- Nebula F1 (1 Schlag)
- Nepal F1 (2 Schläge)
- Nerac F1 (9 Schläge)
- Ravero F1 (1 Schlag)
- Riga F1 (3 Schläge)

Die Aussaattermine waren Mitte Mai mit Ausnahme einer Fläche, die wegen mangelhaften Auflaufs Mitte Juni ein zweites Mal besät wurde. Zur Unkrautregulierung wurden die Saatreihen vor Auflauf abgeflammt, maschinell gehackt und von Hand gejätet sowie die Dammflanken ab- und wieder angehäufelt.

In der zweiten Septemberhälfte 2003 wurde von den Schlägen je eine Pflanzenprobe gezogen. Die aus etwa 10 – 15 Möhren bestehenden Proben wurden dem Amt für ländliche Räume Kiel, Dezernat Pflanzenschutz im Gemüse- und Zierpflanzenbau, übergeben, wo sie zur qualitativen Bestimmung des Schaderregerbesatzes gesondert nach Laub und Wurzel in „Feuchte Kammern“ eingelegt wurden.

Die Schläge wurden in der zweiten Oktoberhälfte mit Klemmbandrodern beerntet und das Erntegut in 8 verschiedenen maschinengekühlten Lagern eingelagert. Von dem Erntegut wurden vor oder direkt nach der Einlagerung je 2 Proben von jeweils etwa 8 – 15 kg gezogen und deren Gewichtsanteil beschädigter und kleiner (Querdurchmesser < 20 mm) Möhren bestimmt. Weiterhin wurde der Anteil der Laubreste in Erntegut bonitiert. Von den beiden je Schlag gezogenen Erntegutproben wurde jeweils eine in dem zum jeweiligen Schlag gehörenden Kühlhaus eingelagert. Die Parallelproben wurden zentral in einem der 8 Kühllhäuser gelagert.

Im Laufe des Februar 2004 wurden der Temperatur- und Luftfeuchteverlauf in jedem Lager am Standort der Proben je 6 Tage lang durch Thermohygrographen (Fabrikat: Thies Klima, Göttingen) aufgezeichnet. In einem Lager lag die Temperatur mit 1,2 – 1,5 °C deutlich zu hoch, bei einem weiteren schwankte sie mehrmals am Tag – auch bei durchgehend geschlossener Tür - zwischen 0 und 1 °C. In den übrigen Fällen war die Temperatur mit 0 – 0,5 °C optimal. Die relative Luftfeuchte lag in drei Lägern nur bei ca. 90 % und in drei weiteren bei 95 – 97 %. Für zwei Läger liegen wegen eines Gerätedefekts keine Luftfeuchtwerte vor. Wegen dieser z.T. erheblichen Temperatur- und Luftfeuchteunterschiede zwischen den einzelnen Lägern wurden die dezentral gelagerten Parallelproben verworfen.

Die bei 0 – 0,5 °C und einer relativen Luftfeuchte von ca. 95 % zentral gelagerten Proben wurden nach einer etwa viermonatigen Lagerperiode Anfang März ausgelagert und die gewichtsmäßigen Lagerungsverluste sowohl durch Atmung und Verdunstung als auch durch Krankheitserreger ermittelt. Die beteiligten Krankheitserreger wurden wiederum durch das Amt für ländliche Räume Kiel qualitativ bestimmt.

Daneben wurden Daten zu Bodenart, Bodenzahl, Nährstoffspiegel, Wasserabzug (Dränage), Unkrautsamenbesatz, Fruchtfolge (innerhalb der fünf vorangegangenen Jahre angebaute Kulturen) und eventuellen bisherigen Anbauproblemen auf den Flächen durch Befragung der Betriebsleiter sowie Einsicht in vorliegende Unterlagen (Anbauaufzeichnungen, Bodenuntersuchungsergebnisse) erhoben. Weiterhin wurden bisherige Erfahrungen mit den im Projekt verwendeten Sorten abgefragt. Die jeweils vorherrschende Unkrautflora war bereits in der Vegetationsperiode 2003 bestimmt worden.

Bei allen Flächen handelt es sich um Marschböden, also sandige oder schluffige Lehme oder lehmigen Schluff mit überwiegend 65 – 80 Bodenpunkten. Lediglich zwei Flächen fallen mit 40 bzw. 45 – 60 Bodenpunkten ab. Es lagen zwölf jüngere Bodenuntersuchungsergebnisse vor, die hinsichtlich pH-Wert und Nährstoffspiegel keine Besonderheiten aufwiesen; das besonders beim Anbau von Möhren bedeutsame Kalium lag stets mindestens in der Versorgungsklasse B, die auf Marschböden als ausreichend angesehen wird.

Alle Flächen sind dräniert und weisen in der Regel einen guten Wasserabzug auf. Lediglich bei drei Flächen sahen die Betriebsleiter den Wasserabzug wegen nicht voll funktionsfähiger Dränage stellenweise beeinträchtigt, was sich im Anbau jedoch nicht bemerkbar machte, da im Zeitraum Mai bis Oktober 2003 keine übermäßigen Niederschläge fielen.

Den Unkrautsamenbesatz stufen die Betriebsleiter überwiegend als leicht bis mittel, auf 6 Flächen jedoch als stark ein. Die in verschiedenen Zusammensetzungen auftretenden Unkrautarten – *Atriplex patula* (Gemeine Melde), *Agropyron repens* (Gemeine Quecke), *Capsella bursa-pastoris* (Hirtentäschelkraut), *Chenopodium album* (Weißer Gänsefuß), *Cirsium arvense* (Ackerkratzdistel), *Lamium* sp. (Taubnessel-Arten), *Matricaria chamomilla* (Echte Kamille), *Polygonum* sp. (Knöterich-Arten), *Raphanuns raphanistrum* (Hederich), *Rumex* sp. (Ampfer-Arten), *Senecio vulgaris* (Gemeines Kreuzkraut), *Sinapis arvensis* (Ackersenf), *Solanum nigrum* (Schwarzer Nachtschatten), *Sonchus* sp. (Gänsedistel-Arten), *Stellaria media* (Vogelmiere), *Thlaspi arvense* (Ackerhellerkraut) sowie *Veronica persica* (Persischer Ehrenpreis) – sind standort- bzw. nutzungstypisch. Da keine dieser Unkrautarten zur Familie der *Apiaceae* (Doldenblütler) gehört, erscheint es wenig wahrscheinlich, dass sie Überträger von Lagerkrankheiten der Möhre sind.

Hinsichtlich der Fruchtfolge erwiesen sich 9 Flächen als unproblematisch, da auf ihnen im Zeitraum 1998 – 2002 weder Möhren noch andere Doldenblütler angebaut wurden. Auf 10 Flächen wurden jedoch im Vorjahr (2002) Möhren oder andere Doldenblütler (Sellerie, Pastinaken) angebaut, auf einer dieser Flächen zusätzlich im Jahr 2000. Auf 6 weiteren Flächen standen 2002 Kohlgewächse (5 Flächen) oder Klee gras (eine Fläche); die starke Stickstoffnachlieferung aus deren Bestandesrückständen sind unter Lagerungsaspekten als problematisch anzusehen.

Auf Grund bisheriger Lagererfahrungen beurteilten die Betriebsleiter die Sorte Bolero übereinstimmend als problematisch. Narbonne und Nerac wurden dagegen übereinstimmend als gut beurteilt. Riga wurde als brauchbare Sorte für nicht allzu lange Lagerung eingestuft. Zu den übrigen Sorten lagen keine Lagererfahrungen vor.

Nach den bis zum Einlagerungszeitpunkt durchgeführten Erhebungen und Untersuchungen unterschieden sich die Partien hinsichtlich folgender potentieller Risikofaktoren für die Lagerfähigkeit deutlich:

- an den Pflanzen nachgewiesene Lagerkrankheiten
- Fruchtfolge in den Vorjahren
- mutmaßliches Stickstoffangebot während der Kultur
- Anteil Laub im Lagergut (bonitiert)
- Anteil Möhren < 20 mm Querdurchmesser
- Anteil beschädigter Möhren im Lagergut (frisch geplatze, gebrochene, angeschlagene und angefressene Möhren)
- sortenbedingte Lagerfähigkeit

Bei der Ermittlung eines geeigneten Index zur Abschätzung der Lagerverluste wurde zunächst von folgenden Grundgleichungen ausgegangen:

$$(1) \text{ Index} = A^*a + B^*b + \dots + M^*m$$

$$(2a) \text{ Index} = (A^*a + B^*b + \dots + H^*h + 1) * (I^*i + 1) * (J^*j + 1) * \dots * (M^*m + 1)$$

$$(2b) \text{ Index} = (A^*a + B^*b + \dots + H^*h + 1) * (I^*i + 1) * (J^*j + 1) * \dots * (M^*m + 1) * (N^*n + 1)$$

Hierbei sind A, B ... L, M die o.g. potentiellen Risikofaktoren hinsichtlich der Lagerfähigkeit der Partien, und zwar im Einzelnen:

A = *Alternaria radicina* auf dem Blatt (0 = nein, 1 = ja)

B = *A. radicina* an der Wurzel (0 = nein, 1 = ja)

C = *A. dauci* auf dem Blatt (0 = nein, 1 = ja)

- D = *A. dauci* an der Wurzel (0 = nein, 1 = ja)
- E = *Chalara* sp. an der Wurzel (0 = nein, 1 = ja)
- F = *Cylindrocarpon* sp. an der Wurzel (0 = nein, 1 = ja)
- G = *Fusarium* sp. an der Wurzel (0 = nein, 1 = ja)
- H = *Pythium* sp. an der Wurzel (0 = nein, 1 = ja)
- I = Fruchtfolge: Möhre oder andere Doldenblütler als Vorkultur (0 = nein, 1 = ja)
- J = Stickstoffangebot: Kohl oder Klee gras als Vorfrucht (0 = nein, 1 = ja)
- K = Laubanteil im Lagergut (0 = sehr wenig, 1 = mittel, 2 = sehr viel)
- L = Anteil Möhren < 20 mm Querdurchmesser (in Gewichts-%)
- M = Anteil beschädigter Möhren im Lagergut (in Gewichts-%)
- N = Lagereigenschaften der jeweiligen Sorte (0 = gut, 1 = schlecht)

Bei den folgenden Schritten wurden die Koeffizienten a, b, c ... m mit dem Ziel einer möglichst hohen Korrelation zwischen den Indices und dem tatsächlichen Lagerverderb der einzelnen Möhrenpartien variiert.

3. Ergebnisse

3.1 Darstellung der Ergebnisse

3.1.1 Befunde vor der Einlagerung

Das Laub aller Feldbestände war zum Probenahmezeitraum in der zweiten Septemberhälfte mehr oder weniger stark sichtbar mit Pilzkrankheiten befallen, während an den Wurzeln keine Krankheiten mit bloßem Auge festzustellen waren. In der Laboruntersuchung wurden weitere Krankheiten an den Wurzeln nachgewiesen (Tabelle 1)

Tab. 1: Vor der Ernte nachgewiesene Lagerkrankheiten

Lagerkrankheit	Anzahl Proben (Schläge)	% Proben (Schläge)
Alternaria dauci (Blatt)	25	100
(Wurzel)	5	20
A. radicina (Blatt)	20	80
(Wurzel)	5	20
Chalara sp. (Wurzel)	10	40
Cladosporium sp. (Blatt)	10	40
Cylindrocarpon sp. (Wurzel)	7	28
Fusarium sp. (Wurzel)	6	24
Pythium (Wurzel)	3	12

Der Anteil Möhren < 20 mm Querdurchmesser lag zwischen 0 und 6,0 % mit einem Mittelwert von 1,4 %.

Zwischen 8 und 55 % der Möhren waren beschädigt; der Mittelwert betrug 26 %.

3.1.2 Befunde nach der Auslagerung

Tabelle 2 zeigt die Lagerungsverluste infolge Atmung und Verdunstung während der viermonatigen Lagerperiode sowie den wegen Krankheitsbefall aussortierten Anteil der Ware. Die Lagerungsverluste infolge Atmung und Verdunstung beliefen sich auf durchschnittlich 8 % mit einer Spannweite zwischen 4 und 15 %. Während bei der Sorte Nepal der durchschnittliche Verlust 14 % betrug, lagen die Mittelwerte für die übrigen Sorten bei nur 6 bis 9 %.

Von der ausgelagerten Ware wurden zwischen 5 und 63 % wegen Krankheitsbefall aussortiert. Hier traten noch deutlichere Sortenunterschiede auf: bei Bolero waren durchschnittlich 51,5 % sichtbar befallen, bei den übrigen Sorten waren es zwischen 9 und 30 %. Innerhalb der Sorten war die Spannweite zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert z.T. erheblich, bei Narbonne betrug sie 58 %-Punkte .

Tab. 2: Lagerungsverluste infolge Atmung und Verdunstung sowie Krankheitsserregern nach etwa viermonatiger Kühlagerung.

Sorte	Verlustursachen	
	Atmung, Verdunstung (%)*	Krankheitsbefall (%)**
Ravero (n=1)	9	9
Nebula (n=1)	7	10
Riga (n=3)	7 (5-10)	17 (9-30)
Nepal (n=2)	14 (13-15)	19,5 (8-31)
Kamaran (n=3)	n.b.	21 (6-32)
Narbonne (n=4)	8,5 (7-11)	22 (5-63)
Nerac (n=9)	6 (4-8)	30 (11-56)
Bolero (n=2)	7,5 (7-8)	51,5 (48-55)
alle Sorten	8 (4-15)	25 (5-63)

* eingelagerte Menge = 100 %

** ausgelagerte Menge = 100 %

An den wegen Krankheitsbefall aussortierten Probenanteilen wurde Sclerotinia in 16 Fällen und damit am häufigsten nachgewiesen, gefolgt von Botrytis und Chalara in 12 bzw. 10 Fällen (Tabelle 3). Die in Skandinavien sehr bedeutsame Lagerkrankheit Rhizoctonia carotae (EWALDZ 1997) wurde nur in 3 Fällen nachgewiesen.

Tab. 3: Nach der Auslagerung nachgewiesene Krankheiten

Lagerkrankheit	Anzahl Proben	% Proben
Alternaria radicina	7	28
Botrytis sp.	12	48
Chalara sp.	10	40
Cladosporium sp.	8	32
Cylindrocarpon sp.	4	16
Fusarium sp.	4	16
Mucor sp.	3	12
Penicillium sp.	5	20
Pythium	6	24
Rhizoctonia carotae	3	12
R. crocorum	2	8
Sclerotinia sp.	16	64

Zwischen den Krankheiten, die sich vor der Einlagerung und nach der Auslagerung an Proben von jeweils identischen Schlägen nachweisen ließen, wurde kein oder nur ein loser Zusammenhang gefunden (Tabelle 4). So wurde z.B. *Alternaria dauci* ausschließlich vor der Einlagerung an allen 25 Proben nachgewiesen, nach der Auslagerung jedoch an keiner Probe. Umgekehrt wurde z.B. *Sclerotinia* vor der Einlagerung nicht nachgewiesen, nach der Auslagerung aber bei 16 Proben. Lediglich *A. radicina*, *Chalara*, *Cladosporium*, *Cylindrocarpon*, und *Pythium* konnten sowohl vor als auch nach der Lagerperiode vereinzelt an Proben von jeweils identischen Schlägen nachgewiesen werden.

Tab. 4: Ausschließlich vor der Einlagerung, sowohl vor Ein- als auch nach Auslagerung sowie ausschließlich nach der Auslagerung nachgewiesene Krankheiten an Proben aus identischen Partien

Lagerkrankheit	Nachweis ...		
	... ausschließlich vor der Einlagerung	... sowohl vor Ein- als auch nach Auslagerung	... ausschließlich nach der Auslagerung
	Anzahl Proben		
<i>Alternaria dauci</i>	25	0	0
<i>A. radicina</i>	13	7	0
<i>Botrytis</i> sp.	0	0	12
<i>Chalara</i> sp.	5	5	4
<i>Cladosporium</i> sp.	8	2	6
<i>Cylindrocarpon</i> sp.	6	1	3
<i>Fusarium</i> sp.	6	0	4
<i>Mucor</i> sp.	0	0	3
<i>Penicillium</i> sp.	0	0	5
<i>Pythium</i>	2	1	5
<i>Rhizoctonia carotae</i>	0	0	3
<i>R. crocorum</i>	0	0	2
<i>Sclerotinia</i> sp.	0	0	16

3.1.3 Berechnung des Index

Bei Verwendung der Gleichung (1) ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Index und den krankheitsbedingten Lagerverlusten herstellen ($r = 0,27$). Dagegen war dieser Zusammenhang bei Gleichung (2a) mit $r = 0,45$ signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$). In die Berechnung des Index fließen der Befall mit *A. dauci* (= D), *Fusarium* (= G)

und Pythium (= H), die Fruchtfolgeverhältnisse (= I), das Stickstoffangebot (= J) sowie der Anteil beschädigter Möhren (= M) ein:

$$\text{Index} = (D*10 + G*50 + H*150 + 1) * (I*5 + 1) * (J*14 + 1) * (M*1 + 1)$$

Da *A. dauci* und vor allem *Fusarium* und *Pythium* als direkte Ursache der Lagerverluste nicht in Erscheinung traten (vgl. Tab. 3), läßt ihr Einfließen in den Index vermuten, dass diese Pilze als Wegbereiter für andere Lagerkrankheiten wie *Sclerotinia*, *Botrytis* u.a. einen indirekten Einfluß auf die Lagerverluste ausübten.

Bei der Darstellung der Indices für die einzelnen Partien und der jeweiligen Lagerverluste lassen sich zwei Gruppen erkennen (Abbildung 1): Bei 16 Partien (= 64 %) besteht mit $r = 0,97$ eine hoch signifikante Korrelation ($p < 0,001$) zwischen Index und tatsächlichen Lagerverlusten, d.h. hier wäre eine auf o.g. Index basierende Prognose der Lagerverluste möglich gewesen. Bei 9 Partien (= 36 %) waren die Verluste dagegen trotz sehr niedriger Indices (< 1000) hoch bis sehr hoch. Hierfür kommen folgende Gründe in Frage:

- In zwei Fällen handelt es sich um die beiden Partien der Sorte Bolero. Deren Lagerfähigkeit wurde von den beteiligten Landwirten vor der Einlagerung übereinstimmend als schlecht beurteilt, was mit Verlusten von 48 bzw. 55 % hier bestätigt wurde.
- In einem Fall mussten die Möhren nach dem Roden aus Kapazitätsgründen im Freien bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts zwischengelagert werden. Die äußeren Möhren des Haufens wiesen trotz Abdeckung mit Folie sichtbare Frostschäden auf. Obwohl die Probe aus Möhren bestand, die tiefer aus dem Haufen entnommen wurden, ist nicht auszuschließen, dass auch diese zumindest teilweise latente Frostschäden hatten. Bei frostgeschädigte Möhren ist keine Lagerfähigkeit gegeben (BÖTTCHER et al. 1996, WATERER 2001).
- In einem weiteren Fall war *R. crocorum* Hauptursache für die Lagerverluste. Dieser Pilz war Mitte September weder im Bestand sichtbar noch wurde er im Labor nachgewiesen. Zum Erntezeitpunkt war er aber bereits mit bloßen Augen an den Möhren sichtbar.
- Bei den restlichen 5 Partien ließen sich keine Ursachen für die relativ hohen Verluste ermitteln. In 3 Fällen hiervon war jedoch auffällig, dass die Lagerware bereits Anfang November sichtbaren Anfangsbefall mit *Sclerotinia* aufwies, die sich später die Hauptursache für die Lagerverluste erwies. Möglicherweise spielen hier nicht identifizierte Risikofaktoren eine Rolle.

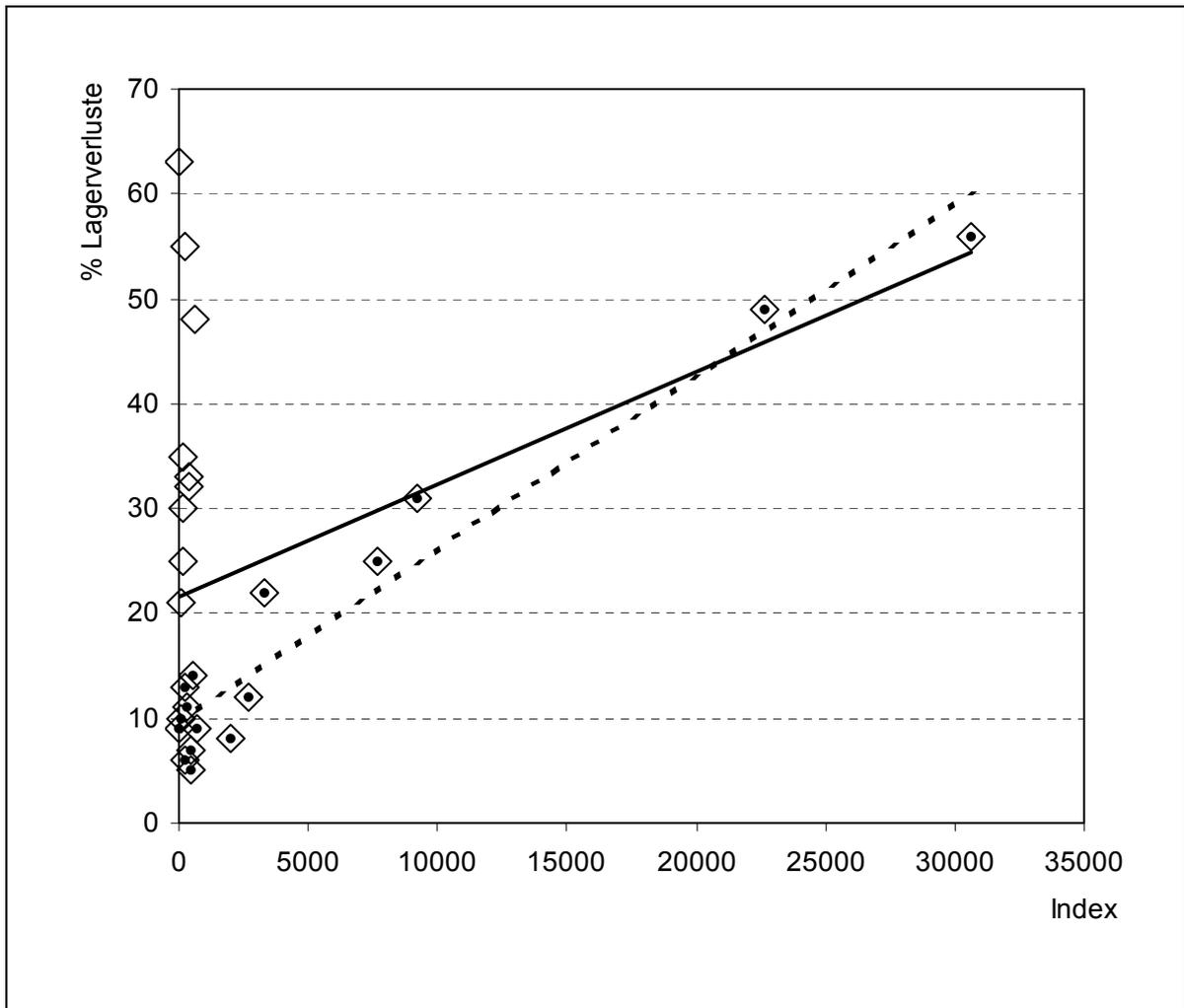


Abb. 1: Krankheitsbedingte Lagerverluste bei 25 Möhrenpartien in Abhängigkeit vom Index
 Rauten, durchgezogene Trendlinie: alle Parteien
 Punkte, gestrichelte Trendlinie: Parteien mit hoher Korrelation zwischen Index und Lagerverlusten

Bei Erweiterung und Anpassung des Index gemäß Gleichung (2a) um den potentiellen Risikofaktor „Sorte“ (= N) ergibt sich mit $r = 0,66$ ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Index und Lagerverlusten. Der Index wird wie folgt berechnet:

$$\text{Index} = (D \cdot 20 + G \cdot 40 + H \cdot 150 + 1) \cdot (I \cdot 5 + 1) \cdot (J \cdot 14 + 1) \cdot (M \cdot 1 + 1) \cdot (N \cdot 49 + 1)$$

Nunmehr weisen 18 Parteien eine mit $r = 0,96$ hoch signifikante Korrelation zwischen Index und Lagerverlusten auf (Abbildung 2).

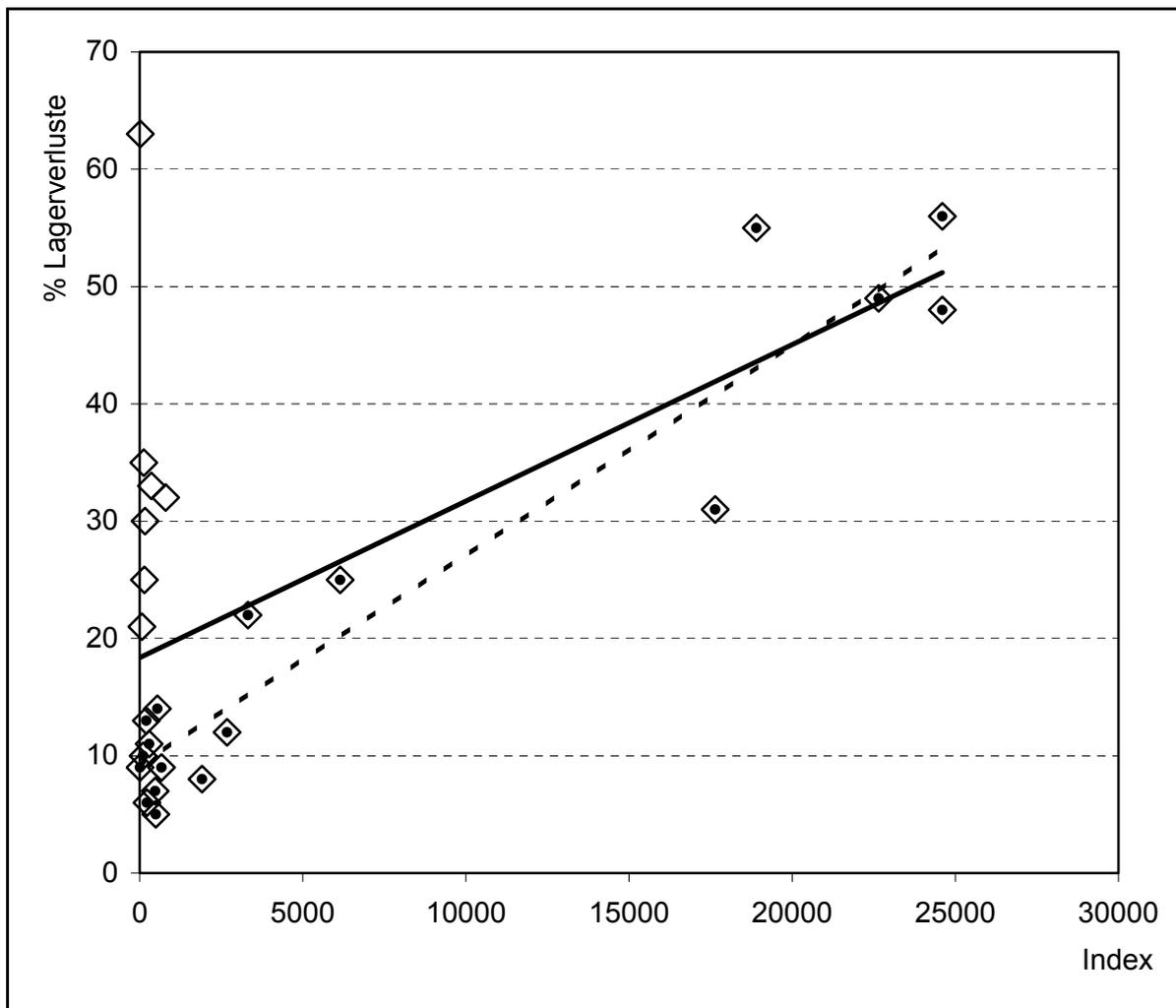


Abb. 2: Krankheitsbedingte Lagerverluste bei 25 Möhrenpartein in Abhängigkeit vom Index
 (mit Berücksichtigung sortenbedingter Lagereignung)
 Rauten, durchgezogene Trendlinie: alle Parteien
 Punkte, gestrichelte Trendlinie: Parteien mit hoher Korrelation zwischen Index und Lagerverlusten

Da in der Praxis Sorten, deren schlechte Lagerfähigkeit allgemein bekannt ist, ohnehin bereits nach relativ kurzer Lagerdauer vermarktet werden, erscheint am ehesten eine auf Sorten mit guter Lagerfähigkeit beschränkte Anwendung des Index gemäß Gleichung (2a) als sinnvoll. Ohne die Daten der beiden Parteien der Sorte Bolero ergibt sich mit $r = 0,58$ ein gut signifikanter Zusammenhang ($p < 0,01$) zwischen Index und Lagerverlusten. Der Index wird wie folgt berechnet:

$$\text{Index} = (D \cdot 10 + G \cdot 50 + H \cdot 150 + 1) \cdot (I \cdot 7 + 1) \cdot (J \cdot 17 + 1) \cdot (M \cdot 1 + 1)$$

Für die 16 Partien mit dem engsten Zusammenhang zwischen Index und Lagerverlusten ist dieser mit $r = 0,97$ wiederum hoch signifikant (Abbildung 3):

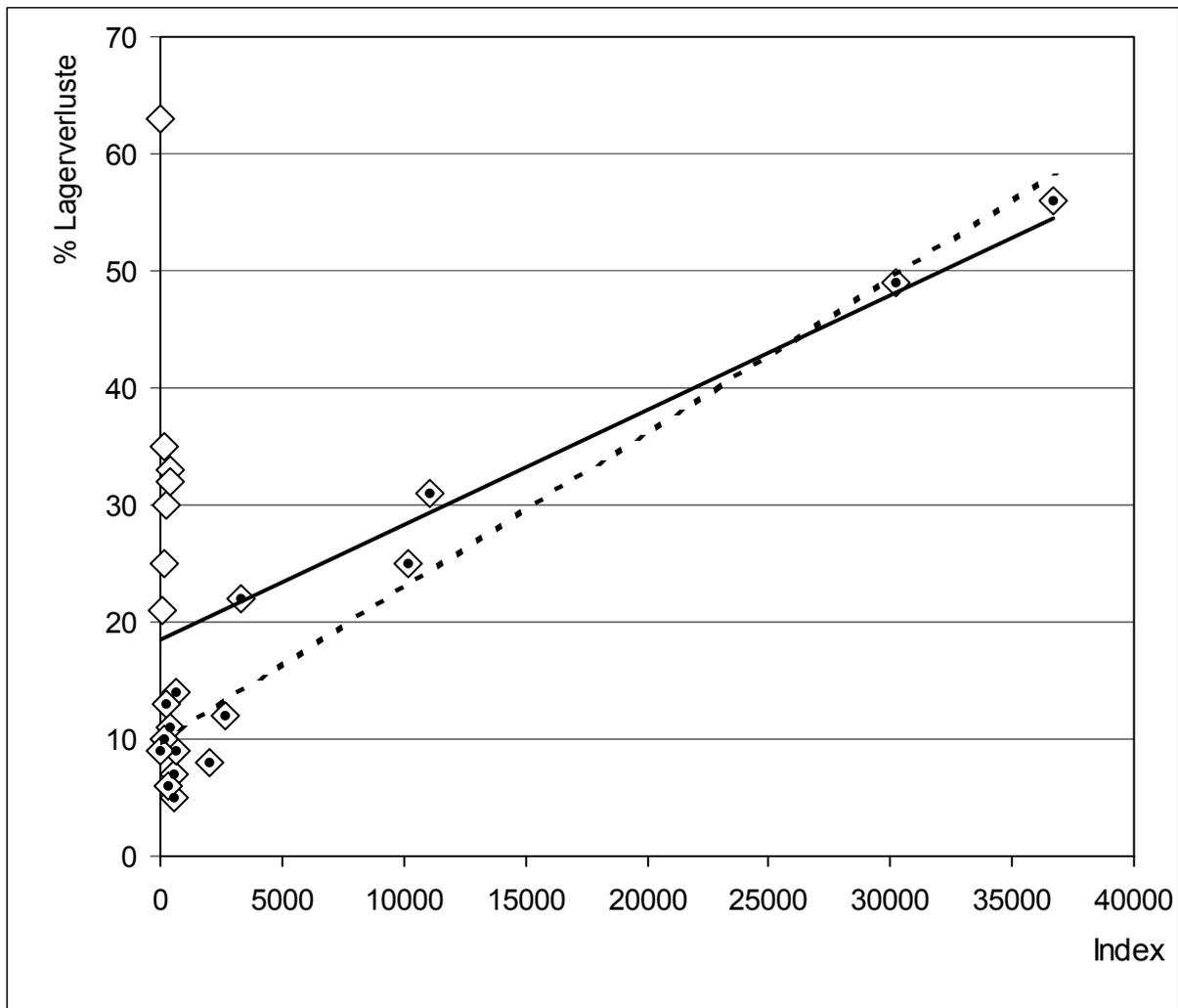


Abb. 3: Krankheitsbedingte Lagerverluste bei 23 Möhrenpartein in Abhängigkeit vom Index (nur Sorten mit guter Lagereignung berücksichtigt)
 Rauten, durchgezogene Trendlinie: alle Partien
 Punkte, gestrichelte Trendlinie: Partien mit hoher Korrelation zwischen Index und Lagerverlusten

3.1.4 Erstellung des Schätzrahmens

Ausgehend von den in Abbildung 3 verwendeten Daten wurde ein vorläufiger Schätzrahmen erstellt (Abbildung 4). Bei dessen Anwendung werden im ersten Schritt die Koeffizienten der einzelnen Risikofaktoren (Krankheiten, Fruchtfolge, Stickstoffangebot, Beschädigungen) eingetragen und der Index errechnet. Im zweiten Schritt wird der Lagerverlust abgeschätzt, in-

dem der Index als Variable in die Gleichung der gestrichelten Trendlinie aus Abbildung 3 eingesetzt wird.

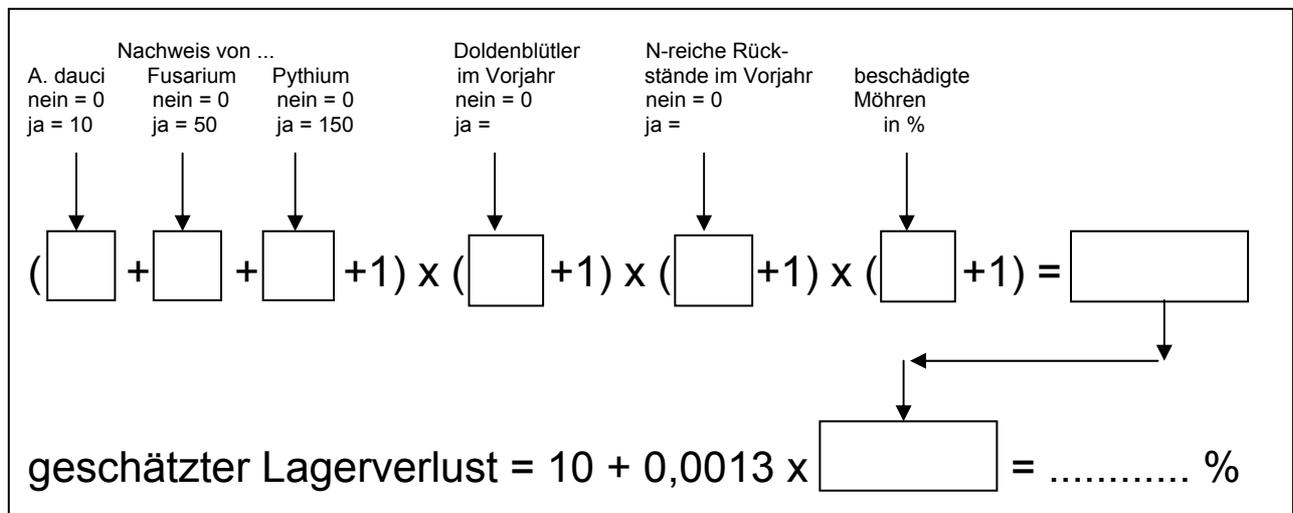


Abb. 4: Vorläufiger Schätzrahmen zur Abschätzung von krankheitsbedingten Lagerverlusten bei langer Lagerung von Möhren

3.2 Voraussichtlicher Nutzen der Ergebnisse

Während der Langzeitlagerung von Möhren können krankheitsbedingte Lagerverluste in sehr unterschiedlichem Ausmaß auftreten. Wenn diese Verluste vor der Einlagerung abgeschätzt werden können, kann das Kühlager so befüllt werden, daß voraussichtlich frühzeitig verderbende Partien für eine frühe Auslagerung zugänglich sind. Der hier erarbeitete vorläufige Schätzrahmen zur Abschätzung der voraussichtlichen Lagerverluste hätte bei Verwendung der vorliegenden Daten zutreffende Prognosen in gut 60 % der Fälle erbracht. Ohne die Berücksichtigung von Sorten mit geringer Lagereignung oder bei Anpassung des Index an diese Sorten wären etwa 70 % zutreffende Prognosen möglich gewesen. Allerdings hängt die Prognosegenauigkeit von den Indexwerten selbst ab: bei Werten > ca. 1000 ist sie sehr hoch, während bei niedrigeren Werten die Lagerverluste sehr stark streuen, so dass Prognosen hier nicht möglich sind. Damit ist der voraussichtliche Nutzen der Ergebnisse beim derzeitigen Stand als eingeschränkt zu bewerten.

4. Zusammenfassung

Von 25 Möhrenschnitten auf Marschböden im Bereich der schleswig-holsteinischen Westküste wurden in der zweiten Septemberhälfte 2003 Pflanzenproben gezogen und deren Be-

satz mit Lagerkrankheiten qualitativ bestimmt. Von den Ende Oktober maschinell geernteten Möhren wurde je Fläche eine Probe gezogen und in einem maschinengekühlten Lager bei 0 – 0,5 °C und ca. 95 % relativer Luftfeuchte etwa 4 Monate lang gelagert. Nach der Auslagerung Anfang März 2004 wurden die krankheitsbedingten Lagerverluste und die sie verursachenden Lagerkrankheiten wiederum qualitativ bestimmt. Obwohl zwischen dem vor der Einlagerung und dem nach der Auslagerung bestimmten Krankheitsbesatz nur wenige Übereinstimmungen bestanden, ließ sich unter Verwendung weiterer Daten zu der Fruchtfolge auf den Flächen, dem mutmaßlichen Stickstoffangebot zur Kultur und dem Anteil beschädigter Möhren im Lagergut ein Index zur Abschätzung der voraussichtlichen krankheitsbedingten Lagerverluste ermitteln, der signifikant ($p < 0,05$) mit den tatsächlichen Verlusten korreliert war. Bei zusätzlicher Berücksichtigung der sortenbedingten Lagereignung ergab sich eine hoch signifikante Korrelation ($p < 0,001$). Dennoch sind der Index und der darauf basierende Schätzrahmen nur eingeschränkt praxistauglich, da ohne Berücksichtigung der sortenbedingten Lagereignung in nur 16 von 25 Fällen (= 64 %) ein enger Zusammenhang zwischen dem Index und den Lagerverlusten gefunden wurde. Bei Anpassung des Index an die Lagereignung der Sorten waren es 18 von 25 Fällen (= 72 %). In der Praxis erscheint eine auf gut lagerfähige Sorten beschränkte Anwendung des Schätzrahmens sinnvoll, wobei der Index hier in 16 von 23 Fällen (= 70 %) einen engen Zusammenhang mit den Lagerverlusten aufwies und eine gut signifikante Korrelation ($p < 0,01$) zwischen Index und Lagerverlusten bestand. In allen Fällen, in denen kein Zusammenhang zwischen Index und Lagerverlusten bestand, traten trotz sehr niedriger Indices hohe bis sehr hohe Lagerverluste auf.

5. Geplante und erreichte Ziele, weiterführende Fragestellungen

Es war geplant, einen Index zu erarbeiten und darauf aufbauend einen praxistauglichen Schätzrahmen zu erarbeiten, anhand dessen die Lagerverluste bei langzeitgelagerten Möhren vor der Einlagerung abgeschätzt werden können. Dieses Ziel wurde nur teilweise erreicht, da eine Abschätzung nur bei hohen Indexwerten gut möglich erscheint. Bei niedrigen Werten ist dagegen von einem hohen Anteil Fehlprognosen auszugehen. Während je nach Berücksichtigung der Sorten mit geringer Lagereignung in insgesamt 64 – 72 % der Fälle eine gute Übereinstimmung zwischen Index und tatsächlichen Lagerverlusten bestand, waren es bei EWALDZ (1997) bei Anwendung des modifizierten Index nach HOFTUN (1985) 83 % der Fälle. Es sollte in einer weiteren Lagersaison der hier entwickelte Schätzrahmen parallel mit dem auf dem modifizierten Index nach HOFTUN basierenden Schätzrahmen verglichen werden.

6. Literaturverzeichnis

- AALDERING, T. (1997): Möhrenlagerung. Monatsschrift **85**, 106 – 107 (2)
- AGBLOR, S. und D. WATERER (2001): Carrots – Post-Harvest Handling and Storage. Agriculture and Agri-Food Canada. http://www.agr.gc.ca/pfra/csfdc/carrots_e.htm
- BEDLAN, G. (1999): Gemüsekrankheiten. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 3. Auflage
- BÖTTCHER, H. (1996): Frischhaltung und Lagerung von Gemüse. Ulmer, Stuttgart
- CHAPUT, J. (1998): Identification and Management of Carrot Root Diseases. Ontario Ministry of Agriculture and Food, Factsheet. <http://www.gov.on.ca/omaf/english/crops/facts/98-001.htm>
- EWALDZ, T. (1997): Lagringsduglighet i morötter – försök med forcerad lagring i Sverige. Växtskyddsnotiser **61**, 4 – 7 (1)
- HELLER, W.E. und C. BORAFFIO (2004): Milchsäure-Desinfektion zur Eliminierung von Alternaria-Pilzen bei Karottensamen. Der Gemüsebauer/Le Marâcher **67**, 12 (4)
- HENATSCH, C. (2004): Fragen des biologisch-dynamischen Landbaus an die Züchtung unter besonderer Berücksichtigung der Nahrungsmittelqualität. <http://orgprints.org/00002045/>
- HERMANSEN, A. und T. AMUNDSEN (1995): Two methods for the prediction of Mycoentrospora acerina infection on stored carrots. Annals of Applied Biology **126**, 217 – 233 (2)
- HOFTUN, H. (1985): Testing av lagringsevne hos gulrot. Meldinger fra Norges Landbrugs-høgskole, 64 (1), zit. nach EWALDZ (1997)
- JACQUES, D. (2003): Diseases of carrots in Canada. Agriculture and Agri-Food Canada, Departmental Electronic Publications, http://www.agr.gc.ca/cal/epub/1615e/1615-0005_e.html
- JAHN, M. (o.J.): Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau. <http://www.verbraucherministerium.de/forschungsreport/rep1-02/kap03.htm>
- KORA, C., M.R. McDONALD und G.J. BOLAND (2003): Managing Plant Pathogens on Wood Pallets. Vegetable Production & Marketing Volume 13, Number 3. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/newsletters/vpmnews/mar03/art5mar.html>
- KUCHARÉK, T.A. (2004): 2004 Florida Plant Disease Management Guide: Carrot. http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_PG043
- LUO, Y., T. SUSLOW und M. CANTWELL (o.J.): The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. USDA/ARS Agriculture Handbook Number 66. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/046carrot.pdf>

- McGIFFEN, M.; J. NUNEZ; T. SUSLOW und K. MAYBERRY(o.J.): Carrot Production in California. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 7226
- ÖGREN, S. (1992): Sjukdomar hos moröt och deras samband med jordtyp. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogskydd. Examensarbete, zit. nach EWALDZ (1997)
- PESCHKE, J (1995): Aspekte zur Lagereignung von Möhren. Gemüse **31**, 91 – 92 (2)
- PLAS, K. (1998): Krankheiten und Schaderreger bei Lagermöhren. Monatsschrift **86**, 460 – 461 (6)
- TOUSSAINT, V., A. OUI MET, O. CARISSE, J. DeELL und C. VIGNEAULT (o.J.): Hygiene Measures in Fruit and Vegetable Storage Warehouses. Agriculture and Agri-Food Canada., Research Branch. <http://res.agr.ca/riche/crdh.htm>
- ULRICH, R. (2003): Schwarze Wurzelfäule an Lagermöhren. Gemüse **39**, 61 (4)
- VOGEL, G. (1996): Handbuch des speziellen Gemüsebaues. Ulmer, Stuttgart
- WATERER, D. (2004): Carrot Production. Saskatchewan Agriculture, Food and Rural Revitalization. <http://www.agr.gov.sk.ca/docs/crops/horticulture/carrots01.asp>
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT (2004): Bestandsabbau durch Aufbereitungsverluste beschleunigt. ZMP-Informationen Lagergemüse, Jg.2003/04 – Nr. 5