

Versuche zum praxisgerechten Betrieb von Barriersystemen zur Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau

Implementation of barrier systems to prevent vole damage in organic pomiculture

FKZ: 02OE108/F

Projektnehmer:

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst
38104 Braunschweig
Tel.: +49 531 299-5
Fax: +49 531 299-3000
E-Mail: hans-joachim.pelz@jki.bund.de
Internet: <http://www.jki.bund.de>

Autoren:

Walther, Bernd; Pelz, Hans-Joachim

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

Bundesprogramm **Ökologischer Landbau**

Abschlussbericht

Versuche zum praxisgerechten Betrieb von
Barriersystemen zur Abwehr von Wühlmausschäden
im Ökologischen Obstbau
(Projektnummer: 02OE108/F)

Zuwendungsempfänger: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA)
Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde
Toppheideweg 88
48161 Münster

Laufzeit: 01.03.2004 – 31.12.2006
Berichtszeitraum: 01.03.2004 – 31.12.2006

Ausführende: Dipl.-Biol. Bernd Walther
Dr. Hans-Joachim Pelz

In Zusammenarbeit mit: Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e. V. (FÖKO)
Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg

Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e. V.
Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg

Jean Malevez, Topcat GmbH
9, chemin des Grangettes, CH 1454 L'Auberson VD, Suisse

Westfälische Wilhelms-Universität
Institut für Landschaftsökologie, AG Biozönologie
Robert-Koch-Straße 26, 48149 Münster

Vorgelegt am: 31. Dezember 2006

INHALT

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau	2
1.1 Planung und Ablauf des Projektes	2
1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an dem angeknüpft wurde	3
2. Material und Methoden	4
2.1 Entwicklung eines Verfahrens zur Installation und zum Betrieb von Migrationsbarrieren in ökologisch bewirtschafteten Obstanlagen	4
2.2 Vergleich der Besiedlung zwischen Kontroll- und Barriereparzellen	7
2.3 Vergleich des Schadauftretens zwischen Kontroll- und Barriereparzellen	7
2.4. Beseitigung unterirdischer Durchbrüche und Gangsysteme an Migrationsbarrieren.....	8
2.5 Verhinderung des Untergrabens von Migrationsbarrieren	8
3. Ergebnisse	10
3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	10
3.1.1 Entwicklung eines Verfahrens zur Installation und zum Betrieb von Migrationsbarrieren in ökologisch bewirtschafteten Obstanlagen	10
3.1.2 Vergleich der Besiedlung zwischen Kontroll- und Barriereparzellen	18
3.1.3 Vergleich des Schadauftretens zwischen Kontroll- und Barriereparzellen	19
3.1.4 Beseitigung unterirdischer Durchbrüche und Gangsysteme an Migrationsbarrieren	21
3.1.5 Verhinderung des Untergrabens von Migrationsbarrieren	21
3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	23
4. Zusammenfassung	25
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	26
6. Literaturverzeichnis	27
7. Übersicht über alle im Projektzeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt	27

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zum Programm zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau

Migrationsbarrieren sind ein neuer Ansatz zur Abwehr von Wühlmausschäden im Ökologischen Obstbau (Abb.1). Sie sollen die ständige Zuwanderung von Wühlmäusen (*Arvicolinae*) in gefährdete Obstanlagen verhindern und so der Etablierung einer Schadpopulation langfristig vorbeugen. Im Vorläufer-Projekt 02OE108 (Abwehr von Wühlmausschäden im Ökologischen Obstbau) wurden Migrationsbarrieren entwickelt und bereits erfolgreich in Gehegeversuchen und in der Praxis erprobt. Im Rahmen des hier vorgelegten Nachfolgeprojektes 02OE108/F sollte die Wirkung von Migrationsbarrieren weiter verbessert und die Anwendung auf die Anforderungen in der obstbaulichen Praxis abgestimmt werden. Daraus ergaben sich folgende Aufgabenschwerpunkte:

- Entwicklung und praktische Erprobung eines Verfahrens zur Installation und zum Betrieb von Migrationsbarrieren in ökologisch bewirtschafteten Obstanlagen.
- Bestimmung der Wirksamkeit von Migrationsbarrieren in der obstbaulichen Praxis
- Langfristige Sicherung der Wirksamkeit von Migrationsbarrieren



Abb 1.: Migrationsbarriere aus Casanet-Drahtgitter. Migrationsbarrieren sollen die Zuwanderung von Wühlmäusen in gefährdete, ökologisch bewirtschaftete Kulturen dauerhaft verhindern.

1.1 Planung und Ablauf des Projektes

Grundlegende Versuche zur Installation, zum Betrieb und zum Rückbau von Migrationsbarrieren wurden zwischen April 2004 und November 2006 auf dem Institutsgelände der Biologischen Bundesanstalt in Münster sowie am Standort Coesfeld durchgeführt. Im gleichen Zeitraum wurden in Münster Labor- und Freilandexperimente zur Optimierung der Barrierewirkung gegen Wühlmäuse und Maulwürfe unternommen. Im Juni 2004 wurden an den

Standorten Tübingen und Mösbach Migrationsbarrieren unter Praxisbedingungen aufgebaut und bis August 2006 Untersuchungen zur Wirksamkeit durchgeführt. Zwei weitere Migrationsbarrieren wurden im Oktober 2005 in Solingen und im Juni 2006 in Mösbach errichtet. Die Anlagen sollen als Demonstrationsobjekte für den Wissenstransfer über den Projektzeitraum hinaus erhalten bleiben. Um die Erkenntnisse aus dem Projekt zu verbreiten und zu diskutieren wurden zwischen Juli 2004 und Dezember 2006 insgesamt 13 Vorträge präsentiert, 9 Artikel in Zeitschriften und Rundbriefen veröffentlicht, die Informationsbroschüre zur Abwehr von Wühlmausschäden im Ökologischen Obstbau neu aufgelegt, zwei Zwischenberichte erstellt sowie ein Feldtag und eine Telefonaktion durchgeführt (siehe Kap. 7).

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an dem angeknüpft wurde

Von den 7 heimischen Wühlmausarten verursachen vor allem Schermäuse (*Arvicola terrestris*) und Feldmäuse (*Microtus arvalis*) erhebliche Schäden in Obstkulturen, vor allem an Apfelbäumen (Klemm 1958, Kopp 2002). Die Tiere benagen die Wurzeln und Rinde der Bäume, was in der Regel zum Absterben der betroffenen Pflanzen und zu hohen Ertragsausfällen führt. Im ökologischen Obstbau werden Wühlmäuse hauptsächlich mit den handelsüblichen Fallen, in geringem Umfang auch durch Begasung der Gangsysteme bekämpft (Walther & Pelz 2003). Bisweilen wird der „Rodenator Pro“ eingesetzt, ein lanzenförmiges Gerät, mit dem ein Sauerstoff-Propangas-Gemisch in Wühlmausgänge geleitet und entzündet wird. Die entstehende Druckwelle soll Wühlmäuse töten und das behandelte Gangsystem zerstören.

Fallenfang, Begasung und der Einsatz des „Rodenator Pro“ sind sehr zeit- und arbeitsintensiv und die Resultate nicht immer zufriedenstellend. Ein lang anhaltender Bekämpfungserfolg und Schutz vor neuen Schäden kann in der Regel nicht erzielt werden, da neu zuwandernde Wühlmäuse die behandelten Flächen schnell wiederbesiedeln (van Vleck 1968, Lapasha & Powel 1994). Aufgrund seiner Untersuchungen zum Ausbreitungsverhalten von Schermäusen schlug Saucy (2002) vor, die ständige Zuwanderung von Schermäusen in sensible Kulturen langfristig durch mäusesichere Zäune zu verhindern. Mit einem ähnlichen Ansatz erzielte Wieland (2002) bereits gute Erfolge beim periodischen Schutz von Möhrensclägen (*Dacus carota sativus*) vor Feldmaus-Zuwanderung. 2001 wurden in der Schweiz die ersten praktischen Versuche zum Einsatz von Migrationsbarrieren im Obstbau (Malevez & Schwitzer 2005) unternommen und dabei gute Ergebnisse erzielt. Seit 2003 läuft ein nach ersten Berichten erfolgreicher Versuch im Dauergrünland (Stutz & Gago, mündl. Mitteilung).

Die ersten Versuche zum Einsatz von Migrationsbarrieren im ökologischen Obstbau in Deutschland fanden im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau in den Jahren 2002 und 2003 statt (BÖL-Projekt 02OE108, Walther & Pelz, 2003). Für die Untersuchungen wurden die Barrieren bis zu 30 cm tief in den Boden eingegraben und an den Außenseiten Fallenkästen zum Abfangen zuwandernder Wühlmäuse aufgestellt. Im Laufe der Versuche erwies sich Casanet-Drahtgitter als geeignetes Baumaterial. In den Gehegeversuchen zeigten die Migrationsbarrieren einen hohen Wirkungsgrad bei der Verhinderung der Zuwanderung von Schermäusen. In der Praxis wurden die Migrationsbarrieren teilweise von Maulwürfen (*Talpa europaea*) untergraben, wodurch vereinzelt Schermäuse in die geschützten Parzellen eindringen konnten. Die Migrationsbarrieren wurden in bereits bestehenden Anlagen errichtet. Das vollständige Leerfangen dieser Flächen zu Beginn der Freilandversuche erwies sich als schwierig und sehr zeitaufwendig. Auch der Einsatz und die Betreuung der aufgestellten Fallenkästen waren sehr zeit- und kostenintensiv. Neben Wühlmäusen wurde in den Fallenkästen auch eine Reihe von Nichtzielarten gefangen. Im Rahmen des Nachfolgeprojektes

02OE108/F, das Gegenstand dieses Berichtes ist, wurden nun Ansätze für die Lösung der aufgetretenen Probleme entwickelt, ihre Eignung überprüft und das Verfahren für die Installation und den Betrieb von Migrationsbarrieren auf die Anforderungen der obstbaulichen Praxis abgestimmt.

2. Material und Methoden

2.1 Entwicklung eines Verfahrens zur Installation und zum Betrieb von Migrationsbarrieren in ökologisch bewirtschafteten Obstanlagen

Aufbauend auf den Versuchsergebnissen des Vorgängerprojektes 02OE108 sollte ein Verfahren entwickelt werden, mit dem Migrationsbarrieren aus Drahtgitter 50 cm tief in den Boden verlegt werden können. Dazu wurden im April und Mai 2004 Prototypen eines Grabenpfluges und eines Verlegegerätes konstruiert (Abb. 2). Um die Gerätschaften für die Versuche in der Praxis zu optimieren, wurden im Mai 2004 auf dem Gelände des BBA-Institutes in Münster Probeläufe durchgeführt (Tab.1) und auf einer Rasenfläche insgesamt 4 Probe-Barrierestrecken angelegt (Tab. 2).

Praxisnahe Versuche fanden im Mai 2004 in der 10 ha großen Obstanlage der Bischöflichen Stiftung „Haus Hall“ in Coesfeld statt (Tab. 1). Auf 2 Parzellen wurden Migrationsbarrieren aus Casanet-Drahtgitter aufgebaut. Um die eingezäunten Parzellen ungehindert mit Maschinen befahren zu können, wurde in den Vorgewenden der oberirdische Teil des Drahtgitters durch Polyolefin-Folie ersetzt (Tab. 2). Nach Abschluss der Versuche wurde im November 2006 ein Verfahren zum Rückbau von Migrationsbarrieren erprobt.

Unter Praxisbedingungen wurden im Juni 2004 mit dem in Münster und Coesfeld entwickelten Verfahren Migrationsbarrieren an den Standorten Mösbach und Tübingen errichtet (Tab.1 & 2). Basierend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen wurden die Aufhängungen am Grabenpflug und dem Verlegegerät im März und April 2006 optimiert und im Juni 2006 am Standort Mösbach eine weitere Migrationsbarriere mit einer abgewandelten Torvariante aufgebaut. Im Oktober 2005 wurde am Standort Solingen eine Migrationsbarriere aus Beton installiert und ein neues Torkonzept umgesetzt (Tab. 1 & 2). Alle Installationsarbeiten wurden zum überwiegenden Teil von dem jeweiligen Betriebseigner und einem Helfer durchgeführt. Die einzelnen Arbeitsschritte wurden dokumentiert und die jeweils benötigte Zeit protokolliert.

Pflegemaßnahmen wurden an den verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Geräten und in unterschiedlichen Zeitabständen durchgeführt (Tab. 2). Am Standort Coesfeld wurden die Pflegemaßnahmen zeitgenau protokolliert. An den Standorten Mösbach, Tübingen und Solingen führten die Betriebsleiter die notwendigen Pflegemaßnahmen eigenverantwortlich durch. Der benötigte Zeitaufwand wurde später abgefragt.

Berechnungen zum Investitions- und Pflegeaufwand wurden anhand der real entstandenen Materialkosten und der zeitabhängig entstandenen Kosten für den Maschinen- und Personaleinsatz durchgeführt. Für die Kostenberechnungen wurden die Kalkulationswerte der KTBL-Datensammlung für den Ökologischen Obstbau (2005) sowie Angaben vom Kompetenzzentrum Gartenbau Ahrweiler im Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz verwendet (Tab. 3). Für die Kalkulation des Einsatzes von Minibaggern wurden Preisvergleiche von verschiedenen Anbietern eingeholt und der Mittelwert berechnet.



Abb. 2: Grabenpflug (links) und Verlegegerät (rechts) zur 50 cm tiefen Installation von Migrationsbarrieren aus Casanet-Drahtgitter.

Tab. 1: Übersicht über die geographische und topographische Lage, klimatische Bedingungen und Bodenverhältnisse an den verschiedenen Versuchsstandorten.

Standort	Münster	Coesfeld	Mösbach	Tübingen	Solingen
Landkreis (Bundesland)	Stadt Münster (Nordrhein-Westfalen)	Kreis Coesfeld (Nordrhein-Westfalen)	Ortenau-Kreis (Baden-Württemberg)	Stadt Tübingen (Baden-Württemberg)	Stadt Solingen (Nordrhein-Westfalen)
Geographische Lage	51°58'N, 07°33'O	51°56'N, 07°08'O	48°35'N, 08°02'O	48°29'N, 09°04'O	51°09'N, 07°07'O
Höhe ü. NN	70 m	80 m	170 m	400 m	220 m
Niederschlag (Jahresmittel)	744 mm	750 mm	1000 mm	741 mm	1300 mm
Temperatur (Jahresmittel)	9,2 °C	9,0 °C	10,0 °C	8,7 °C	8,0 °C
Bodenart	Lehm	Sand (Löss)	Sandiger Lehm	Ton	Sandiger Lehm

Tab. 2: Übersicht über die an den Versuchsstandorten errichteten Barrieren.

Standort	Münster	Coesfeld	Mösbach I	Mösbach II	Tübingen	Solingen
Zeitpunkt der Barriereinstallation	04-05/2004	05/2004	06/2004	06/2006	06/2004	10/2005
Parzellengröße	4 Versuchsstrecken	2 x 0,25 ha	0,68 ha	1 ha	0,58 ha	0,25 ha
Barrierelänge	10 - 30 m	244 m/250 m	385 m	400 m	305 m	228 m
Verwendetes Barrierematerial	Casamet Drahtgitter (Firma Bekaert) Höhe 1 m, Drahtstärke 0,9 mm, Maschenweite 10,6 mm, auf 25 m Rolle					Betonkanalsteine auf Betonfundament
Verwendetes Tormaterial	-	Polyolefin-Folie (Firma Sarnafil) Höhe 0,5 m, Dicke 1,2 mm, auf 25 m Rolle				Schwenktor mit Edelstahlbeplankung
Eingesetzte Zugmaschinen	Holder A50 (36 kW)	Case 745 XL (44 kW)	Case (81 kW)	Fendt Farmer 410 (81 kW)	Deutz (26 kW) Case 2140 (48 kW)	Minibagger

Tab. 3: Übersicht über die für Kostenberechnungen eingesetzten Werte (ermittelt nach KTBL-Datensammlung 2005, Angaben des Kompetenzzentrums Gartenbau im DLR Rheinpfalz und Auskünften von Mietfirmen). Bei den Angaben für Maschinen sind die veränderlichen Kosten (Reparaturkosten) und Betriebsstoffe enthalten. Die Werte wurden auf 10 Cent gerundet.

Posten	Kosten
Fachkraft	20,00 €/h
Hilfskraft	6,50 €/h
Motorsense / Rasenmäher	5,40 €/h
Balkenmäher	8,00 €/h
Mulchgerät	10,00 €/h
Bodenfräse	6,00 €/h
Pflug / Verlegegerät	8,00 €/h
Speedo-Unterbaumpfleegerät	7,90 €/h
Walze	5,00 €/h
Plantagentraktor	16,20 €/h
Standardtraktor	21,00 €/h
Minibagger	3,00 €/l/m (Miete inc. Personal)
Verlust durch Nageschäden	98,00 €/Baum

2.2 Vergleich der Besiedlung zwischen Kontroll- und Barriereparzellen

An den Standorten Coesfeld, Mösbach, Tübingen und Solingen wurden in direkter Nachbarschaft zu den Barriereparzellen ungeschützte Kontrollparzellen ausgewählt. Die Kontroll- und Barriereparzellen waren unterschiedlich strukturiert (Tab.4). Für die Dokumentation der Besiedlung wurden die Kontroll- und Barriereparzellen in 6 x 10 m große Quadrate unterteilt. Jedes Quadrat wurde auf Anzeichen für Schermaus-, Feldmaus- oder Maulwurfsbesatz abgesucht und bei positivem Ergebnis als besiedelt eingestuft. Als Aktivitätszeichen für Feldmäuse galten befahrene Löcher, oberirdische Laufgänge, frischer Kot und abgeessene Pflanzenteile. Im August 2004 und April 2005 wurde versucht die Ermittlung des Feldmausbesatzes durch 6 x 10 m große Raster aus Lebendfallen (Topcat „Standby“), mit denen über 4 Tage und Nächte hinweg gefangen wurde, zu vereinfachen. Die Ergebnisse spiegelten aber nicht die reale Besiedlung der Parzellen wieder, so dass im weiteren Verlauf der Untersuchungen die Quadranten wieder auf Anzeichen für Feldmausbesatz abgesucht wurden. Schermäuse und Maulwürfe wurden anhand ihrer Erdauswürfe oder oberflächennahen Laufgänge aufgespürt und der Besatz dieser Gangsysteme durch Verfühlproben bestätigt. Für die Verwühlproben wurden Gangsysteme mit einem Suchstab (Topcat) bis in 20 cm Tiefe lokalisiert, mit einem Lochscheider (Topcat) geöffnet, markiert und diese Stellen innerhalb von 24 Stunden auf Zuwühlen kontrolliert. Zusätzlich wurden die Migrationsbarrieren auf den Innen- und Außenseiten nach Anzeichen für Schermaus- und Maulwurfsaktivität abgesucht und die Anzahl sowie ungefähre Länge der bewohnten Gangabschnitte protokolliert.

Je nach Beginn der Untersuchungen an den unterschiedlichen Standorten erfolgten die Datenaufnahmen zwischen August 2004 und August 2006 dreimal jährlich, im April/Mai, Juli/August und Oktober. Nach der ersten Datenerhebung wurde jeweils in allen Parzellen eine Feld- und Schermausbekämpfung mit Schlagfallen (Deufa „Fox“, Topcat „Wühlmausfalle“) durchgeführt. Danach wurden nur noch Tiere gefangen, die in die Barriereparzellen eindrangten.

Aufgrund der hohen Feld- und Schermausdichten auf der Kontrollparzelle in Mösbach (Anlage mit integrierter Produktion) führte der Betriebsleiter im Februar 2005 und im März 2006 eine Bekämpfung mit Fraßködern (Zinkphosphid) durch. Am Standort Tübingen wurde nicht bekämpft. Allerdings wurde das Gelände um die Versuchspartellen herum ganzjährig durch einen Mitarbeiter des Betriebes befangen.

In den beiden Barriereparzellen am Standort Coesfeld wurden im Mai, Juli und September 2005 über jeweils 5 Tage und Nächte Maulwürfe mit Lebendfallen (Röhrenfallen, Eigenbau) gefangen und individuell mit Transponder-Chips markiert (Genehmigung der Unteren Landschaftsbehörde des Kreises Coesfeld vom 22.02.2005, Aktenzeichen 370.2.2.27). Die Lokalisierung bewohnter Gangsysteme und die Auswahl der Fallenstandorte erfolgten durch Verwühlkontrollen in Quadraten von etwa 6 x 10 m. Die gefangenen Maulwürfe wurden im Umkreis von 300 m ausgesetzt und es wurde beobachtet, ob sie zu ihren Fangorten zurückfanden.

2.3 Vergleich des Schadauftretens zwischen Kontroll- und Barriereparzellen.

Die Baumbestände der Kontroll- und Barriereparzellen an den Standorten Tübingen, Mösbach, Coesfeld und Solingen wurden regelmäßig auf Scher- und Feldmausschäden untersucht. Die Bonitur erfolgte durch optische Begutachtung jedes einzelnen Baumes. Stark welkende oder abgestorbene Bäume wurden auf Nagespuren an der Stammbasis oder am Wurzelstock überprüft. In zwei 15 x 30 m großen Freilandgehegen am Standort Münster wurden zwischen

August 2004 und November 2006 Schermäuse in unterschiedlichen Dichten gehalten. In jedem Gehege standen insgesamt 49 Apfelbäume in 7 Baumreihen mit jeweils 7 Bäumen, abwechselnd der Sorten „Jonagold“ und „Elstar“. Die inneren 3 Baumreihen beider Gehege waren mit 30 cm tief eingegrabenen Migrationsbarrieren aus Casanet-Drahtgitter umgeben, die außerhalb liegenden 4 Baumreihen blieben ungeschützt. Alle Apfelbäume wurden jährlich bonitiert und das Schadauftreten dokumentiert.

Tab. 4: Vergleich der Struktur der Barriere- und Kontrollparzellen an den Standorten

Standort	Coesfeld		Mösbach		Tübingen		Solingen	
	Barriere	Kontrolle	Barriere	Kontrolle	Barriere	Kontrolle	Barriere	Kontrolle
Parzellengröße	2x0,25 ha	2x0,25 ha	0,68 ha	0,68 ha	0,58 ha	0,5 ha	0,25 ha	0,17 ha
Bewirtschaftung	Öko	Öko	Öko	IP*	Öko	Öko	Öko	Öko
Anlagenalter (Jahre)	8-12	8-12	0,5 - 1	0,5 - 8	0,5 - 2	9	4	ca. 50
Kultur	Apfel/ Birne	Apfel/ Birne	Apfel	Apfel	Apfel	Apfel	Streuobst	Weide
Hauptsorten	„Remo“ „Pinova“ „Alexander Lucas“	„Remo“ „Pinova“ „Alexander Lucas“	„Hana“ „Collina“ „Topaz“	„Fuji“ „Golden Delicious“	„Santana“	„Topas“ „Rubinola“ „Rosana“ „Nela“	„Topas“	-

* Die Anlage wurde aufgrund ihrer Nähe und Ähnlichkeit zur Barriereparzelle und nach Absprache mit der BÖL-Geschäftsstelle gewählt

2.4 Beseitigung unterirdischer Durchbrüche und Gangsysteme an Migrationsbarrieren

Am Standort Coesfeld wurden zwischen April und Oktober 2005 insgesamt 6 Versuche durchgeführt, die Gangsysteme auf den Innen- und Außenseiten der Barrieren durch eine mechanische Bearbeitung dauerhaft zu beseitigen. In einem Versuchsansatz wurden die Gänge beidseitig der Migrationsbarrieren auf einer Breite von 1,5 m mit einem schmalen Pflugschar bis in 30 cm Tiefe mehrmals durchschnitten und der Boden im Anschluss mit einer 260 kg schweren Wiesenwalze verfestigt. In einem zweiten Ansatz wurde der Boden bis in eine Tiefe von 15-20 cm mit einer Motorhacke bzw. Bodenfräse gelockert und anschließend festgewalzt. Zur Erfolgskontrolle wurden die Innen- und Außenseiten der Migrationsbarrieren vor und nach den Maßnahmen auf das Vorhandensein von Gängen kontrolliert.

2.5 Verhinderung des Untergrabens von Migrationsbarrieren

In Labor- und Gehegeversuchen am Standort Münster wurde untersucht, ob ein rechtwinkliges Abbiegen der Migrationsbarriere im Boden einen besseren Schutz gegen das Untergraben bietet. In einem ersten Versuch wurde ein 1 m hohes, 2,5 m langes und 5 cm breites, gläsernes Hochterrarium aufgebaut und mit Erde befüllt (Abb. 2). In einem Abstand von 2 m zueinander

wurden ein gerades Barriereelement und ein Barriereelement mit einer 25 cm langen, rechtwinkligen Abkantung an der Unterseite 30 cm tief eingegraben. Zwischen die Barriereelemente wurde ein Versuchstier gesetzt und das Grabverhalten mittels Infrarot-Videotechnik über 5-7 Tage hinweg beobachtet. Die Versuche wurden mit insgesamt 6 Schermäusen und 6 Maulwürfen durchgeführt.



Abb. 3: Gläsernes Hochterrarium mit Infrarot-Videokameras zur Beobachtung des Grabverhaltens von Schermäusen und Maulwürfen an geraden und im Boden abgewinkelten Barrieren (links). Die Versuche wurden mit 20 cm und 50 cm tiefen Barrierevarianten in Freilandgehegen wiederholt (rechts). Die Versuchstiere wurden zwischen die Barrierevarianten gesetzt und unter den Kisten Nahrung und Nistmaterial zur Verfügung gestellt. Nach den Versuchen wurden die Tiere herausgefangen, die angelegten Gangsysteme vorsichtig aufgedeckt und grafisch dokumentiert.

Zwischen Juni und November 2006 wurde die Wirkung von geraden und abgewinkelten Barrieren auf das Grabverhalten in 3 x 5 m großen Freilandgehegen getestet. Je Gehege wurden eine gerade und eine im Boden um 25 cm abgewinkelte Barriere 20 cm tief und in einem Abstand von 1,5 m eingegraben (Abb. 2). Die Versuchstiere wurden einzeln in der Mitte zwischen den Barrierevarianten ausgesetzt. Nach Beendigung des Durchganges wurden die Tiere herausgefangen, die Gänge in einem Bereich von 50 cm beidseitig der Barrieren aufgedeckt und graphisch dokumentiert. Es wurden insgesamt 4 Schermäuse über eine Dauer von jeweils 14 Tagen und 4 Maulwürfe über eine Dauer von jeweils 7 Tagen getestet. In einem weiteren Versuch wurden die Barrierevarianten 50 cm tief eingegraben und insgesamt 8 Maulwürfe über einen Zeitraum von 2 bis 14 Tagen getestet. Die in den Labor- und Gehegeversuchen verwendeten Schermäuse stammten aus Nachzuchten der eigenen Tierhaltung und aus Wildfängen an den Standorten Coesfeld, Mösbach, Tübingen und Solingen. Die Maulwürfe wurden auf dem Gelände des BBA-Institutes in Münster gefangen und nach den Versuchen wieder an ihrem Fangort ausgesetzt (Genehmigung des Amtes für Grünflächen und Umweltschutz der Stadt Münster vom 22.02.2005, Aktenzeichen 672 402)

3. Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1 Entwicklung eines Verfahrens zur Installation und zum Betrieb von Migrationsbarrieren in ökologisch bewirtschafteten Obstanlagen

In einem ersten Schritt zur Entwicklung eines Verfahrens zum Aufbau von Migrationsbarrieren galt es, eine kostengünstige und Zeit sparende Lösung für die Verankerung des Barrierematerials im Boden zu finden. Dazu wurden in Münster zwischen April und Mai 2004 ein Grabenpflug und ein Verlegegerät entwickelt und erprobt (Abb. 2). Beide Geräte sind so konstruiert, so dass sie einfach nachgebaut werden können. Sie werden über eine einfache Steckkupplung an der Ackerschiene eines Traktors angehängt. In die obere Aufhängung wird ein hydraulischer Oberlenker eingehakt. Der Grabenpflug besteht aus einem geraden, 10 cm breiten und 60 cm hohen Schar, mit dem der Boden bis in 50 cm Tiefe gelockert wird. Ein Teil des Erdmaterials wird dabei aus dem Graben gehoben und seitlich abgelagert (Abb. 4). Im Verlegegerät wird das Barrierematerial von der eingehängten Rolle über eine um 45° abgewinkelte Umlenkeinrichtung waagrecht durch einen Hohl­schar in den Graben eingezogen (Abb.5).

Bei den Installationsarbeiten an den verschiedenen Standorten zeigte es sich, dass als Zugmaschinen Traktoren mit einer Leistung von 74 kW oder mehr eingesetzt werden sollten. Bei der Barriereinstallation in Tübingen standen nur zwei Traktoren mit weniger Leistung zur Verfügung (Tab. 2). Durch das Hintereinanderhängen beider Maschinen konnte aber eine ausreichende Zugkraft erzeugt werden. Die Praxisversuche zeigten, dass bei ausreichender Dimensionierung der Zugmaschine der Einsatz von Grabenpflug und Verlegegerät sowohl auf leichten Löß- als auch auf schweren Tonboden möglich ist.

Der Aufbau der Migrationsbarrieren aus Casanet-Drahtgitter erfolgte in 8 Arbeitsschritten (Tab. 5). Nach den Arbeitsvorbereitungen und dem Abstecken der Barriestrecke wurde der Boden gefräst, um das Aufwerfen grober Erdschollen beim Ziehen des Grabens zu verhindern. Anschließend wurde mit dem Grabenpflug der Graben gezogen (Abb. 4). Um das Gerät an den Ecken richtig einsetzen zu können, musste der bereits gezogene Graben überfahren und anschließend mit Schaufeln wieder ausgegraben werden. Im nächsten Schritt wurde das Verlegegerät in den Graben eingesetzt und das Barrierematerial eingezogen (Abb. 5). Das Drahtgitter musste dabei nur auf den ersten Metern festgehalten werden, damit es nicht mitgezogen wurde. Die lockere Erde im Graben fixierte das Barrierematerial, so dass es sich von selbst abrollte. Das Ende einer Drahtgitterrolle und der Anfang der nächsten Rolle wurden im Verlegegerät etwa 20 cm überlappt und mit Zaunspanndraht (1,2 mm) zusammengebunden. An den Ecken der einzuzäunenden Fläche wurde das Material von der Rolle abgeschnitten, das Verlegegerät ausgehoben und neu eingesetzt. Die Verlegearbeiten wurden hier auf einer Strecke von 3-5 m von Hand durchgeführt. Nach dem Verlegen des Barrierematerials wurde der Erdaushub mit einem Speedo-Unterbaumpflegergerät an die Barriere und in den Graben zurückgeworfen und anschließend durch Überfahren mit einem Plantagentraktor verfestigt (Abb. 6). Danach wurden auf der Außenseite der Migrationsbarriere im Abstand von etwa 5 m kesseldruckimprägnierte, 1m lange Holzpfosten eingeschlagen und das Drahtgitter mit Schrauben und Unterlegscheiben bzw. Stahlkrampen daran befestigt (Abb. 7). Anschließend wurden die obersten 10 cm des Drahtgitters um 90° nach außen abgewinkelt, um ein Überklettern durch Wühlmäuse zu verhindern. Dafür wurde eine Abkanthilfe benutzt, die aus zwei 1 m langen und 10 cm breiten, übereinander gelegten Brettern bestand, die einseitig über

Klappscharniere miteinander verbunden waren. Abschließend wurde das Casanet-Drahtgitter an den Stellen der Zufahrtstore bis ca. 10 cm unter die Bodenoberfläche mit Seitenschneidern, Blehscheren oder einem kleinen Winkelschleifer herausgeschnitten. Die Polyolefin-Folie wurde im Boden von außen her überlappend an das Drahtgitter gelegt und mit Zaunspanndraht oder Kabelbinder straff daran befestigt. In die Folienstreifen wurden Metallösen eingeschlagen und die Tore mit Gummispannseilen aus „Gepäcknetzspinnen“ an Haltepfosten oder am Drahtgitter abgespannt (Abb. 8). In Coesfeld, Mösbach und Tübingen waren die Vorgewende sehr kurz, weshalb die Folien-Tore über eine gesamte Barrierenseite gezogen werden mussten (Abb. 9)



Abb. 4: Nach dem Fräsen der Barrierestrecke wird mit dem Grabenpflug ein 50 cm tiefer Graben angelegt.



Abb. 5: Mit dem Verlegegerät wird das Casanet-Drahtgitter in den 50 cm tiefen Graben eingezogen.



Abb. 6: Der Erdauswurf wird mit einem Speedo-Unterbaumpfleegerät an die Barriere geworfen und der Graben verfüllt.



Abb. 7: Zur Stabilisierung des Casanet Drahtgitters werden In etwa 5-Meter-Abständen Holzpfosten eingeschlagen und das Material daran befestigt. Abschließend werden die oberen 10 cm rechtwinklig nach außen abgebogen, damit Wühlmäuse und Maulwürfe die Migrationsbarriere nicht überklettern.



Abb. 8: Die Zufahrt in die barrieregeschützten Anlagen erfolgt über Tore aus flexibler Polyolefin-Folie, die mit Gummispannseilen abgespannt ist.



Abb. 9: In Mösbach, wie auch in Tübingen und Coesfeld waren die Vorgewende zu kurz um innerhalb der Migrationsbarriere mit Maschinen wenden zu können. Deshalb wurde in diesen Bereichen das Drahtgitter oberirdisch durch Polyolefin-Folie ersetzt.

Für die Installation einer 400 m langen Migrationsbarriere aus Casanet-Drahtgitter, mit der eine etwa 1 ha große Obstanlage eingezäunt werden kann, benötigten zwei Personen (eine Fachkraft, eine Hilfskraft), im Durchschnitt 13:40 h (Tab. 5). Das entsprach einem Zeitaufwand von rund 2,1 min/lfm. Es entstanden Gesamtkosten von 1.910 €, die 4,78 €/lfm entsprechen. Bis Ende 2006 stiegen die Preise für Stahlprodukte stark an. Betrag der Preis für eine 25-Meter-Rolle Casanet-Drahtgitter im Jahr 2004 noch durchschnittlich 79,38 €, so mussten im Oktober 2006 bereits 107,56 € gezahlt werden. Die Installationskosten verteuerten sich dadurch um 28 % auf 6,12 €/lfm. Ende 2006 hätte die Errichtung einer 400 m langen Migrationsbarriere demnach 2.448 € gekostet (Tab. 6).

Tab. 5: Übersicht über die durchschnittliche Dauer der Arbeitsschritte und der eingesetzten Maschinen für die Installation von 400 m Migrationsbarriere aus Casanet-Drahtgitter. Die Dauer der Arbeitsschritte wurde auf 10 Minuten aufgerundet.

Arbeitsschritt	Tätigkeit	eingesetzte Maschinen	Dauer
1	Arbeitsvorbereitung		00:30 h
2	Fräsen der Barrierestrecke	Plantagentraktor, Bodenfräse	00:20 h
3	Ziehen des Grabens	Standardtraktor, Grabenpflug	00:50 h
4	Verlegen des Casanet-Drahtgitters	Standardtraktor, Verlegegerät	02:30 h
5	Verfüllen und Verfestigen des Grabens	Plantagentraktor, Speedo	01:20 h
6	Einschlagen der Holzpfosten, Abkanten des Casanet-Drahtgitters und Feinarbeiten		03:30 h
7	Torbau		04:10 h
8	Arbeitsnachbereitung		00:30 h
Gesamtdauer			13:40 h

Tab. 6: Übersicht über die errechneten Kosten für die Installation einer 400 m langen Migrationsbarriere aus Casanet-Drahtgitter. Die Kosten wurden auf volle Euro aufgerundet.

Posten	Kosten (Juni 2004)	Kosten (Oktober 2006)
Personal (1 Fachkraft, 1 Hilfskraft)	353 €	353 €
Maschinen und Geräte	126 €	126 €
Casanet-Drahtgitter (1000x10,6x0,9 mm)	1.271 €	1.721 €
Holzpfosten	60 €	60 €
Kleinteile	100 €	100 €
Gesamt	1.910 €	2.448 €

In Solingen wurde im Oktober 2005 eine 228 m lange Migrationsbarriere aus Beton um eine mit einem Wildzaun geschützte Obstanlage errichtet (Abb. 10). Dazu wurde mit einem Minibagger ein 70 cm tiefer Graben ausgehoben und anschließend mit Beton ausgegossen. Nach dem Aushärten des Betonfundaments wurden Betonkanalsteine (1000 x 200 x 160 mm) um 90° nach außen gedreht und aufgemauert. So entstand, ähnlich wie durch das Abwinkeln des Casanet-Drahtgitters, ein Überkletterungsschutz. Im Bereich der Anlagenzufahrt wurde das ebenerdige Betonfundament in der Mitte abgestuft, so dass das mit Edelstahlblech verkleidete Wildzaun-Tor wühlmausdicht abschloss. An den Torseiten wurden die Betonkanalsteine so zugeschnitten, dass sie bündig an der Edelstahlblende anlagen (Abb. 11). Für die Installationsarbeiten benötigten 2 Personen 56 Arbeitsstunden. Das entsprach einem Zeitaufwand von rund 15 min/lfm. Die Gesamtkosten für den Maschineneinsatz, Material und Personal betragen rund 5.850 €, was einem Aufwand von rund 25,66 €/lfm entspricht.



Abb. 10: In Solingen wurde eine Migrationsbarriere aus Betonkanalsteinen auf einem 70 cm tiefen Betonfundament errichtet.



Abb. 11: Die Zufahrt in die Barriereparzelle in Solingen war durch ein Schwenktor mit einer Edelstahlbeplankung mäusedicht verschlossen

Für die Regulation des Graswuchses entlang der Migrationsbarrieren wurden an den verschiedenen Standorten unterschiedliche Geräte eingesetzt (Tab. 7). Am schnellsten ging der Grasschnitt mit dem Mulchgerät. Der schmale Grasstreifen, der nach dem Mulchen entlang der Migrationsbarriere stehen blieb, wurde mit einer Motorsense mit Fadenkopf abgemäht. In Tübingen und Solingen war auf der Außenseite der Migrationsbarriere nicht genügend Platz, um mit dem Mulchgerät arbeiten zu können. Deshalb wurden eine Motorsense mit Fadenkopf bzw. ein Motorrasenmäher eingesetzt. In Coesfeld wurde neben der Motorsense auch der Einsatz eines Balkenmähers getestet. Mit beiden Geräten wurde etwa die gleiche Zeit benötigt. Die Dauer der einzelnen Pflegemaßnahmen war erheblich von der Höhe der Vegetation abhängig. In Coesfeld war das Gras durch häufiges Mähen mit der Motorsense kurz und die Pflege einer 100 m langen Barrierestrecke dauerte durchschnittlich nur 4,5 min. In Tübingen dauerte das Sensen hingegen 1,5 h, nachdem die Vegetation im August 2005 nach einem längeren Pflegeausfall eine Höhe von über 50 cm erreicht hatte.

Für die Regulation des Graswuchses entlang der Migrationsbarrieren wurden jährlich im Durchschnitt 0,5 min/lfm benötigt. Es entstanden Kosten von rund 0,11 €/lfm. Beim Einsatz der verschiedenen Pflegegeräte wurden mitunter Löcher in das Casanet-Drahtgitter gerissen. Diese Schäden wurden mit Bindendraht oder Zaun-Spanndraht geflickt. An größeren Schadstellen wurden Drahtgitterstücke aufgesetzt und mit Bindendraht an der Barriere befestigt. Je nach Schadumfang konnten die Reparaturmaßnahmen bis zu 30 Minuten dauern. An der Betonbarriere in Solingen entstanden keine pflegebedingten Schäden. In Mösbach, Tübingen und Coesfeld wurden eingewanderte Scher- und Feldmäuse mit Schlagfallen herausgefangen. Die Siedlungsstellen der einzelnen Tiere konnten nach dem regulären Mulchen der Anlagen schnell gefunden und die Fallen aufgestellt werden. Der zeitliche Aufwand für den Wühlmausfang betrug durchschnittlich etwa eine Stunde je Fangaktion.

Reparaturen und Wühlmausfang treten nicht regelmäßig auf, so dass eine Kalkulation für diese Posten sehr schwierig ist. Nach den Erfahrungen an den verschiedenen Standorten wird der jährliche Zeitbedarf für diese Maßnahmen auf etwa 0,23 min/lfm geschätzt. Die Kosten belaufen sich auf 0,03 €/lfm. Unter Berücksichtigung aller Maßnahmen müssen für die Pflege und den Unterhalt von Migrationsbarrieren jährlich Arbeitszeiten von 0,73 min/lfm und Kosten von 0,14 €/lfm kalkuliert werden. Auf die Betriebsdauer einer Migrationsbarriere von etwa 15 Jahren gerechnet ergeben sich Zeiten von insgesamt rund 11 min/lfm und Kosten von 2,10 €/lfm (Tab. 9)

Tab. 7: Übersicht über den durchschnittlichen Pflegeaufwand für die Migrationsbarrieren an den verschiedenen Versuchsstandorten. In Coesfeld wurde der Pflegeaufwand zeitgenau protokolliert. Die Angaben für Mösbach, Tübingen und Solingen beruhen auf den Angaben der Betriebseigner. Die jährlichen Kosten beinhalten den Personal- und Maschineneinsatz und wurden auf volle Euro aufgerundet.

Standort	Pflegegerät	Barrierestrecke	Anzahl Pflegeschnitte	Zeitaufwand je Pflegeschnitt	Jährlicher Zeitaufwand	Jährliche Kosten
Coesfeld	Balkenmäher/Motorsense	494 m	6	00:45 h	04:30 h	60 €
Mösbach	Mulchgerät/Motorsense	385 m	4	00:40 h	02:40 h	38 €
Tübingen	Motorsense	308 m	3	01:00 h	03:00 h	36 €
Solingen	Rasenmäher	228 m	5	00:20 h	01:40 h	20 €

Der Abbau von Migrationsbarrieren wurde am Standort Coesfeld erprobt und erfolgte in 6 Arbeitsschritten (Tab. 8). Als Erstes wurden die Spannseile an den Vorgewende-Toren entfernt, das Drahtgitter von den Holzpfosten gelöst und die Holzpfosten aus dem Boden gezogen. Danach wurde mit dem Grabenpflug die Erde direkt an der Barriere gelockert und gleichzeitig das Drahtgitter herausgezogen, das mit einer Kette am Traktor angehängt war. Die in den Vorgewenden eingebauten Tore aus unterirdischem Drahtgitter mit oberirdisch angesetzter Polyolefin-Folie wurden auf gleiche Weise abgebaut.

Das direkte Unterpflügen und Herausdrücken des Drahtgitters aus dem Boden hat sich nicht bewährt, da sich das Material nach einigen Metern zu stark vor dem Grabenpflug verkeilte. Abschließend wurde der Graben per Hand mit dem Erdauswurf verfüllt, festgewalzt und neu eingesät. Das Drahtgitter, das nach 2,5 Einsatzjahren noch keine Verwitterungsspuren zeigte, wurde nach dem Herausziehen locker zusammengerollt, zwischengelagert und von einem Schrotthändler kostenlos entsorgt. Die Holzpfähle wurden zersägt und als Brennholz genutzt.

Der Abbau der beiden Barriereparzellen mit einer Gesamtbarrierelänge von 490 m wurde von zwei Personen durchgeführt. Die Arbeiten dauerten insgesamt 13:50 h und kosteten rund 589,00 € (Tab. 8). Das entsprach einem Zeitaufwand von 1,7 min/lfm und einem Kostenaufwand von 1,20 €/lfm. Wenn das Verfüllen der Gräben nicht von Hand sondern maschinell, zum Beispiel mit einem Speedo-Unterbaumpfleegerät gemacht worden wäre, hätte sich die Gesamtarbeitszeit um 01:40 h auf insgesamt 12:10 h verkürzt. Das entspräche einem Zeitaufwand von 1,5 min/lfm. Die Kosten hätten sich um 35,00 € auf 554,00 € reduziert. Das entspricht einem Kostenaufwand von 1,13 €/lfm (Tab. 9).

Werden alle Posten für die Installation, Pflege und Wartung sowie Rückbau von Migrationsbarrieren aus Casanet Drahtgitter zusammengefasst, müssen über eine angenommene Betriebsdauer von 15 Jahren Arbeitszeiten in Höhe von 14 min/lfm und Kosten von 9,35 €/lfm kalkuliert werden (Tab. 9).

Tab. 8: Übersicht über die Arbeitsschritte und deren Dauer sowie die entstandenen Kosten beim Rückbau der beiden Barriereparzellen am Versuchsstandort Coesfeld im November 2006. Die Dauer der Arbeitsschritte wurde auf 10 Minuten, die Kosten auf volle Euro aufgerundet.

Arbeitsschritt	Tätigkeit	Geräte und Maschinen	Dauer	Kosten
1	Arbeitsvorbereitung		00:30 h	14 €
2	Lösen des Drahtgitters und der Torabspannungen, Herausziehen der Holzpfosten	Zange, Vorschlaghammer	00:40 h	18 €
3	Auspflügen und Herausziehen des Drahtgitters und der Folietore	Traktor, Grabenpflug, Kette	05:40 h	315 €
4	Wegräumen der Barrierematerialien	Traktor, Anhänger	02:00 h	95 €
5	Verfüllen, Festwalzen und Einsäen der Gräben	Schaufel, Traktor, Walze	04:30 h	133 €
6	Arbeitsnachbereitung		00:30 h	14 €
Gesamtdauer			13:50 h	589 €

Tab. 9: Übersicht über Kalkulationswerte zur Installation, Wartung und Pflege sowie Rückbau von Migrationsbarrieren aus Casanet-Drahtgitter bei einer Betriebszeit von 15 Jahren (Stand Oktober 2006).

Posten	Kalkulationswerte		Kalkulationsbeispiel für 400 m Migrationsbarriere (entspricht ca. 1 ha)	
	Zeit	Kosten	Zeit	Kosten
Installation	2,1 min/lfm	6,12 €/lfm	13:40 h	2.448 €
Pflege und Wartung (davon jährlich)	11 min/lfm (0,73 min/lfm)	2,10 €/lfm (0,14 €/lfm)	73:20 h (04:52 h)	840 € (56 €)
Rückbau	1,5 min/lfm	1,13 €/lfm	10:00 h	452 €
Gesamt	14,6 min/lfm	9,35 €/lfm	97:00 h	3.740 €

3.1.3 Vergleich der Besiedlung zwischen Kontroll- und Barriereparzellen

Die Besiedlung der Barriereparzellen durch Schermäuse war deutlich geringer als die der Kontrollparzellen ($p = 0,002$). Auch Feldmäuse besiedelten die Barriereparzellen in deutlich geringerem Umfang als die Kontrollparzellen ($p = 0,008$). Allerdings wurden standort- und artspezifische Unterschiede in der Besiedlung von Kontroll- und Barriereparzellen festgestellt.

In Mösbach und Tübingen verhinderten die Migrationsbarrieren die Zuwanderung von Scher- und Feldmäusen in die Barriereparzellen fast vollständig (Tab. 10 & 11). Im Bereich der Vorgewende, in dem das Drahtgitter durch Polyolefin-Folie ersetzt war, gelang es einzelnen Tieren, oberirdisch in die Barriereparzellen einzudringen. Die starke mechanische Belastung des Folienmaterials führte mit der Zeit zu einem Stabilitätsverlust, so dass die Torkanten nicht mehr dicht abschlossen und immer wieder kleine Lücken offen standen. Durch überwuchernde Vegetation und ablaufendes Regenwasser lag die Folie mitunter längere Zeit auf dem Boden auf. Teilweise wurde die Folienstrecke nach maschineller Bearbeitung der Parzellen auch nicht wieder richtig abgespannt. Untergraben wurden die Migrationsbarrieren nur in einem Fall. In Mösbach gelang es einer Schermaus im Frühjahr 2005 durch den Ausbau eines bereits bestehenden Maulwurfsgangs in die Barriereparzelle vorzudringen. In Mösbach legten Maulwürfe und Schermäuse insgesamt 22 Gangsysteme an, die auf einer Strecke von 134 m (35 % der Barrirelänge) direkt mit der Migrationsbarriere in Kontakt standen. In Tübingen waren es insgesamt 11 Gangsysteme auf einer Strecke von 130 m (43 % der Barrirelänge).

Am Standort Coesfeld zeigten die Migrationsbarrieren keine Wirkung (Tab. 10 & 11). Sowohl die Kontroll- als auch die Barriereparzellen wurden in geringem Maße von Scher- und Feldmäusen besiedelt. Im April 2005 und April 2006 waren innerhalb der Barriereparzellen sogar mehr Zählquadrate mit Feldmäusen besiedelt als in den Kontrollparzellen. Die Zuwanderung erfolgte sowohl oberirdisch, wie in Mösbach und Tübingen, als auch unterirdisch. In Coesfeld wurden die Migrationsbarrieren mehrmals von Maulwürfen untergraben. Die Tiere legten Gangsysteme auf der gesamten 490 m langen Barrirestrecke an, die im Einzelnen nicht mehr zu differenzieren waren. Zwischen Mai und September 2005 wurden in den Barriereparzellen insgesamt 40 Maulwürfe gefangen, individuell markiert und in einem Umkreis von 300 m wieder ausgesetzt. Von diesen Tieren wanderten 13 zu ihren Fangorten zurück. In 11 Fällen benötigten sie dafür weniger als 24 Stunden. Eine in einer Barriereparzelle gefangene, markierte und ausgesetzte Schermaus wurde 48 Stunden später an ihrem Fundort wiedergefangen. In den Maulwurfsgängen innerhalb der Barriereparzellen wurden außerdem vier Feldmäuse, eine Rötelmaus (*Myodes glareolus*), eine Kurzohrmaus (*Microtus subterraneus*) und ein Mauswiesel (*Mustela nivalis*) gefangen.

Tab. 10: Vergleich der Besiedlung von Kontroll- und Barriereparzellen durch Schermäuse an den verschiedenen Versuchsstandorten. Die Parzellen wurden in 6 x 10 m große Zählquadrate (N) unterteilt und bei Anzeichen für Schermäuseaktivität als besiedelt eingestuft. In Coesfeld begannen die Untersuchungen erst im April 2005, in Solingen im April 2006. Die Ergebnisse der jeweils 2 Kontroll- und Barriereparzellen am Standort Coesfeld wurden zusammengefasst.

Datum	Mösbach		Tübingen		Coesfeld		Solingen	
	Kontrolle (N = 102)	Barriere (N = 98)	Kontrolle (N = 77)	Barriere (N = 70)	Kontrolle (N = 70)	Barriere (N = 70)	Kontrolle (N = 28)	Barriere (N = 28)
Aug. 2004	27 %	0 %	12 %	0 %	-	-	-	-
Okt. 2004	25 %	0 %	1 %	0 %	-	-	-	-
Apr. 2005	67 %	1 %	1 %	0 %	0 %	1 %	-	-
Jul. 2005	42 %	0 %	4 %	1 %	1 %	1 %	-	-
Okt. 2005	37 %	0 %	10 %	4 %	0 %	1 %	-	-
Apr. 2006	16 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	32 %	0 %
Jul. 2006	14 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Tab. 11: Vergleich der Besiedlung von Kontroll- und Barriereparzellen durch Feldmäuse an den verschiedenen Versuchsstandorten. Die Parzellen wurden in 6 x 10 m große Zählquadrate (N) unterteilt und bei Anzeichen für Feldmäuseaktivität als besiedelt eingestuft. In Coesfeld begannen die Untersuchungen erst im April 2005, in Solingen im April 2006. Die Ergebnisse der jeweils 2 Kontroll- und Barriereparzellen am Standort Coesfeld wurden zusammengefasst.

Datum	Mösbach		Tübingen		Coesfeld		Solingen	
	Kontrolle (N = 102)	Barriere (N = 98)	Kontrolle (N = 77)	Barriere (N = 70)	Kontrolle (N = 70)	Barriere (N = 70)	Kontrolle (N = 28)	Barriere (N = 28)
Aug. 2004	51 %	1 %	53 %	3 %	-	-	-	-
Okt. 2004	13 % *	2 %	1 % *	0 %	-	-	-	-
Apr. 2005	4 % *	3 %	0 % *	3 %	1 %	9 %	-	-
Jul. 2005	42 %	1 %	32 %	0 %	1 %	1 %	-	-
Okt. 2005	77 %	5 %	75 %	29 %	0 %	0 %	-	-
Apr. 2006	88 %	4 %	73 %	23 %	13 %	30 %	7 %	0 %
Jul. 2006	25 %	0 %	3 %	0 %	0 %	0 %	4 %	0 %

* Mindestbesiedlung (Daten durch Lebendfallenfänge im 6 x 10 m Raster erhoben)

3.1.3 Vergleich des Schadauftritts zwischen Kontroll- und Barriereparzellen

In Mösbach und Tübingen entstanden in den Kontrollparzellen deutlich mehr Nageschäden als in den Barriereparzellen (Tab. 12). Die Schäden konnten nicht immer eindeutig Feld- oder Schermäusen zugeordnet werden. Häufig nagten Feldmäuse unterirdisch an den Baumwurzeln und an einzelnen Bäumen wurden Nagespuren beider Arten gefunden.

In der Kontrollparzelle in Mösbach wurden über den Untersuchungszeitraum hinweg insgesamt 5 % des Baumbestandes durch Scher- und Feldmausfraß vernichtet. Besonders hoch waren die Schäden im Jahr 2005, in dem alleine 4 % der Bäume ausfielen. In der Kontrollparzelle entstand ein wirtschaftlicher Verlust von insgesamt 11.270 €. In der Barriereparzelle entstanden trotz Einwanderung einzelner Feldmäuse und einer Schermaus keine Nageschäden (Tab. 12).

Im Winter 2004/2005 wurden an einer Stelle in der Barriereparzelle in Tübingen insgesamt 10 Bäume durch eingewanderte Feldmäuse geschädigt. Zuvor und danach entstanden keine Schäden, obwohl auch in diesen Zeiträumen vereinzelt Tiere in die Barriereparzelle eindrangten. Der wirtschaftliche Schaden in dieser Parzelle betrug 980 €. In der Kontrollparzelle verursachten Scher- und Feldmäuse kontinuierlich Schäden, die zu einem wirtschaftlichen Verlust von insgesamt 2.156 € führten (Tab. 12).

In Coesfeld waren die Scher- und Feldmausdichten über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg sehr niedrig. Sowohl in den Kontroll- als auch in den Barriereparzellen entstanden keine Schäden. In Solingen stand keine Kontrollfläche mit Obstbäumen zur Verfügung, so dass nur ein „Vorher-Nachher“-Vergleich möglich war. Im Jahr 2005, vor Installation der Migrationsbarriere, wurden in der Anlage 89 der insgesamt 108 Apfelbäume durch Schermäuse geschädigt. Das entsprach einem Ausfall von 82% und einem wirtschaftlichen Verlust von 8.722 €. Die Apfelbäume wurden daraufhin gerodet und ersetzt. Nach Installation der Migrationsbarriere im Oktober 2005 entstanden keine Nageschäden mehr.

Tab. 12: Vergleich der Nageschäden von Scher- und Feldmäusen an Apfelbäumen in den Barriere- und Kontrollparzellen dreier Versuchstandorte und Übersicht über die daraus resultierenden wirtschaftlichen Verluste.

Standort Parzelle	Mösbach		Tübingen		Coesfeld	
	Kontrolle	Barriere	Kontrolle	Barriere	Kontrolle	Barriere
Gesamtzahl Bäume	2.248	2.007	1.161	960	343	375
geschädigte Bäume	115 (5 %)	0	22 (2 %)	10 (1%)	0	0
davon in 2004	9	0	4	0	0	0
davon in 2005	89	0	10	10	0	0
davon in 2006	17	0	8	0	0	0
Schadenssumme	11.270 €	0 €	2.156 €	980 €	0 €	0 €

In den barrieregeschützten Baumreihen der Freilandgehege in Münster entstanden trotz Einwanderung einzelner Schermäuse keine Schäden (Abb. 12). Die eingewanderten Tiere wurden nicht sofort aus den barrieregeschützten Bereichen entnommen, sondern der Ausbau ihrer Gangsysteme bis zu 6 Monate weiter beobachtet. Die Gangsysteme wurden vorrangig entlang der Migrationsbarrieren und von da aus nur allmählich in die grasbestandenen Fahrgassen ausgebaut. In den Beobachtungszeiträumen gelang es den Tieren nicht, bis an die Wurzelsysteme der Apfelbäume vorzudringen. In den ungeschützten Reihen schädigten Schermäuse über den Untersuchungszeitraum hinweg 71 % des Baumbestandes. Das entsprach einem wirtschaftlichen Verlust von 3.920 €. Im Winter 2005/2006 starben aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen und Vernässungen fast alle Schermäuse, so dass, im Vergleich zu den Vorjahren, nur geringer Schaden entstand.

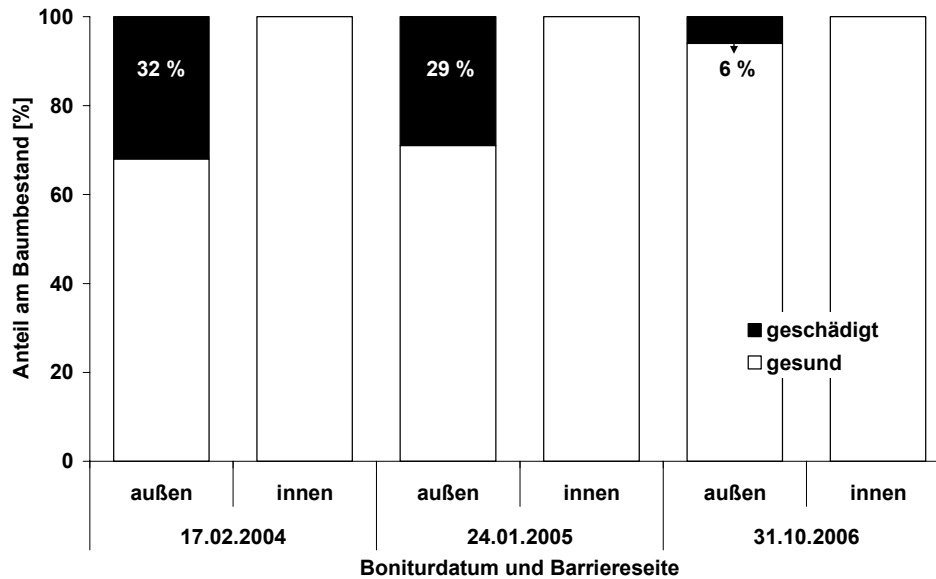


Abb. 12: Boniturergebnisse der Schermausschäden in zwei Freilandgehegen in Münster. In den Gehegen standen jeweils 7 Reihen mit 7 Apfelbäumen. Die inneren 3 Reihen waren jeweils mit 30 cm tiefen Migrationsbarrieren vor Schermäusen geschützt (innen). Die 4 äußeren Reihen blieben ungeschützt (außen).

3.1.4 Beseitigung unterirdischer Durchbrüche und Gangsysteme an Migrationsbarrieren

In Mösbach wurde die Migrationsbarriere im Februar 2005 von einer Schermaus untergraben und das Tier auf der Barriereinnenseite vom Betriebsleiter gefangen. Der Durchbruch wurde zu beiden Seiten der Barriere auf etwa einem Meter aufgegraben und wieder verfüllt. Danach stellten Maulwürfe das Gangsystem auf der Barriereaußenseite wieder her. Die Barriere wurde aber nicht wieder untergraben.

In Coesfeld legten Maulwürfe entlang der Innen- und Außenseiten der Migrationsbarrieren ausgedehnte Gangsysteme an. Die Migrationsbarrieren wurden dabei mehrfach untergraben. Versuche, die Gangsysteme auf beiden Seiten durch wiederholtes, tiefgründiges Pflügen, Fräsen oder Hacken und anschließendes Walzen des sehr leichten Lössbodens zu zerstören und somit die unterirdischen Durchgänge zu beseitigen, zeigten keinen länger anhaltenden Erfolg. Bereits 24 Stunden später waren die ersten Grabspuren von Maulwürfen beidseitig der Migrationsbarrieren zu finden. Innerhalb von 3 Wochen hatten die Tiere den Verlauf ihrer Gangsysteme auf beiden Seiten der Migrationsbarrieren wieder vollständig hergestellt.

3.1.5 Verhinderung des Untergrabens von Migrationsbarrieren

In einem Hochterrarium im BBA-Institut in Münster wurde das Verhalten von Schermäusen und Maulwürfen gegenüber geraden und im Boden abgewinkelten Barriereelementen beobachtet (Abb. 3). Das gerade Barriereelement wurde in den meisten Fällen innerhalb von 48 Stunden untergraben. Das abgewinkelte Barriereelement wurde hingegen über den gesamten Versuchszeitraum nicht untergraben, obwohl auch hier intensive Grabaktivität beobachtet wurde. Wenn die Versuchstiere in der Tiefe auf die Abwinklung stießen, kehrten sie einfach um

oder gruben in leicht aufwärts zeigender Richtung vom Barriereelement weg. Ein Teil der tiefen Gangabschnitte, die direkt mit den Barrieren in Kontakt standen, wurden im Versuchszeitraum wieder mit Erde aufgefüllt, welche die Versuchstiere aus den Bereichen zwischen den Barrieren heranschafften.

Da sich Schermäuse und Maulwürfe an den Barriereelementen im Hochterrarium nur vertikal aber nicht horizontal bewegen konnten, wurden die Versuche in Freilandgehegen mit 20 cm tief eingegrabenen Barrierevarianten wiederholt. Von 4 untersuchten Schermäusen untergruben 2 Tiere die gerade, aber auch 2 Tiere die abgewinkelte Barriere. Im Gegensatz zu der geraden Barriere wurde die abgewinkelte Barriere aber nicht direkt untergraben. Die Versuchstiere hatten in beiden Fällen Gänge angelegt, die bereits vor Erreichen der Barriere eine Tiefe von 30 cm erreicht hatten. Ähnliche Beobachtungen wurden auch an 4 Maulwürfen gemacht, von denen alle Tiere die gerade und 3 Tiere die abgewinkelte Barriere untergruben. Der Großteil der Gänge, die von Schermäusen und Maulwürfen angelegt wurden, reichte nicht tiefer als 20 cm unter die Erdoberfläche. Von diesen Gängen aus gruben die Versuchstiere an beiden Barrierevarianten vereinzelt Tunnel senkrecht in die Tiefe. Die gerade Barriere wurde aber immer über einem dieser Tunnel untergraben. An der abgewinkelten Barriere endeten die Tunnel meist 5-10 cm oberhalb der Abwinklung. Vermutlich waren die unteren Bereiche wie im Hochterrarium wieder mit Erde aufgefüllt worden.

In einem weiteren Experiment wurden die beiden Barrierevarianten 50 cm tief eingegraben und die Versuche mit 8 Maulwürfen wiederholt. 6 dieser Tiere untergruben die gerade Barriere innerhalb der ersten beiden Versuchstage. Die im Boden abgewinkelte Barriere wurde hingegen nicht mehr untergraben (Abb. 13). Die Anlage der Gangsysteme erfolgte auf die gleiche Weise wie in den vorangegangenen Untersuchungen.

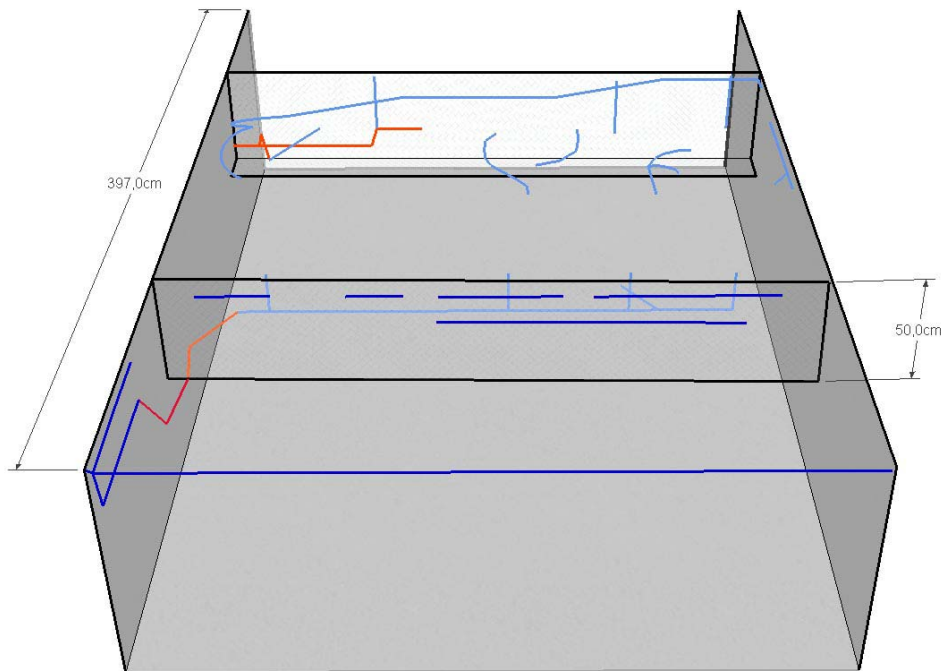


Abb. 13: Beispiel für die Grabaktivität eines Maulwurfes an einer geraden (Vordergrund) und einer abgewinkelten Barriere (Hintergrund) in einem Freilandgehege in Münster. Der überwiegende Teil des Gangsystems befand sich in einer Tiefe bis 20 cm unter der Erdoberfläche (blaue Linien). Tiefere Gangabschnitte wurden in geringerem Umfang angelegt (rote Linien). Die gerade Barriere wurde untergraben, die abgewinkelte dagegen nicht.

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Versuche zur Installation und zum Betrieb von Migrationsbarrieren haben gezeigt, dass die entwickelte Methode zum Schutz ökologisch bewirtschafteter Obstanlagen vor Wühlmausschäden erfolgreich und kostengünstig eingesetzt werden kann. Für den Aufbau der Migrationsbarrieren wurden ein Grabenpflug und ein Verlegegerät entwickelt, die von Praktikern sehr einfach und mit wenig Materialaufwand nachgebaut werden können. In Zusammenarbeit mit professionellen Herstellern können die entwickelten Prototypen weiter optimiert und die Funktionen vielleicht auch in einem Gerät zusammengeführt werden. Auch die Entwicklung einer Zusatzvorrichtung für Pflanzmaschinen ist möglich. Die verbesserten Gerätschaften könnten von Lohnunternehmen, Erzeugergenossenschaften oder Anbauverbänden vorgehalten und bei Bedarf an die Praxis ausgeliehen werden. Denkbar ist es auch, Dienstleistungsunternehmen mit dem Aufbau und der Wartung von Migrationsbarrieren zu beauftragen.

Die Aufwendungen für den Betrieb einer Migrationsbarriere aus Casanet-Dahtgitter sind sehr stark von spezifischen Standortfaktoren und der weiteren Entwicklung des Materialpreises abhängig. In den Versuchen wurden Kosten von 9,35 €/lfm für eine Betriebsdauer von 15 Jahren ermittelt (Tab. 9). Rundet man den Betrag auf 10,00 €/lfm auf, so ergeben sich Kosten von 4.000 € für eine 400 m lange Migrationsbarriere, mit der etwa eine Fläche von 1 ha geschützt werden kann. Rechnet man den wirtschaftlichen Verlust eines Apfelbaums durch Wühlmausfraß von 98 € dagegen, entsprechen die Gesamtkosten für die Migrationsbarriere einem Ausfall von 41 Apfelbäumen/ha. In exponierten Anlagen kann der Verlust aber bereits in einem Jahr bei 30 - 300 Obstbäumen/ha liegen. Zum Beispiel waren die Verluste in der Kontrollparzelle in Mösbach trotz mehrfacher Bekämpfungsaktionen mit 11.270 € bereits nach 2,5 Jahren rund 3-mal höher als die errechneten Gesamtkosten für die Einrichtung und den Betrieb der benachbarten Barriereparzelle.

An den verschiedenen Standorten zeigten die Migrationsbarrieren eine sehr gute Wirksamkeit (Tab. 10 & 11). Einzelne Tiere schafften es jedoch, in die geschützten Parzellen einzudringen. In Tübingen und Mösbach erfolgte die Zuwanderung oberirdisch über die mit Folie ersetzten Barriestrecken in den Vorgewenden. Der dauerhafte Einsatz der Folie auf langen Strecken erwies sich als unzuverlässig, da das Material nicht ausreichend abgespannt werden kann und durch die starke mechanische Belastung Elastizitätsverluste auftreten. In der Folge lag die Folie auf der Bodenoberfläche auf oder klappte an den Barriereecken auseinander. Der Einsatz von Foliematerialien sollte deshalb auf schmale Torbereiche beschränkt bleiben. In Solingen hat sich die Befestigung der mechanisch stark beanspruchten Anlagenzufahrt mit einem Betonsockel bewährt, auf dem ein mit Edelstahl beplanktes Schwenktor wühlmausdicht abschloss (Abb. 11). Generell sollten Migrationsbarrieren räumlich so dimensioniert werden, dass die Durchführung aller maschinellen Bearbeitungsmaßnahmen innerhalb der Anlage uneingeschränkt möglich bleibt. Am einfachsten ist das in Obstanlagen zu realisieren, die von Wildzäunen umgeben sind. Migrationsbarrieren können sehr einfach mit diesen Zäunen kombiniert werden.

In Coesfeld wurden die Migrationsbarrieren mehrfach von Maulwürfen untergraben, wodurch Wühlmäuse auch unterirdisch in die Barriereparzellen einwanderten. Obwohl auch in Tübingen und Mösbach Maulwürfe ihre Gangsysteme entlang der Migrationsbarrieren anlegten, drangen sie nicht in die geschützten Parzellen ein. Die unterschiedliche Wirksamkeit der Migrationsbarrieren an den drei Standorten kann mit der unterschiedlichen

Bodenbeschaffenheit, dem Standalter und dem damit verbundenen Kolonisationsgrad der Anlagen durch Maulwürfe erklärt werden. Die Obstanlage in Coesfeld bestand zum Zeitpunkt der Barriereinstallation bereits seit 8 Jahren (Tab. 4). Maulwürfe hatten in dem tiefgründigen, sehr lockeren und nahrungsreichen Lößboden weit verzweigte Gangsysteme angelegt und eine kopfstärke Population etabliert (ca. 15 Tiere/ha). Sowohl bei der Barriereinstallation als auch bei den Versuchen, die Gangsysteme durch Fräsen und Walzen zu beseitigen, wurden die bewohnten Abschnitte nur punktuell beeinträchtigt, aber nicht vollständig zerstört. Die Maulwürfe stellten ihre unterbrochenen Tunnel innerhalb weniger Tage wieder her. In Mösbach und Tübingen handelte es sich hingegen um Neuanlagen auf flachgründigem Lehm- bzw. schwerem Tonboden (Tab. 4), die vor der Bepflanzung mehrmals tiefgründig bearbeitet wurden. Im Gegensatz zu Coesfeld gab es zum Zeitpunkt der Barriereinstallation keine Gangsysteme und die Flächen waren frei von Maulwürfen.

Zwar haben die Untersuchungen gezeigt, dass durch eine Abwinklung von Migrationsbarrieren im Boden die Gefahr des Untergrabens weiter herabgesetzt wird, jedoch müssen erst noch Gerätschaften entwickelt werden, mit denen diese Konstruktion in der Praxis effizient errichtet werden kann. Auf dem momentanen Stand der Entwicklung sind 50 cm tief eingegrabene Migrationsbarrieren bereits eine geeignete, praxistaugliche Präventivmaßnahme zur Abwehr von Wühlmausschäden im Ökologischen Obstbau. In den geschützten Anlagen sollte trotzdem regelmäßig, zum Beispiel beim Mulchen oder bei der Bearbeitung der Baumstreifen, auf Anzeichen für einen Wühlmausbefall geachtet werden. Der Kontrollaufwand kann dabei weitgehend auf die Randbereiche der Anlagen reduziert werden, da sich die einzelnen, einwandernden Tiere vornehmlich dort ansiedeln. Der Einsatz von Migrationsbarrieren kann nicht nur in Obstanlagen sondern auch in anderen ökologisch bewirtschafteten Dauerkulturen wie Baumschulen oder Grünland erfolgen. Darüber hinaus könnten mobile Migrationsbarrieren Bestandteil eines noch zu testenden Schutzkonzeptes für saisonal hochgefährdete ökologische Acker- und Gemüsekulturen werden. Im September 2006 wurde dazu eine Projektskizze beim Bundesprogramm Ökologischer Landbau eingereicht.

Die Erkenntnisse aus dem Projekt wurden durch zahlreiche Vorträge auf nationalen und internationalen Fachveranstaltungen und in persönlichen Gesprächen mit Praktikern, Fachberatern, Wissenschaftlern und Politikern vermittelt und diskutiert. Darüber hinaus erschien eine Reihe von Artikeln in Fachzeitschriften und Rundbriefen (siehe Kap. 7). Mittelfristig sollen die Erfahrungen auch in Form von Handlungshilfen und Bauanleitungen über die Internet-Angebote des Ökologischen Landbaus sowie der BBA abrufbar sein.

Dem hohen Interesse und der engagierten Mitarbeit der Kooperationspartner und darüber hinaus auch der Öko-Obstbaugruppe Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V. sowie dem Kompetenzzentrum Gartenbau im DLR Rheinpfalz ist es zu verdanken, dass das Konzept der Migrationsbarriere mittlerweile dem Großteil der ökologisch wirtschaftenden Obstbaubetriebe in Deutschland bekannt ist. Im Untersuchungszeitraum wurden in Eigeninitiative verschiedener Betriebe bereits einige Obstanlagen mit Migrationsbarrieren geschützt. Weitere Betriebe haben großes Interesse signalisiert. Auch in der Schweiz und in Frankreich wurden bereits Migrationsbarrieren zum Schutz von wertvollen Grünlandflächen errichtet.

4. Zusammenfassung

Scher- und Feldmäuse verursachen erhebliche Schäden in ökologisch bewirtschafteten Obstkulturen. Die Tiere benagen Wurzeln und Rinde von Obstbäumen, was zum Absterben der betroffenen Pflanzen führt. Die Bekämpfung von Scher- und Feldmäusen im Ökologischen Obstbau erfolgt hauptsächlich mit Fallen, zum Teil auch durch Begasung der Gangsysteme oder mit dem „Rodenator Pro“. Diese Maßnahmen sind sehr arbeitsintensiv und die Resultate nicht immer zufrieden stellend, da Scher- und Feldmäuse die behandelten Flächen schnell wiederbesiedeln. Um die Zuwanderung von Scher- und Feldmäusen in gefährdete Obstanlagen dauerhaft zu unterbinden wurden im Rahmen des Vorläuferprojektes 02OE108 Migrationsbarrieren entwickelt. Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens war es, die Wirkung von Migrationsbarrieren weiter zu verbessern und ein Verfahren zu entwickeln, mit dem Migrationsbarrieren in der obstbaulichen Praxis betrieben werden können.

Zwischen Juni 2004 und Juni 2006 wurden an drei Standorten Migrationsbarrieren aus Casanet-Drahtgitter mit einer Maschenweite von 10,6 mm und an einem Standort eine Migrationsbarriere aus Beton-Elementen errichtet. Das Drahtgitter wurde 50 cm tief in die Erde eingegraben und ragte 50 cm über den Boden hinaus. Die obersten 10 cm wurden rechtwinklig nach außen umgebogen, damit Scher- und Feldmäuse das Hindernis nicht überklettern konnten. In den Zufahrten wurde das Drahtgitter oberirdisch durch Polyolefin-Folie ersetzt, die mit Gummiseilen flexibel abgespannt wurde. Um das Barrierematerial 50 cm tief in den Boden einzugraben, wurden ein Grabenpflug und ein Verlegegerät als Anhängengerätschaften für Traktoren entwickelt, die mit wenig Aufwand nachgebaut werden können. Der Einsatz beider Geräte wurde sowohl auf leichten Sandböden als auch auf einem schweren Tonboden erfolgreich getestet. Für den Aufbau der Migrationsbarrieren aus Casanet-Drahtgitter benötigten zwei Personen im Durchschnitt 2,1 min/lfm. Die Kosten für Material, Personal- und Maschineneinsatz betragen 6,12 €/lfm. Werden jährliche Aufwendungen für Pflege- und Wartung sowie den Abbau hinzugerechnet, entstehen über eine Betriebszeit von 15 Jahren Kosten von insgesamt 9,35 €/lfm.

An drei Standorten zeigten die Migrationsbarrieren eine gute Wirkung beim Schutz von Neuanlagen. Einzelnen Scher- und Feldmäusen gelang es aber, oberirdisch über die mit der Zeit nicht mehr vollständig dicht schließenden Folientore einzudringen. Diese Tiere konnten mit wenig Aufwand im Bereich der Migrationsbarrieren oder ersten Baumreihen abgefangen werden. Die Zufahrt der Beton-Barriere bestand aus einem edelstahlbeplankten Schwenktor, dass am Boden mäusedicht mit dem Betonfundament abschloss. An einem Standort wurden die Migrationsbarrieren mehrfach von Maulwürfen untergraben. Die Tiere hatten im tiefgründigen Lösboden der alten Obstanlage umfangreiche Gangsysteme angelegt, die bei der Barriereinstallation nur punktuell zerschnitten, aber nicht vollständig zerstört wurden. Die Maulwürfe stellten ihre unterbrochenen Gangabschnitte innerhalb weniger Tage wieder her. Auch ein mehrmalig wiederholtes Fräsen und Festwalzen des Bodens entlang der Migrationsbarriere brachte keinen anhaltenden Erfolg. Dagegen zeigten Labor- und Gehegeversuche in Münster, dass ein Abwinkeln der Migrationsbarrieren im Boden das Untergraben verhindern kann. Trotz der Einwanderung von Scher- und Feldmäusen in die Barriereparzellen entstanden nur in einem Fall Nageschäden an frisch gepflanzten Apfelbäumen. In den ungeschützten Kontrollparzellen verursachten die Tiere dagegen zum Teil beträchtliche Schäden. Ähnliche Beobachtungen wurden auch in zwei Freilandgehegen in Münster gemacht.

Die Ergebnisse zeigen, dass Migrationsbarrieren erfolgreich zum langfristigen Schutz ökologisch bewirtschafteter Obstanlagen eingesetzt werden können. Gute Resultate werden dabei vor allem in Neuanlagen erzielt, die vor dem Bepflanzen tiefgründig bearbeitet wurden. Um die geschützten Anlagen ungehindert mit Maschinen bearbeiten zu können, muss zwischen Migrationsbarriere und erster Baumreihe sowie in den Vorgewenden ausreichend Platz vorhanden sein. Migrationsbarrieren können sehr einfach in Wildzäune integriert werden.

Die geschützten Anlagen sollten im Rahmen der allgemeinen Pflegemaßnahmen, wie Mulchen oder Baumstreifenbearbeitung, auf Anzeichen für Scher- und Feldmausbefall kontrolliert und zugewanderte Tiere abgefangen werden. Der Aufwand kann dabei auf die Kontrolle der Barrierebereiche und der ersten Baumreihe konzentriert werden.

Der engagierten Mitarbeit der Kooperationspartner ist es zu verdanken, dass das Konzept der Migrationsbarriere in der Praxis bereits allgemein bekannt ist und in Eigeninitiative verschiedener Betriebe noch während der Projektlaufzeit die ersten Migrationsbarrieren errichtet wurden. Der Einsatz von Migrationsbarrieren ist nicht nur in Obstanlagen sondern auch in anderen Dauerkulturen des Ökologischen Landbaus möglich. Darüber hinaus könnten mobile Migrationsbarrieren Bestandteil eines Schutzkonzeptes für saisonal hochgefährdete Acker- und Gemüsekulturen werden.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Geplant	Erreicht
a) Feiland- und Gehegeversuche	
1. Entwicklung und praktische Erprobung eines Verfahrens zur Installation und zum Betrieb von Migrationsbarrieren in ökologisch bewirtschafteten Obstanlagen	Ja
2. Bestimmung der Wirksamkeit von Migrationsbarrieren in der obstbaulichen Praxis	Ja
3. Langfristige Sicherung der Wirksamkeit von Migrationsbarrieren	Ja
b) Wissenstransfer	
1. Vorträge, Informationsveranstaltungen	Ja
2. Printmedien	Ja
3. Internet	Ja
4. Feldtage	Nein, in Vorbereitung

Die Bedeutung des Maulwurfs als Wegbereiter der Schermaus beim Untergraben von Migrationsbarrieren wurde im Rahmen des Projektes untersucht und Lösungsvorschläge aus Ergebnissen von Labor- und Gehegeuntersuchungen abgeleitet. Die Erprobung dieser Ansätze in ökologisch bewirtschafteten Obstanlagen mit hoher Maulwurfsdichte steht noch aus.

6. Literaturverzeichnis

Klemm, M. (1958): Die Große Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L.) - Verbreitung, Schadgebiete und Auftreten in Deutschland, Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 12, 1-19

Kopp, B. (2002): Wühlmausprobleme unter den Rahmenbedingungen des ökologischen Landbaus (Schwerpunkt Obstbau), in Pelz, H. J. (Hrsg): Pflanzenschutz im ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze. Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Landbau. 6. Fachgespräch, Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land-Forstwirtschaft 104, 6-9

KTBL (2005): Daten für den Ökologischen Obstbau in der Landwirtschaft, KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, 114 S.

Lapasha, D. G. & Powell, R. A. (1994): Pine vole (*Microtus pinetorum*) movement toward areas in apple orchards with reduced populations. *Journal of Horticultural Science* 69, 1077-1082

Saucy (2002): Dispersal as a key issue in the biological control of small mammals. in Pelz, H. J. (Hrsg): Pflanzenschutz im ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze. Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Landbau. 6. Fachgespräch, Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land-Forstwirtschaft 104, 18-27.

van Vleck, D. B. (1968): Movements of *Microtus pennsylvanicus* in relation to depopulated areas. *Journal of Mammalogy* 49, 92-103

Walther, B. & Pelz, H. J. (2003): Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau. Bericht, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn, 26 S. (<http://orgprints.org/4555/>)

Wieland, H. (2002): Einsatz von Migrationsbarrieren und Pheromonen zur Abwehr von Wühlmäusen. in Pelz, H.-J. (Hrsg): Pflanzenschutz im ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze. Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Landbau. 6. Fachgespräch, Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land-Forstwirtschaft 104, 61-76

7. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

Tagungsbeiträge:

Walther, B., Pelz, H.-J. (2004): Prevention of vole damage in organic pomiculture. 10th International Symposium of Behavioural Ecology, July 10 - 15, Jyväskylä, Finland, Final Program & Abstracts, 231

Walther, B., Pelz, H.-J. (2004): Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau mit Hilfe von Migrationsbarrieren, in: Hering, O. & Brandt, B. (Hrsg.): 54. Deutsche Pflanzenschutztagung in Hamburg, 20. - 23. September 2004, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 396, 494

Walther, B., Pelz, H.-J. (2004): 02OE108/F: Versuche zum praxisgerechten Betrieb von Barriersystemen zur Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau. Vortragsveranstaltung „Aktuelle Projekte im Ökologischen Pflanzenschutz“, 23.-24. November 2004, Bonn

Walther, B. (2004): Methoden und Maßnahmen zur Abwehr von Wühlmausschäden im Ökologischen Obstbau. 2. Arbeitstreffen des Arbeitsnetzes zur Weiterentwicklung der Anbaukonzepte des Ökologischen Obstbaus, 14.-15. Dezember 2004, Jork

Walther, B., Idel, A., Pelz, H.-J. (2005): Wühlmäuse – Kampf im Einklang mit der Natur. Präsentation im Biocity-Center des Bundesprogramms Ökologischer Landbau auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin, 22. Januar 2005

Walther, B. & Pelz, H.-J., Malevez, J. (2005): Aussichten des Einsatzes von Migrationsbarrieren zur Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau. in Heß, J. und Rahmann, G. (Hrsg.): Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 1.-4. März 2005, Kassel, kassel university press GmbH, 99-102 (<http://orgprints.org/3594/>)

Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2005): Design and implementation of migration barriers to protect orchards from vole damage. 5th European Vertebrate Pest Management Conference, 5.-8. September 2005, Budapest, Hungary, Final Program and Abstracts, p. 67

Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2005): Wühlmausprävention - Was bringen Migrationsbarrieren? 15. Tagung des Arbeitskreises Wirbeltiere der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft e.V., 19-20. Oktober 2005, Grainau

Walther, B. (2005): Perspektiven zur Abwehr von Wühlmausschäden im Ökologischen Landbau. 6. Workshop Forum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau, 13. Dezember 2005, Frankfurt

Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2006): Implementation of migration barriers in orchards to prevent vole damage. Ecofruit - 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, 31.01.-02.02.2006, Weinsberg

Walther, B. (2006): Mit Migrationsbarrieren gegen Wühlmäuse - Versuchsergebnisse und praktische Erfahrungen. Informationsveranstaltung, LaMi, 21.08.2006, Utrecht, Niederlande

Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2006): Migrationsbarrieren gegen Wühlmäuse - Erfahrungen aus 3 Jahren Praxiseinsatz. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25. - 28. September 2006, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 400, 228

Walther, B. (2006): Scher- und Feldmausbekämpfung im Ökologischen Obst- und Gemüsebau. Thüringer Ökolandbau - Fachtagung Obst- und Gemüsebau, 13. Dezember 2006, Holzdorf, Thüringer Ökoherz e.V., Tagungsreader, S. 14-18

Artikel und Broschüren:

Walther, B., Pelz, H.-J. (2004): Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau, Praxisbroschüre Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 12 S
Überarbeitete Neuauflage der Broschüre 2006

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2004): Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau mit Hilfe von Migrationsbarrieren, Jahresbericht 2003 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin und Braunschweig, 111

Walther, B., Pelz, H.-J., Hahn, D. (2004): Wühlmäuse mit Barrieren fernhalten. Bioland - Fachmagazin für den ökologischen Landbau. Heft 6, S. 13

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2005): Versuche zum praxisgerechten Einsatz von Barriersystemen zur Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau, Jahresbericht 2004 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin und Braunschweig, 111-112

Walther, B. (2005): Wühlmausprävention - Was bringen Migrationsbarrieren? Rundbrief der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Obstbau Rheinpfalz-Pfalz/Hessen, Kompetenzzentrum Gartenbau im DLR Rheinpfalz, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Nr. 15 vom 17.11.2005

Walther, B., Wobser, T. (2006): Ansturm auf Wühlmaus-Hotline. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen - Lippe, Heft 4 vom 26. Januar 2006, S. 94

Walther, B. (2006): Im Jahr 2006 weniger Wühlmäuse. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, Heft 5 vom 2. Februar 2006, S. 97

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2006): Aussichten für den Einsatz von Migrationsbarrieren zur Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau, Jahresbericht 2005 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin und Braunschweig, 112-113

Walther, B. (2006): Wühlmäuse bekämpfen. Hof Direkt, Heft 6, S. 6-7

Kühne, S., Adler, C., Bangemann, L., Bartels, G., Hallmann, J., Heimbach, U., Kollar, A., Maixner, M., Meyer, G., Pallutt, B., Pelz, H.J., Sieckmann, G., Walther, B., Verschwele, A., Vogt, H. (2006): Feldversuche der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau. In: Rahmann G. (Hrsg.) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006, Landbauforschung Völkenrode - FAL, Braunschweig, Sonderheft 298, S. 127-133

Sonstige Veröffentlichungen und Präsentationen:

1. August 2004: Feldtag in Zusammenarbeit mit der Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. und dem Beratungsring Ökologischer Obstbau e.V. am Versuchsstandort Mösbach

17.-20. Januar 2006: Informations-Aktion „Wühlmaustelefon“ in Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftlichen Wochenblatt Westfalen-Lippe