



Fachbeiträge des Landesumweltamtes

Heft Nr. 109

**Durchführung eines
Pollenmonitorings von Mais
im Naturschutzgebiet
Ruhlsdorfer Bruch 2007**



**Durchführung eines Pollenmonitorings
von Mais im Naturschutzgebiet
Ruhlsdorfer Bruch 2007**

**Umweltbeobachtung
gentechnisch veränderter Kulturpflanzen**

Projektbericht 2007

Auftragnehmer:

Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU)
Bundesgeschäftsstelle Berlin
Dr. Steffi Ober
Charitéstraße 3
10117 Berlin

Tel. 030-284984-1612
E-Mail: Steffi.Ober@NABU.de

Unter Mitwirkung von:

TIEM Integrierte Umweltüberwachung	GbR, Nörten-Hardenberg/Bremen
Dipl.-Biol. F. Hofmann	Ökologiebüro
Dipl.-Forstw. U. Schlechtriemen	Sachverständigenbüro
Dipl.-Biol'in U. Kuhn	Büro Kuhn, Bremen
Dipl.-Biol. N. Wedl	Büro Wedl, Müncheberg
Dr. W. v.d. Ohe. K. v.d. Ohe	Landesinstitut für Bienenkunde, Celle
Dipl.-Päd.agr. J. Radtke	Länderinstitut für Bienenkunde, Hohen Neuendorf
Dr. E. Müller, A. Kalchschmid	Genetic ID (Europe) AG, Augsburg
Dr. L. Kruse, R. Epp	Impetus GmbH & Co. Bioscience KG, Bremerhaven

Berlin, Dezember 2007

Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Titelreihe, Heft-Nr. 109

Durchführung eines Pollenmonitorings von Mais im Naturschutzgebiet Ruhlsdorfer Bruch 2007 - Umweltbeobachtung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen -

Herausgeber:

Landesumweltamt Brandenburg (LUA)
Seeburger Chaussee 2
OT Groß Glienicke
14476 Potsdam
Tel.: 033201 - 442 0
Fax: 033201 – 43678

Bestelladresse:

infoline@lua.brandenburg.de

Internet:

www.mluv.brandenburg.de/info/lua-publikationen

Fachredaktion:

LUA, Referat Ö3 Umweltbeobachtung, Ökotoxikologie
Rudi Vögel, Tel.-Nr.: 03334-66 2728, E-Mail: Rudi.Voegel@lua.brandenburg.de

Endredaktion, Druckvorbereitung:

LUA, Ref. S5 Umweltinformation, Öffentlichkeitsarbeit
Darstellung kartographischer Übersichten basiert auf digitalen Daten der Landesvermessung (GB-G 1/99)
(www.geobasis-bb.de)

Druck: TZ LVLf, AT .. /08

Potsdam, im Juli 2008

Die Veröffentlichung als Print und Internetpräsentation erfolgt im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Dritten zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Inhalt

Vorwort	4
1 Einleitung	5
1.1 Monitoring	5
1.2 Schutz von ökologisch sensiblen Gebieten	6
2 Aufgabenstellung	7
3 Durchführung	8
3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der untersuchten Arten	8
3.1.1 Das Untersuchungsgebiet	8
3.1.2 Schmetterlingspopulationen im Schutzgebiet	8
3.1.3 Stark gefährdete Schmetterlingsarten auf den Trockenrasen	9
3.2 Lage des Schutzgebietes und der Probenstandorte	10
3.3 Lage der Flurstücke mit Bt-Mais	11
3.4 Festlegung der Probenahmestandorte	11
3.5 Standorte der technischen Sammler	11
3.6 Standorte der biologischen Sammler	11
3.7 Technische Pollensammlung mittels Passivsammler PMF	14
3.8 Biologische Pollensammlung mittels Bienenvölker	15
4 Ergebnisse zum Maispolleneintrag über die technische Pollensammlung mit dem PMF	18
4.1 Maispollenfluss und Maispollendeposition	18
4.2 Einordnung der Ergebnisse zur Maispollendeposition aus dem Ruhlsdorfer Bruch in überregionale Erhebungen	19
5 Ergebnisse aus der biologischen Pollensammlung mittels Honigbienenvölker zur Pollendeposition von NZO	21
6 Ergebnisse der PCR-Analysen zum Nachweis des GVO-Anteils (Bt-Mais MON 810) in den Maispolleneinträgen	23
7 Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf Schutzabstände und weitere Untersuchungen	26
8 Empfehlungen für schutzbezogene Maßnahmen	27
Literatur	29

Vorwort

Der Einsatz gentechnisch veränderter Kulturpflanzen in der Landwirtschaft wird mittels europäischer Rechtsvorgaben und national durch das 2008 aktuell novellierte Gentechnikgesetz des Bundes (GentG) geregelt.

Dieses neue Gesetz sowie die ergänzende Verordnung über die gute fachliche Praxis bei der Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen (Gentechnik-Pflanzenerzeugungsverordnung) soll durch erweiterte Anbauabstände insbesondere die Aspekte möglicher Ein- und Auskreuzungen zu benachbarten Flächen besser regeln. In der gesellschaftlichen Diskussion zu möglichen Risiken, Vor- und Nachteilen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen ist dies jedoch nur ein Teilaspekt.

Mögliche negative Einflüsse des GVO-Anbaus auf den Erhaltungszustand nationaler und europäischer Schutzgebiete bzw. besonders geschützter Arten wurden bis vor kurzem in der Praxis nicht berücksichtigt, obwohl die Europäische Union den Mitgliedsstaaten im Rahmen der FFH-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie eine entsprechend strenge Prüfung vorschreibt.

Da Brandenburg zur Zeit deutschlandweit den höchsten Anteil der Anbaufläche für gentechnisch veränderten Mais besitzt, und immer wieder auch Anträge zum Anbau innerhalb bzw. in enger räumlicher Nähe von Schutzgebieten gestellt werden, ergibt sich hier ein besonderes Interesse zur Aufklärung von Risiken. Derzeit werden international hauptsächlich mögliche Gefahren für sensible Arten durch Einträge von insektizid wirkende, Bt-haltige Maispollen in benachbarte Schutzgebiete diskutiert.

Ziel der beauftragten Untersuchung war es deshalb, zunächst exakte Praxisergebnisse über die Menge und räumliche Verbreitung von Maispollen am Beispiel eines direkt betroffenen FFH-Gebietes zu ermitteln.

Mit den Untersuchungen soll damit sowohl ein wichtiger Beitrag zur Diskussion über räumliche Distanzen zwischen Schutzgebieten und Flächen mit GVO-Anbau geliefert werden als auch dem vorgeschriebenen Prüfgebot des Bundesnaturschutzgesetzes nach § 34a entsprochen werden.

Aussagen über die Empfindlichkeit bzw. Gefährdung besonders geschützter Arten in Abhängigkeit von der Menge des Bt-Maispolleneintrages waren nicht Ziel der Untersuchung. Solche fallspezifischen Prüfungen sind aufgrund der erzielten Ergebnisse über die sehr weite Verdriftung relativ großer Mengen von Maispollen jedoch in verstärktem Maße von den jeweiligen Sortenrechtinhabern zu fordern.

Allen Beteiligten an der Studie sei an dieser Stelle für die aufwendigen und exakten Untersuchungen unter den oft nicht ganz einfachen Praxisbedingungen besonders gedankt.

Präsident des Landesumweltamtes Brandenburg
Prof. Dr. Matthias Freude

1 Einleitung

Mit der Freigabe des kommerziellen Anbaus von gentechnisch verändertem Mais seit 2005 durch die Sortenzulassung von Bt-Mais MON 810 stellt Brandenburg ein Hauptzielland des Anbauinteresses dar. Für die Anbausaison 2008 weist das Standortregister des Bundesamtes für Verbraucherschutz (BVL) eine Fläche von etwa 4.350 Hektar bundesweit aus. Im Vorjahr (2007) wurden 2.650 Hektar mit Bt-Mais bewirtschaftet. Bei den gemeldeten Flächen liegt mit einem geringfügigen Rückgang gegenüber 2007 um etwa 135 ha weiterhin Brandenburg (2.026 ha) an der Spitze vor Sachsen (1.040 ha), Mecklenburg-Vorpommern (878 ha), Sachsen-Anhalt (241 ha) und Bayern (117 ha).¹

Im Rahmen der vierten Novellierung des Gentechnikgesetzes wird in den pflanzenartspezifischen Vorgaben der neuen Gentechnik-Pflanzen-Erzeugungsverordnung (GenTPflEV) die Koexistenz für gentechnisch veränderten Mais, das heißt die Gewährleistung für die gentechnikfreie Erzeugung durch verbindliche Abstandsregelungen von 150 Metern zu konventionellen und 300 Metern zu ökologisch wirtschaftenden Betrieben geregelt.²

Die dabei im Vordergrund stehenden Aspekte sind ausschließlich die Ein- und Auskreuzungen in die benachbarten Kulturen, also rein landwirtschaftsspezifische Aspekte. Schutzgebiete werden in der GenTPflEV unter § 2 nicht als Nachbarn definiert, zu Schutzgebieten sind für die jetzt zugelassenen transgenen Maissorten keine Abstandsregelungen vorgesehen. Wirkungen auf Nichtzielorganismen (NZO) gelten jedoch für das Bt-Toxin als nachgewiesen, so dass adverse Effekte auf NZO in Schutzgebieten nicht ausgeschlossen werden können.

1.1 Monitoring

Nach geltendem europäischem Recht werden Zulassungen gentechnisch veränderter Pflanzen nach den neuen Zulassungsbestimmungen 2001/18/EG erst genehmigt, wenn ein Umweltbeobachtungsplan (Monitoring) vorgelegt wird.³ Im Mai 2007 wurde der Vertrieb der genehmigten Sorten von MON 810 seitens des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) gestoppt.⁴

Erst mit der im Dezember 2007 erfolgten Genehmigung eines neu eingereichten Monitoringplanes des Betreibers Monsanto, den der Anbauer von MON 810 einzuhalten hat, wurde der Anbau für 2008 wieder ermöglicht. § 16-c des Gentechnikgesetzes schreibt ein Monitoring, unterteilt nach fallspezifischer und allgemeiner Beobachtung vor.

Die allgemeine Beobachtung soll „das Auftreten schädlicher Auswirkungen des GVO oder dessen Verwendung auf die menschlichen Gesundheit oder die Umwelt (...) ermitteln, die in der Risikobewertung nicht vorgesehen wurden“. Das allgemeine Monitoring setzt eine übergreifende und vom Betreiber unabhängige Umweltbeobachtung voraus, die nach der Darstellung der Herstellerfirma Monsanto durch bereits bestehende Monitoringprogramme, wie das Tagfalter- oder Brutvogelmonitoring abgedeckt werden soll.⁵

Spezifische Freilandhebungen zur Exposition ausgehend vom Bt-Maisanbau, z.B. über Pollenflug, oder zu potentiellen Wirkungen auf Nichtzielorganismen (NZO), wie z.B. Schmetterlinge, sind nicht vorgesehen. Die der allgemeinen Umweltbeobachtung dienenden Monitoringprogramme sind jedoch nicht auf die Identifizierung von GVO-Effekten zugeschnitten, so dass hierüber keine hinreichende Beobachtungswahrscheinlichkeit von eventuell auftretenden Schäden gegeben ist. Vielmehr müsste erst eine spezifische Adaption dieser Programme für eine Nutzung zum GVO-Monitoring erfolgen (ZÜGHART & BRECKLING 2003).

Sollten tatsächlich ökologische Schäden durch den Bt-Maisanbau eintreten, wäre über diese Monitoringprogramme nicht gewährleistet, dass diese Schäden überhaupt festzustellen und ursächlich

¹ http://194.95.226.237/stareg_web/showflaechen.do?ab=2006&year=2008

² <http://www.transgen.de/recht/koexistenz/785.doku.html>

³ <http://www.biosicherheit.de/de/monitoring/60.doku.html>

⁴ BVL 47/2007/4

⁵ www.bvl.de

zuzuordnen wären. Der Monitoringplan kann damit weder eine GVO-spezifische Beobachtung noch die Funktion eines Frühwarnsystems erfüllen, wie gesetzlich eigentlich gefordert ist.

1.2 Schutz von ökologisch sensiblen Gebieten

Der Aspekt einer möglichen Beeinträchtigung besonders geschützter Arten und Lebensräume ist besonders bei international geschützten Arten sowie Habitaten (NATURA 2000, Fauna Flora Habitat (FFH)-Gebieten) von Bedeutung. Diesen Anforderungen wird das geltende Gentechnikrecht bisher nur eingeschränkt über die Anwendung des § 34a des Bundesnaturschutzgesetzes gerecht.

Bei der Genehmigung von Freisetzungsanträgen wird im Allgemeinen durch die federführende Behörde (BVL) bei Lagedistanzen unter 1.000 m vom Freisetzungsort zum FFH-Gebiet eine Umweltverträglichkeitsvorprüfung veranlasst. Welche Kriterien für eine mögliche Beeinträchtigung sogenannter Nichtzielorganismen die dem kommerziellen GVO-Anbau⁶ in räumlicher Nähe ausgesetzt sind, gelten, wird in der Wissenschaft widersprüchlich diskutiert und lässt viele Fragen bisher offen (FELKE & LANGENBRUCH 2005, MARQUARD & DURKA 2005, VILLIGER 1999).

Besonders die Frage von Pollenverbreitungsdistanzen wird in der Literatur kontrovers diskutiert und überwiegend unter dem landwirtschaftlichen Aspekt der Aus- und Einkreuzungen untersucht. Daraus abgeleitete Abstandsempfehlungen stellen einen arbeitstechnischen Kompromiss zwischen den fachlich nötigen Abständen und dem betriebswirtschaftlich Wünschenswerten für den GVO-Anbauer dar. Einige wenige jüngere Untersuchungen und auch methodische Neuentwicklungen und Standardisierungen geben Hinweise auf den Pollenflug unter ökologischen Gesichtspunkten (HOFMANN ET AL. 2005).

Im Vordergrund steht dabei der Pollenflug als Immission in benachbarte Areale und damit die Exposition als potentielle Wirkung auf Nicht-Ziel-Organismen. Berücksichtigt man die allgemein angeführten hohen Standards bei der Entwicklung neuer Methoden (wie die VDI-Richtlinienserie 4330, 2005)⁷ und deren möglichst umfassende ökotoxikologische Prüfung so wird offenbar, wie wenig Untersuchungen zu sensiblen Nichtzielorganismen auf GVO-Verträglichkeit (Bt-Maispollen) vorliegen.

Im Analogieschluss zu der gewollten hohen Wirksamkeit des GV-Wirkstoffs gegenüber dem Schadinsekt liegt eine unbeabsichtigte und unerwünschte Wirksamkeit zu verwandten Arten bei entsprechendem Kontakt nahe. Das Bakterium *Bacillus thuringiensis* (Bt) wird seit langem als biologisches Schädlingsbekämpfungsmittel verwendet. Bt-Mais der Sorte MON 810 bildet in allen Pflanzenteilen von der Wurzel bis zum Korn das Bt-Toxin aus. Es gibt verschiedene Bt-Toxine, die sich durch spezifische Wirkungen auszeichnen. Das hier eingesetzte Toxin (Cry1Ab) wirkt besonders auf Lepidopteren, zu denen auch der zu bekämpfende Schädling, der Maiszünsler gehört. Die Raupen des Maiszünslers sind Fraßschädlinge, die sich durch den Stängel der Maispflanze zum Verpuppen in Richtung Wurzel bohren und somit den Stängel zum Umkippen bringen können. Je nach Bt-Variante differieren die transgenen Maissorten sowohl in der Dosis des Bt-Toxins als auch bei der Konzentrationsverteilung in der Pflanze. Die meisten Untersuchungen beziehen sich jedoch auf die Maissorten Bt 11 und Bt 176. Der bereits 1998 EU-rechtlich zugelassenen Bt-Maislinie MON 810 mangelt es bis heute an erforderlichen Untersuchungen und an Unbedenklichkeitsnachweisen auf Nicht-Ziel-Organismen, so dass jüngst in Frankreich für 2008 der Anbau aus Vorsorgegründen verboten wurde.⁸

Zusammenfassend liegen tatsächlich bis heute kaum relevante Untersuchungen zur Wirkung auf bedrohte, besonders sensible NZO und deren Lebensräume vor. Der Begriff Nichtzielorganismen umfasst sämtliche nicht pflanzliche Organismen, die sich von den vorsätzlich bekämpften Arten unterscheiden (MARQUARDT & DURKA 2005). Wenn die Naturschutzverwaltungen den Vorsorgegedanken des europäischen Umweltrechts (FFH-RL, sog. Verschlechterungsverbot) umsetzen wollen, fehlen ihnen daher Daten zur Abschätzung einer potentiellen Gefährdung bei flächenhaftem oder direktem GVO-Anbau.

⁶ Gentechnisch veränderter Organismus = GVO

⁷ http://www.bfn.de/0201_gvo1.html

⁸ <http://www.transgen.de/aktuell/877.doku.html>

2 Aufgabenstellung

Aufgabe dieser Untersuchung war die Erfassung der Maispollenexposition im NSG/FFH-Schutzgebiet Ruhlsdorfer Bruch (Brandenburg) mit technischen und biologischen Pollensammlern. Hintergrund ist der im Bereich des Schutzgebietes sowie in der Umgebung seit 2005 initiierte und zunehmend intensiviertere Anbau von gentechnisch verändertem Mais (Bt-MON 810-6).

Die Untersuchungen sollen dazu dienen, geeignete Sicherheitsabstände für den GVO-Maisanbau im Hinblick auf den nachhaltigen Schutz von Nicht-Ziel-Organismen (NZO) im NSG, speziell den dort vorkommenden, schützenswerten Schmetterlingen, zu begründen.

Es gilt auszuschließen, dass eine von den GVO-Maisanbauflächen ausgehende Exposition mit Bt-Maispollen eine Gefährdung der im Schutzgebiet vorkommenden Nichtzielorganismen darstellt.

Hieraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

1. Inwieweit sind Maispolleneinträge in das Schutzgebiet per Winddrift aus den Feldern festzustellen?

Es sollte geklärt werden, ob von den Feldern ausgehend überhaupt Maispollen in das Schutzgebiet in wesentlichem Maße verdriftet und inwieweit Kernhabitate erreicht werden. Da für den GVO-Maispollen keine abweichenden physikalischen Flugeigenschaften anzunehmen sind (AYLOR 2002), kann diese Frage anhand des insgesamt vorhandenen Maisanbaus und Messungen des Maispollenfluges vom Feldrand für das Gebiet untersucht werden.

Der Eintrag von Maispollen in das Schutzgebiet soll mit dem nach VDI-RL 4330 Bl. 3 standardisierten, technischen Pollensammler PMF erfolgen. Erfasst werden dabei Maispollenfluss und Deposition⁹. Die Messung erfolgt als Punktsammlung. Sie ist abhängig von der relativen Lage des Messpunktes zur Emissionsquelle und wird durch Windverhältnisse und Topographie beeinflusst. Mit der technischen Sammlung wird der tatsächliche Eintrag am Messort erfasst.

2. Inwieweit besteht eine Exposition von Nichtzielorganismen aus dem Schutzgebiet dadurch, dass diese benachbarte Maisfelder zur Nahrungssuche anfliegen und Maispollen sammeln?

Über die biologische Pollensammlung mit Völkern der Honigbiene gemäß VDI 4330 Bl. 4 soll geprüft werden, ob und in welchem Umfang benachbarte Maisfelder angefliegen und Maispollen gesammelt werden. Stellvertretend würde das auch für Wildbienen und andere ausschwärmende NZO anzunehmen sein. Die Honigbiene dient damit als Indikator für die Exposition von NZO aus dem Schutzgebiet, die aktiv umliegende Maisfelder anfliegen.

Die Honigbienen als biologische Pollensammlerinnen durchstreifen Areale und gelten als Flächensammler. Sie geben Auskunft über die blühenden Pflanzen in einem bestimmten Sammelbereich. Die Sammlung ist abhängig von der Aktivität der Bienen sowie deren Blütenpräferenzen. Biologische und technische Sammlung ergänzen sich in ihren Eigenschaften und somit in ihrer Aussagekraft.

3. Ist unter der Anbausituation von 2007 mit einem Schutzabstand von 100 m ein GVO-Anteil aus dem Bt-Maisanbau feststellbar?

Ergänzend sollen die Pollenproben beider Sammelsysteme per DNA-Analyse auf GVO-Anteile aus dem Bt-Maisanbau untersucht werden. Dazu werden DNA-Analysen der Pollenproben per PCR vorgenommen.

⁹ Erläuterung siehe Kap. 3.2

3 Durchführung

3.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der untersuchten Arten

3.1.1 Das Untersuchungsgebiet

Das NSG Ruhlsdorfer Bruch wurde im Rahmen des Nationalparkprogramms der DDR 1990 als Naturschutzgebiet innerhalb des Naturparks Märkische Schweiz ausgewiesen. Grund dafür waren insbesondere die sehr reiche Ausstattung des Gebietes mit extensiv genutzten und sehr artenreichen Feuchtwiesenbiotopen im Zentrum sowie die naturnahen Kalk- und Sandtrockenrasen in den Hangbereichen. Aufgrund der reichen Ausstattung mit FFH-Lebensräumen wurde das NSG durch das Land Brandenburg unter der Kennziffer DE 3450-302 als FFH-Gebiet an die Europäische Kommission gemeldet. Für FFH-Gebiete mit besonders geschützten Arten und Lebensräumen gilt ein sogenanntes Verschlechterungsverbot. Im Schutzgebiet Ruhlsdorfer Bruch wurde der Anbau von gentechnisch verändertem Mais der Sorte MON 810 auch 2007 angezeigt (Übersichtskarte S. 25).¹⁰

3.1.2 Schmetterlingspopulationen im Schutzgebiet

In dem Schutzgebiet kommen besonders geschützte Schmetterlinge vor, seit 2005 wurde mit einer Beobachtung der Populationen begonnen. Vorkommen nach Anhang II der FFH-Richtlinie sind:

Anfang der 1990er Jahre wurde im NSG Ruhlsdorfer Bruch eine Population der FFH Art *Lycaena dispar* nachgewiesen. Dabei handelt es sich um eine der stabilsten Populationen dieser EU-weit gefährdeten Art in Ostbrandenburg - allerdings in einer sehr geringen Individuendichte. Die Art konnte seit 1994 in allen Jahren nachgewiesen werden und tritt im Gebiet in zwei Generationen von Anfang Juni bis Mitte Juli sowie von Anfang August bis Anfang September auf.

Lycaena dispar rutilus (Großer Feuerfalter)



**Großer Feuerfalter *Lycaena dispar*
W. Schön (www.schmetterling-raupe.de)**

Als Raupennahrungspflanze konnte im Gebiet bisher ausschließlich *Rumex hydrolapatum* (Flussampfer) nachgewiesen werden (Falter bei der Eiablage sowie Jungrauen im Juli 1999, 2000 und 2006). Bevorzugt werden exponierte, einzeln stehende Pflanzen, die Eiablage erfolgt auf der Blattoberseite. Der Fensterfraß der Raupen findet auf der Blattunterseite statt. Entsprechend der Flugzeit der Imagines liegt die Larvenphase im Gebiet zwischen Ende Juni und Ende Juli und deckt sich so mit der Blütezeit von Mais auf angrenzenden Äckern.

Eine Ablagerung von Maispollen auf den Raupenfutterpflanzen im NSG Ruhlsdorfer Bruch ist per se nicht auszuschließen, da die potentiellen Ackerflächen in nur ca. 50 – 150 m von den Larvalhabitaten von *Lycaena dispar* entfernt liegen. Es ist damit zu befürchten, dass die Larven beim Anbau von

¹⁰ Die flurstücksgenauen Angaben finden sich unter http://194.95.226.237/stareg_web/showflaechen.do?ab=2007&d=16544-p=11, Flächen 530 bis 562

genverändertem Mais auf den angrenzenden Ackerflächen den insektizid wirkenden Maispollen mit aufnehmen und dadurch geschädigt werden können.

Euphydryas aurinia* (Goldener Scheckenfalter)** ist ebenfalls in kleiner Zahl vorkommend. Die Larven der Art leben in Norddeutschland ausschließlich und monophag am Teufelsabbiss (Succisa pratense***). Durch die optimal gesteuerten Pflegemaßnahmen der letzten Jahre auf den Feuchtwiesen im Ruhlsdorfer Bruch hat sich der ursprüngliche Restbestand an Teufelsabbiss im Gebiet gut stabilisiert und inzwischen abschnittsweise auch deutlich ausgebreitet. Damit sind sehr gute Voraussetzungen auch für eine weitere Stabilisierung der bisher kleinen Population des Goldenen Scheckenfalters im NSG Ruhlsdorfer Bruch gegeben. Aufgrund der frühen Flugzeit der Falter im Mai/Juni beginnt die Larvalphase der Art bereits im Juli und endet nach der Überwinterung im April. So fällt auch bei dieser Art die Maisblüte auf einen Zeitabschnitt der Larvenentwicklung. Die Vorkommen der Futterpflanze liegen vergleichbar zu *L. dispar*. Zwischen der Ackerkante und den Larvalhabitaten der Art liegen nur ca. 50 bis 100 m, weshalb auch für diese Art eine Gefährdung durch insektizid wirkenden Maispollen nicht per se ausgeschlossen werden kann.



Goldener Scheckenfalter *Euphydryas aurinia*
W. Schön (www.schmetterling-raupe.de)

3.1.3 Stark gefährdete Schmetterlingsarten auf den Trockenrasen

Die Hangbereiche des NSG Ruhlsdorfer Bruch stellen in süd- bzw. südostexponierter Lage einen Komplex aus wertvollen Kalk-Trockenrasen und kalkreichen Sandtrockenrasen (Lebensraumtypen Nr. 6210 und 6120 nach Anhang I der FFH-Richtlinie) dar. Da der Schutz von Lebensraumtypen sowohl die charakteristische Flora als auch die charakteristische Fauna umfasst, benötigen die Arten nicht notwendigerweise einen besonderen Schutzstatus. Diese naturnahen Trockenrasen sind Lebensraum einer Vielzahl gefährdeter Insektenarten nach der Roten Liste Brandenburgs und Deutschlands. Unter den Schmetterlingsarten sind insbesondere die stabilen Vorkommen von insgesamt neun Widderchenarten (***Zygaenidae***) von herausragender Bedeutung und in dieser Artenanhäufung einmalig für Norddeutschland.¹¹



Sumpfhornklee-Widderchen *Z. trifolii*
W. Schön (www.schmetterling-raupe.de)

¹¹ <http://www.mluv.brandenburg.de/cms/detail.php/lbm1.c.272387.de>

Biotope mit vergleichbarem Vorkommen so vieler Widderchenarten finden sich erst wieder an wenigen süddeutschen Plätzen bzw. in den Alpen. Der Entwicklungszyklus aller nachgewiesenen Widderchenarten vollzieht sich mit Ausnahme von *Z. trifolii* (Feuchtwiesenart) ausschließlich auf den Trockenrasen. Insbesondere das erste Larvenstadium einiger Arten fällt in den Zeitraum Juli/August und kann sich daher auch mit der Blütezeit von Mais auf angrenzenden Ackerflächen überschneiden. Die Ackerkante des derzeitigen Maisanbaus weist nur eine Distanz von 10 – 50 m zu den wichtigsten Habitaten der meisten Widderchenarten auf. Eine Gefährdung durch insektizid wirkende Maispollen für die vorkommenden Widderchenarten sowie für eine Reihe weiterer gefährdeter Insektenarten auf den basophilen Trockenrasen ist damit ebenso per se nicht auszuschließen. Unter den Insektenarten der Trockenrasen befinden sich im Gebiet keine Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie.

3.2 Lage des Schutzgebietes und der Probenstandorte

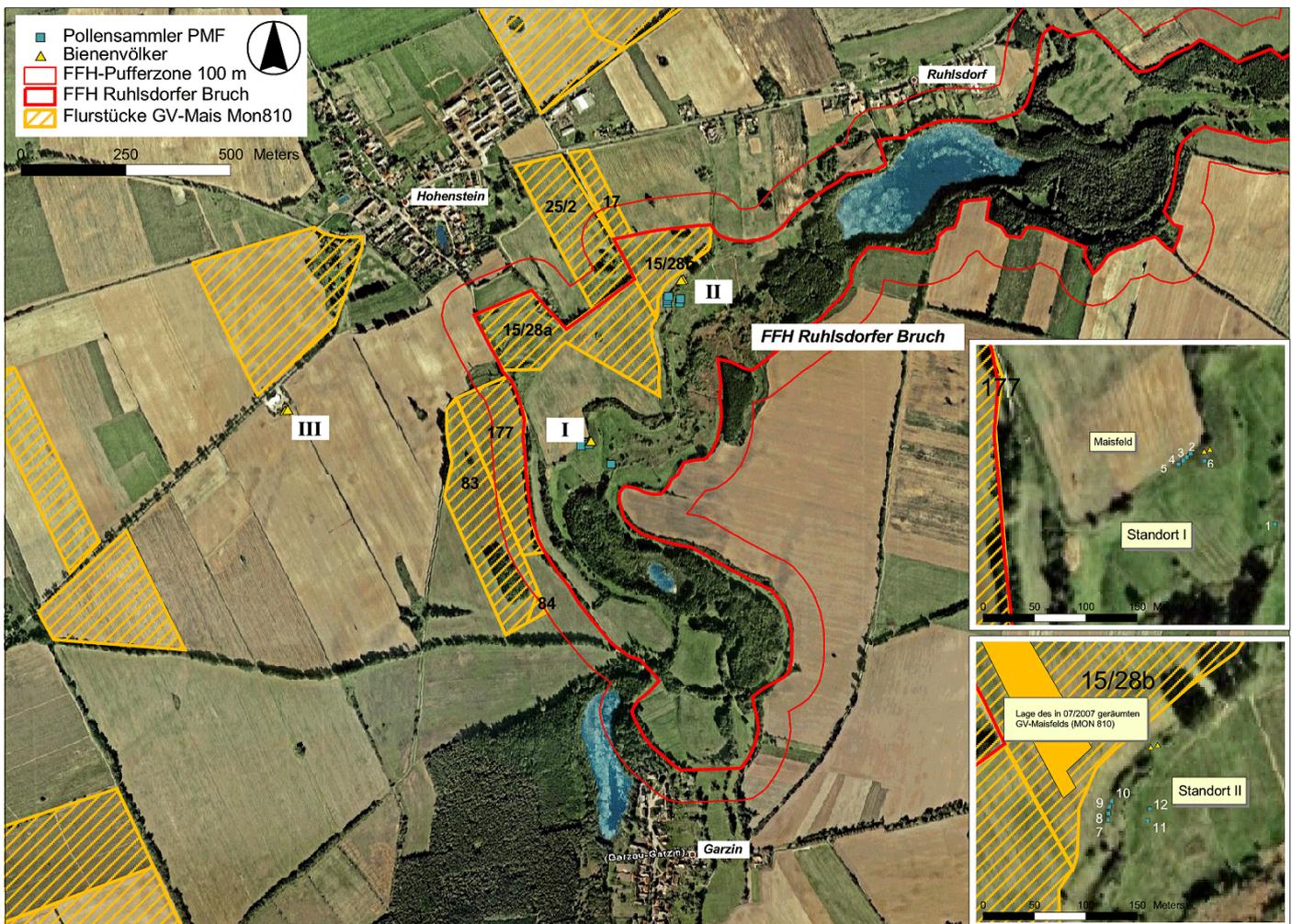


Abb. 1: NSG Ruhlsdorfer Bruch, 100m-Schutzzone und angemeldete Bt-Maisflächen im Jahr 2007 (Grafik: Schmidt, Quellen siehe ¹², Feldgrenze im Bereich II gemäß Geländebefund geändert)

¹² Quellen: Anbauregister BVL;
http://maps.google.com/maps?q=http://www.xzcute.com/dokumente/grafiken/kml/hohenstein_probe_NSG_ruhlsdorfer_bruch.kml

3.3 Lage der Flurstücke mit Bt-Maisanbau

Die angemeldeten Bt-Maisflächen 2007 sind in **Abbildung 1** gelb schraffiert eingezeichnet. Die öffentlich zugänglichen STAREG Angaben ermöglichen jedoch keine detailgenaue Abbildung der Anbaufläche. Angezeigt werden Flurstücke und diese sind nur eingeschränkt deckungsgleich mit den Wirtschaftsflächen und Schlaggrenzen der Kulturen.

Abbildung 2 zeigt die Angaben aus dem Feldblockkataster Brandenburg. Die genaue Einsaatfläche von Bt-Mais wurde seitens des Betreibers nicht angegeben und ist somit nicht im Detail bekannt. Zusätzlich erschwerend für exakte Lageangaben kommt dazu, dass mit dem vorgegebenen Resistenzmanagement bei Bt-Mais mindestens 20 % der Fläche mit konventionellem Mais zu bebauen wäre. Im Jahr 2007 wurde in der Gemeinde Strausberg (Strausberg Fluren 4, 5, 10, 13, Hohenstein und Ruhlsdorf) insgesamt 351,27 ha Mais Anbaufläche gemeldet. Dabei war der Bt-Mais in Hohenstein mit 19,5 % des gesamten Maisanbaus überproportional vertreten.¹³

3.4 Festlegung der Probenahmestandorte

Im Schutzgebiet wurden zwei Kernbereiche ausgewählt, die auf Grund der dort liegenden Falterhabitate von vordringlichem Interesse waren. In den Gebieten finden sich, wie oben ausgeführt, seltene und geschützte Schmetterlinge wie der Große Feuerfalter. Beide Bereiche (I und II) wurden als geeignet befunden und mit technischen und biologischen Pollensammlern bestückt. Deren Standorte sowie der Verlauf der anbei gelegenen Feldgrenzen wurden für die Abstandsermittlung vor Ort per GPS aufgenommen. Der Abstand der feldnahen Sammler bis 30 m Entfernung wurde zudem per Maßband ermittelt.

Die Feldblockgrenzen in **Abbildung 2** wiesen zu den angemeldeten Feldgrenzen partiell Abweichungen auf, insbesondere am Standortbereich II. Die dort vorgefundene Maisfeldkante entsprach der in **Abbildung 1** verzeichneten Anordnung, so dass die Lage der Feldkante in der Übersichtsdarstellung an dieser Stelle entsprechend geändert wurde.

Ergänzend zu den Standorten im Ruhlsdorfer Bruch standen Daten zum Maispollenflug aus verschiedenen Regionen über die Jahre 2001 – 2006 zur Auswertung zur Verfügung (HOFMANN 2007). Zudem konnten Messdaten zum zeitlichen Verlauf von Maispollenflug und Witterung in 2007 an einer Referenzstation (WESTERLOGE, NDS¹⁴) einbezogen werden, da die Maispollenschütte nicht kontinuierlich und witterungsabhängig erfolgt.

3.5 Standorte der technischen Sammler

Zur Prüfung, ob Maispolleneinträge im Schutzgebiet feststellbar sind und wie deren Verteilung vom Feldrand in das Gebiet hinein zu beobachten ist (Gradient) wurden 12 technische Pollensammler (Pollenmassenfilter PMF) auf 4 Abstandsklassen verteilt (Bereich um 5 m, 20 m, 60 m, 120 m). Da keine Vorinformationen zu Bereichen maximal erwartbarer Pollenimmissionen vorlagen (z.B. aus Ausbreitungsrechnungen), wurden die näher am Feldrand gelegenen Abstandsklassen über entsprechende Mehrpunktstichproben abgesichert. Die Lage der Standortbereiche und Probenstandorte zeigt die Übersichtskarte in **Abbildung 2**.

3.6 Standorte der biologischen Sammler

Als biologische Sammler wurden jeweils zwei Völker der Honigbiene *Apis mellifera* an den beiden Standortbereichen I und II aufgestellt. Ein dritter Sammelbereich außerhalb des Schutzgebietes, inmitten der Maisfelder liegend wurde gewählt (III) um Aussagen zum maisspezifischen Sammelverhalten der Bienen zu gewinnen. Pro Standort wurden jeweils zwei Beuten mit je einem Volk aufgestellt.

¹³ Mitteilung des LUA Brandenburg, Dezember 2007

¹⁴ Dr. R. Wachter, F. Hofmann

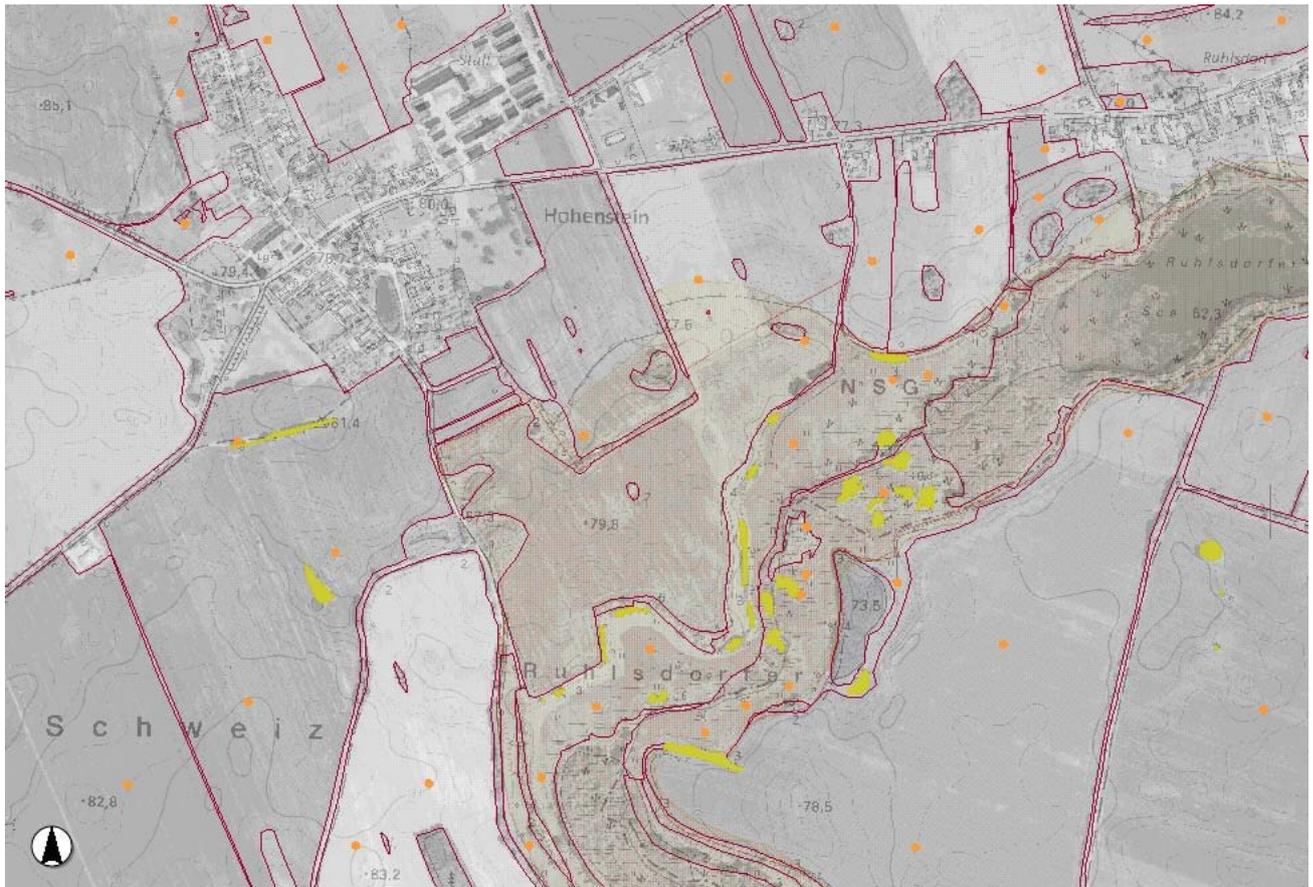


Abb. 2: Übersichtskarte: Feldblöcke, Schutzgebiete und Standorte der Pollensammler Standortbereiche I - III

- Pollensammler PMF ● Standorte der Bienenvölker (2 Völker pro Standort)
- Grenzlinien der Feldblöcke nach Kataster 07 DOP RTK10
- ausgewiesene Landschaftselemente □ FFH Gebietsgrenzen ✖ NSG Ruhlsdorfer Bruch

Quellen: LUIS-Kartendienste LUA FFH-Gebiete, Feldblockgrenzen, Topogr. Karte 25;
http://maps.google.com/maps?q=http://www.xzcute.com/dokumente/grafiken/kml/hohenstein_probe_NS_SG_ruhlsdorfer_bruch.kml

Abbildung 3¹⁵ zeigt die Aufstellungsorte am Standortbereich I.

Die Lage der Maisfelder von 2007 sind erkennbar (mutmaßlich konventioneller Mais). Es wurden zwei Bienenvölker (B1) sowie sechs technische Pollensammler aufgestellt, vier davon im Nahbereich des Maisfeldes (in 5 – 6 m Abstand) und zwei in größerem Abstand (26 m; 120 m).

Die Lage der Sammlerstandorte im Standortbereich II und des angrenzenden Maisfeldes mit der Feldkante sind in **Abbildung 4**¹⁶ dargestellt. Auch dort wurden zwei Bienenvölker (B2) sowie sechs technische Pollensammler in zwei Abstandsbereichen aufgestellt. Vier Pollensammler befanden sich in 18 bis 25 m Abstand vom Maisfeld und zwei in größerem Abstand (61 m; 63 m) im tiefer gelegenen Bruch.

Am Standortbereich II befand sich die auf Anordnung der Behörde Ende Juli geräumte Bt-Maisfläche.

¹⁵ Grafik basiert auf Ausschnitt von Abb. 1
http://maps.google.com/maps?q=http://www.xzcute.com/dokumente/grafiken/kml/hohenstein_probe_NS_SG_ruhlsdorfer_bruch.kml

¹⁶ Grafik basiert auf Ausschnitt von Abb. 1
http://maps.google.com/maps?q=http://www.xzcute.com/dokumente/grafiken/kml/hohenstein_probe_NS_SG_ruhlsdorfer_bruch.kml



Abb. 3: Standortbereich I der Pollensammler (sechs technische Sammler und die Aufstellungsorte der Honigbienen)



Abb. 4: Standortbereich II der Pollensammler. Das Maisfeld und der Feldrand sind skizziert wie vor Ort beobachtet. Der blaue Streifen skizziert die geräumte Teilfläche.

3.7 Technische Pollensammlung mittels Passivsammler PMF

Die technische Pollensammlung wurde mit dem Passivsammler PMF/Sigma-2 gemäß VDI-Richtlinie 4330 Bl. 3 (2007) durchgeführt.

Die Bestimmung von Maispollenfluss und -deposition erfolgten hierbei über den Pollenmassenfilter PMF gemäß HOFMANN (2007).

Der PMF besteht aus einem luftdurchlässigen Filterkörper, der bevorzugt größere Aerosole über 10 µm aus dem Luftstrom abscheidet, zu denen die Pollen mit Durchmessern von 10 – 120 µm gehören. Maispollen weisen Durchmesser von 60 – 120 µm auf und zählen zu den größeren Pollen.

Der horizontale Pollenfluss über den Blühzeitraum (T) kennzeichnet die per Wind verdriftete Anzahl an Pollen pro Quadratmeter (m²) senkrechter Bezugsfläche. Daraus wird die Maispollendeposition ermittelt, die die Anzahl Maispollen angibt, die sich pro m² ebener Bezugsfläche (Standardgröße) absetzen.

Das Verfahren ist für Maispollen bei HOFMANN (2007) ausführlich beschrieben.



Die technische Pollensammlung stellt eine Punktsammlung dar.

Sie ist abhängig von der relativen Lage des Messpunktes zur Quelle und wird durch die Windverhältnisse wie Windrichtung und -stärke, thermische Effekte sowie die Topographie beeinflusst. Mit der technischen Sammlung wird der tatsächliche Eintrag am Messort bestimmt, so dass sich die räumliche Variation des Polleneintrages ermitteln lässt.

In Absprache mit dem Auftraggeber und dem Schutzgebietsbetreuer wurden zwölf Sammler während der Maispollenblüte vom 11.07. – 04.08.2007 exponiert.

Vier Sammler wurden vorzeitig entfernt, so dass Proben von acht Sammlern aus den zwei Standortbereichen des NSG in den Abstandsklassen von 5 – 120 m vom Maisfeldrand für quantitative Auswertungen zur Verfügung standen, vier für semi-quantitative Auswertungen.

Die Pollenproben wurden gemäß der Richtlinie aufbereitet, mikroskopisch auf Pollenart und -anzahl hin analysiert sowie die Maispollen- und Gesamtpollenanzahl quantifiziert.

Die Bestimmung von Maispollenfluss und -deposition erfolgte anhand der PMF-Proben gemäß HOFMANN (2007).

Abb. 5: Der technische Pollensammler Sigma-2/ PMF gemäß VDI 4330 Bl. 3 (2007)

Die Sammlerproben wurden für die molekularbiologische DNA-Analyse per Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR) in den Standortbereichen gemäß den Abstandsklassen zu Mischproben vereinigt, über Separationstechniken aufgereinigt, der Maispollenanteil angereichert und daraus dann die DNA isoliert.

Per quantitativer PCR (TaqMan) erfolgte der Nachweis auf Maisgene und transgene Bestandteile (MON 810-6) in zwei akkreditierten Analyselabors, die über Erfahrung mit der Pollenmatrix verfügen (Genetic ID (Europe) AG; Impetus GmbH & Co. Bioscience KG). Schließlich wurde daraus der relative GVO-Anteil in den Maispollen, der aus dem Bt-Maisanbau stammt, ermittelt.



Abb. 6: Technische Pollensammler im NSG Ruhlsdorfer Bruch (Standortbereich I, Sammler Nr. 2 und 6)



Abb. 7: Technische Pollensammler Sigma-2/PMF im NSG Ruhlsdorfer Bruch (Standortbereich II, Sammler Nr. 7 – 10)

3.8 Biologische Pollensammlung mittels Bienenvölker

Die biologische Pollensammlung erfolgte mittels Völker der Honigbiene (*Apis mellifera L.*) gemäß VDI-Richtlinie 4330 Bl. 4 (2006) mit den für Mais erforderlichen spezifischen Anpassungen¹⁷. Im Gegensatz zum technischen Sammler als Punktsammler stellt die biologische Pollensammlung mit Völkern der Honigbiene eine flächenbezogene Raumsammlung dar. Die sammelnden Flugbienen durchstreifen aktiv die Umgebung des Bienenstockes. Die Sammlung ist u.a. abhängig von der Sammelaktivität der Bienen, dem vorhandenen Trachtangebot und der Trachtpräferenz der Bienen. Ein Bienenvolk befliegt ein Areal von >10 km² bis 75 km², in Ausnahmefällen bis 150 km² (SEELEY 1985). Technische und biologische Sammlung ergänzen sich daher (siehe HOFMANN ET AL. 2005).

Mais zählt zu den Windblütlern, die Blüte weist keinen Nektar auf, so dass Mais nicht zu den attraktiven Trachten zählt. Dennoch wird Maispollen von Bienen in geringen Anteilen gesammelt. Er ist sehr proteinhaltig und wird zur Larvenaufzucht verwendet. Für das Maispollenmonitoring werden daher dem Stand der Technik entsprechend Pollenhöschen als Sammelmatrix verwendet.¹⁸

Die Pollensammlung vor Ort wurde in Kooperation mit dem Länderinstitut für Bienenkunde in Hohen Neuendorf in Brandenburg (J. Radtke) unter Mitwirkung von Imkern und Probenehmern vor Ort durchgeführt. Es waren drei Standortbereiche ausgewählt, die mit je zwei Völkern besetzt wurden (siehe Abb. 2).

Zu den beiden Kernbereichen I + II, die im NSG lagen, wurde ein dritter (III) gewählt, der abseits des NSG lag und von Maisfeldern umgeben war. Für die Zielpollenart Mais wurden die Pollenhöschen an den Hinterbeinen der Bienen als geeignete Sammelmatrix gewählt. Diese wurden mittels einer handelsüblichen Pollenfalle (Bezugsquelle: Fa. Holtermann) als Fluglochvorsatz mit Rundlochkamm als Abstreifer gewonnen. In den **Abbildungen 8 – 11** werden die Aufstellorte, die Beuten sowie die Pollenabstreifer veranschaulicht.

Die Probennahmen erfolgten im Zeitraum vom 20.07. bis 13.08.2007. Die Pollenfallen wurden jeweils montags, mittwochs und freitags für einen Sammeltag in der Zeit zwischen 5.00 und 9.00 Uhr sowie 18.00 und 22.00 Uhr fängig gestellt.

Beginnend am 20.07. sind somit elf Sammeltage entstanden. Für die drei Standortbereiche ergaben sich damit 33 Standortproben aus zwei Völkern/Standort. **Abbildung 12** zeigt ein Beispiel für die Tagesfänge an Pollenhöschchen der beiden Völker am Standortbereich III.

Die Pollenhöschenproben der einzelnen Tagesfänge wurden in Kooperation mit dem Landesbieneninstitut in Celle (Dr.W.v.d.Ohe, K.v.d.Ohe) mikroskopisch auf Maispollenanteil untersucht. Anschließend wurde für die standortrepräsentative Analyse die Gesamtprobe der Pollen pro Standort aufgelöst und eine repräsentative Unterprobe mikroskopisch quantitativ auf Mais- und Gesamtpollen gemäß VDI-RL 4330 Bl. 4 analysiert.

Aus der Gesamtprobe wurden dann über Separationstechniken die Proben aufgereinigt und der Maispollenanteil von < 0,5 % bis auf > 15 % angereichert. Die Proben wurden dann erneut einer quantitativen mikroskopischen Bestimmung von Mais- und Gesamtpollen unterzogen. Anschließend wurden repräsentative Unterproben von zwei mit der Matrix erfahrenen, akkreditierten Labors (Genetic ID (Europe) AG; Impetus GmbH & Co. Bioscience KG) auf Mais-DNA und Bt-Mon 810 per quantitativer PCR (TaqMan) mehrfach unter Anwendung von Verdünnungsreihen analysiert und daraus der prozentuale GVO-Anteil bestimmt. Dieser bezeichnet den aus dem Bt-Maisanbau stammenden Maispollen und ist damit direkt Angaben aus Fütterungsversuchen mit Maispollen aus Bt-Maispflanzen vergleichbar.

Zur Qualitätssicherung erhielten die Labors von jeder Pollenhöschenprobe zwei Unterproben (a, b) mit unterschiedlichen Gehalten an Pollen. Als Gesamtergebnis zu den GVO-Anteilen wurden die Ergebnisse beider Labors gemittelt.

¹⁷ Europäisches Normungsverfahren CEN TC 264 WG 29

¹⁸ CEN TC264 WG 29



Abb. 8: Biologische Pollensammlerin Honigbiene im NSG Ruhlsdorfer Bruch am Standortbereich I. Beuten der beiden Völker mit angelegten Pollenfallen. (Foto: Radtke)



Abb. 9: Biologische Pollensammlerin Honigbiene im NSG Ruhlsdorfer Bruch am Standortbereich II (2 Völker).



Abb. 10: Beuten der beiden Völker am Standortbereich III. (Foto: Radtke)



Abb. 11: Die vor dem Einflugloch positionierte Pollenfalle besteht aus einem Abstreifer und einer Auffangschale für die Pollenhöschen. (Foto: Radtke)



Abb. 12: Pollenhöschenproben der beiden Völker am Standortbereich II am 3.8.08. (Fotos: Radtke)

4 Ergebnisse zum Maispolleneintrag über die technische Pollensammlung mit dem PMF

Mit den Ergebnissen der technischen Pollensammler lassen sich die Einträge der Pollen in das Schutzgebiet erfassen und damit eine Exposition der dort ansässigen Nichtzielorganismen abschätzen.

4.1 Maispollenfluss und Maispollendeposition

Der Messzeitraum umfasste die Hauptblüte vom 11.07. – 04.08.2007.¹⁹ Insgesamt konnten Ergebnisse von acht Sammlern quantitativ ausgewertet werden. Für vier vorzeitig entfernte Sammler erfolgte die Auswertung semi-quantitativ. Die Sammler waren zwischen 5 m – 120 m Abstand vom Feldrand positioniert.

Die erfasste Gesamtpollenanzahl in den PMF-Proben geht aus der **Tabelle 1** hervor, es werden Werte zwischen 128.800 und 550.720 Pollen angezeigt.

Die Maispollenanzahlen in den PMF-Proben wiesen abhängig von der Entfernung, Werte von 49.040 Maispollen in 5 m Entfernung vom Maisfeldrand, bis 2.760 Maispollen in 120 m Entfernung auf. Dabei variierte der relative Anteil von Maispollen in der Pollenprobe von 1,6 – 12 %.

Der horizontale Maispollenfluss über den Blühzeitraum (T) kennzeichnet die per Wind verdriftete Anzahl an Maispollen pro m² Bezugsfläche. Für die Standorte im Schutzgebiet ergaben sich daraus Werte von 17.514.000 Maispollen/m² in 5 m bzw. bis 986.000 Maispollen/m² in 120 m Entfernung.

Die Maispollendeposition gibt die Anzahl Maispollen an, die pro m² ebener Fläche (Standardgröße) sich absetzen; hier wurden Werte von 1.751.000 Maispollen/m² bis 99.000 Maispollen/m² ermittelt.

In Fütterungsversuchen von Schmetterlingslarven wird meist als Bezugsgröße die Maispollenanzahl pro cm² Fläche genommen, die entsprechenden Werte finden sich in der folgenden Spalte.²⁰

Die letzte Spalte weist die Deposition pro ha Fläche aus, so dass sich daraus die Maispollendeposition für ein Areal, wie zum Beispiel die Schutzgebietsfläche, abschätzen lässt.

Es zeigt sich somit, dass

- **an allen Messstandorten im Ruhlsdorfer Bruch erhebliche Maispolleneinträge festgestellt wurden,**
- **die Pollendepositionen Werte von 1,75 Millionen Maispollen/m² im Nahbereich erreichten und**
- **selbst an dem 120 m entfernten, mitten im Schutzgebiet gelegenen Standort, noch 99.000 Maispollen/m² nachgewiesen wurden.**

¹⁹ Nach Aufzeichnungen der Referenzstation in Westerloge in Niedersachsen (Dr. Wachter) mit kontinuierlicher Pollenerfassung verlief der Maispollenflug 2007 in zwei Schüben, wobei kurz nach Einsetzen der Hauptblüte eine witterungsbedingte Verzögerung eintrat und mit Beginn August nach Wetterbesserung der zweite Hauptschub erfolgte.

²⁰ Pollen werden von Schmetterlingslarven bevorzugt angesteuert und aufgenommen (FEHLKE & LANGENBRUCH 2005), der für den Fraß relevante Aktionsradius wird von Freilandbiologen als sehr variabel beschrieben (Art, Individuum, Entwicklungsstadium) und reicht von einigen 10 cm² bis zu mehreren hundert cm² (Grosser, mdl. Mttlg.).

Tab. 1: Ergebnisse der quantitativen Pollenanalyse des technischen Pollensammlers PMF mit Angabe von Maispollenfluss und -deposition

Standort	Bereich	Abstand Feldrand	Maispollenzahl	Maisanteil	Maispollen-			
					fluss	deposition		
		m	n/Probe	%	n/m ² T	n/m ² T	n/cm ² T	n/haT
2	1	5	49.040	11,3	17.514.000	1.751.000	175	1,8·10 ¹⁰
3	1	5	33.040	6,4	11.800.000	1.180.000	118	1,2·10 ¹⁰
4	1	6	31.840	6,8	11.371.000	1.137.000	114	1,1·10 ¹⁰
5	1	6	34.240	6,2	12.229.000	1.223.000	122	1,2·10 ¹⁰
6	1	26	13.600	3,3	4.857.000	486.000	49	4,9·10 ⁹
11	2	61	14.400	7,6	5.143.000	514.000	51	5,1·10 ⁹
12	2	63	15.520	12,0	5.543.000	554.000	55	5,5·10 ⁹
1	1	120	2.760	1,6	986.000	99.000	10	9,9·10 ⁸
7 - 10*	2	18 - 25	+++**	>10				

T Expositionszeitraum / Blühzeitraum 11.07. - 04.08.2007
 * vorzeitig entfernt
 ** erheblich, auf Grund des Eingriffs nur semi-quantitative Angaben

4.2 Einordnung der Ergebnisse zur Maispollendeposition aus dem Ruhlsdorfer Bruch in überregionale Erhebungen

In HOFMANN (2007) wurde die Beziehung zwischen Maispollenfluss, Maispollendeposition und Abstand zum nächstgelegenen Maisfeld statistisch untersucht. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen des Ruhlsdorfer Bruches in 2007 lassen sich mit den hieraus gewonnenen Erfahrungswerten von überregionalen Erhebungen aus den Jahren 2001 bis 2006 vergleichen, die im Hinblick auf Abstandsregelungen ausgewertet wurden. Die Daten wurden mit demselben, nach VDI 4330 Bl. 3 standardisierten Verfahren PMF gewonnen, so dass eine vergleichbare Datenbasis für eine derartige Analyse vorlag.

Die Datenbasis beinhaltet dabei unterschiedliche Feldgrößen und Konstellationen, unterschiedliche Himmels- und Windrichtungen sowie verschiedene Regionen und Anbaujahre. Das Ergebnis der Analyse in **Abbildung 13** zeigt auf, mit welchen Depositionen in Abhängigkeit vom Abstand zum nächstliegenden Maisfeld unter normalen Anbaubedingungen zu rechnen ist.

Auf der unteren waagerechten Achse ist logarithmisch der Abstand zum nächstgelegenen Maisfeld in m aufgetragen. Die Messwerte umfassen hierbei einen Entfernungsbereich von 0,3 m (Abstand zur nächsten Maispflanze im Feld) bis 3.300 m zum Feldrand. Die rechte senkrechte Achse kennzeichnet, ebenfalls logarithmisch, die Maispollendeposition als Anzahl Maispollen pro m² (Standardeinheit). Die linke senkrechte Achse ist in der Einheit Anzahl Maispollen pro cm² gehalten, die bei Fütterungsversuchen gebräuchlich ist.

In der Grafik gibt die blaue Linie die statistisch mittlere Regressionsbeziehung von Maispollendeposition und Abstand zum Maisfeld an. Die Parameter der Beziehung sind in der Grafik rechts oben angegeben. Der Bezug ist hochsignifikant, die unterbrochenen blauen Linien geben den 95%-Vertrauensbereich der Regressionsgeraden an. Die Vertrauensintervalle für Einzelmessungen sind über die farbigen Linien gekennzeichnet. Die blauen Punkte zeigen die Basismesswerte aus den Jahren 2001 bis 2006 an. Die Variation über dem Abstand wird wesentlich durch den Einfluss von Windrichtung, Topografie, Anbaufläche sowie Ausprägung der Maisblüte bedingt. Die Ergebnisse aus den Messungen im Ruhlsdorfer Bruch in 2007 wurden als rote Punkte zum Vergleich in die Grafik mit aufgenommen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Messwerte zur Maispollendeposition aus dem Ruhlsdorfer Bruch in 2007 einen ähnlichen Abstandstrend wie die überregionalen Erhebungen aufweisen und sich in die Regressionsbeziehung einfügen, die Einträge hierbei im Mittel allerdings überdurchschnittlich ausfallen.

Mögliche Gründe dafür sind in der Größe der Maisfelder (> 10 ha), der geographischen Anordnung zwischen Maisfeld und Schutzgebiet (Leelage, tieferes Bruch, Thermik) sowie dem Verlauf von Witterung und Maisblüte in 2007 zu suchen.

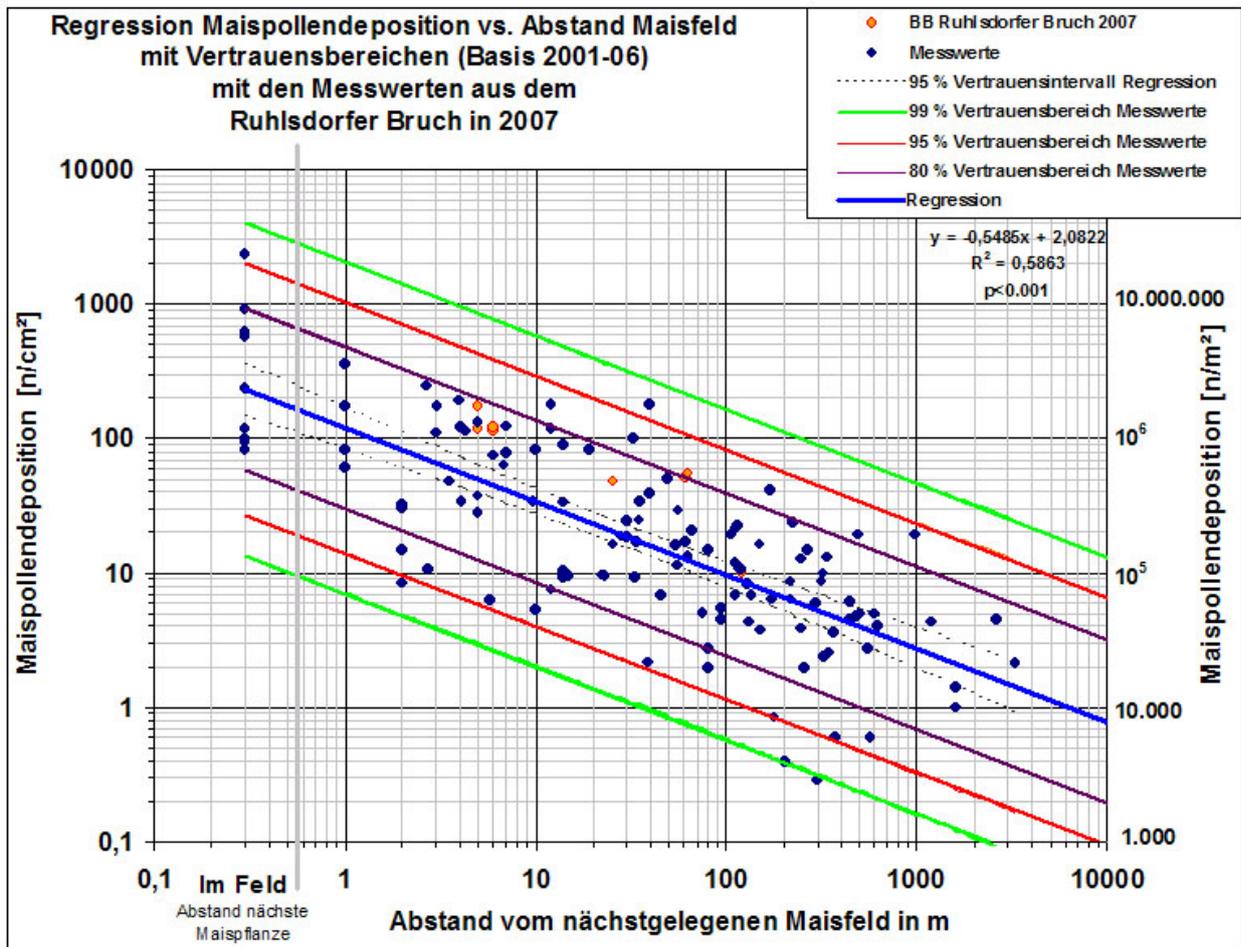


Abb. 13: Einordnung der Messergebnisse aus dem Ruhlsdorfer Bruch von 2007 in den Regressionszusammenhang Maispollendeposition versus Abstand Maisfeld aus Hofmann (2007).

Entsprechend umfassende Maispollendepositionsdaten über einen weiten Entfernungsbereich bei vergleichbarer Sammelmethode aus der Literatur sind nicht bekannt.

Daten aus der Literatur, wie beispielsweise bei AYLOR (2002, 2005), AYLOR ET AL. (2003, 2006), FELKE & LANGENBRUCH (2005), FEIL & SCHMID (2002), LANG ET AL. (2004), EMBERLIN (1999), TREU & EMBERLIN (2000), JAROSZ ET AL. (2003, 2004), PLEASANTS ET AL (2001), YAMAMURA (2004) sowie BANNERT (2006) erwähnt, stützen sich auf unterschiedliche Erhebungsmethoden (Sammeltechnik, Sammelzeiten) oder zielten teils auf andere Fragestellungen wie Auskreuzung ab.

Bisherige Untersuchungen zur Maispollendeposition waren darüber hinaus auf den Nahbereich unter 100 m konzentriert. So bemängeln beispielsweise AYLOR ET AL. (2003) und HEINK (2006) das Fehlen ausreichender Daten für weitere Entfernungen. Die Extrapolation auf den weiteren Entfernungsbereich führte zu Fehlschlüssen. So wurde angenommen, dass der relativ schwere Maispollen rasch absinke und eine maßgebliche Verbreitung nur wenige Meter betrage.

Daten aus Freilandmessungen wiesen seit langem darauf hin, dass Maispollen auch in weitere Entfernungen mit dem Wind transportiert werden (EMBERLIN 1999), jedoch war eine statistisch fundierte Auswertung auf Grund der fehlenden Datenbasis schwierig. Ein erheblicher Maispollentransport in Entfernungen über 100 m wird insbesondere über thermisch bedingte Turbulenzen und Aufwinde während der Hauptblütezeit des Mais im Sommer erklärt (AYLOR ET AL. 2003; JAROSZ ET AL. 2003). Dabei wird der Pollen in die Höhe befördert und vom Wind weiter transportiert.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Maisblüte nicht kontinuierlich verläuft, sondern einem Tagesverlauf folgt und die Schüttung bei Schönwetterlagen ausgeprägter ist (OGDEN ET AL. 1969). Die Maisblüte beginnt in Deutschland witterungsabhängig zwischen Anfang Juli und Anfang August. Ist die Pollenreife ausreichend fortgeschritten, setzt bei günstigen Witterungsbedingungen die Hauptblüte ein, die bei anhaltend guter Wetterlage nach wenigen Tagen bis einer Woche vorüber ist. Tritt während dessen ungünstige Witterung ein, so wird die Pollenschütte unterbrochen und zu einem späteren

Zeitpunkt fortgesetzt. Hierbei reifen beständig Pollen nach, so dass bis ans Ende der Standzeit (Ende August bis September) Pollen freigesetzt werden. In der Regel erstreckt sich die Hauptblüte über ein bis zwei Wochen, bei größerer Unterbrechung auch bis zu vier Wochen.

In 2007 zeigten die Messungen am Referenzmessplatz Westerloge eine in zwei Phasen geteilte Hauptblüte über vier Wochen (Einsetzen der Blüte Mitte Juli bei einigen Feldern, Unterbrechung auf Grund ungünstiger Witterung bis Ende Juli, dann Einsetzen des zweiten Schubes bis Anfang August synchronisiert bei allen Feldern). In dieser Zeit werden von den Maispflanzen enorme Pollenmengen produziert. Schätzungen gehen pro Pflanze je nach Sorte und Blühverlauf von ca. 10 – 50 Mio. Maispollen aus, pro Hektar ergeben sich daraus Anzahlmengen von ca. 10^{12} Maispollen (EMBERLIN 1999).

AYLOR ET AL. (2003) beschreiben in diesem Zusammenhang ein Modell zur Maispollenproduktion und -verbreitung, das die genannten Zusammenhänge berücksichtigt. Der Maispollenflug kann daher über alleinige Kurzzeitmessungen von wenigen Stunden oder einzelnen Tagen nicht angemessen erfasst werden.

Depositionsmessungen, die den Blühzeitraum umfassen, finden sich in der Literatur jedoch nur vereinzelt (AYLOR ET AL. 2003, EMBERLIN 1999, TREU & EMBERLIN 2000, YAMAMURA 2004).

Bei HOFMANN (2007) wurde ein Vergleich der Befunde aus den Erhebungen des PMF mit anderen Literaturdaten aus dem deutschsprachigen Raum vorgenommen (LANG 2004; LANG ET AL. 2004; FELKE & LANGENBRUCH 2005; BANNERT 2006). Hierbei zeigte sich, dass unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Erhebungsmethoden sich die Literaturdaten in die mit dem PMF festgestellten Zusammenhänge einfügen.

Die Erhebungen im Ruhlsdorfer Bruch wurden bis in einen Entfernungsbereich von 120 m durchgeführt. Die Erhebungen mit demselben standardisierten Verfahren gewährleisteten die Vergleichbarkeit mit den überregionalen Daten, wobei sich ein entsprechender Entfernungsgradient ergab. Die Bewertung dieser Ergebnisse im Hinblick auf Sicherheitsabstände kann so über die Erkenntnisse aus den statistisch umfangreicheren Untersuchungen abgesichert und der weitere Entfernungsbereich miteinbezogen werden.

5 Ergebnisse aus der biologischen Pollensammlung mittels Honigbienvölker zur Pollenexposition von Nichtzielorganismen (NZO)

Mit den Ergebnissen der Bienvölker lässt sich abschätzen, inwieweit Nichtzielorganismen betroffen sein können, die aktiv Maispflanzen auch außerhalb der Schutzgebietsgrenzen anfliegen und Maispollen aufnehmen. Die Pollen sammelnden Honigbienen dienen damit als Indikator für die Exposition umherstreifender NZO.

Die Umsetzung der Bienvölker in das Gebiet erfolgte problemlos. Das reiche Trachtangebot im Schutzgebiet erlaubte eine gute weitere Entwicklung. Nach anfänglich günstigen Flug- und Entwicklungsbedingungen für die Bienvölker stellte sich zwischen Mitte Juli bis Ende Juli eine witterungsbedingte Verschlechterung ein, die mit Einsetzen einer Schönwetterperiode zum Monatswechsel aufgehoben wurde. Die Sammlung der Pollenhöschen über die Abstreifer am Flugloch erfolgte ohne Komplikationen, die intermittierende Beprobung²¹ bewährte sich.

An allen drei Standortbereichen wurden über den Messzeitraum jeweils elf Standortproben an Pollenhöschen über 25 Tagen gewonnen, so dass insgesamt 33 Tagesproben zur Auswertung vorlagen.

Aus **Tabelle 2** gehen die Tagesfänge der Pollenhöschen in Gramm für alle drei Standorte hervor. Im Hinblick auf standortrepräsentative Aussagen wurden die Proben beider Völker pro Standort als Mischproben ausgewertet. Angegeben ist auch der in den Tagesproben per Binokular und Mikroskop abgeschätzte Maispollenhöschenanteil in Prozent. Dargestellt ist die Gesamtmenge der Pollenprobe pro Standort sowie der in der Gesamtprobe repräsentativ, per quantitativer, mikroskopischer Analyse

²¹ Damit die Bienen nicht verhungern oder Ausweichstrategien entwickeln, müssen Pausen zwischen den Sammeltagen liegen.

bestimmte Maispollenanteil in Prozent und in absoluter Pollenanzahl.²² Für die am Standort insgesamt von den Bienen gesammelte Maispollenanzahl wurde berücksichtigt, dass die Sammlung mit Abstreifern intermittierend erfolgte, in unserem Falle an elf von 25 Tagen und die Fänge entsprechend auf den Gesamtzeitraum bezogen umgerechnet.

An allen Standorten wurden von den Bienen Maispollen eingetragen. Trotz vorhandenen reichhaltigen Trachtangebotes im Schutzgebiet fliegen die Bienen aktiv die Maispflanzen in der Umgebung an und sammeln den Maispollen.

Hierbei ist eine dem Sammelverhalten der Bienen entsprechende hohe Variabilität sowohl zwischen den Tagesfängen als auch innerhalb einzelner Tagesproben festzustellen. Dies gilt auch für die hier nicht aufgeführten Einzelergebnisse der beiden Völker pro Standort (siehe Abb. 12). Beobachtet wurden sowohl Höschchen aus nahezu nur Maispollen bestehend als auch Höschchen mit unterschiedlich ausfallenden Maispollenbeimischungen.

Der Verlauf der Tagesfänge weist darauf hin, dass Maispollen vor allem zu Zeiten ungünstiger Witterung in höheren Anteilen gesammelt wurden, wenn ansonsten wenig andere Tracht verfügbar war. Der maximale Anteil an Maispollenhöschchen betrug ca. 20 % an Standort 3 (am 26.07.2007 am Ende der nasskalten Phase).

In einigen Tagesfängen wurde auch kein Maispollen festgestellt, insbesondere nach Einsetzen der Schönwetterperiode mit starker Zunahme der Pflanzenblüte zu Mitte August hin. Dies spiegelt sich auch in der Pollenmenge der Tagesfänge wieder. Auf Grund der anderen attraktiveren Trachten fällt der Maisanteil dann eher gering aus.

Tab. 2: Menge der Pollenhöschchen mit Maispollenanteil in den Tagesfängen sowie in der Gesamtprobe für die drei Standortbereiche (2 Völker/Standort)

	Standortbereich 1		Standortbereich 2		Standortbereich 3	
	Probe	Maisanteil	Probe	Maisanteil	Probe	Maisanteil
Tagesfänge der Höschchen	g	%	g	%	g	%
20.07.2007	1,0	0,0	1,7	1,0	6,4	0,5
23.07.2007	8,3	2,5	53,1	2,0	40,9	0,5
26.07.2007	15,4	1,0	31,8	2,8	16,2	20,0
27.07.2007	42,0	3,5	52,5	1,1	16,9	15,0
30.07.2007	1,3	2,0	14,8	3,0	1,5	5,0
01.08.2007	16,8	1,0	67,5	1,0	45,7	4,0
03.08.2007	9,1	4,0	95,1	0,0	18,9	1,5
06.08.2007	14,1	0,5	125,2	0,5	23,6	1,0
08.08.2007	26,9	0,5	68,8	0,1	24,7	0,3
10.08.2007	28,3	0,0	66,7	0,0	30,7	0,3
13.08.2007	13,2	0,0	62,2	0,5	34,6	1,0
Standortprobe in g	176		639		260	
Anteil Maispollen in %		0,3		0,1		0,3
Anzahl Maispollen in der Probe (11 Tagesproben)		1.770.000		3.760.000		4.800.000
geschätzte Anzahl gesammelter Maispollen über Sammelzeitraum (25 Tage)		4.000.000		8.500.000		11.000.000

²² Maispollenhöschchen enthalten auf Grund der Größe der Maispollen weniger Pollen als die meisten anderen Pollenarten, deren Pollen sehr viel kleiner ausfallen. Der Maisanteil auf Höschenebene (Volumen) fällt daher höher aus und ist ungenauer als die repräsentative Auszählung der Einzelpollen (Pollenanzahl) in der Gesamtprobe.

Die Ergebnisse der mikroskopischen Pollenanalyse der Bienenhörschen belegen, dass die Bienen an allen drei Standorten Maispollen sammeln. Wenngleich Mais nicht die Haupttracht darstellt, ergaben sich auf Grund der großen Sammelleistung der Bienen über den Blühzeitraum erhebliche Mengen an Maispollen, die eingetragen wurden.

6 Ergebnisse der PCR-Analysen zum Nachweis des GVO-Anteils (Bt-Mais MON 810) in den Maispolleneinträgen

Die DNA der Pollenproben aus den technischen und biologischen Sammlern wurde molekularbiologisch per quantitativer PCR auf Mais-DNA und transgene DNA des Bt-Mais MON 810 untersucht. Die Ergebnisse aus den PCR-Analysen zum Nachweis des GVO-Anteils in den Maispolleneinträgen der biologischen und technischen Sammler der beiden akkreditierten PCR-Labors sind in der nachfolgenden **Tabelle 4** (S. 24) im Einzelnen dargestellt. Die Angaben zu den GVO-Anteilen beziehen sich auf die Maispollen und geben den Anteil an, der aus dem Anbau des GVO Bt-Mais MON 810 stammt.

Tabelle 3 weist die Ergebnisse zusammenfassend aus den PCR-Analysen für die drei Standortbereiche aus. An allen untersuchten Standortbereichen wurde DNA von Mais und von der transgenen Bt-Maissorte MON 810 in erheblichen Anteilen in den Pollenproben festgestellt

Tab. 3: Ergebnisse der PCR-Analysen in den Pollenproben aus der technischen und biologischen Sammlung für die drei Standortbereiche

DNA-Nachweis PCR	Standortbereich 1	Standortbereich 2	Standortbereich 3
Biologische Pollensammlung: Honigbiene Pollenhörschen	Mais-DNA: positiv MON 810: positiv 49 % GVO-Anteil	Mais-DNA: positiv MON 810: positiv 11 % GVO-Anteil	Mais-DNA: positiv MON 810: positiv 3 % GVO-Anteil
Technische Pollensammlung: PMF Bioaerosolprobe	Mais-DNA: positiv MON 810: positiv 31 % GVO-Anteil 5 m: 9 % 26 m: 40 % 120 m: 44 %	Mais-DNA: positiv MON 810: positiv 12 % GVO-Anteil (20 m: 7 %) 60 m: 16 %	

Der Standortbereich 1 weist in den Maispollenproben der Bienen einen GVO-Anteil im Mittel von 49 % auf. Wenn es sich bei dem unmittelbar angrenzenden Feld nicht um Bt-Mais handelt (Angaben nach Standortregister BVL), müssen die etwa 49 % Maispollen aus entfernteren Bt-Maisfeldern stammen. Ein zu den Pollenhörschen der Bienen vergleichbarer GVO-Anteil von 31 % der Maispolleneinträge wird im Mittel in der Bioaerosolprobe des technischen Sammlers PMF festgestellt. Die einzelnen Standortwerte weisen die höchsten Anteile nicht im Nahbereich des angrenzenden Maisfeldes auf (5 m: 9 %), sondern an den weiter vom Feldrand entfernten bzw. mitten im Schutzgebiet gelegenen (26 m: 40 %; 120 m: 44 %). Dies deutet darauf hin, dass ein GVO-Einfluss weniger aus dem angrenzenden Feld als vielmehr aus weiter entfernten oder seitlichen gelegenen Feldern stammen muss.

Am Standortbereich 2, der weiter östlich in der Nähe des geräumten Feldes liegt, wurden 11 % GVO-Anteil in den Maispollen der Bienenhörschen und 12 % in den PMF-Proben ermittelt. Die Betrachtung des Gradienten über die technischen Sammler weist für den 60 m vom Feldrand entfernten Bereich einen GVO-Anteil von 16 % aus. In 20 m Abstand wurde etwas weniger, 7 %, gemessen. Der Wert steht in Klammer, da die Erfassung auf Grund der Unterbrechung nicht repräsentativ war.

Am Standortbereich 3, der nordwestlich vom Schutzgebiet inmitten des Agrarraumes lag, war der Maispollenanteil in den Pollenhörschenproben am höchsten. Der GVO-Anteil darin betrug 3 % und stimmte auch dort mit dem Anteil in den Aerosolproben des PMF überein.

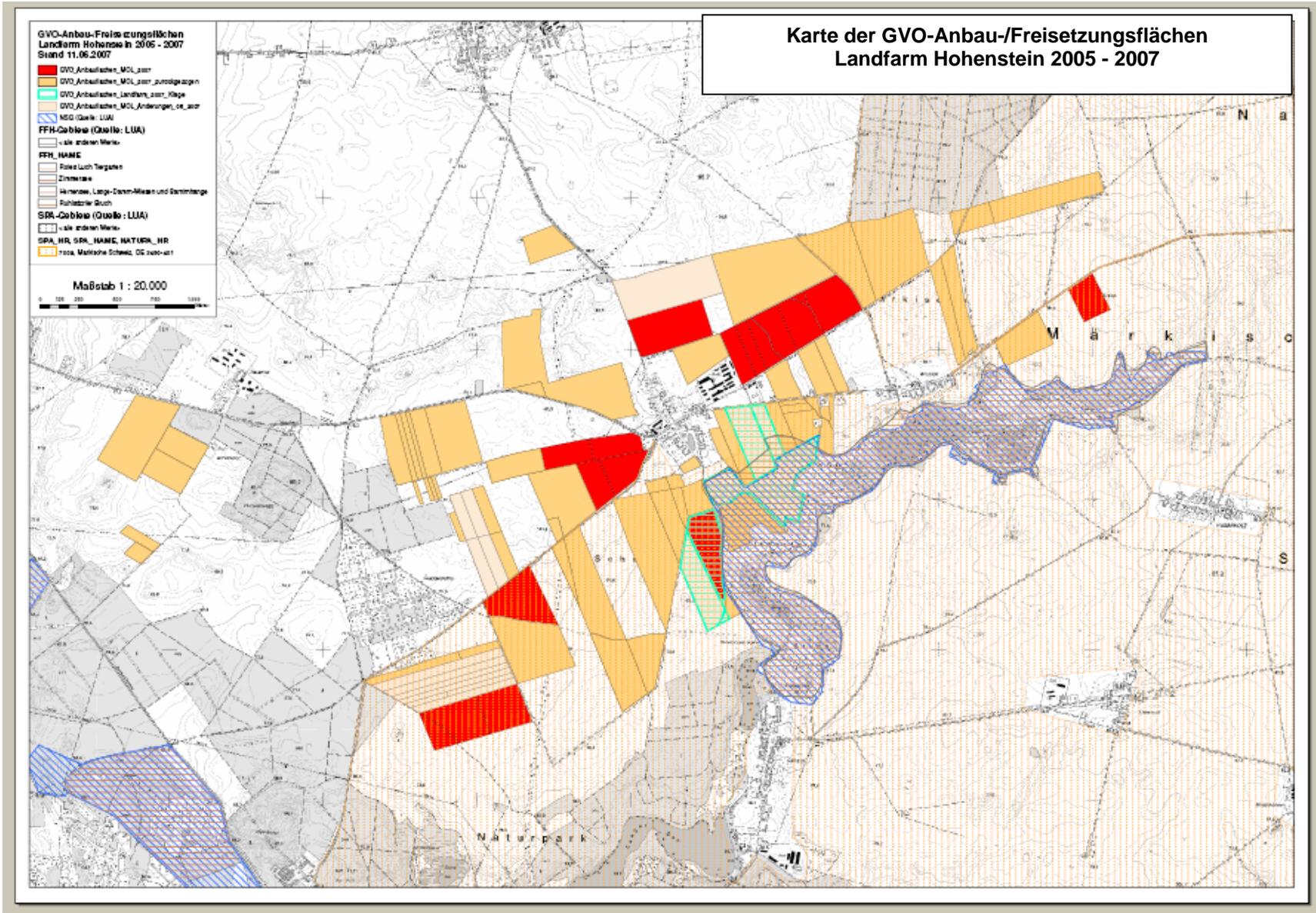
Die Ergebnisse aus dieser Untersuchung belegen eindeutig, dass unter den Anbaubedingungen von 2007 ein erheblicher Eintrag von Bt-Maispollen in das Schutzgebiet sowie eine Exposition von NZO bestanden hat.

Daraus folgt, dass ein Schutzabstand zwischen Bt-Maisanbau und den Schutzbegrenzungen erforderlich ist.

Tab. 4: Ergebnisse der PCR-Analysen beider Labors zum GVO-Anteil in den Maispollenproben aus der technischen (Bioaerosolproben des PMF) und biologischen Pollensammlung (Pollenhörschen der Honigbiene) im Ruhlsdorfer Bruch

Quantitative PCR TaqMan			Genetic ID		Impetus Bioscience		GVO-Anteil				
Maispollen GVO-Anteil in % (MON 810)			Probe	Ort	Probe	Ort	Probe	Ort			
Standortbereich 1	Biologische Sammlerin Honigbiene	Hörschenpollen	RB 1 a	46%	44%	59%	54%	52%	49%		
			RB 1 b	41%		49%		45%			
			Technischer Sammler PMF	Pollen in Luftstaubprobe (Bioaerosol)	RB 5 m	12%	32%	5%	30%	9%	31%
					Nr 2-5						
	RB 26 m	41%			40%	40%					
	Nr 6										
	RB 120 m	42%			46%	44%					
	Nr 1										
	Standortbereich 2	Biologische Sammlerin Honigbiene	Hörschenpollen	RB 2 a	18%	13%	6%	10%	12%	11%	
				RB 2 b	8%		13%		11%		
Technischer Sammler PMF				Pollen in Luftstaubprobe (Bioaerosol)	RB 20 m	10%	8%	5%	15%	7%	12%
					Nr 7-10						
		RB 60 m	6%		26%	16%					
		Nr 11-12									
Standortbereich 3		Biologische Sammlerin Honigbiene	Hörschenpollen	RB 3 a	4%	3%	4%	3%	4%	3%	
				RB 3 b	2%		3%		3%		

Quantitative PCR TaqMan:
 Genetic ID (Europe) AG
 Impetus GmbH&Co. Bioscience KG
 Pollenhörschen: a/b Parallelproben



7 Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf Schutzabstände und weitere Untersuchungen

Schlussfolgernd ist hier zu diskutieren, welche Konsequenzen sich aus den Messdaten im Hinblick auf gebietsbezogene Abstandsregelungen sowie künftige Untersuchungen ergeben:

- **Die durchgeführten Messungen mit den technischen Pollensammlern belegen, dass an allen Standorten im Schutzgebiet erhebliche Maispolleneinträge festzustellen waren. Für NZO im Schutzgebiet besteht damit eine erhebliche Exposition gegenüber Maispollen, die per Wind aus den umliegenden Maisfeldern in das Gebiet hinein verdriftet werden.**

Dies gilt auch für den mit 120 m am weitesten entfernten, mitten im Schutzgebiet gelegenen Standort. Hierbei weist die Maispollendeposition einen vergleichbaren, entfernungsabhängigen Gradienten zu Ergebnissen einer überregionalen Auswertung von Daten aus 2001 bis 2006 (HOFMANN 2007) auf.

Absolut gesehen fallen die Einträge überdurchschnittlich hoch aus. Dies ist besonders deshalb bemerkenswert, da die Maisblüte nach Einsetzen im Juli durch ungünstige Witterung bis Anfang August erheblich beeinträchtigt war. Als Gründe für die überdurchschnittlichen Einträge können neben dem intensiven, großflächigen Anbau auch die topografischen Gegebenheiten oder ein besonders gutes Pollenflugjahr für Mais vermutet werden. Letzteres ist auf Grund des Witterungsverlaufes eher gegenteilig anzunehmen. Das feuchtere Bruch liegt jedoch tiefer als die umliegenden, trockenen Maisfelder. So kann der Pollen durch den Höhenunterschied und thermische Konvektion weiter in den Bruch getragen werden. Für eine genaue Einstufung sind mehrjährige Erfassungen notwendig, vorteilhaft in Kopplung mit einem geeigneten Ausbreitungsmodell.

- **Die Messungen mit der biologischen Sammlerin Honigbiene belegen, dass die Bienen an allen drei Standorten Maispollen sammeln. Damit besteht eine erhebliche Exposition für NZO aus dem Schutzgebiet, die beim Umherschweifen zum Beispiel zur Nahrungssuche die umgebenden Maisfelder aktiv anfliegen.**

Die Honigbienen dienen als Indikator für die Exposition von Nichtzielorganismen, die aus dem Schutzgebiet heraus aktiv in die umliegenden Maisfelder ausschwärmen und Pollen sammeln. Die Ergebnisse bestätigen die gute Eignung der Honigbienen als Flächensammler.

Im Gegensatz zum Punktsammler PMF, bei dem eine potenzielle, vom Wind abhängige Entfernungsbeziehung zur Sammelleistung besteht, wurde bei Honigbienen eine sigmoide Beziehung festgestellt. HOFMANN ET AL. (2005) zeigten anhand von Honigproben für Rapspollen, dass ein GVO-Nachweis in einem Volk zu >90% bei Sammeldistanzen bis 500 m gelingt, zu 80 % bei 2 km und noch zu 50 % in 2,7 km Entfernung. Dies entspricht in etwa den typischen Sammeldistanzen nach SEELEY (1985), der für den primären Sammelbereich eine Distanz bis ca. 500 m, für den sekundären oder wirtschaftlichen Sammelbereich 2 – 4 km und als tertiären Bereich 6 – 8 km, letzteren mit einer Repräsentanz < 5 %, angibt.

Die Ergebnisse dieser Studie belegen eindeutig, dass auch von Bienen entsprechend Maispollen gesammelt und transgene Maispollen in erheblichen Anteilen nachweisbar sind. Am Standortbereich I, der einen Abstand von mindestens 200 m zum nächsten, westlich gelegenen, angemeldeten Bt-Maisfeld aufweist, wurde ein GVO-Anteil von 49 % in den Maispolleneinträgen festgestellt. Selbst am Standort II, der 400 m weiter östlich gelegen ist, wiesen die Maispollenproben noch 11 % GVO-Anteil auf.

Die Ergebnisse aus dem Ruhlsdorfer Bruch lassen sich damit gut mit Erkenntnissen zum Sammelverhalten der Honigbiene in Einklang bringen. Sie belegen die Notwendigkeit, bei der Festlegung von geeigneten Schutzabständen den Aspekt der Exposition durch Sammelflug umherschweifender Nichtzielorganismen zu beachten.

- **Die molekularbiologischen PCR-Analysen belegen, dass an allen drei Standortbereichen erhebliche GVO-Anteile in den Maispollenproben aus dem Anbau von Bt-Mais Mon 810 nachzuweisen waren.**

Transgene DNA des GVO Bt-Mais Mon 810 wurde in den Maispollen der Hörschen der Honigbienen als auch in den vom Wind verfrachteten Bioaerosolen des PMF in ähnlich hohen Anteilen an den Standortbereichen nachgewiesen. Anteile von bis zu 49 % in den Maispollenproben dokumentieren, dass Bt-Mais in erheblichem Anteil in der näheren Umgebung angebaut wurde.

- **Unter der Anbausituation in 2007 mit einem Schutzabstand von 100 m bestand daher eine Exposition von Schmetterlingen und anderer NZO im Schutzgebiet mit Bt-Maispollen.**

8 Empfehlungen für schutzgebietsbezogene Maßnahmen

1. Eintrag von Bt-Maispollen ins Schutzgebiet vermeiden

Da für die im Schutzgebiet vorkommenden Schmetterlingsarten keine spezifischen Untersuchungen vorliegen, ist vom höchsten Schutzstandard auszugehen. Dies ist die Vermeidung des Eintrages von Bt-Maispollen im Ruhlsdorfer Bruch, indem die technisch höchstmöglichen Abstände im Gebiet für den Bt-Maisanbau anzustreben sind.

Hierbei ist mindestens jedoch ein Schutzabstand wie folgend einzuhalten:

2. Schutzabstand 1.000 Meter

Als Schutzabstand wurde von FELKE & LANGENBRUCH (2005) 1.000 m für Naturschutzgebiete mit entsprechenden Faltervorkommen empfohlen, wenn keine spezifischen Toxizitätsdaten vorliegen. Dies ist hier der Fall. Bei 1.000 m Abstand ist gemäß der Ergebnisse im Mittel noch mit 2,8 Maispollen/cm² (28.000/m²) zu rechnen, eine Dosis, bei der Wirkungen nicht sicher ausgeschlossen werden können.

Bei 1.000 m Abstand ist nach der statistischen Auswertung mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % auszuschließen, dass Maispollendepositionen über 100.000/m² (10/cm²) auftreten (80%-VI beidseitig, einseitig 90 %). Eine Deposition von 100.000 Maispollen/m² wäre dann mit einer anzunehmenden 90%-Sicherheit nach allgemeiner Datenlage auszuschließen. Im Mittel wird empfohlen, dass an keiner Stelle des Schutzgebietes eine Obergrenze für den mittleren Polleneintrag von 100.000 Maispollen/m² Deposition (PMF) überschritten wird.

3. Überwachung der Exposition und der Angemessenheit der Schutzabstände

Über Freilandmessungen ist bei Bedarf zu prüfen, ob die Sicherheitsabstände ausreichend und angemessen sind und die Einhaltung von Obergrenzen der Pollenexposition gewährleistet ist. Hierbei sind insbesondere die Bereiche maximaler Immission zu überwachen. Dies gilt für die an Anbaufeldern gelegenen Schutzgebietsgrenzen und an besonders exponierten Stellen. Für eine effiziente Vorgehensweise empfiehlt sich eine Kopplung von Maispollenausbreitungsmodellierung und Freilandmessungen. Nach Vorliegen ausreichender empirischer Daten können dann spezifischere Schutzabstände abgeleitet werden.

4. Dokumentation des Maisanbaus

Standort und Größe des konventionellen und des GVO-Maisanbaus ist mit den bislang vorliegenden Daten nicht sicher zu bestimmen. In einem Radius von 2 km um das Schutzgebiet sollten daher die genauen Anbaudaten und die Aussaatzeiten dokumentiert werden. Dies wäre sowohl hilfreich für die Festlegung eines effizienten Probenahmedesigns als auch für die Auswertung.

5. Erkenntnislücken bearbeiten

Für eine ökotoxikologische Bewertung von Bt-Mais MON 810 fehlen grundlegende Daten zu den Dosis-Wirkungs-Zusammenhängen für NZO. Hierbei sind nicht nur direkte letale oder unmittelbare toxische Wirkungen zu nennen, sondern auch andere adverse Effekte wie Verhaltensänderungen (Mobilitätseinschränkungen, Fraßverhalten). Für MON 810 fehlen auch genaue Angaben zum Toxin-gehalt der Pollen.

Derartige Untersuchungen gehen über ein konkretes Gebietsmonitoring weit hinaus und gehören gemäß dem schrittweisen Risikomanagement zu zulassungsrelevanten Daten, die vor Freigabe des allgemeinen Anbaus vorliegen müssten, was hier nicht der Fall ist. Das Fehlen derartiger Daten veranlassten Österreich und Frankreich den Anbau in 2008 auszusetzen.

6. Nutzpflanzenspezifische Aspekte klären

Untersuchungen zur Pollenschüttung, -frequenz und Emissionsverhalten des Maisanbaus. Der Verlauf der Pollenschüttung kann über geeignete Messgeräte mit kontinuierlicher Erfassung an ausgewählten Standorten erfasst werden.

7. Welche weiteren Organismen könnten betroffen sein?

Hinweisen, dass auch andere NZO als Schmetterlinge vom Bt-Eintrag betroffen sein könnten (wie Bodenlebewesen, Insekten), sollte nachgegangen und überlegt werden, inwieweit hier ergänzende Untersuchungen möglich und notwendig sind.

8. Weitere Schutzgebiete

Es gilt zu prüfen, inwieweit auch andere Schutzgebiete durch den Bt-Maisanbau betroffen sind und welche Schutzmassnahmen dort zu ergreifen sind.

Bei allen Punkten gilt, dass der Schutzstatus gewahrt werden muss. Die Untersuchungen dürfen keine Unterschreitung von Sicherheitsabständen oder anderer Auflagen begründen oder zu Gefährdungen der im Schutzgebiet vorkommenden Pflanzen und Tiere beitragen. Angesichts des hohen Schutzstatus der im Gebiet vorkommenden gefährdeten Arten verbieten sich dort Freilandexperimente mit Bt-Maispollen.

Literatur

- AYLOR, D.E. (2002): Settling speed of corn (*Zea mays*) pollen. *J. Aerosol Sci.* 33: 1599–1605
- AYLOR, D.E., SCHULTES, N.P. AND SHIELDS, E.J. (2003): An aerobiological framework for assessing cross-pollination in maize. *Agricultural and Forest Meteorology* 119:111–129
- AYLOR, D. E. (2005): *Quantifying maize pollen movement in a maize canopy*. *Agricultural and Forest Meteorology* 131:247-256.
- AYLOR, D.E., BOEHM, M.T., SHIELDS, E.J. (2006): Quantifying aerial dispersal of pollen in relation to out-crossing in Maize. *Amer. Meteor.Soc.*: <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/78425.pdf>
- BANNERT, M. (2006): Simulation of transgenic pollen dispersal by use of different grain colour maize. Diss. ETH Zürich
- BOEHM, M.T., AYLOR, D.E., SHIELDS, E.J. (2006): Maize pollen dispersal under convective conditions. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 45(7): 1003
- DIVELY, G. P., ROSE, R., SEARS, M. K., HELLMICH, R. L., STANLEY-HORN, D. E., CALVIN, D. D., RUSSO, J. M., ANDERSON, P. L. (2004): Effects on monarch butterfly larvae (*Lepidoptera: Danaidae*) after continuous exposure to Cry1Ab expressing corn during anthesis. *Environmental Entomology* 33: 116-1125
- EMBERLIN, J. (1999): A report on the dispersal of Maize pollen. Research paper. National Pollen Research Unit, University College Worcester, 21 pp. <http://www.soilassociation.org> →Research Papers
- FEIL B. & SCHMID J. E. (2001): Pollenflug bei Mais, Weizen und Roggen. Ein Beitrag zur Frage der beim Anbau von transgenen Kulturpflanzen erforderlichen Sicherheitsabstände. Institut f. Pflanzenbauwissenschaften, ETH Zürich
- FELKE, M.: LANGENBRUCH, G. A. (2005): Auswirkungen des Pollens von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. *BfN-Skripten* 157, 143 S. www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript157.pdf
- HEINK (2006): Stellungnahme zu „Anforderungen an die gute fachliche Praxis im Zusammenhang mit der Zulassung von Sorten aus der gentechnisch veränderten Maislinie „MON 810-6“ zum Anbau in Deutschland sowie dem weiteren Stoffstrom von derartigen Pflanzen innerhalb der Produktionskette“. Deutscher Bundestag, Ausschuss für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Ausschussdrucksache 16 (10) 242-G v. 23. Oktober 2006
- HOFMANN, F. (2007): Kurzgutachten zur Abschätzung der Maispollendeposition in Relation zur Entfernung von Maispollenquellen mittels technischem Pollensammler PMF. BfN, Bonn.
- HOFMANN, F., SCHLECHTRIEMEN, U., WOSNIOK, W., FOTH, M. (2005): GVO-Pollenmonitoring. Technische und biologische Pollenakkumulatoren und PCR-Screening für ein Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen. - *BfN-Skripten* 139, 275 S. www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript139.pdf
- JAROSZ, N., LOUBET, B., DURAND, B., MCCARTNEY, H.A., FOUPELLASSAR, X., HUBER, L. (2003): Field measurements of airborne concentration and deposition rate of maize pollen. *Agric. For. Meteorol.* 119: 37-51
- JAROSZ, N., LOUBET, B., HUBER, L. (2004): Modelling airborne concentration and deposition rate of maize pollen. *Atmos. Environ.* 38: 5555-5566
- LANG, A. (2004): Effekte von Bt-Mais auf flugfähige Blütenbesucher und Prädatoren höherer Straten. Teilprojekt im Verbundvorhaben „Sicherheitsforschung und Monitoring-Methoden zum Anbau von Bt-Mais“. BMBF-Forschungsvorhaben, Bayer. Landesanstalt f. Landwirtschaft, Freising
- LANG, A.; LUDY, C.; VOJTECH, E. (2004): Dispersion and deposition of Bt maize pollen in field margins. *J. Plant Disease Protection* 111 (5): 417-428
- LOOS, C.; SEPPELT, R.; MEIER-BETHKE, S.; SCHIEMANN, J.; RICHTER, O. (2003): Spatially explicit modelling of transgenic maize pollen dispersal and cross pollination. *Journal for Theoretical Biology* 225 (2): 241-255
- Der Landrat des Landkreises Märkisch-Oderland (2007): Ordnungsverfügung v. 16.5.2007 betreffs Anbau von gentechnisch verändertem Mais der Linie MON 810-6-6 innerhalb des FFH-Gebiets Ruhlsdorfer Bruch und seiner Umgebung sowie innerhalb des europäischen Vogelschutzgebietes „Märkische Schweiz“
- MARQUARD, E. & DURKA, W. (2005): Auswirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen auf Umwelt und Gesundheit: Potentielle Schäden und Monitoring. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft
- OGDEN, E. C.; J. V. HAYES AND G. S. RAYNOR (1969): Diurnal patterns of pollen emission in *Ambrosia*, *Phleum*, *Zea* and *Ricinus*: *Am. J. Bot.* 56: 16-21

- PLEASANTS, J.M.; HELLMICH, R.L.; DIVELY, G.P.; SEARS, M.K.; STANLEY-HORN, D.E.; MATTILA, H.R.; FOSTER, J.E.; CLARK, T.L.; JONES, G.D. (2001): Corn pollen deposition on milkweeds in and near cornfields. *PNAS* 98: 11919-11924
- RAYNOR, G.; OGDEN, E.; HAYES, J. (1972): Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources. *Agron. J.* 64: 420-427
- SCHRÖDER, W., HOFMANN, F. (2008): Wissenschaftliche Grundlagen der Beobachtung von GVO-Umweltrisiken. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 20 (1) 2-8
- SEELEY, T. D. (1985): Honeybee ecology. Princeton University, Press Princeton.
- STACHOW, U., GRAEF, F., WERNER, A., RAGNITZ, R., ZEPERNICK, E., (2005): Anbaubegleitendes Monitoring-Teilprojekt 2: Regionale GVP-Monitoringkonzepte in Brandenburg, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung ZALF e.V.
- TREU, R. & EMBERLIN, J. (2000): Pollen dispersal in the crops Maize (*Zea mays*), Oil seed rape (*Brassica napus ssp. oleifera*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Sugar beet (*Beta vulgaris ssp. vulgaris*) and Wheat (*Triticum aestivum*). Evidence from publications. A report for the Soil Association from the National Pollen Research Unit, University College Worcester: <http://www.soilassociation.org> [→Library → GMO] Jan. 2000
- VDI-Richtlinie 4330 Blatt 3 (2007): Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) – Pollenmonitoring – Technische Pollensammlung mit Pollenmassenfilter PMF und Sigma-2-Sammler. VDI-Handbuch Biotechnologie, VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Bd. 1a . Beuth-Verlag, Berlin
- VDI-Richtlinie 4330 Blatt 4 (2006): Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) – Pollenmonitoring – Biologische Pollensammlung mit Bienenvölkern. VDI-Handbuch Biotechnologie, VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Bd. 1a . Beuth-Verlag, Berlin
- VDI-Richtlinie 4330 Blatt 12 (2007): Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) – Pollenmonitoring – Standardisierte Erfassung von Schmetterlingen (Lepidoptera). Gründruck. VDI-Handbuch Biotechnologie, VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Bd. 1a . Beuth-Verlag, Berlin
- VOGEL, B. (2005): Agro-Gentechnik & Naturschutz. Auswirkungen des Anbaus von gentechnisch veränderten Pflanzen auf die biologische Vielfalt. NABU Berlin: <http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/studien/1.pdf>
- YAMAMURA, K. (2004): Dispersal distance of corn pollen under fluctuating diffusion coefficient. *Popul. Ecol.* 46: 87-101
- ZÜGHART W, BRECKLING B (2003) Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen. UBA-Texte 50/03. 2 Bände.
- VILLIGER, M. (1999): Effekte transgener insektenresistenter Bt-Kulturpflanzen auf Nichtzielorganismen am Beispiel der Schmetterlinge. WWF Schweiz, Zürich 51 pp.

**Ministerium für Ländliche Entwicklung,
Umwelt und Verbraucherschutz
des Landes Brandenburg**

Landesumweltamt Brandenburg
Referat Umweltinformation/Öffentlichkeitsarbeit

Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam, OT Groß Glienicke
Tel: (03 3201) 44 25 15
Fax: (03 3201) 43 67 8
E-Mail: info@lua.brandenburg.de
www.mluv.brandenburg.de/info/lua-publikationen