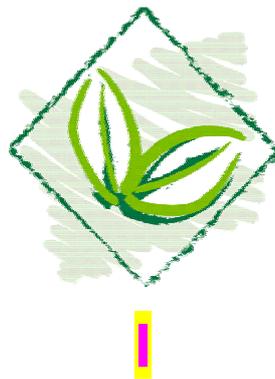


Anpassungen der Schadinsektenfauna an den Klimawandel im ost-österreichischen Ackerbau: Konzepterstellung für ein Langzeit- Monitoringsystem

Bio Forschung Austria



Anpassungen der Schadinsektenfauna an den Klimawandel im ost-österreichischen Ackerbau: Konzepterstellung für ein Langzeit-Monitoringsystem

Endbericht zum Projekt StartClim2007.C

Projekt-Mitarbeiter und
Autoren des Endberichts:

Eva-Maria Grünbacher
Patrick Hann
Bernhard Kromp
Herbert Formayer

Bio Forschung Austria
Rinnböckstr. 15
1110 Wien
office@bioforschung.at

Wien, im Juni 2008

StartClim2007.C

Teilprojekt von StartClim2007

Projektleitung von StartClim2007:

Universität für Bodenkultur, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt
Institut für Meteorologie, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien

URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>

StartClim2007 wurde aus Mitteln des BMLFUW, des BMWF, des BMWA, der Österreichischen Hagelversicherung, der Verbund AHP und des BMGFJ gefördert.

INHALTSVERZEICHNIS

C-1	Einleitung -----	4
C-1.1	Ausgangssituation -----	4
C-1.2	Projektziel: Konzepterstellung für ein klimabezogenes Schädlings-Langzeit-Monitoringsystem für den österreichischen Ackerbau -----	4
C-2	Methodik -----	6
C-2.1	Status Quo-Erhebung -----	6
C-2.2	Konzepterstellung für ein österreichisches Schädlings-Klima-Warnsystem --	6
C-3	Ergebnisse -----	8
C-3.1	Status Quo-Erhebung -----	8
	<i>C-3.1.1 Vorhandene Schädlings-Monitoring Systeme im österreichischen Ackerbau</i> -----	<i>8</i>
	<i>C-3.1.2 Vorhandene Schädlings-Warn- und -Beratungsdienste im österreichischen Acker- und Feldgemüsebau</i> -----	<i>8</i>
	<i>C-3.1.3 Vorhandene Klimadaten in Österreich</i> -----	<i>9</i>
C-3.2	Analyse von Schwachpunkten bestehender Systeme und deren Übertragbarkeit in ein klimabezogenes Langzeit-Monitoringsystem -----	10
	<i>C-3.2.1 Schädlingsmonitoring-Systeme und Warndienste</i> -----	<i>10</i>
	<i>C-3.2.2 Klimaerfassungs-Systeme</i> -----	<i>11</i>
C-3.3	Konzepterstellung für ein österreichisches Schädlings-Klima-Warnsystem	12
	<i>C-3.3.1 Auswahl der Hauptkulturen und -schädlinge</i> -----	<i>12</i>
	<i>C-3.3.2 Erfassungsmethoden der Schädlinge</i> -----	<i>13</i>
	<i>C-3.3.3 Vorschlag zu Aufbau, Verortung und Netzdichte eines Beobachtungsnetzes für Schädlings- & Klimadaten</i> -----	<i>14</i>
	Literaturverzeichnis -----	20

C-1 Einleitung

C-1.1 Ausgangssituation

Im Rahmen des Projekts StartClim2005.C3-a (GRÜNBACHER et al. 2006) wurden rezente Veränderungen des Schädlingsauftretens im ost-österreichischen Ackerbau dokumentiert, insbesondere für die klimatisch abweichenden Jahre ab 2000 mit einem Höhepunkt im Hitze- und Dürrejahr 2003. Darunter befanden sich auch einige Verursacher ökonomisch schwerwiegender Schäden, wie zB. Getreideblattläuse als Überträger des Gelbverzwergungs-Virus, Getreidewanzen und Zuckerrübenderbrüssler. Auffällig geworden waren v.a. wärmebedürftige Schädlingsarten mit bisherigem Hauptschadauftreten in Südost-Mitteleuropa. Ob diese Veränderungen bereits eine Anpassung der Schadinsektenfauna an den Klimawandel darstellen, konnte aufgrund des Fehlens längerfristiger, kongruent erhobener Datensätze zu Populationsschwankungen der in Frage kommenden Schädlingsarten allerdings nur vermutet werden.

Ein Zusammenhang mit der Klimaerwärmung scheint auf der Hand zu liegen, da Schadinsekten als wechselwarme Tiere stark von der Umgebungstemperatur abhängig sind. Wie in der Wärmesummenregel $T(t - t_0) = K$ (T = Entwicklungsdauer in Tagen bis zum Erreichen eines bestimmten Entwicklungsabschnitts, t = Temperatur während der Entwicklung, t_0 = Entwicklungsnullpunkt, K = Konstante) ausgedrückt ist, verläuft die Populationsentwicklung von Schadinsekten umso rascher, je höhere Temperaturen während der Entwicklung vorherrschen. Bedeutsam für die Arealausweitungen von Schadinsekten ist vor allem, ob die klimatischen Verhältnisse vor Ort eine Überwinterung im Freiland zulassen. Neben klimatischen Faktoren wird das Schädlingsauftreten in komplexer Weise durch Anbauverteilung, Fruchtfolgen, Bewirtschaftung und Landschaftsstruktur bzw. deren Veränderungen beeinflusst.

C-1.2 Projektziel: Konzepterstellung für ein klimabezogenes Schädlings-Langzeit-Monitoringsystem für den österreichischen Ackerbau

Die derzeit in Österreich betriebenen Beobachtungssysteme und Warndienste ackerbaulicher Schädlinge wären zwar teilweise auch für längere Beobachtungszeiträume geeignet, sind aber primär auf Schadschwellenfeststellung und daraus abgeleitete Pflanzenschutzempfehlungen für einige wenige Arten im jeweiligen Beobachtungsjahr ausgerichtet. Nicht ablesbar aus diesen Daten sind längerfristige Trends der Populationsentwicklung, aus denen Risikoprognosen für das Schädlingsauftreten vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung ableitbar wären. Nachdem darüber hinaus für den größeren Teil der ökonomisch wichtigen Schädlinge derzeit keine Monitoringdaten erhoben werden, wird im hier vorliegenden Projekt ein Konzept für ein langzeitiges Beobachtungs- und Monitoring-System für Veränderungen des Schädlingspektrums im österreichischen Ackerbau in Zusammenhang mit der Klimaerwärmung erarbeitet.

Die aus diesem Monitoringsystem zu erwartenden Daten sollen klimaabhängige Veränderungen im Schädlingsauftreten frühzeitig erkennen lassen, um einerseits Risikoprognosen zur Vorhersage von Schädlingsausbrüchen auf der Basis von Klimadaten erstellen zu können und andererseits durch rechtzeitig entwickelte und erprobte Vorbeugestrategien bzw. Anpassungen der ackerbaulichen Praxis Ertrags- und Einkommensausfälle der LandwirtInnen vermeiden bzw. die Versorgungssicherheit mit vor Ort produzierten Grundnahrungsmitteln aufrechterhalten zu können. Von besonderer Bedeutung wären derartige Risikoprognosen für den biologischen Ackerbau, der aufgrund der sehr eingeschränkten Möglichkeiten der Direktbekämpfung nach EU-VO 2092/91 im besonderen Maße auf eine vorbeugende und vermeidende Schädlingsbekämpfung angewiesen ist und derzeit immer wieder empfindliche finanzielle Einbußen durch unerwartete Insektenschäden hinnehmen muss.

Im einzelnen sollen folgende Projektziele erreicht werden:

1. Analyse des Status Quo vorhandener Beobachtungssysteme und Warndienste in Österreich und im benachbarten Ausland.
2. Analyse von Schwachpunkten bestehender Systeme und ihrer Übertragbarkeit in ein neues, klimabezogenes Langzeit-Monitoringsystem
3. Erstellung eines mit den österreichischen Experten abgestimmten Konzepts für ein Langzeit-Monitoringsystem für den österreichischen Ackerbau zur Erfassung von Veränderungen des Schadinsektenauftretens als Folge der Klimaveränderung.

Ein über das vorliegende Projekt hinausreichendes Fernziel dieses Konzepts ist seine Umsetzung in einem längerfristig anzulegenden Kooperationsprojekt im Rahmen der Klimafolgenforschung.

C-2 Methodik

C-2.1 Status Quo-Erhebung

Mittels Literatur- und Internetrecherchen wurde eine Bestandsaufnahme von in Österreich vorhandenen Schädlings-Monitoring Systemen und Schädlings-Warn- und Beratungsdiensten im österreichischen Acker- und Feldgemüsebau erhoben. Besonderes Augenmerk wurde auf die Datenerfassungsmethodik, die Organisation und den Ressourcenbedarf dieser Dienste gelegt. Weiters wurden in Österreich verfügbare Klimadaten bzw. –modelle und ihre Netzdichte zur Verrechnung mit Schädlingsdaten erfasst und dokumentiert. Darüber hinaus wurde recherchiert, ob es bereits vergleichbare klimabezogene Langzeit-Monitoringsysteme im benachbarten Ausland gibt.

Nach den eingangs durchgeführten Recherchen wurden Fachgespräche mit ExpertInnen der Pflanzenschutzabteilungen der Landes-Landwirtschaftskammern, der AGES/Institut für Pflanzengesundheit, der Universität für Bodenkultur/Institut für Meteorologie, der ZAMG, der Hagelversicherung und anderer relevanter Institutionen geführt. Dabei wurden bestehende Warndienste und Monitoringsysteme in Österreich, Veränderungen im Schädlingsspektrum der letzten Jahre, Anforderungsprofile für Datenart und –dichte von Schädlingpopulationen sowie Vorschläge zum Aufbau von Schädlings-Beobachtungsnetzen besprochen und diskutiert. In ähnlicher Weise wurden Gespräche mit ExpertInnen der Klimadatenerfassung geführt. Die Aussagen der ExpertInnen lieferten einen wesentlichen Beitrag zur Konzepterstellung für ein österreichisches Schädlings-Klima-Warnsystem.

Folgende Personen wurden befragt: DI Johannes Schmiedl und DI Wolfgang Weigl von der Landwirtschaftskammer Niederösterreich, DI Hubert Köppl von der Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Mader von der Landwirtschaftskammer Burgenland, gemeinsam mit DI Kurt Foltin von AGRO DS, Dipl.Ing. Peter Klug und Dipl.-Ing. Arno Mayer von der Landwirtschaftskammer Steiermark, Dr. Sylvia Blümel, Dr. Andreas Kahrer und Dr. Giselher Grabenweger von der AGES/Institut für Pflanzengesundheit, Dr. Elisabeth Koch und Dr. Helfried Scheifinger von der ZAMG, Dr. Herbert Formayer und Prof. Josef Eitzinger von der Universität für Bodenkultur, Dipl.-HLFL-Ing. Johann Fank, DI Michael Haslinger, Mag. Holger Starke von der Österreichischen Hagelversicherung.

Aus den Ergebnissen der Status Quo-Erhebung und der Expertengespräche wurden Schwachpunkte und Lücken identifiziert sowie Möglichkeiten der Übertragbarkeit und Adaptierung der bereits vorhandenen Schädlings-Monitorings- bzw. Klimadatenerfassungssysteme in das geplante Langzeit Schädlings-Klima-Warnsystem erwogen.

C-2.2 Konzepterstellung für ein österreichisches Schädlings-Klima-Warnsystem

Ein Grundsatz bei der Konzepterstellung war, von den in Österreich derzeit vorhandenen Schädlings-Monitoring- und Klimadatenerfassungs-Systemen auszugehen und deren Betreiber bzw. Verantwortliche konsensual in die Konzepterstellung einzubinden. Auf Grundlage dieser bereits bestehenden Systeme und der Fachgespräche mit den ExpertInnen wurden Anforderungsprofile für Datenart und –dichte von Schädlingpopulationen und Klimaparametern erhoben.

Die zu erhebenden Hauptkulturen und –schädlinge wurden in Absprache mit den Pflanzenschutz-ExpertInnen aufgrund ihrer agrarökonomischen Bedeutung für den österreichischen Ackerbau sowie aufgrund von festgestellten, möglicherweise klimabedingten Veränderungen im Schädlingsspektrum (siehe GRÜNBACHER et al. 2006) wie auch in der Anbauverteilung (zB. Ausweitung des Maisanbaus im nördlichen Waldviertel; Schmiedl, mündl. Mitteilung) während der letzten Jahre ausgewählt. Diese Auswahl ist als vorläufig zu betrachten.

Aufbauend auf die Expertenaussagen sowie auf eigene, langjährige Erfahrungswerte der Bio Forschung Austria im Bereich Erfassungsmethodik von Insektenpopulationen (zB. KROMP et

al. 1995, SUNDERLAND et al. 1995, HRADETZKY & KROMP 1997, GRÜNBACHER 2005) wurden für die jeweiligen Schädlinge bzw. Schädlingskomplexe geeignete Monitoring-Methoden nach den Kriterien möglichst geringer Aufwand und Kosten bei gleichzeitig ausreichender Erfassungsgenauigkeit ausgewählt.

Weiters wurde ein Vorschlag für den Aufbau eines Netzes von Beobachtungsstellen erarbeitet. Als maßgebliches Kriterium für Auswahl und Verortung der Monitoringstandorte wurde die Abdeckung der unterschiedlichen Anbau- und Klimaregionen in den österreichischen Ackerbaugebieten gewählt. Als Grundlage dafür wurde die Ökoklimatische Klassifikation nach HARLFINGER & KNEES (1999, siehe Abb. 5 in Abschnitt C.3.2.3) herangezogen. Diese beruht auf einer Kombination aus Wärmesummenstufen und den Stufen des K-Index, eines Maßes für Trockenheit.

Für die Bildung der Jahreswärmesummen wurden von HARLFINGER & KNEES alle 14-Uhr Temperaturen über das gesamte Jahr addiert, sofern das tägliche Minimum nicht unter 5°C und das tägliche Maximum nicht unter 15°C lag. Diese Kenngröße zeigt eine hohe Korrelation mit den Reifedaten von Feldfrüchten und wird für phänologische Vorhersagen verwendet. In den K-Index fließen die Temperatursumme und die Jahresniederschlagsmenge ein. Die Autoren teilen den Index entsprechend der österreichischen Klimabedingungen in sechs Klassen ein: 1) stark humid, 2) mäßig humid, 3) schwach humid, 4) semi humid, 5) schwach semi arid, 6) semi arid. In der Stufe 3 „schwach humid“ kann die Wasserbilanz als relativ ausgeglichen angesehen werden. Die 22 Klimatypen der Ökoklimatischen Klassifikation repräsentieren die wesentlichen agrarklimatisch relevanten Unterschiede in Österreich. Bei hohen Wärmesummen in Verbindung mit schwach ariden und semi ariden Bedingungen, wie sie im Osten und Nordosten Österreichs auftreten, ist die klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr im langjährigen Mittel negativ. Die besten Bedingungen für den Ackerbau sind dagegen bei einer Jahreswärmesumme über 3.050°C und schwach humiden Bedingungen gegeben. Den Berechnungen des Autors lagen die Klimadaten der Messstationen der ZAMG, des Hydrographischen Dienstes und der Umweltschutzabteilungen der Länder für die Periode 1961 – 1990 zugrunde.

Ein weiteres Kriterium für die Verortung der Beobachtungsstellen ist die Anbauverteilung der Hauptfeldfrüchte, wie am Beispiel des Rapses dargestellt wurde.

Eine erste Version des Konzepts wurde zur Durchsicht und für Rückmeldungen an alle im Rahmen der Fachgespräche befragten Experten ausgesandt. Wir bedanken uns an dieser Stelle herzlich für die wertvollen Korrekturen, Ergänzungen und Anregungen.

C-3 Ergebnisse

C-3.1 Status Quo-Erhebung

C-3.1.1 *Vorhandene Schädlings-Monitoring Systeme im österreichischen Ackerbau*

Maiswurzelbohrer: Dieser in Ausbreitung befindliche Quarantäneschädling, der 2002 erstmals in Österreich festgestellt wurde, wird mit Hilfe von ungefähr 400 Pheromonfallen im gesamten Bundesgebiet von der AGES/Institut für Pflanzengesundheit, den Landwirtschaftskammern und dem amtlichen Pflanzenschutzdienst in den Bundesländern insbesondere entlang der Transitrouten sowie in der Nähe von Flughäfen und entlang der Grenze der natürlichen Ausbreitung des Schädling in Maisfeldern erfasst.

Maiszünsler: Dieser altbekannte Schädling wird vom Institut für Pflanzengesundheit der AGES in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftskammern jährlich an circa 10 Standorten in den österreichischen Maisanbaugebieten mittels UV-Lichtfallen erfasst.

Getreideschädlinge: Seit dem Getreidewanzenproblem im Hitze- und Dürrejahr 2003 führt die Firma Agro ds im Auftrag der Burgenländischen Landwirtschaftskammer Erhebungen an wenigen Feldschlägen in Niederösterreich und Burgenland durch. Diese schließen neben der Getreidewanze auch weitere wirtschaftlich bedeutsame Getreideschädlinge mit ein. Die Niederösterreichische Landwirtschaftskammer betreibt an einigen Standorten im Wiener Becken Felderhebungen mit Schwerpunkt Getreidewanzen. Weiters führt die AGES seit 2004 ein jährliches Getreidewanzen-Monitoring in kleinem Rahmen durch.

C-3.1.2 *Vorhandene Schädlings-Warn- und -Beratungsdienste im österreichischen Acker- und Feldgemüsebau*

Die AGES, Institut für Pflanzengesundheit, wie auch diverse Landwirtschaftskammern betreiben **Warndienste für Schädlinge und Pflanzenkrankheiten** im Bereich Ackerbau, Gemüsebau, Hopfenbau, Obstbau, Sonderkulturen, Weinbau und Zierpflanzen. Bei beginnendem Schädlingsbefall (zB. für Rapschädlinge nach Beobachtungen auf Kleinflächen) oder bei bestimmten klimatischen Konstellationen werden über die AGES-Homepage oder telefonisch über ein Band frei zugängliche Warnungen und Empfehlungen für Bekämpfungsmaßnahmen ausgegeben.

Im **Online-Pflanzenschutzwarndienst** für Niederösterreich der landwirtschaftlichen Fachschulen und der Niederösterreichischen Landwirtschaftskammer können Informationen abgefragt werden, wo im Ackerbau mit Schädlingen und Pilzerkrankungen zu rechnen ist und wie diese bekämpft werden können. Weitere Landwirtschaftskammern warnen angemeldete Landwirte über Fax und E-mail.

Die deutsche Firma **proPlant** GmbH liefert Analysen der Zeiträume mit günstigen Infektionsbedingungen für Pflanzenkrankheiten in Getreide, Kartoffeln und Zuckerrübe und der Zeiträume mit günstigen Befallsbedingungen für Schädlinge in Raps anhand von Wetterdaten, die die Grundlage des Systems bilden. Anwendern wird die optimierte Wahl von Behandlungsterminen und geeigneten Mitteln sowie die Empfehlung angepasster Aufwandmengen empfohlen.

Von den Landwirtschaftskammern (organisiert von DI Schmiedl, LWK-NÖ) wird in Zusammenarbeit mit der deutschen ZEPP (Zentralstelle der Länder für computergestützte Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz) der **ISIP-Kartoffelwarndienst** mit Prognose für Krautfäule und Kartoffelkäfer angeboten. Zur Optimierung der Insektizideinsätze zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers wurde das Modell **SIMLEP** entwickelt, das die Ab- und Anstiegsdynamik von Kartoffelkäferpopulationen berechnet. SIMLEP besteht aus zwei Modulen, wobei beide

die Lufttemperatur als Eingangsgröße benötigen. SIMLEP 1 prognostiziert die Termine des regionalen Erstauftretens, SIMLEP 3 wird von Beratung und Praxis zur schlagspezifischen Prognose des optimalen Felderhebungs- und Bekämpfungstermins verwendet. Für SIMLEP 3 muss vom Anwender zusätzlich der Termin der ersten Eiablage und die Anzahl Eigelege auf 25 Pflanzen eingegeben werden (JÖRG et al. 2005). Zur Validierung des Modells für Österreich werden derzeit in NÖ Daten zur Populationsdynamik des Kartoffelkäfers auf Versuchsfeldern erhoben.

IBUG – Information und Beratung im Unterglas-Gemüsebau – ist eine von der Landwirtschaftskammer Wien entwickelte Beratungslösung, die seit zwei Jahren Betrieben in Wien und dem angrenzenden Niederösterreich kostengünstig zur Verfügung steht. Diese österreichweit einzigartige Kulturberatung beinhaltet Betriebsbesuche mit Bestandesbesichtigung, Beratung zu Verbesserungsmöglichkeiten, Bestimmung von Schaderregern und Empfehlungen zur Bekämpfung sowie Tipps für Bewässerung, Düngplanung und Temperaturmanagement.

spritzplan.at ist ein umfassendes Pflanzenschutz-Beratungsprogramm auf der Lagerhaus Internetseite bei der Informationen zu Schaderregern wie Unkräuter, Krankheiten oder Schädlinge recherchiert werden können.

C-3.1.3 Vorhandene Klimadaten in Österreich

Das Stationsnetz der **ZAMG** umfasst 270 flächendeckend über Österreich verteilte Klimastationen.

Das Nowcastingsystem **INCA** der ZAMG (= Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis) beruht auf einer algorithmischen Kombination aus Stations- und Fernerkundungsdaten (Satellitendaten für Bewölkung und Niederschlagsradar) und liefert flächendeckende Daten (im 1 km-Raster) zu den Parametern 2m-Temperatur (siehe Abb. 1), 2m-Feuchte, 10m-Wind, Gesamtbewölkung, Niederschlagsmenge, Niederschlagsart, Schneefallgrenze, Bodentemperatur, Globalstrahlung und Wind Chill.

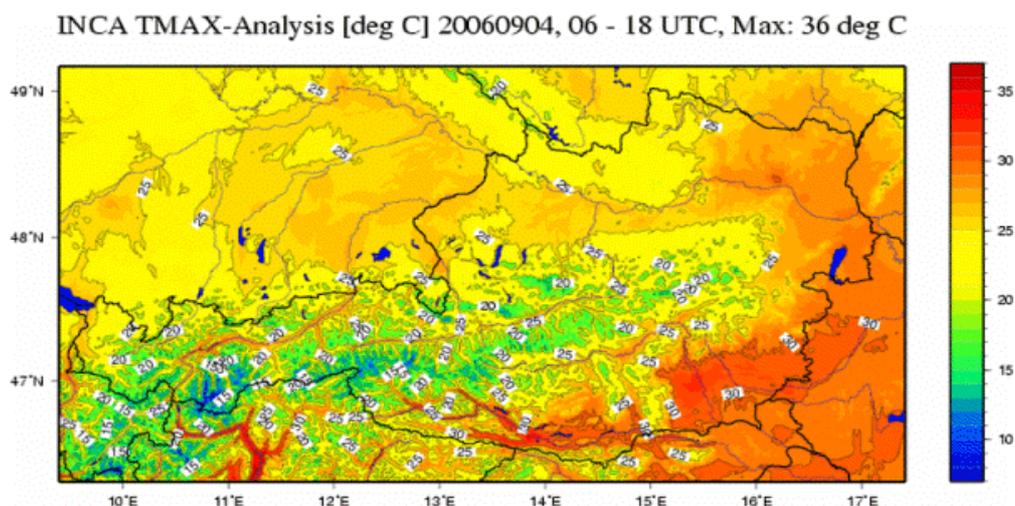


Abb. 1: Beispiel einer flächendeckenden Temperaturangabe, erstellt mit dem INCA-System der ZAMG (www.zamg.ac.at).

Der **Hydrographische Dienst** betreibt unter anderem 950 Niederschlagsmessstellen, 750 Schneehöhenmessstellen und 586 Lufttemperaturmessstellen in Österreich. Neben den Daten der ZAMG-Stationen bzw. des INCA-Systems könnten die Messwerte dieser Stellen zur klimatischen Beschreibung der Monitoringflächen herangezogen werden.

Des Weiteren gibt es eigene Klima-Aufzeichnungssysteme der Landwirtschaftskammern und der AGES. So betreibt zB. die LWK NÖ 30-40 eigene Klimamessstationen, die agglomeriert in den Kartoffelanbaugebieten aufgestellt sind, ebenso die LWK OÖ mit 15 eigenen Stationen, die hauptsächlich die Obstbaugebiete abdecken.

Darüber hinaus gibt es zum Teil relativ dichte Netze von privaten Klimamessstationen regionaler Wein- und Obstbauvereine.

Der Wetterdienst **meteomedia** bietet Unwetterwarnungen, Wetterprognosen für Zeitungen, Radios und Fernsehen ebenso wie Wetterportale und meteorologische Spezialprodukte. Gemeinsam mit zahlreichen Kooperationspartnern betreibt meteomedia ein eigenes privates Wetterstationsmessnetz mit rund 1450 Wetterstationen in Deutschland und in der Schweiz. In Österreich werden aktuelle Beobachtungsdaten aus 9 Messnetzstationen eingeholt. Zusätzlich verfügt meteomedia über die Messwerte aller nationaler Wetterdienste. Für Unwetterwarnungen in der Schweiz, in Deutschland und Österreich werden Wetterstationen verwendet, die Temperatur, Feuchtigkeit, Niederschlagsmenge, Wind, Sonnenscheindauer sowie Globalstrahlung messen. Optional sind weitere Sensoren (zB. Sichtweite, Luftdruck) möglich.

MOWIS betreibt das größte Wetterportal in Österreich unter **www.wetter.at**. Das Kernstück der Wetterinformationsdienstleistungen ist ein Wetter-Datenbanksystem. MOWIS integriert weltweit verfügbare und meteorologisch hochwertige Wetterdaten von staatlichen und privaten Datenquellen und errechnet just-in-time geokodierte, aktuellste und positionsgenaue Wetterinformation. Ein besonderer Schwerpunkt von MOWIS ist die automatische Warnung vor Unwettern. Zusammen mit der ZAMG ist seit Ende 2002 ein Unwetterwarnsystem im Einsatz, das das gesamte Bundesgebiet permanent überwacht und mittels des neu entwickelten „Watchdog“-Systems und des Nowcast Systems der ZAMG automatisch den Empfänger für eine bestimmte Position warnt.

C-3.2 Analyse von Schwachpunkten bestehender Systeme und deren Übertragbarkeit in ein klimabezogenes Langzeit-Monitoringsystem

C-3.2.1 Schädlingsmonitoring-Systeme und Warndienste

Das aktuelle Schädlings-Monitoring im Ackerbau ist sehr lückenhaft in Bezug auf die erfassten Hauptschädlinge und Feldfrüchte, nur einige wenige Schädlinge werden regelmäßig bzw. überregional erfasst. Die Netzdichte der Monitoring-Standorte ist mit Ausnahme des Maiswurzelbohrers sehr gering. Auch die wenigen noch aktiven Schädlings-Beobachtungsstellen nehmen aufgrund der Überalterung der ehrenamtlichen Beobachter kontinuierlich ab. Das früher bestehende System der monatlichen Meldungen phänologischer Beobachtungen des Schädlingauftritts durch die Landwirtschaftskammern an die damalige Bundesanstalt für Pflanzenschutz wurde schon vor Jahren eingestellt. Ein weiteres Problem stellt die Ausrichtung der aktuellen Schädlings-Beobachtungssysteme auf Schadschwellen dar. Dabei werden nur begrenzte Ausschnitte der saisonalen Populationsdynamik, entweder zum Auftreten der Schädlinge (zB. Rapsglanzkäfer, Großer Rapsstängelrüssler) oder die Flugzeit bis zum Befallshöhepunkt (zB. Maiszünsler) beobachtet, um kurzfristige Prognosen für Bekämpfungstermine zu erstellen (siehe Abb. 2). Die für die Verrechnung mit Klimadaten sowie allfällige längerfristige Prognosen notwendige Erfassung der gesamten Saisondynamik der Schädlingpopulationen inklusive Daten zu Überwinterung bzw. bodenlebenden Stadien werden dabei nicht erhoben. Selbst das sehr dichte Netz an *Diabrotica*-Fallen ist für die Erfassung des Ausbreitungsgeschehens in Österreich konzipiert, nicht aber für den saisonalen Populationsverlauf.

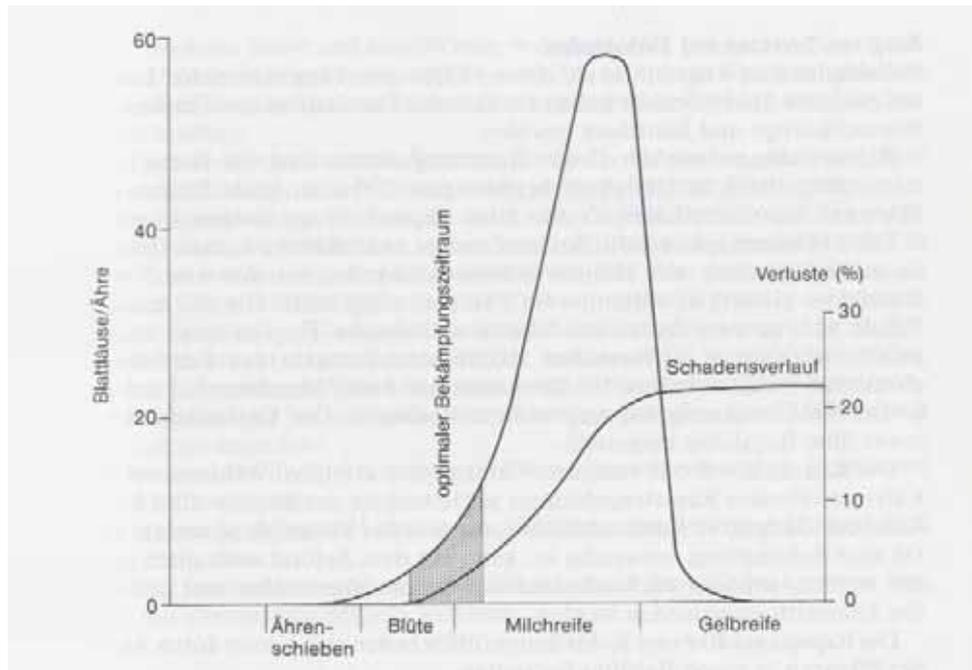


Abb. 2: Beispiel aus der Literatur für schadschwellenorientiertes Schädlingsmonitoring (MEINERT & MITTNACHT 1992)

In diesem Zusammenhang erwähnenswert ist, dass das bestehende Netz an Beobachtungsstellen für Pflanzenkrankheiten (zB. Monitoringsysteme WeizenExpert, BetaExpert und Cerco-Watch; *Phytophthora*-Warndienst für Kartoffeln) wesentlich besser ausgebaut ist.

Nachdem im benachbarten Ausland keine Langzeit-Monitoring-Systeme für klimabedingte Veränderungen der Schädlingsfauna gefunden wurden, könnte ein klimabezogenes Schädlings-Langzeit-Monitoringsystem in Österreich eine europaweite Innovation darstellen.

C-3.2.2 Klimaerfassungs-Systeme

Insgesamt ist eine gute Ausgangsbasis an Klimadaten für Österreich gegeben. Die derzeit betriebenen Klima-Messnetze weisen allerdings Lücken bezüglich der Boden- und Winterdaten in der offenen Agrarlandschaft auf. So sind vermutlich die üblicherweise im Stationsbereich gemessenen Bodentemperaturen der ZAMG-Stationen zu wenig aussagekräftig für Ackerflächen, Bodenfeuchte-Messungen werden nicht durchgeführt.

Weiters erscheint fraglich, ob die flächendeckend berechneten INCA-Daten für kleinräumige lokalklimatische Situationen von einzelnen Monitoring-Standorten genügend repräsentativ sind. Andererseits wäre es nach SCHEIFINGER (briefliche Mitteilung) denkbar, das INCA-System für eine tägliche Neuberechnung der Wärmesummen über bestimmten Schwellenwerten für diverse Schadinsekten (soweit bekannt) in Echtzeit zu benutzen. Damit könnte man versuchen, potentielle Flugtermine oder andere wichtige insektenphänologische Phasen vorherzusagen.

Ein Problem der von den Landwirtschaftskammern betriebenen eigenen Klimastationen ist, abgesehen von der in bestimmten Anbaugebieten agglomerierten Aufstellung, dass sie im Winter die Niederschläge oft nicht ausreichend erfassen, da beheizte Regenmesser aus technischen und finanziellen Gründen nicht zur Verfügung stehen.

C-3.3 Konzepterstellung für ein österreichisches Schädlings-Klima-Warnsystem

C-3.3.1 Auswahl der Hauptkulturen und -schädlinge

Bei der Auswahl der im Rahmen eines klimabezogenen Langzeit-Monitoringssystems zu erhebenden Schädlinge wurde von den im Rahmen der früheren Studie (GRÜNBACHER et al. 2006) erhobenen Liste von Schädlingen mit Verdacht auf klimabezogene Statusveränderungen ausgegangen. Diese wurde mit den Pflanzenschutz-ExpertInnen diskutiert bzw. aktualisiert. Konsens besteht darin, ein Langzeit-Monitoring nicht auf Einzelschädlinge, sondern auf Feldkulturen auszurichten. In der nachfolgenden Liste werden konkrete Arten wie auch Sammelbezeichnungen von Artenkomplexen genannt, die im Falle einer Anwendung der taxonomischen Konkretisierung bedürfen. Die Liste ist als vorläufig zu betrachten und gibt den derzeitigen Stand der Diskussion wieder (zur näheren Beschreibung der Schädlinge siehe zB. GRÜNBACHER ET AL 2006):

Getreide:

- Blattläuse (3 Arten, *Aphididae*; Homoptera) (v.a. hinsichtlich der Übertragung von Gelbverzwergungsvirus)
- Getreidehähnchen (*Oulema melanopus*; *Chrysomelidae*, *Coleoptera*)
- Getreidewanze (*Eurygaster sp.*, *Aelia sp.*; *Scutelleridae*, *Pentatomidae*; *Heteroptera*)
- Getreidethripse (*Thysanoptera*)
- Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*; *Pyralidae*, *Lepidoptera*)
- Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*; *Chrysomelidae*, *Coleoptera*)

Das Mitbeobachten von derzeit ökonomisch unauffälligen Nebenschädlingen (zB. Getreidehalmwespe; *Cephus pygmaeus*; *Cephididae*; *Hymenoptera*) hinsichtlich klimabedingter Veränderungen wird für sinnvoll erachtet. .

Kartoffel:

- Blattläuse (mehrere Arten; *Aphididae*, *Homoptera*) (v.a. hinsichtlich Übertragung von Viruskrankheiten im Saatkartoffelbau)
- Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*; *Chrysomelidae*, *Coleoptera*)

Körner- und Futter-Leguminosen

- Erbsenblattrandkäfer (*Sitona lineatus*; *Curculionidae*, *Coleoptera*)
- Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*; *Aphididae*; *Homoptera*)
- Erbsenwickler (*Cydia nigricana*; *Tortricidae*, *Lepidoptera*)
- Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum*; *Chrysomelidae*, *Coleoptera*)

Raps:

- Großer Rapsstengelrüssler (*Ceutorhynchus napi*; *Curculionidae*, *Coleoptera*)
- Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*; *Nitidulidae*, *Coleoptera*)
- Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus*; *Curculionidae*, *Coleoptera*)

Zuckerrübe:

- Rübenderbrüssler (*Bothynoderes punctiventris*; *Curculionidae*, *Coleoptera*)

Allgemeine Schädlinge:

- Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*; *Noctuidae*, *Lepidoptera*)
- Rübsenblattwespe (*Athalia rosae*; *Tenthredinidae*, *Hymenoptera*)

- Erdraupe (v.a. *Agrotis segetum*; *Noctuidae*, *Lepidoptera*)
- Drahtwurm (*Agriotes* sp.; *Elateridae*, *Coleoptera*)

Des Weiteren wurde von den Experten angeregt, auch Alternativ- bzw. Nebenkulturen wie zB. Soja, Öllein, Sesam, Kümmel und Mohn nicht außer acht zu lassen, zumal dort der Wissensstand bezüglich Schädlingsauftreten oft lückenhaft ist.

C-3.3.2 Erfassungsmethoden der Schädlinge

Grundsätzlich werden Methoden für das Erfassen des Auftretens (Phänologie) sowie des Populationsverlaufs (Befallsstärke) der oben genannten Schadinsekten benötigt. Für die Auswahl der Erfassungsmethoden gelten folgende Kriterien: einfache Durchführbarkeit, möglichst geringer Arbeitszeitaufwand, geringe Materialkosten bei gleichzeitig ausreichender Erfassungsgenauigkeit.

Es wird unterschieden zwischen einfachen Erfassungsmethoden, die auch (nach einer kurzen Einschulung) von Nicht-Pflanzenschutzfachleuten angewendet werden können sowie spezielleren Methoden, die voraussichtlich nur durch Fachpersonal eingesetzt werden können.

Zu ersteren gehören Sichtbeobachtungen und Zählungen an Einzelpflanzen bzw. Pflanzenteilen (zB. für Getreideblattläuse, Getreidehähnchen, Kartoffelkäferlarven und –eigelege), Gelbschalen (zB. für Rapsschädlinge, Kartoffel-Blattläuse), Pheromonfallen (zB. für Erbsenwickler, Rübenderbrüssler), Köderfallen (zB. für Drahtwürmer), Streifnetz/Kescher (zB. für Getreidewanzen) sowie Zählrahmen (zB. für Erdräupen).

Alle genannten Methoden haben methodische Vor- und Nachteile (zB. nicht flächenbeziehbare, relative Häufigkeitswerte der Fallenfangmethoden), können aber - über die Jahre und von den verschiedenen Schädlingsbeobachtern nach standardisierten Fangprotokollen eingesetzt - kongruente, über die Jahre vergleichbare und mit dem Klimaverlauf verrechenbare Daten zu Schädlingsauftreten und –häufigkeit liefern.

Die spezielleren Monitoring-Methoden werden v.a. für Überwinterungsdaten bzw. Daten bodenlebender Schädlingsstadien benötigt. Dazu gehören Bodengrabungen mit Handauslese (für überwinternde Stadien verschiedener Schädlinge) und Schlupfkästen (für flächenbezogene Daten von Schädlingen mit bodenlebenden Stadien). Zu den spezielleren Methoden zählen auch die UV-Lichtfallen für das Erfassen bestimmter Schadschmetterlinge (zB. Maiszünsler), die durch die oft zahlreichen Beifänge von Nicht-Schadschmetterlingen schwierig auszuwerten sowie aus Sicht des Naturschutzes an manchen Standorten nicht unproblematisch sind.

Im Fangprotokoll wird neben der Erfassungsmethode auch das räumliche Design bzw. die Anzahl der Beprobungspunkte festgelegt, wie zB. ein Beprobungsschema in Abb. 3 veranschaulicht.

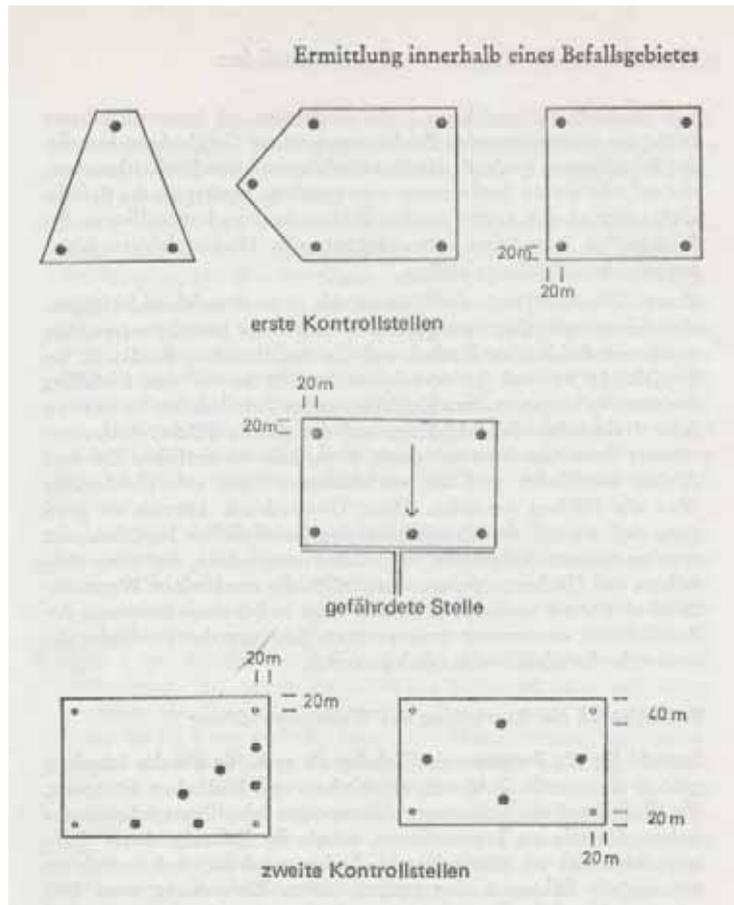


Abb. 3: Beprobungsschema nach BUHL & SCHÜTTE (1971).

C-3.3.3 Vorschlag zu Aufbau, Verortung und Netzdichte eines Beobachtungsnetzes für Schädlings- & Klimadaten

Kernstück eines klimabezogenen Langzeit-Schädlings-Monitoringsystem ist ein ausreichendes Netz an Beobachtungsstellen. Eine grundsätzliche Überlegung für den Aufbau eines solchen Netzes ist, von bestehenden Systemen und deren Betreibern auszugehen und diese soweit wie möglich in den Aufbau des Beobachtungsnetzes zu integrieren. Des weiteren sollen die Haupt-Ackerbauggebiete (siehe Abb. 4) in ihrer Vielfalt von unterschiedlichen pedologischen, geomorphologischen und klimatologischen Standortsbedingungen möglichst repräsentativ erfasst werden. Als Bezugssystem dafür wird die „Ökologische Klassifikation“ der Finanzbodenschätzung nach HARLFINGER & KNEES (1999) vorgeschlagen (Details im Abschnitt Methodik), wie am Beispiel Niederösterreichs in Abb. 5 gezeigt wird. Als direkt auf die wärmebedürftigen Insekten bezogenes Beispiel daraus sind die Wärmesummen nach HARLFINGER & KNEES (1999) in Abb. 6 dargestellt. Ein weiteres Kriterium für die Auswahl und Verortung von Beobachtungsstellen könnte die regionale Verteilung der Hauptkulturen sein (zB. Rapsflächenverteilung in Abb. 6; siehe ausführlicher weiter unten). Diese ist allerdings kurzfristig agrarpolitischen und –ökonomischen Schwankungen unterworfen (zB. Fluktuationen der österreichischen Rapsproduktion, Ausweitung des Maisanbaus im Zug der Bioenergie-Welle).

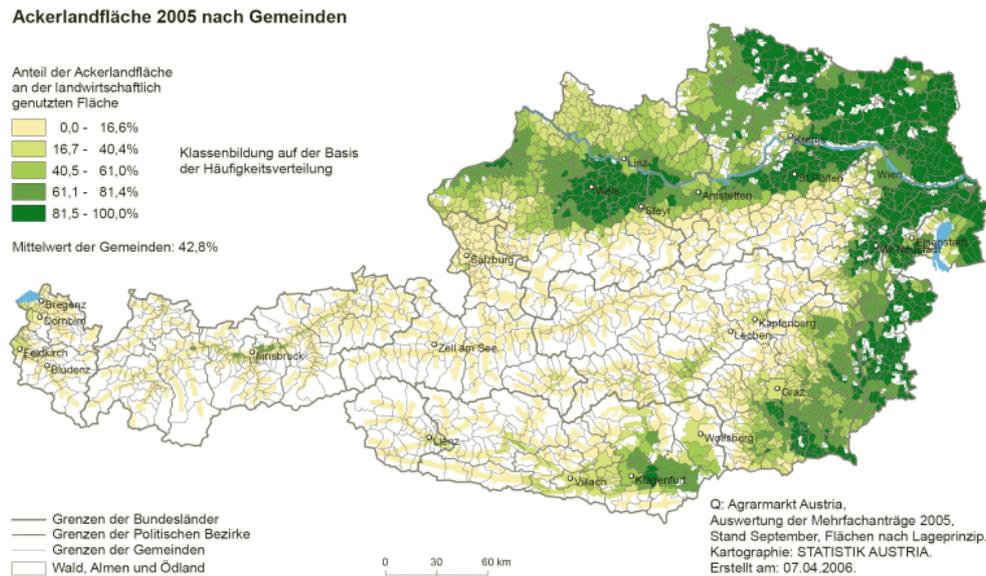


Abb. 4: Verteilung der Ackerbauggebiete in Österreich (Quelle: Statistik Austria, www.statistik.at)

Für das Netz an Beobachtungsstellen im Rahmen des Langzeit-Monitorings von Ackerbauschädlingen wird ein zweistufiger Aufbau vorgeschlagen, einerseits in Hinblick auf die Eindringtiefe der Schädlingserfassung andererseits bezüglich des organisatorischen Hintergrunds:

Als **Hauptstandorte** vorgeschlagen werden Beobachtungsstellen in bestehenden landwirtschaftlichen Fachstellen (zB. Landwirtschaftliche Fachschulen, Bezirksbauernkammern, Versuchsstandorte der AGES, Versuchsstandorte der Bio Forschung Austria, Versuchsgut der Universität für Bodenkultur) aber auch besonders versierte Ackerbaubetriebe zur großräumigen Abdeckung der verschiedenen Ökoklimatypen (siehe Abb. 5). Auf den Hauptstandorten soll das Schädlingsspektrum der ausgewählten Kulturen möglichst exakt erhoben werden. Dazu sind auch aufwendigere Erhebungsmethoden und schwierig zu erfassende Größen, wie die Überwinterungsdichte bestimmter Schädlinge vorgesehen. Hier erfolgt auch die Erfassung von dafür relevanten Daten des winterlichen Klimaverlaufs. Im Bedarfsfall werden die Hauptstandorte mit winterfesten Klimastationen ausgerüstet.

Als **Nebenstandorte** vorgeschlagen werden Ackerbaubetriebe, in denen LandwirtInnen ehrenamtlich bzw. gegen Aufwandsentschädigung nach entsprechender Einschulung die Schädlingsbeobachtungen an bestimmten Kulturen durchführen (siehe Abb. 5). Die Nebenstandorte dienen dazu, die niedrige Netzdichte der Haupt-Standorte zu ergänzen und regionale Aussagen abzusichern. Um das Monitoring auf Praxisbetrieben zu ermöglichen, müssen die Schädlingdichten mit einfachen und möglichst raschen Methoden geschätzt werden. Die ordinalen Schätzstufen sollten allerdings einen metrischen Bezug haben, um die statistische Analyse zu vereinfachen (zB. 1–5 Getreidehähnchen-Larven pro Fahnenblatt). Anhand der exakter erhobenen Daten der Haupt-Standorte kann die Plausibilität der geschätzten Schädlingdichten auf den zugehörigen Neben-Standorten geprüft werden. Es sollten dabei sowohl konventionell als auch biologisch wirtschaftende Betriebe zum Einsatz kommen. Erstere, weil sie ein fruchtfolge- und düngungsspezifisch anderes und somit für Pflanzenschutzmitteleinsatz-Empfehlungen relevanteres Schädlingaufreten aufweisen, letztere, weil sie in der Mehrzahl der zu erfassenden Schädlinge nicht auf Direktbekämpfungsmaßnahmen zurückgreifen können, somit ein „ungestörterer“ Populationsverlauf der Schädlinge beobachtet werden kann als in den konventionellen Betrieben. Die Nebenstandorte könnten evtl. mit einfachen Klimastationen ausgerüstet werden. Auszuloten wäre noch, ob Hagelschätzbetriebe, Sortenwertprüfungs- und andere landwirtschaftliche Versuchsstandorte in das Beobachtungsnetz einbezogen werden können.

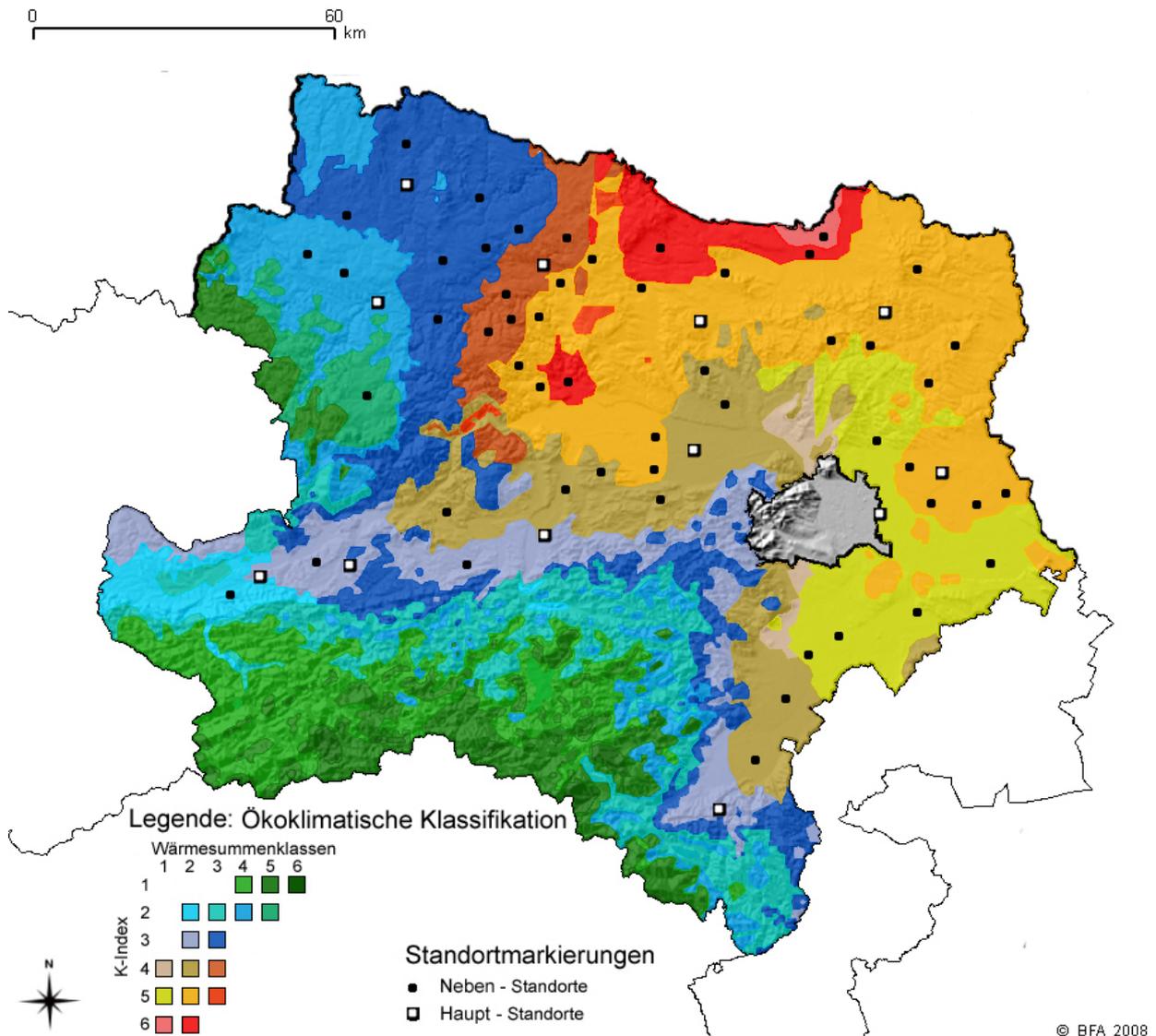


Abb. 5: Beispielhafte Verteilung der Monitoring-Standorte in NÖ: Nebenstandorte sind Praxisbetriebe, auf denen die Dichten der Hauptschädlinge an ausgewählten Kulturen mittels zeit- und kostensparender Methoden vom Betriebsleiter erhoben werden. Hauptstandorte sind landwirtschaftliche Fachstellen, an denen das Schädlingsspektrum ausgewählter Kulturen genauer, inklusive Überwinterungsdaten erfasst wird. Mit der Verortung sollen die wichtigsten Ökoklimatypen bezüglich ihres Schädlingsauftretens abgedeckt werden, wie anhand der mit der Ökoklimatischen Klassifikation nach HARLFINGER & KNEES (1999) überlagerten Reliefdarstellung von NÖ dargestellt ist. Der K-Index, ein Maß für die Trockenheit: 1 = stark humid, 2 = mäßig humid, 3 = schwach humid, 4 = semi-humid, 5 = schwach semi-arid, 6 = semi-arid; Wärmesummenklassen (°C): 1 = 3.600 – 3.970, 2 = 3.050 – 3.599, 3 = 2.600 – 3.050, 4 = 2.150 – 2.600, 5 = 1.400 – 2.150, 6 = 0 – 1.400.

Die SchädlingsbeobachterInnen im konventionellen Bereich könnten vorrangig aus dem Pool von Beobachtungsstellen zB. von WeizenExpert angeworben werden, aus dem Bio-Bereich zB. aus dem Kreis interessierter und engagierter on-farm Versuchspartner der Bio Forschung Austria. Die Ausbildung der SchädlingsbeobachterInnen sollte in dafür zu konzipierenden landwirtschaftlichen Weiterbildungs-Seminaren erfolgen, die aus dem konventionellen Bereich zB. im Rahmen der AGES bzw. aus dem biologischen Bereich im Rahmen des Betriebsleiter-Qualifizierungsprojekts der Bio Austria NÖ/Wien gemeinsam mit der Bio Forschung Austria angeboten werden könnten.

Zur Verdichtung des Beobachtungsnetzes v.a. des phänologischen Auftretens der Schädlinge könnten zusätzlich Zufallsbeobachtungen auffälliger Schädlinge (zB. Getreidehähnchen) im Rahmen des Phänologie-Web Portals der ZAMG herangezogen werden. In diesem Zu-

sammenhang auszuloten wäre noch das Potential von Naturschutzorganisationen, Alpenverein, Bird Life und ähnlich gelagerten NGOs.

Auswahl der Monitoring-Standorte nach Kulturarten

Wie weiter oben beschrieben, soll ein Pool an potentiellen Monitoring-Standorten aufgebaut werden, der die für den ostösterreichischen Ackerbau relevanten Ökologischen Regionen (HARLFINGER & KNEES 1999) abdeckt.

Da eine Monitoring-Stelle bzw. -Betrieb nicht alle relevanten Kulturen abdecken kann und sich die Kulturartenverteilung im Ackerbau laufend den marktwirtschaftlichen Bedingungen anpasst, müssten die Monitoring-Flächen jedes Jahr für jede Kultur neu auf die potentiellen Monitoring-Betriebe verteilt werden.

Bei der Verteilung der Monitoring-Flächen sollten die wichtigsten Faktoren, die das Schädlingsspektrum und die Schädlingsdichte beeinflussen, berücksichtigt werden. So müssten, um die Anpassung der Schadinsekten-Fauna an den Klimawandel beurteilen zu können, allfällige Entwicklungen im Schädlingsspektrum, die auf anderen Faktoren beruhen, herausgefiltert werden. Daher sollten die Ausprägungsstufen der wichtigsten Faktoren möglichst repräsentativ durch Monitoring-Flächen abgedeckt sein. Dabei gibt es für jede Kultur Faktoren, die für alle Flächen eines Betriebes die gleiche Ausprägung haben, und Faktoren, die die einzelnen Flächen innerhalb eines Betriebes charakterisieren (siehe Tab. 1). Die Erfassung beider Faktorengruppen sowie ihrer Wechselwirkungen ist notwendig, um das beobachtete Schädlingsauftreten und insbesondere Schädlingsausbrüche besser hinsichtlich ihrer Ursachen interpretieren zu können.

Tab. 1: Beispielhafte Zusammenstellung von Faktoren, die das Schädlingsauftreten beeinflussen können. **Betriebsspezifische-Faktoren** charakterisieren den gesamten Monitoring-Betrieb und beschreiben die Streuung der Schädlingsdichten zwischen den Betrieben. **Flächenspezifische Faktoren** charakterisieren die einzelne Monitoring-Fläche und beschreiben die Streuung der Schädlingsdichten innerhalb des Betriebs.

Betriebsspezifische Faktoren	Flächenspezifische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> . Klimaregion . Biologisch oder Konventionell wirtschaftend . Regionale Anbaudichte der jeweiligen Kultur . Regionale Landschaftsstruktur . Gebietsübliche Fruchtfolge . vorherrschende Bodentypen 	<ul style="list-style-type: none"> . Mikroklima (zB. walddah und walddah) . Vorfrucht . Landschaftsstruktur auf Betriebsebene . Fruchtfolge . Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz . Bodenart und -typ . Kulturpflanzensorte . Anbauermin

Am vereinfachten Beispiel Raps kann die Vorgangsweise bei der Verteilung der Monitoring-Flächen für eine bestimmte Kultur veranschaulicht werden (Abb. 6). Als bestimmenden Faktoren wurden die Jahreswärmesumme (°C) nach HARLFINGER & KNEES (1999) und die Rapsanbaudichte gewählt.

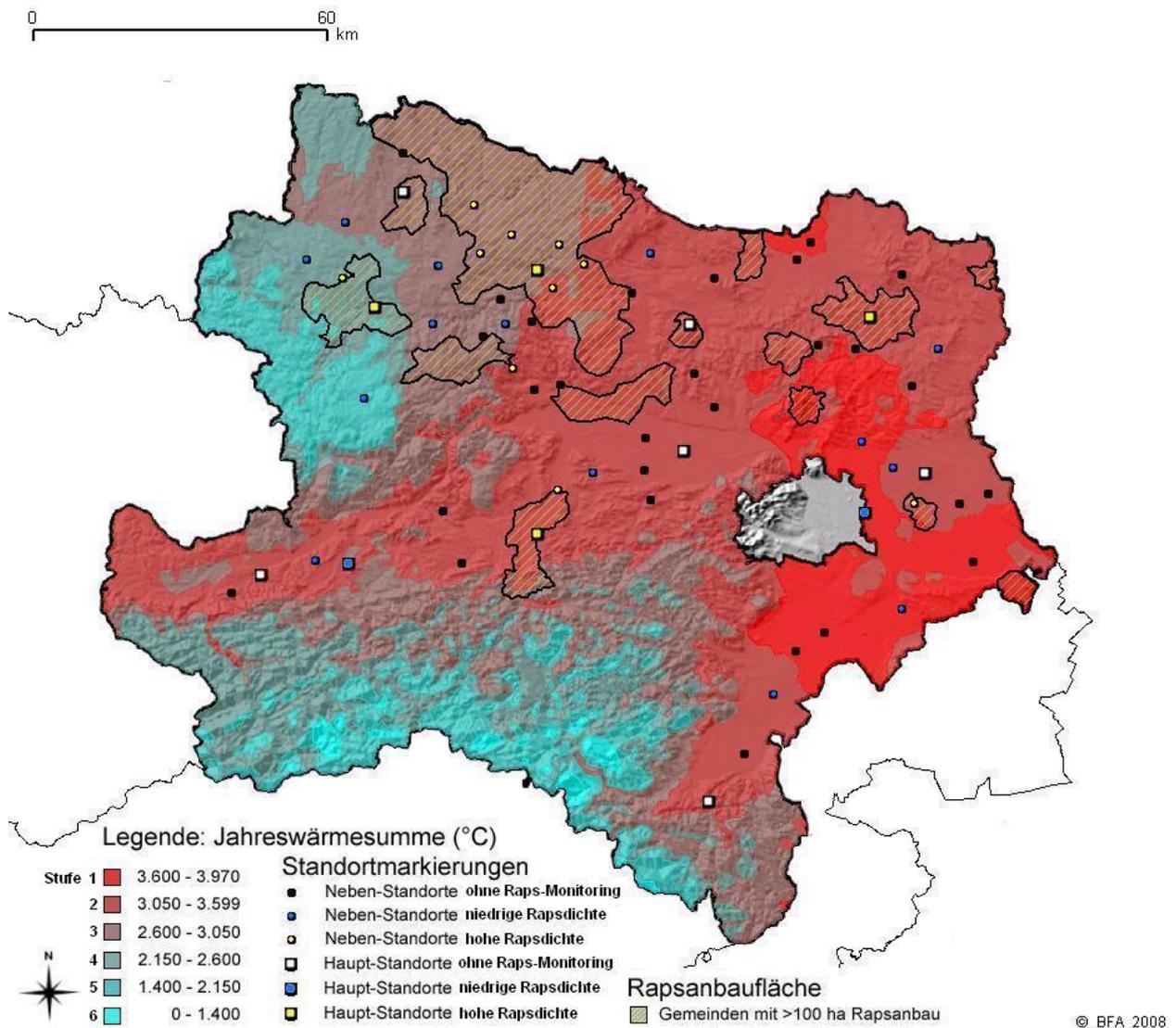


Abb. 6 Beispielhafte Verteilung der Monitoring-Flächen für die Kultur Raps auf die zu Verfügung stehenden Monitoring-Stellen in NÖ: Mit der Verteilung sollen die Stufen der Faktoren Temperatur und Rapsanbaudichte repräsentativ abgedeckt werden. Als Hintergrund dient eine mit den Jahreswärmesummenklassen nach HARLFINGER & KNEES (1999) überlagerte Reliefdarstellung von NÖ. Darübergelegt ist die Verteilung des Rapsanbaus in NÖ im Jahr 2005. Die gestreifte Fläche umfasst Gemeinden mit mehr als 100 ha Raps (Quelle: Statistik Austria, www.statistik.at).

Würden die Raps-Monitoring-Flächen wie in Abb. 6 dargestellt auf den Pool der Beobachtungs-Stellen verteilt, so wären, wie aus Tab. 2 ersichtlich, alle Stufenkombinationen der gewählten Faktoren mit einer Mindestzahl an Monitoring-Stellen besetzt. Durch die richtige Auswahl an Raps-Monitoring-stellen könnten die Schädlingsdichten in wärmeren bzw. trockeneren Gebieten mit denen in Gebieten mit hoher bzw. mit geringer Rapsanbaudichte verglichen werden. Somit wäre der Einfluss der Anbaudichte auf die Schädlingsdichte abschätzbar und der Einfluss des Klimas könnte schärfer erfasst werden.

Die tatsächliche Klimaausprägung in den unterschiedlichen Regionen müsste jedes Jahr mittels Klimamesswerten (zB. INCA-Daten der ZAMG) charakterisiert werden.

Zusätzlich könnte die Landschaftsstruktur (als flächenspezifischer Faktor, siehe Tab. 1), wie zB. die Nähe zu Waldrändern als Überwinterungsorte des Rapsglanzkäfers, bedeutsam für das Schädlingsauftreten im Raps sein. Um den Einfluss dieses flächenspezifischen Faktors abschätzen zu können, müssten pro Betrieb zwei oder mehr Raps-Flächen vorhanden sein, die die Faktorstufen (waldnah – waldf fern) abdecken. Zur Beschreibung der mikroklimati-

schen Ausprägungen dieses Faktors könnten Datalogger-Messungen herangezogen werden.

Tab. 2: Zuordnung der Beobachtungs-Betriebe mit Flächen zum Raps-Monitoring auf die Stufen der Faktoren Jahreswärmesumme (°C) nach HARLFINGER & KNEES (1999) und Rapsanbaudichte (Quelle: www.statistik.at). Durch eine Kombination der zwei niedrigeren Wärmesummenklassen könnte die Betriebszahl in diesem Temperatur-Bereich weiter erhöht werden. Für jede Faktorenstufen-Kombination ist die Anzahl der **Hauptstandorte**_Nebenstandorte eingetragen.

Rapsanbaudichte	Jahreswärmesumme (°C)		
	0 – 2.600	2.600 – 3.050	3.050 – 3.970
> 100 ha / Gemeinde	1_1	1_4	2_4
< 100 ha / Gemeinde	0_2	0_4	2_8

Literaturverzeichnis

- BUHL, C. & SCHÜTTE, F. 1971. Prognose wichtiger Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft. - Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- GRÜNBACHER, E., KROMP, B., FORMAYER, H. & HANN, P. 2006: Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs. - Endbericht zum Projekt StartClim2005.C3-a.
- GRÜNBACHER, E. M., KROMP, B. 2006: Untersuchungen zum Auftreten der Getreidewanzen (Heteroptera: Scutelleridae, Pentatomidae) im biologischen Landbau Ostösterreichs. – Beiträge zur Entomofaunistik 7: 185-187.
- GRÜNBACHER, E. M., 2005: Untersuchungen zum Auftreten der Getreidewanzen im biologischen Landbau Ostösterreichs. – Diplomarbeit an der Universität Wien.
- HARLFINGER, O. & KNEES, G. 1999. Handbuch der Österreichischen Bodenschätzung, Klimatographie, Teil 1; Klimareferat der österreichischen Bodenschätzung, Wien 1999, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- HRADETZKY, R. & KROMP, B. 1997: Spatial Distribution of Flying Insects in an Organic Rye Field and an Adjacent Hedge and Forest Edge. – Biological Agriculture and Horticulture 15: 353–357.
- JÖRG, E., PREISS, U., KLAPAL, H., SCHMIEDL, J. & THENMAYER, F. 2005: SIMLEP – ein Prognosemodell zur optimierten Bekämpfung des Kartoffelkäfers. – Zusammenfassung der Präsentationen der 46. Österreichischen Pflanzenschutztag 30.11. und 1.12.2005 in der Stadthalle Wels.
- KROMP, B., PFLÜGL, Ch., HRADETZKY, R. & IDINGER, J. 1995.: Estimating beneficial arthropod densities using emergence traps, pitfall traps and the flooding method in organic fields (Vienna, Austria). – Acta Jutlandica 70: 87-100.
- MEINERT, G. & MITTNACHT, A. 1992: Integrierter Pflanzenschutz, Unkräuter, Krankheiten und Schädlinge im Ackerbau. – Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- MÜHLE, E., WETZEL, T., FRAUENSTEIN, K. & FUCHS, E. 1983: Praktikum zur Biologie und Diagnostik der Krankheitserreger und Schädlinge unserer Kulturpflanzen. – 3. Aufl., Verlag S. Hirzel, Leipzig.
- OHNESORGE, B. 1991: Tiere als Pflanzenschädlinge. – 2. Aufl., Verlag Thieme, Stuttgart, New York.
- SUNDERLAND, K.D., DE SNOO, G.R., DINTER, A., HANCE, T., HELENIUS, J., JEPSON, P., KROMP, B., LYS, J.-A., SAMU, F., SOTHERTON, N.W., TOFT, S. & ULBER, B. 1995: Density estimation for invertebrate predators in agroecosystems. – Acta Jutlandica 70: 133-162.