

11. Juli 1991

P R O J E K T B E R I C H T

des Projekts Nr. AM / 32

(Laufzeit 1988 - 1990)

551.586:632.4:632.7:633.8/9:551.584.4

Entwicklung von Prognosemodellen von Schaderregern in Raps

im Fachgebiet
Meteorologie und integrierter Pflanzenschutz

Berichtersteller: H. Friesland

9/13/20

Braunschweig 1991

Landwirtschaftl. Meteorologie

ENTWICKLUNG VON PROGNOSEMODELLEN VON SCHADERREGERN IN RAPS

Inhalt:	Seite
1. Einleitung	1
2. Ziele und Methoden	2
3. Messungen, Bonituren und Ergebnisse	4
4. Mikroklima im Waldboden und Winterraps	7
5. Schaderregermodelle	9
6. Nicht modellierte Schaderreger	12
7. Zusammenfassung	13
Literatur	14
Anhang	
Tabellen und Abbildungen	

1. Einleitung

Während der Laufzeit des Projektes hat sich die Rapsanbaufläche in der alten Bundesrepublik auf über 550.000 ha (1990) vergrößert. Damit ist der Rübenanbau von der Fläche her gesehen eingeholt worden, und Raps liegt hinter Getreide und Mais bereits an dritter Stelle. Auch die dadurch meist engere Fruchtfolge begünstigt die Intensität und die Häufigkeit des Auftretens von Schaderregern. In den Aussagen des Pflanzenschutzdienstes und in der einschlägigen Literatur wird spürbar, daß Prognosemodelle für Rapsschaderreger weiterhin erwünscht und erforderlich sind. Damit treffen die im vorliegenden Bericht vorgestellten agrarmeteorologischen Untersuchungen und Vorhersageverfahren auf Resonanz und sollen einen Beitrag des Deutschen Wetterdienstes zum integrierten Pflanzenschutz leisten.

2. Ziele und Methoden

Im Projektantrag von 1987 wurden Vorhersageverfahren für Rapsschaderreger angestrebt, die erstens ökonomisch und je nach Spritzmitteleinsatz ökologisch relevant sind und die zweitens auch eine deutliche, und damit modellierbare, agrarmeteorologische Abhängigkeit zeigen. Dazu war eine Literaturrecherche notwendig, die zusammen mit Erfahrungsberichten aus dem Pflanzenschutzdienst eine Einsicht in die wichtigsten Pilzkrankheiten und Schädlinge in Winterraps lieferte. Sie sind in der Mehrzahl bereits im Projektantrag genannt worden. Der zweite Teil der Literaturrecherche bestand in dem Herausarbeiten agrarmeteorologischer Einflüsse auf die Entwicklungszyklen von Schädlingen, in diesem Fall von Insekten, und von Pilzkrankheiten. Diese meist in den Jahreszyklus eingebundenen Entwicklungen werden in der Praxis bei starkem Auftreten im allgemeinen durch Spritzungen bekämpft - das stellt in etwa auch den Zeitraum für eine Modellierung dar, um für die zukünftigen Behandlungsoptionen in der Landwirtschaft Entscheidungshilfen zu geben. Da das quantitative Auftreten von Insekten durch die tägliche Bonitur von Gelbschalen relativ besser als das von Pilzkrankheiten zu erfassen ist, wurde von ersteren der Gefleckte Kohltriebrüßler in Angriff genommen. Es kommt dazu, daß auch in der einschlägigen Literatur und bei Phytopathologen, mit denen Zusammenarbeit bestand (BBA, Pflanzenschutzämter, Universitätsinstitute), Bonituren von Schadinsekten in größerer Zahl als von Pilzkrankheiten vorliegen. Bei letzteren sind außerdem die nicht leicht zu objektivierenden Bonituren zu berücksichtigen.

Die Ertragsverluste treten beim Gefl. Kohltriebrüßler nicht durch die Fraßtätigkeit im Frühjahr, sondern durch die sich im Stengel und Blattstielen aus den dort abgelegten Eiern entwickelnden Larven. Diese unterbrechen den Saftstrom in der Pflanze und destabilisieren die Statik zusätzlich zum mechanischen Schaden auch durch Fäulnisbildung durch die Ausscheidungen. Die etwas später im Frühjahr erscheinenden Kohlschotenrüßler legen nach einem zweiwöchigen Reifungsfraß ihre Eier in den jungen Rapsschoten ab. Neben Körnerverlust tritt als Folgeschädling oft die Kohlschotenmücke auf, die die Bohrlöcher für ihre Eiablage benutzt. Schließlich stellt der

Rapsglanzkäfer mit viel deutlicher sichtbarem Befall als die versteckt lebenden Rübler, ein Insekt dar, das erst bei großer Zahlen zum Schädling wird. Nach dem meist verzetteltem Zuflug aus dem Winterquartier werden durch Fraß die Knospenanlagen zerstört, so daß die Blüte unvollständig entwickelt wird und die Schotenerträge sinken (HOFFMANN & SCHMUTTERER, 1983). Die Ertragsdepressionen können Werte um 30 % erreichen, schwanken aber durch die schwierige Ermittlung aufgrund von Mischbefall mit anderen Schadorganismen und durch die unterschiedliche Widerstandskraft des Rapses, je nach Bestandesführung.

Die Pilzkrankheit Weißstengeligkeit infiziert bei kühl-feuchter Witterung zur Zeit der abgehenden Blüte den Raps. Nach Befall durch diesen gefürchteten Pilz ist keine kurative Bekämpfung möglich (AHLERS, 1986). Das Pilzgeflecht schnürt die Nährstoffversorgung der befallenen Triebe ab, die vorzeitig absterben und auch die Schoten vorzeitig aufplatzen lassen, so daß Ausfälle von 30% des Ertrags auch hier möglich sind.

Es mußte untersucht werden, inwieweit das Mikroklima in Winterrips, aber auch an den Überwinterungsorten der diversen Käfer zu modellieren ist. Um Art und Stärke der Abweichungen der Verhältnisse zum Makroklima (Hüttenniveau) zu ermitteln, waren agrarmeteorologische Messungen vor Ort notwendig. Dazu wurde auf den Versuchsfeldern der ZAMF jährlich Winterrips in die Fruchtfolge eingebaut. Außerdem wurden Fänge der Insekten mittels Gelbschalen vorgenommen.

Mikro- und makrometeorologische Parameter konnten dann jeweils untereinander und mit dem Schaderregerauftreten in Beziehung gesetzt werden. Das geschah mittels empirischer Gleichungen, aber auch auf statistischen Lösungswegen. Für das Auftreten der Käfer in Winterrips stellte sich eine Modellierung der Erstflugtermine und der täglichen Flugintensität, also etwa der Insektenphänologie als günstig dar.

Ein ähnlicher Ansatz ergab sich bei der Pilzkrankheit Weißstengeligkeit (Sclerotinia), wo das erste Erscheinen der Apothezien (Becherfruchtkörper) auf dem Erdboden und der nachfolgende Sporenflug in Zusammenhang mit der Rapsphänologie wesentlich sind.

Die entstehenden Modelle wurden an historischen Bonituren entwickelt und gleich im aktuellen Jahr auf Übereinstimmung der Modellaussage mit der Beobachtung getestet und danach wenn nötig angepaßt. Dieses Verfahren wurde nach 1989 auch auf den Rapsglanzkäfer und den Kohlschotenrüßler ausgedehnt, deren Phänologie auf gleiche Weise wie beim Gefleckten Kohltriebrüßler modellierbar war und daher viel weniger zeitlichen Vorlauf benötigte.

3. Messungen, Bonituren und Ergebnisse

Von 1988 bis 1990 wurden die Bestandmessungen von Trocken- und Feuchttemperatur in Raps vom Frühjahr bis in den Sommer zur Hauptentwicklungszeit des Rapses und zum relevanten Zeitraum für die Schaderreger vorgenommen. Die Messungen der Bodentemperatur in 2cm Tiefe setzten meist schon im Winter ein (Überwinterungstiefe für Sklerotien (Dauerfruchtkörper), aus denen die Becherfruchtkörper der Weißstengeligkeit wachsen). Die Psychrometerhöhe bewegte sich etwa 15 cm unterhalb der Bestandshöhe mit dem wachsenden Raps; es ist das Niveau, wo sich die überwiegende Zahl der Käfer aufhält und auch die Sporen der Weißstengeligkeit keimen. In 1989 wurde im Stengelbereich ein zusätzliches Psychrometer zur Bestimmung des unteren, feuchteren Milieus installiert. Der Meßtakt war durchgehend 15-minütig; die Meßausfälle beliefen sich 1988 auf einige Tage, waren 1989 und 1990 aber geringer, so daß eine recht gute Datenbasis zur Verfügung steht. Insbesondere 1990 wurden zusätzlich die Bodenfeuchte, der Blattflächenindex und die Oberflächentemperaturen des Rapses (an einzelnen Tagen mittels Infrarotthermometer) bestimmt. Für 1990 zeigt Abb.1 den Bodenfeuchteverlauf in mm Wassersäule mit einem starken Abfall im Mai, der den hohen Wasserverbrauch trotz eines LAI von nur 2.7 am 17.5.90 charakterisiert. Dazu ist anzumerken, daß auch durch die Oberfläche der Stengel und Blattstiele Transpiration stattfindet, so daß sich der wirksame "Blatt"flächenindex noch um mindestens 1.0 , je nach Entwicklungsstand, erhöht.

Ausgangs des Winters wurden in jedem Jahr Meßfühler in etwa 3 cm Bodentiefe unter Laub im Gebüsch installiert, da dieser Ort und auch Waldränder die Überwinterungsorte für die drei oben genannten Käfer-

arten darstellen. Im Frühjahr 1988 wurde eine Meßfahrt zum NO und SW-Waldrand des Elm unternommen, um unter gleichen mittäglichen Temperatur- und Strahlungsbedingungen zeitlich hochauflösend (10 Sek.) die Temperaturen über Laub zu vergleichen. Dabei stellten sich bei den flachen Hangneigungen und bei noch unbelaubtem Wald keine wesentlichen Unterschiede im Temperaturmilieu des sonnigen und absonnigen Teils des Waldes heraus, so daß sich die Bedingungen für die Beendigung der Winterruhe der betrachteten Käfer auch nicht wesentlich unterscheiden werden. Die Tabellen 1 bis 3 im Anhang zeigen die täglichen Minimum- und Maximumtemperaturen des Waldbodens zusammen mit den Klimadaten des angegebenen Zeitraums.

In etwas unterschiedlicher Anzahl wurden in Winterraps (meist 2 Schalen) und im Bereich des Gebüsches und/oder des Waldrandes Gelbschalen mit prillentspanntem Wasser aufgestellt. Diese wurden während der flugaktiven Zeit der Rapsschädlinge meist vom März (1990 ab Februar!) täglich morgens bis in den Juni hinein ausgewertet. Die wichtigsten Zeiträume des Auftretens liegen mit den Braunschweiger Meßwerten vom Klimafeld zusammengefaßt in den Tabellen 4 bis 6 für die drei Projektjahre vor.

Die Tabellen zeigen für die täglichen Fangzahlen der Käfer deutliche Unterschiede, die auf die Tageswitterung zurückzuführen sind. Der starke Temperatureinfluß, insbesondere des Tagesmaximums, wird in den genannten Tabellen in jedem Jahr und bei jedem der drei Käferarten deutlich. Auch die abnehmende Aktivität in Form von sinkenden Fangzahlen bei höherer Windstärke, hier ausgedrückt durch den Tagesmittelwind in m/s, wird gut sichtbar. Der in der Arbeit über den Gefleckten Kohltriebrüßler von BROSCHEWITZ (1985) gemachten Äußerung über die Unabhängigkeit von der Strahlung muß widersprochen werden. Zwar ist die Lufttemperatur schon Resultierende der Strahlung, doch bei Betrachtung von Tagen mit niedrigeren Temperaturen und hoher oder geringer Sonnenscheinstundenzahl wird der fördernde Strahlungseinfluß deutlich. Damit reagieren die Käfer als wechselwarme Tiere bei Strahlungsgewinn auf ihre dann beträchtlich höhere Körpertemperatur.

Grenzbedingungen sind schwer herauszuarbeiten. Bezüglich der Temperatur liegt die Aktivitätsschwelle beim Kohltriebrüßler (KTR) zwi-

schen 10 und 13 Grad C, beim Rapsglanzkäfer (RGK) etwa 1 K niedriger und beim Kohlschotenrüßler (KSR) zwischen 12 und 15 Grad. Trotzdem gibt es aus den Gelbschalen Einzelfänge, die z.B. beim KTR am 14.4.88 bei 5.4 m/s Mittelwind, 9.6 C Tagesmaximum und 9.3 Stunden Sonne auftraten. Aber auch nach dem Flugbeginn existieren günstige Tage wie am 20.3.90, an dem trotz 3.5 m/s Mittelwind, 15.4 C Maximum und 4.8 h Sonne kein KTR-Fang zu verzeichnen war. Ähnliche Beobachtungen unter- und oberhalb der allgemein feststellbaren Grenzbedingungen treten auch bei den übrigen erfaßten Rapsschaderregern auf. Bezüglich der Sonnenscheindauer kommt eine deutliche Reaktion im Flugverhalten erst etwa oberhalb von 3 Stunden Dauer zum Ausdruck. Natürlich spielt es eigentlich eine Rolle, wann in Bezug zur Temperaturkurve die Sonne schien, doch wurde eine stündliche Erfassung der Schalenfänge nur zweimal vorgenommen (siehe Tab. 7). Oberhalb von 10 Stunden Einstrahlung wird keine fördernde Wirkung mehr sichtbar. Auch der Windeinfluß wirkt momentan und kann über einen Tageswert nur eine gröbere Charakterisierung geben. Die Fangergebnisse zeigen, daß eine Flughemmung für den KTR und RGK ab etwa 4 m/s auftritt, während beim KSR diese Schwelle mit ca. 3 m/s niedriger liegt.

Das absolute Populationsniveau, das sich durch Zuflug in den Raps im Laufe des Frühjahrs aufbaut, ist durch Gelbschalenfänge nicht objektiv zu erfassen. Ein Vergleich der Spitzenfänge der einzelnen Käferarten in den drei Jahren zeigen Unterschiede, doch sind sie eben auch durch die jeweilige meteorologische Parameterkombination hervorgerufen. Da die mesoskaligen Gegebenheiten wie Wald- und Gebüsnähe und Windrichtung für den jeweiligen Rapsschlag das dortige Absolutauftreten mitbestimmen, sollte dieses nicht in die Analyse bezüglich der Modellbildung einbezogen werden.

In den Tab. 4 bis 6 sind die Summen der Gelbschalenfangzahlen dargestellt, so daß die tägliche Variabilität der einzelnen Gelbschalen nicht mehr sichtbar ist. Auch an Tagen mit höherer Flugaktivität betragen die Differenzen durchaus bis zu 300 Prozent.

Im September 1990 wurde mit denselben Gelbschalen auch die tägliche Neubesiedlung des Winterrapses durch Rapserdflöhe festgestellt; ohnehin war auch vorher deren Flugaktivität mitbonitiert worden. Deren

Eiablage und der später folgende Larvenfraß gefährdet im September/-Oktober den gerade aufgelaufenen Winterraps am stärksten.

Die tägliche Bonitur der Gelbschalen ergab für den Bereich der ZAMF den genauen Erstflugtag, wogegen bei Fangergebnissen von Pflanzenschutzämtern und Universitätsinstituten nur ein 3- bis 7-tägiger Leerungszyklus vorlag. Die beiden frühen Jahre 1989 und 1990 kommen in Tab 4 bis 6 deutlich zum Ausdruck. Im relativ "normalen" Jahr 1988 liegen die Ersterscheinensdaten aller Käfer nahe beieinander, was auch für späte Jahre im allgemeinen gilt. Sonst wird hier wie auch aus anderen vorliegenden Bonituren aus Mitteleuropa ersichtlich, daß RGK und KTR mit eng beieinanderliegenden Erstflügen ähnlich auf die Erwärmung des Wald-/Gebüschbodens reagieren, während der KSR eine längere Reaktionszeit oder höhere Ansprechschwelle über die Bodentemperatur hat. Die Überwinterungstiefen sollen bei allen drei angesprochenen Arten etwa gleich sein (GÜNTHART, 1949).

Aufgrund des bisher geringen Anbaus von Raps im Bereich der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und des sie umgebenden Waldes, traten Pilzkrankheiten in den drei Projektjahren nur in sehr geringem Maß auf, d.h. die Lage der ZAMF-Felder war in dieser Hinsicht zu "gesund". Der Befall lag kurz vor der Ernte bei höchstens 2 % befallenen Pflanzen und umfaßte die Krankheiten Botrytis-Stengelfäule, Rapsschwärze (*Alternaria*), Weißstengeligkeit (*Sklerotinia*) und die Wurzelhals- und Stengelfäule (*Phoma*).

Trotzdem konnte mittels einer Sporenfalle im April 1990 der erste Flug von *Sklerotinia*-Sporen ermittelt werden.

4. Mikroklima im Waldboden und Winterraps

Für die Modellierung der im nachfolgenden Kapitel beschriebenen Flugaktivität der Schädlinge war eine Betrachtung des Mikroklimas im Raps nicht nötig, wohl aber eine zumindest empirische Beziehung für das Temperaturverhalten im Boden unter Buschwerk oder am Waldrand. Die Charakterisierung der täglichen Energiezufuhr in den Boden kann über das Tagesmittel oder Maximum der Waldbodentemperatur (im folgenden TWALD genannt) erfolgen. Das Maximum wurde gewählt, da dadurch die tägliche, wirksame Wärmezufuhr in das Überwinterungsniveau der Käfer besser abgeschätzt werden kann. Da das spätere Vorhersage-

verfahren keine gemessenen TWALD zur Verfügung hat, wurden sie empirisch mit dem Tagesmaximum der Hüttentemperatur unter Einbeziehung der Sonnenscheindauer und des Jahrestages parametrisiert. Die Dämpfung der täglichen Temperaturamplitude durch die Laubstreuenschicht wurde gut erfaßt. Im Anhang befindet sich in Tabelle 8 ein Ergebnisausdruck des Rapsschädlingmodells mit TWALD und TLAUB. Letzteres ist eine weitere, aus dem Hüttenmaximum abgeleitete Hilfsgröße, die die Tageshöchsttemperatur auf der Laubschicht unter Einbeziehung der Strahlung charakterisiert. Sie wird im nächsten Abschnitt für die Flugaktivität der Käfer benötigt.

Die Modellierung des Mikroklimas im Raps zielte einerseits auf die Bodentemperaturen in 2 cm Tiefe zur Beurteilung des Einflusses auf die Dauerfruchtkörper (Sklerotien) für die Weißstengeligkeit andererseits auf die Temperatur und Luftfeuchte im oberen Bestandsrand. Es wurde versucht, mit jeweils einfachen linearen Regressionsbeziehungen zu den 2 m-Basiswerten (auch im 15 min-Takt) auszukommen. Das gelang für alle drei Jahre für alle genannten Bestandsparameter in ausreichender Qualität. In den Abbildungen 2 - 4 sind alle 15 min-Werte der Meßzeiträume einbezogen.

Der sichtbar enge Zusammenhang zwischen TT (= 2 m) und TTRA (Raps-temperatur) schlägt sich in einem Bestimmtheitsmaß von 0.94 nieder. Bei partieller Korrelationsrechnung nach der Forward-Methode steigt er durch die dann als nächsten Faktor einbezogene Globalstrahlung fast nicht mehr an.

Der Zusammenhang zwischen RF (2 m) und RFRA im Raps stellt sich bei einfacher Korrelation mit einem Bestimmtheitsmaß von fast 0.80 nicht mehr so eng dar. Doch dürfte diese Beziehung unter Berücksichtigung des Meßgenauigkeiten bei der Feuchtemessung ausreichend sein. Der nächste Faktor bei der Forward-Methode ist die 2 m-Temperatur und hebt das B nur noch um 0.01 an.

Ein ähnliches Bestimmtheitsmaß von 0.81 ergibt sich bei der Regression von TB (Erdboden Raps) mit TT (2 m Luft) und auch mit TTRA. Die partielle Regression bezieht im nächsten Schritt RF (2 m) ein und gewinnt im B nur noch 0.02 hinzu. Hier ist kritisch anzumerken, daß eigentlich auch der wachsende und damit abschattende Rapsbestand in die Rechnungen einbezogen werden muß. Alle weiteren Parameter wie Windgeschwindigkeit, Niederschlagsmenge oder Globalstrahlung (soweit

nicht angesprochen) tragen so gut wie nicht mehr zum Bestimmtheitsmaß für die behandelten Bestandsparameter bei. So steht bis auf weiteres für Pilzkrankheiten im oberen Pflanzenniveau ein einfaches, aber hinreichend genaues statistisch begründetes Instrumentarium zur Verfügung.

5. Schaderregermodelle

Durch Analyse der Bodentemperaturen mit den Erstflugdaten wurde unter Berücksichtigung der Literatur (z.B. MASURAT, 1968 und RIEDEL, 1989) jeweils die Basistemperatur für eine zu entwickelnde Temperatursummenfunktion empirisch ermittelt und später an anderen Bonituren kalibriert bzw. verifiziert. Damit wurde das erste Teilziel, quasi eine Phänologieprognose für das Ersterscheinen aus dem Boden erreicht. Es ergaben sich die Ansprechschwellen für den KTR zu 7 C, RGK zu 6.5 C und 8.5 C TWALD mit einem logistischen Kurvenverlauf für die Temperatursummenfunktion, so daß z.B. bei 20 C der maximale Temperatursummenbeitrag bereits erreicht ist, d.h. eine höhere TWALD keinen zusätzlichen Effekt mehr erbringt. Der Start des Modells wurde auf den 1. Februar festgelegt, weil selbst im extrem milden Januar 1990 einige auftretende TWALD über den Schwellenwerten zu vernachlässigen waren. Es schien biologisch sinnvoll, den Temperatureinfluß auf die überwinternden Käfer für Februar und März artenabhängig geringer zu wichten, d.h. 15 C für TWALD werden im April als stärkeres Signal als im Februar empfunden. Schließlich wurde noch ein "biologisches Vergessen" der bisher zugeführten Energie, ausgedrückt durch die aufgelaufene Temperatursummenfunktion, durch Frostperioden (Minima unter -4C) eingebaut. Diese abbauende Wirkung wird nicht bei isolierenden Schneedecken in Rechnung gestellt. So kommt es u.U. zum biologisch sinnvollen Abbau eines summierten Temperatursignals aus dem Spätwinter.

Die Modellaussage "Ende der Winterruhe", d.h. Hochkrabbeln der Käfer auf die Laubschicht wurde empirisch anhand der zur Verfügung stehenden Bonituren festgelegt auf: 4.0 K für den RGK und KTR sowie 1.7 K für den KSR. Dieses Datum stellt nicht notwendigerweise den ersten Flug dieser Insekten dar, weil zusätzlich andere meteorologische Faktoren hinzukommen. Sehr oft sind jedoch die Witterungsbedingungen

dieses Tages auch für das Abheben der Käfer, also für den sog. Befallsflug, geeignet.

Die tägliche Flugintensität als zweite modellierte phänologische Aussage wird durch die Gleichung (hier für den KTR)

$$FI = a1*(SO-4) + a2 *(TLAUB-11) + a3*(2-WI**1.35)$$

als relativer Wert zwischen 0.0 und 1.0 (ohne Zulassung von negativen Werten) definiert. Dabei bedeuten SO tägliche Sonnenscheindauer, TLAUB Tagesmaximum der Lufttemperatur auf dem Laub, WI Tagesmittel der Windgeschwindigkeit in m/s und a1 bis a3 Wichtungsfaktoren.

Liegt z.B. TLAUB unter 11 C, können nur noch die anderen meteorologischen Parameter durch entsprechend "gute" Werte eine Flugintensität erzeugen. Die Grenztemperaturen für TLAUB sind für den RGK auf 10.5 C und den KSR auf 13 C bestimmt. Kleinere Korrekturen greifen bei den einzelnen Gleichungen für FI noch ein, wenn die morgendlichen Temperaturminima unter 5 C liegen oder Niederschlag auftritt. Hintergrund ist, daß die Tiere nach einem Kälteschock vormittags viel länger brauchen, auf ansteigende Temperaturen zu reagieren. Ein Vergleich der berechneten Flugintensitäten FI von 0.0 bis 1.0 mit den Gelbschalenfangergebnissen ist streng genommen nicht möglich, doch sollten die jeweiligen relativen Änderungen bzw. Spitzen und Depressionen in den Kurvenverläufen übereinanderliegen. Daß dem so ist, wird aus den Abbildungen 5 bis 9 für die Jahre 1989 und 1990 für die drei Käferarten (Standort Braunschweig) deutlich; Gelbschalenfänge und simulierte Flugintensitäten sind dort auf Tagesbasis vergleichbar. Auch die recht gute Qualität zwischen simuliertem Erstflug und Erstfang in den Schalen wird ersichtlich. Diese Qualitätskontrolle fällt für andere Bonituren (mehrtägiges Leerungsintervall der Gelbschalen) schwerer, doch erscheinen auch dabei (Tabelle 9) recht gute Modellaussagen. Einzelne Abweichungen im Raum München bis zu zwei Wochen bezüglich des Erstflugs haben bisher keine Erklärung gefunden und müssen wie bei allen Schaderregerprognoseverfahren in der Restunsicherheit der Modelle verbleiben.

Tabelle 8 zeigt als Beispiel einen Modellausdruck, in dem außer den genannten Aussagen auch eine empirisch ermittelte "Halbwertszeit" des Zuflugs für den KTR und dessen Zuflugende auftaucht. die Idee war, dem Anwender einen Hinweis auf den "Entleerungszustand" des Überwinterungsquartiers Waldrand zugeben. Dieses ermöglichten die

Gelbschalenfänge im Waldrand, die ein Abbild der dort abfliegenden Käferpopulation lieferten. Die Halbwertszeit des Zuflugs könnte sich bei Bewährung als Hilfsmittel für den Praktiker für seine Bekämpfungsentscheidung herausstellen, indem er annehmen kann, daß die Hälfte der Käferpopulation in seinem Rapsbestand ist. Eine eventuelle Spritzung sollte ja zielgerecht treffen, d.h. nicht zu spät, aber auch nicht bevor die Hauptwelle der einzelnen Käfer zufliegt. Die Kriterien für die Aussage "Halbwertswert" oder "Ende des Befallsflug" wurden empirisch aus den aufsummierten Flugintensitäten des Modells bestimmt. Für den RGK und den KSR reichte die Datenbasis für gleiche Aussagen nicht aus.

Ab 1991 läuft diese Rapschädlingsprognose unter AMBER an den AMBF's für die praktische Beratung. Für den KTR wurde sie in einer vorläufigen Version 1989 von FRIESLAND (1990) veröffentlicht. Eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung dieses Beratungsverfahrens stellt die Eingabe prognostizierter täglicher Datensätze für die Temperaturextrema (Hütte), Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit und Niederschlagsmenge dar.

Die Modellierung der Pilzkrankheit Weißstengeligkeit (Sklerotinia), die nach KRÜGER (1975) und NORDIN (1988) sehr witterungsabhängig ist, erforderte zunächst die vorher beschriebenen Modellaussagen über das Mikroklima, aber auch einen Algorithmus zur temperaturgesteuerten Abbildung der Rapsphänologie vom Ende des Knospenstadiums bis zum Ende der Blüte. Die höchste Gefährdung durch Sporen der Sklerotinia ist zwischen Vollblüte und abgehender Blüte gegeben, weil die auf den Blättern und in den Blattachsen liegenden alten Blütenblätter bei entsprechender Benetzung die Keimungsbedingungen erst günstig gestalten. Nach AHLERS (1986) besteht vor und nach den angesprochenen phänologischen Phasen keine Infektionsgefahr. Dieses Phänologiemodell ist noch nicht hinreichend verifiziert.

Wesentlicher Vorlauf in der jetzigen Version des Sklerotinia-Modells ist aber eine empirische Bestimmung des Apothezienaufwuchses aus dem Erdboden. Deren Ersterscheinen im April/Mai kann mit einer Bodentemperatursummenfunktion (bisher stündlich!) abgeschätzt werden. Ähnlich wie bei den Insekten, muß auch hier bei einem Kälteeinbruch

eine aufgelaufene Summe wieder in geeigneter Weise reduziert werden.

Nach Entwicklung der Apothezien (Becherfruchtkörper) auf dem Erdboden kann ohne große Zeitverzögerung mit dem Sporulieren (Sporenausstoß) gerechnet werden. Dazu verarbeitet das vorläufige Modell stündliche Bodentemperaturen (2cm), Bodenzustand (über den Niederschlag), relative Feuchte im Bestand (möglichst um 90 %). Hier wird sich die Modellaussage auf relative Werte zwischen Sporulation oder nicht möglich beschränken; absolute Zahlen für den Sporenflug können nicht simuliert werden.

Der nächste Schritt im Pilzzyklus, die Infektion, kann auch nur über meteorologisch abhängige Wahrscheinlichkeiten (abgesehen von den genannten phänologischen Beschränkungen) berechnet werden. Für die Vorgänge Keimung und Pilzgeflechtwachstum sind die Kardinaltemperaturen 5 C und 30 C maßgebend, wobei das Optimum bei 15 C liegt. Die Feuchte soll 83% nicht unterschreiten, und 36 Stunden Andauer der günstigen Bedingungen müssen eintreten (AHLERS, 1986). Ein Vergleich der der Modellergebnisse mit eingehenden stündlichen SYNOP-Daten und stündlichen Mikroklimadaten aus 1990 soll mit einer verbesserten Modellversion später erfolgen.

6. Nicht modellierte Schaderreger

Im Projektzeitraum kamen durch Teilnahme des Berichterstatters an den Tagungen der Projektgruppe Raps im Arbeitskreis Integrierter Pflanzenschutz der "Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft" weitere wichtige Pflanzenkrankheiten zur Sprache. Die schon im Projektantrag angesprochene Wurzelhals- und Stengelfäule (Phoma) weist zwar agrarmeteorologische Abhängigkeiten auf, doch sind die Phytopathologen noch zu keiner Bekämpfungsstrategie aufgrund fehlender schlüssiger Befalls-/Verlust-Relationen gekommen. Wenn der Bekämpfungszeitpunkt unklar ist, kann die AM auch kaum Modellhilfen entwickeln. Zudem fehlt bei der sich langsam in der kalten Jahreshälfte entwickelnden Phoma die oft schnelle Reaktion auf meteorologische Parameter wie sie z.B. bei Mehltau oder Gelbrost vorhanden ist. Damit würde auch der Nutzen einer 6-tägigen agrarmeteorologischen Mittelfristprognose schwinden.

Die in den letzten Jahren wichtig gewordene Cylindrosporiose in Winterraps wird bezüglich ihrer möglichen Modellierung in einem gesonderten Artikel im Anhang abgehandelt.

Aus zeitlichen Gründen war es im Projektzeitraum nicht mehr möglich, auch die die Praktiker sehr interessierende Witterungsabhängigkeit des Auftretens der Rapserrdföhe zu modellieren. Bonituren liegen aber vor und können zusätzlich beschafft werden.

7. Zusammenfassung

Während des Projektzeitraums entstanden Phänologieprognosemodelle für den Gefleckten Kohltriebrübler, Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrübler, die aufgrund eingegebener meteorologischer Klimawerte eine Aussage über Befallsflugbeginn, tägliche Flugintensitäten und beim Kohltriebrübler über das Ende des Zuflugs in den Raps geben. Die gute Übereinstimmung der Modellergebnisse mit den natürlichen Gegebenheiten lassen schon für 1991 einen praktischen Einsatz über das Beratungspaket AMBER zu. Die Eingabe auch prognostizierter meteorologischer Werte steigert den praktischen Aussagewert. Für die Bestimmung des Rapsmikroklima stellten sich bis auf weiteres Regressionsgleichungen aus dem Klimafeld für Bodentemperatur, Bestandstemperatur und Bestandsfeuchte als ausreichend heraus. Für ein noch nicht praxisreifes Modell der Pilzkrankheit Weißstengeligkeit (Sklerotinia) entstand ein temperaturgetriebenes Phänologiemodell für den Blühzeitraum sowie Programmteile für Fruchtkörperwachstum (im Boden), Sporenausstoß (aus diesen Fruchtkörpern) und Infektion des Pilzes auf der Rapspflanze. Die Berechnung geschieht durch Bildung stündlicher empirischer Temperatursummenffunktionen, bzw. von Indizes oder Wahrscheinlichkeiten. Weitere Pilzkrankheiten boten sich aus agrarmeteorologischen Gründen noch nicht für die Entwicklung eines Vorhersageverfahrens an.

Literatur (siehe auch im Anhang nach dem Kap. Cylindrosporiose)

- AHLERS, D.: Untersuchungen über den Erreger der Weißstengeligkeit *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary an Winterraps. Sortenresistenz - Epidemiologie - Krankheitssverlauf - Prognose. Dissertation, Bonn 1986.
- BROSCHWITZ, B.: Untersuchungen zur Biologie und Schadwirkung des Gefleckten Kohltriebrüblers (*Ceutorhynchus quadridens* (Panzer) am Winterraps (*Brassica napus* L.var.oleifera (Metzg.)). Dissertation, Rostock 1985.
- FRIESLAND, H.: Ein meteorologisch begründetes Prognoseverfahren für den Kohltriebrübler in Winterraps. Bayer. Landwirtsch. Jahrbuch, 67., 1990, (im Druck).
- GÜNTHART, E.: Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceutorhynchus quadridens* Panz. und *Ceuthorrhynchus napi* Gyll. mit Beobachtungen an weiteren Kohl- und Rapschädlingen.- Mitteilungen d. Schweiz. Entomolog. Gesellsch., 22., 1949, S. 441- 591
- HOFFMANN, G.M. und H. SCHMUTTERER: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Ulmer, 1983.
- KRÜGER, W.: Über die Wirkung der Witterung auf den Befall des Rapses durch *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) da Bary. Nachrichtenbl. Deut. Pfl.schtd., 27., 1975, S. 1-6
- MASURAT, G.: Vergleichende Untersuchungen über Beziehungen zwischen dem jährlichen Erstauftreten von Schadinsekten und Faktoren der Umwelt. Archiv f. Pfl.schutz, 4., 1968, S. 3-29
- NORDIN, K.: *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary - a literature review with emphasis on epidemiology and development of forecasting methods for sclerotinia stem rot. Växtsskyddsrapporter Jordbruk, 50., 1988, S. 1-77
- RIEDEL, V.: Neue Untersuchungen zur Bekämpfungsentscheidung für den Kohlschotenrüßler (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) an Winterraps (*Brassica napus* L.var.oleifera). Nachr.-blatt f.d. PS DDR, 43., 1989, S. 230ff.

Die Rapskrankheit Cylindrosporiose und deren Agrarmeteorologie

Seit einigen Jahren spielt auch in Norddeutschland die sog. Weißfleckenkrankheit durch den Erreger Pyrenopeziza brassicae (Perfektstadium), im Konidienstadium (Nebenfruchtform) Cylindrosporium concentricum, eine Rolle im Rapsanbau. In Schleswig-Holstein und Westfalen (bis 10% Befall) trat die Pilzkrankheit 1985 erstmals nennenswert in Erscheinung (AHLERS & HORNIG, 1986), nachdem sie im englischen Rapsanbau seit 1975 Ertragsausfälle hervorruft (RAWLINSON et al., 1978).

Die Krankheitsübertragung geschieht noch im Spätsommer durch Konidiosporen von Pflanzenresten auf jungen Winterraps, z.T. sogar über das Saatgut. Die Sporenverbreitung vom Erdboden und von Blättern ist durch Regenspritzer nachgewiesen (PAUL, 1988a). Versuche von FATEMI et al. (1983) mit 5mm-Tropfen zeigten ein seitliches Verspritzen der Sporen bis zu 80 cm weit. Die Keimung und Infektion benötigen Nässe und Wechseltemperaturen zwischen 5 und 15 Grad C, hohe relative Feuchten in Blattnähe reichen nicht aus (RAWLINSON et al., 1978). Cylindrosporium c. parasitiert durch seine Pilzfäden (Hyphen) zwischen Kutikula und Epidermis der Blätter; für diese Penetration sind mit der Keimung in Extremfällen bei obigen Witterungsbedingungen nur 5 Tage notwendig. PENAUD et al. (1984) betonen aber, daß das Durchdringen der Kutikula mehrere Tage bei hoher relativer Feuchte dauert. Unter natürlichen Bedingungen benötigt der Pilzzyklus bis zur Bildung neuer Konidiosporen aus speziellen Lagern (Azervuli) auf der Blattoberfläche bei Wechseltemperaturen zwischen 5 und 14 Grad C 30 Tage (RAWLINSON et al., 1978). Unter mitteleuropäischen Winterbedingungen ist verständlich, daß die Inkubationszeit bis zu den sichtbaren Symptomen, weißliche, runde Blattflecken, Wochen und Monate vergehen können. Der Pilz überdauert unter Schneedecken gut.

Die weitere Frühjahrsentwicklung beschleunigt sich bei passenden Witterungsbedingungen; Bonituren geben aber schon im Winter ein schwer abzuschätzendes Bild, da stark infizierte Blätter absterben können und außerdem im Bestand oft sehr uneinheitlicher Befall vorliegt. Im weiteren Verlauf werden Blattstengel, Haupt- und Seitentriebe in Form von weißlichen bis braunen Rindenquerrissen sichtbar. Schließlich können bei günstigen Befallsbedingungen auch die Blütenstände und später die

Schoten verpilzen und verbräunen, was zu Notreife und vorzeitigem Körnerausfall führt (PAUL, 1988a). Ein weiterer, aber seltenerer Infektionsweg verläuft nach McCARTNEY et al. (1990) über das Perfekt- oder sexuelle Stadium des Pilzes durch die Bildung von Ascocarpium (Fruchtkörpern) auf infizierten abgefallenen Blättern und Ausstoß von Ascosporen. Nach CHEAH et al. (1982) sind die Ascosporenfänge eng mit Niederschlägen korreliert und traten in der Klimakammer mehr unter hellen als unter dunklen Bedingungen auf, während die Untersuchungen von McCARTNEY et al. (1990) den Wind als wirksamsten Verbreitungsfaktor nach dem auslösenden Regen erkannten. Sie stellten die höchste Sporenkonzentration erst einige Stunden nach Niederschlagsbeginn fest, Sporenflug sogar auch noch an einigen regenfreien Tagen danach. Trockene Frühjahre und Sommer stoppen die Krankheitsentwicklung, jedoch bleiben Konidiosporen trotz dieser Bedingungen bis zu 10 Monate keimungsfähig.

Die möglichen Ertragsausfälle werden mit bis zu 20% bei anfälligen Sorten angegeben (RAWLINSON, 1979), wobei eine Quantifizierung wegen der langen Befallsdauer und Mischbefall mit anderen Pilzkrankheiten sehr problematisch ist. Durch die "englischen Winter" der letzten Jahren in Mitteleuropa gab es an Winterraps ab 1988 einen starken, bis 1990 aber abnehmenden Frühjahrsbefall im norddeutschen Raum (PAUL 1988b; HORNIG 1989 u. 1990). Eine grobe Beschreibung günstiger Witterungsbedingungen für Cylindrosporium c. wäre demnach ein milder, feuchter Spätherbst und Winter sowie ein kühler, feuchter Frühling und Frühsommer. Die biologischen und ackerbaulichen Ursachen für die Befallszunahme der Krankheit liegen nach PAUL (1990) in der Ausdehnung des Rapsanbaues des letzten Jahrzehnts und in dem Zulassen engerer Infektionsketten durch engere Fruchtfolge, aber auch durch spätsommerliche Überbrückung auf Ausfallraps.

Wegen der langsamen Entwicklung des Pilzes und auch wegen der möglichen Symptomverwechslung bei Bonituren fielen Bekämpfungsterminierungen in Großbritannien schwer, ebenso in der Bundesrepublik, wo zudem noch kein Fungizid zugelassen ist (PAUL, 1988b), so daß nur auf Seiteneffekte anderer Mittel (z.B. gegen Phoma-Wurzelhalsfäule) gehofft werden kann oder nichtanfällige Rapsorten empfohlen werden.

Trotz des in der Landwirtschaft und im Pflanzenschutzdienst bestehenden Notwendigkeit bzw. Wunsches nach einer irgendwie gearteten agrarmeteorologischen Prognose der Krankheitsentwicklung (persönl. Mitteilg. Frau Dr. Ahlers, PSA Hannover) kann diese nicht oder noch nicht entwickelt werden. Die geschilderten meteorologischen Abhängigkeiten reichen zwar zu einer Modellierung des Pilzzyklus aus, doch fehlen vor allem genügend Bonituren in zeitlicher und räumlicher Dichte.

Nach einem Aufruf des Verfassers auf der letzten Tagung (1990) des Arbeitskreises "Integrierter Pflanzenschutz - Projektgruppe Raps" gingen aus o.g. Gründen nur wenige Daten ein. Somit wird eine Verifizierung von Modellansätzen schwerfallen. Der zweite kritische Punkt für ein Beratungsverfahren seitens der AM liegt in der langsamen Pilzentwicklung und -ausbreitung. Eine Simulation des Krankheitsverlaufs bis zum aktuellen Zeitpunkt bringt kaum nennenswerten Gewinn gegenüber einer qualitativen Abschätzung des Befallsdrucks (schwach, mäßig, stark) aus der Charakteristik der abgelaufenen Winterwitterung. Der Vorteil einer Mittelfristprognose des Deutschen Wetterdienstes dürfte sich im Anwendungsfall Cylindrosporiose bei langsamer Krankheitsentwicklung und 6 Tagen Vorhersage leider nur wenig für ein Beratungsverfahren eignen, denn AM-Prognosen sind i.A. bei rascheren biologischen Entwicklungen sinnvoll. Der dritte Grund, ein Prognosemodell zurückzustellen, liegt in der noch ungeklärten Mittelanwendung und fehlendem Bekämpfungstermin sowie -schwelle.

Daß eine Modellbildung wohl möglich ist, zeigt eine in einem Datalogger integrierte Software für die Cylindrosporiose der Firma ELE Products Division, die anscheinend nichtverifiziert englische Verhältnisse auf Deutschland überträgt. Da das "Prognose"-Modell (es kann nur diagnostizieren!) kommerziell genutzt wird, ist das Quellprogramm nicht erhältlich. Über den Einsatz oder den Erfolg dieser Cylindrosporiose-Software in der praktischen Landwirtschaft liegen keine Angaben vor.

Literatur:

- AHLERS, D., HORNIG, H.: Rapskrankheiten in Schleswig-Holstein und Westfalen. Raps, 4., 1986, S. 76-79
- CHEAH, L.-H., HARTILL, W.W.T., CORBIN, J.B.: Ascospore release in *Pyrenopeziza brassicae*. Transact. Brit. Mycol. Soc., 79., 1982, S. 536-539
- FATEMI, F., FITT, B.D.L: Dispersal of *Pseudocercospora herpotrichoides* and *Pyrenopeziza brassicae* spores in splash droplets. Plant Pathology, 32., 1983, S. 401-404
- HORNIG, H.: Rückblick auf die Pilzkrankheiten des Rapses im Anbaujahr 1988/89. Feststellungen in Schleswig-Holstein. Raps, 7., 1989, S. 186-187
- HORNIG, H.: Krankheiten und Schädlinge im Rapsanbau 89/90 aus norddeutscher Sicht. Raps, 8., 1990, S. 202-206
- MCCARTNEY, H.A., LACEY, M.E.: The production and release of ascospores of *Pyrenopeziza brassicae* on oilseed rape. Plant Pathology, 39., 1990, S. 17-32

- PAUL, V.H.: Krankheiten und Schädlinge des Rapses. Verlag Th.Mann, Gelsenkirchen-Buer 1988 (S.45ff.)
a)
- PAUL, V.H.: Erstmals starkes Auftreten der *Cylindrosporiose* an Winterraps 1988 in der Bundesrepublik Deutschland.
b) Raps, 6., 1988, S. 124-127
- PAUL, V.H., BURHENNE, S., GÜNZELMANN, A., MASUCH, G.: Zur Bedeutung von *Pyrenopeziza brassicae* für das Auftreten der *Cylindrosporiose* im Winterraps in Deutschland. Raps, 8., 1990, S. 172-173
- PENAUD, A., REGNAULT, Y.: Une nouvelle maladie du colza due à *Cylindrosporium concentricum*. Revue bibliographique. Phytoma, no.354, 1984, S.31-32
- RAWLINSON, C.J., SUTTON, B.C., MUTHYALU, G.: Taxonomy and biology of *Pyrenopeziza brassicae* sp.nov. (*Cylindrosporium concentricum*), a pathogen of winter oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*). Transact.Brit.Mycol.Soc., 71., 1978, S. 425-439
- RAWLINSON, C.J.: Light leaf spot of oilseed rape: an appraisal with comments on strategies for control. Proceed. 1979 Brit.Crop Protect.Conf., Pests and Diseases, 1979, S. 137-143

Dez. 1990
H. Friesland
ZAMF Braunschweig

Tabelle 1

Bodentemperaturen 3 cm Tiefe

JT	WALDRAND 1988						MESS-ST. 1 2					
							MIN	MAX	MIN	MAX	°C	
73	4.2	-0.9	0.7	75.0	4.1	2.0	4.0	-0.4	3.2	-1.4	3.0	
79	8.0	-3.5	2.9	71.0	4.8	1.3	4.0	-2.1	6.0	-2.5	3.0	
80	10.4	2.9	3.6	87.0	0.2	3.6	4.0	2.2	8.5	1.2	7.5	
81	9.0	4.5	6.4	93.0	0.0	11.8	4.0	2.9	7.9	2.0	7.2	
82	5.4	2.1	3.1	97.0	0.0	16.2	4.0	2.1	4.0	1.5	3.0	
83	9.5	2.8	6.2	90.0	0.0	1.7	4.0	3.0	8.8	2.0	7.7	
84	10.0	5.0	6.6	75.0	1.3	5.7	4.0	3.3	11.0	2.5	3.2	
85	7.8	3.7	5.2	87.0	1.5	6.7	4.0	2.6	7.1	1.5	6.1	
86	3.6	8.5	3.5	5.1	34.0	4.4	1.8	4.0	3.1	11.5	2.1	7.5
87	8.0	2.8	4.9	81.0	1.1	5.0	4.0	1.8	8.1	0.6	6.9	
88	6.7	2.8	4.1	84.0	0.9	1.7	4.0	2.3	5.1	1.0	4.4	
89	9.7	3.3	7.0	82.0	1.7	3.2	4.0	1.8	11.0	1.0	9.0	
90	12.1	5.9	9.4	66.0	0.3	0.0	4.0	3.9	8.4	3.2	7.8	
91	10.7	4.7	8.3	79.0	1.2	3.8	4.0	3.1	9.7	2.5	8.9	
92	8.2	4.0	5.3	87.0	0.0	3.2	4.0	3.9	7.0	3.1	5.9	
93	10.8	1.9	6.7	73.0	7.1	0.0	2.8	1.2	13.9	0.5	8.3	
94	10.0	2.5	4.9	88.0	9.3	0.0	2.7	1.7	11.4	0.4	8.6	
95	8.7	3.7	6.6	82.0	2.4	0.0	2.4	3.0	9.3	2.2	6.4	
96	9.0	3.5	5.8	81.0	4.8	0.0	4.0	1.9	11.4	1.2	7.7	
97	11.8	2.8	7.3	84.0	5.2	0.0	4.0	2.0	10.1	1.7	8.2	
98	17.3	3.9	11.6	71.0	8.8	0.0	3.6	2.5	14.0	2.1	13.2	
99	12.2	3.3	6.1	83.0	0.2	1.7	4.0	2.0	10.2	1.7	9.9	
100	4.7	0.4	1.7	73.0	1.2	0.3	3.8	-0.2	5.1	-1.6	3.9	
101	8.5	-1.3	5.5	62.0	10.0	0.0	5.4	-1.1	10.1	-2.3	7.0	
102	11.7	6.3	7.7	68.0	0.1	0.0	4.9	4.1	13.5	3.0	11.6	
103	14.4	0.9	8.6	68.0	9.7	0.0	2.0	1.6	22.3	0.2	16.2	
104	9.6	3.9	5.2	58.0	9.3	0.0	5.4	2.8	11.8	1.8	10.0	
105	11.5	-1.7	6.0	49.0	11.3	0.0	1.7	-0.5	20.9	-2.4	15.7	
106	16.6	2.5	10.0	37.0	10.5	0.0	3.4	1.1	17.1	-0.9	15.2	
107	20.7	5.5	14.6	41.0	11.4	0.0	3.8	3.0	24.1	1.9	19.2	
108	16.2	9.8	13.0	72.0	0.0	1.3	2.7	6.5	15.3	5.3	15.1	
109	19.7	9.5	15.0	74.0	5.0	0.0	1.5	8.1	17.3	7.4	17.0	
110	23.9	11.8	18.2	57.0	11.2	0.0	2.5	7.1	27.5	6.9	24.3	
111	22.2	11.5	13.4	76.0	7.1	0.0	4.4	8.4	30.5	8.5	26.0	
112	17.0	7.7	12.8	65.0	8.3	0.0	4.4	6.8	23.3	6.1	20.9	
113	12.0	4.2	6.0	58.0	9.2	0.0	5.3	4.4	14.9	3.9	11.9	
114	7.0	-1.5	1.2	61.0	7.0	0.0	4.5	-0.3	7.0	-1.0	6.1	
115	8.8	-4.6	3.5	52.0	12.4	0.0	1.4	-1.6	15.9	-3.1	14.1	
116	9.3	-2.2	3.6	68.0	8.3	0.2	2.2	-0.4	18.2	-1.7	14.9	
117	10.4	-2.9	5.4	54.0	9.6	0.0	1.8	-0.3	19.4	-1.8	14.5	
118	14.0	-1.0	8.5	45.0	12.9	0.2	4.2	0.2	18.3	-0.9	14.2	
119	13.7	3.9	7.8	68.0	0.0	3.6	4.5	3.2	11.0	2.5	11.2	
120	16.8	4.3	11.0	64.0	9.9	3.0	1.4	3.4	18.6	3.0	15.7	
121	20.0	6.9	15.1	66.0	5.3	0.1	1.7	6.2	15.0	5.7	14.3	
122	22.4	7.8	16.3	61.0	9.1	0.2	1.4	7.2	20.7	6.7	19.2	
123	18.3	11.2	13.8	69.0	2.2	0.8	2.6	9.6	15.5	9.5	15.6	
124	18.6	9.3	14.2	66.0	5.1	0.0	3.3	8.8	15.0	8.0	16.0	
125	18.1	9.8	13.4	62.0	6.4	0.0	3.4	8.9	14.7	7.3	16.9	
126	19.4	7.1	12.8	65.0	12.5	0.0	3.9	7.6	18.4	6.8	17.3	
127	14.9	7.2	10.0	75.0	5.6	0.0	2.4	8.6	12.2	7.9	13.2	
128	18.8	4.3	13.5	62.0	11.5	0.0	4.2	6.0	19.9	4.9	15.5	

Bodentemperaturen 3 cm Tiefe

Tabelle 2

WALDRAND 1984

MESS-ST. 1

2

JT

MIN MAX MIN MAX °C

65	17.0	4.7	10.9	76.0	9.9	0.0	3.5	5.1	8.3	4.4	9.5	°C
66	17.7	6.3	10.4	72.0	8.6	0.0	2.3	5.5	9.1	5.0	9.7	
67	10.7	5.8	7.2	87.0	0.0	1.4	3.8	6.1	8.8	5.6	8.8	
68	10.5	2.6	6.9	74.0	6.0	0.9	3.7	4.9	7.4	4.7	7.6	
69	14.3	6.4	8.9	71.0	7.8	0.0	2.6	6.2	8.2	5.9	8.3	
70	13.5	6.7	8.2	85.0	0.4	0.9	3.3	5.6	8.7	5.3	8.3	
71	11.3	2.3	7.4	75.0	7.0	0.1	2.5	4.8	7.9	4.4	8.5	
72	12.6	5.0	7.6	76.0	1.4	0.7	5.9	6.6	8.5	6.5	8.9	
73	9.0	4.5	6.4	68.0	2.4	0.0	5.7	5.1	6.5	4.3	6.9	
74	9.0	4.9	6.8	77.0	0.5	2.8	6.3	5.4	6.9	4.7	7.0	
75	6.8	2.8	5.0	91.0	0.2	5.7	3.0	4.8	6.3	4.0	7.2	
76	8.8	2.1	3.4	94.0	0.0	3.0	3.3	4.0	6.5	3.2	6.6	
77	7.5	-0.9	2.9	72.0	8.0	0.0	2.1	3.3	5.6	2.4	7.0	
78	10.8	-0.6	8.0	54.0	0.0	0.0	3.2	2.9	6.6	1.9	7.5	
79	13.7	2.6	8.1	67.0	9.5	0.4	2.9	4.1	8.9	3.1	10.0	
80	9.3	1.8	4.0	82.0	2.1	1.8	4.6	5.7	7.1	5.5	7.8	
81	12.7	2.1	9.8	77.0	0.1	0.4	5.6	3.9	7.3	3.1	8.5	
82	10.8	2.3	4.0	73.0	7.6	1.1	6.4	4.2	5.2	3.8	6.3	
83	7.2	3.1	6.1	80.0	0.0	11.2	7.3	2.5	5.7	3.6	5.9	
84	9.8	4.9	6.4	61.0	5.1	0.0	7.0	4.3	5.6	3.9	6.1	
85	12.2	1.6	7.0	65.0	6.4	0.0	2.6	3.4	7.8	2.6	8.2	
86	19.8	2.6	13.0	54.0	9.8	0.0	4.2	3.8	9.0	2.6	12.5	
87	23.3	7.0	15.1	57.0	7.4	0.0	3.3	6.0	11.5	5.1	13.7	
88	15.7	7.1	8.7	60.0	9.0	0.0	2.5	7.6	9.3	7.4	12.2	
89	15.8	4.6	10.6	79.0	3.8	0.0	3.2	6.0	10.5	5.3	11.7	
90	17.9	5.6	11.0	75.0	8.3	0.2	2.6	6.5	10.9	6.0	12.6	
91	10.2	2.6	4.4	77.0	0.0	0.0	4.4	7.8	8.3	7.5	8.5	
92	4.9	-2.9	4.9	66.0	7.5	0.0	4.1	3.5	6.3	2.3	9.0	
93	6.1	-2.6	1.8	59.0	8.4	0.0	5.6	2.6	5.1	2.1	6.6	
94	6.1	0.2	3.4	61.0	0.0	0.0	8.3	2.5	4.3	2.5	5.0	
95	3.9	2.1	3.0	88.0	0.0	1.8	6.3	2.5	4.0	3.3	4.5	
96	11.5	3.2	7.4	68.0	3.9	0.0	4.0	3.8	8.3	4.1	8.4	
97	12.8	6.0	9.1	63.0	2.2	0.0	3.5	4.5	8.8	4.3	8.9	
98	14.1	4.0	8.7	76.0	8.3	0.3	3.0	4.2	9.8	3.6	10.6	
99	13.3	3.5	9.2	63.0	9.2	0.0	3.0	4.8	9.4	4.7	11.0	
100	13.2	7.1	10.6	70.0	0.0	0.0	4.2	5.1	9.4	4.9	9.8	
101	19.8	8.5	15.6	56.0	10.3	0.0	4.3	6.9	11.9	6.4	13.0	
102	19.8	11.5	14.9	67.0	3.2	1.8	3.3	9.0	13.1	8.4	13.5	
103	17.3	9.7	12.7	86.0	3.8	0.0	1.8	9.5	12.5	8.8	13.2	
104	20.5	5.8	13.3	70.0	1.7	9.2	3.6	8.1	13.2	7.6	13.8	
105	11.8	7.7	8.4	91.0	0.0	1.0	4.0	8.8	9.0	8.7	9.4	
106	10.0	6.9	7.9	91.0	0.0	2.0	2.4	8.1	9.6	8.1	10.3	
107	10.0	3.3	5.0	72.0	7.4	0.0	4.9	5.1	8.0	4.9	9.0	
108	8.5	-1.3	5.1	76.0	5.2	4.0	1.7	4.0	8.7	3.9	10.5	
109	7.2	3.9	4.8	93.0	0.4	5.1	3.3	6.1	8.4	6.3	9.2	
110	9.8	3.7	6.5	79.0	4.5	4.0	2.7	6.0	8.9	6.0	10.2	
111	15.1	5.2	10.8	71.0	3.9	0.0	2.4	6.6	11.0	6.7	12.2	
112	12.0	5.3	7.2	71.0	4.9	0.0	4.1	6.5	8.9	6.5	10.0	
113	6.9	3.9	5.2	87.0	0.6	2.8	2.5	6.4	7.6	6.5	8.5	
114	15.3	5.5	10.0	83.0	5.4	0.0	2.1	6.6	10.7	6.8	12.3	
115	19.0	9.4	13.2	70.0	5.3	0.3	3.0	7.8	11.9	7.4	13.1	
116	11.6	3.4	5.4	95.0	0.0	6.0	4.1	6.0	9.9	6.5	9.5	
117	8.6	2.5	5.0	78.0	0.9	0.1	3.2	5.5	7.9	6.0	9.3	
118	8.0	2.9	5.2	75.0	0.7	0.0	3.3	5.1	7.1	5.7	8.2	
119	11.4	0.6	6.3	71.0	7.6	0.0	2.9	4.5	8.4	4.8	10.5	
120	12.7	2.7	7.6	68.0	7.7	0.0	2.2	6.0	9.1	6.0	11.0	

Bodentemperaturen 3 cm Tiefe

Tabelle 3

JT	WALDRAND 1990						HESS-ST. 1		2		°C
							MIN	MAX	MIN	MAX	
53	14.0	4.0	7.2	67.0	9.6	0.0	2.4	4.2	7.5	4.9	7.6
54	16.7	0.9	3.9	73.0	8.8	0.0	2.1	2.9	8.0	3.9	7.7
55	16.7	4.6	12.5	72.0	5.5	0.0	3.9	4.2	9.1	4.7	8.5
56	14.7	9.7	10.3	68.0	3.7	4.8	4.4	7.5	9.1	4.7	8.5
57	12.6	5.2	6.9	73.0	1.8	6.2	9.1	7.1	9.0	7.2	8.5
58	6.0	0.0	3.1	85.0	1.9	7.4	8.6	3.5	4.6	4.4	5.6
59	7.6	1.8	3.4	79.0	2.1	0.3	7.5	3.6	4.7	4.2	5.2
60	5.4	1.5	2.2	85.0	3.5	2.6	7.7	3.0	3.9	3.9	4.7
61	3.2	0.4	0.8	80.0	5.2	0.4	5.9	1.4	3.0	2.6	3.8
62	7.6	-0.2	5.3	77.0	2.9	0.0	5.4	1.0	4.8	2.2	4.9
63	6.5	4.4	5.6	82.0	0.0	0.0	6.9	3.6	4.6	3.8	4.7
64	7.7	6.0	7.1	79.0	0.0	0.4	8.0	5.0	5.9	5.0	5.8
65	8.8	5.9	7.8	84.0	0.0	2.0	8.7	5.5	6.5	5.5	6.2
66	11.0	7.3	9.8	84.0	0.0	0.4	5.7	6.7	8.4	6.5	7.8
67	11.0	4.8	7.1	79.0	0.3	0.0	3.5	6.7	8.1	6.3	7.9
68	9.7	2.0	5.9	76.0	2.1	3.0	7.2	5.1	6.5	5.4	6.5
69	10.9	3.8	8.0	85.0	0.0	5.4	5.7	3.9	7.7	4.6	7.4
70	16.5	10.2	13.0	66.0	7.3	0.0	7.2	7.7	9.9	7.4	9.5
71	12.8	5.9	7.4	71.0	8.3	0.0	5.8	6.8	7.3	6.8	8.2
72	9.7	1.7	6.0	75.0	3.9	0.0	2.9	3.6	7.5	4.9	7.7
73	12.4	2.6	7.8	75.0	4.0	0.3	3.2	3.7	8.3	4.9	8.0
74	14.7	2.3	8.2	74.0	8.5	0.0	2.4	3.5	8.7	4.6	8.5
75	17.2	3.7	10.0	68.0	9.8	0.0	2.4	3.5	9.4	4.6	9.3
76	19.7	2.7	11.2	59.0	10.5	0.0	2.2	3.6	9.8	4.8	10.0
77	21.1	2.5	12.7	52.0	10.1	0.0	1.5	3.8	10.2	3.9	10.5
78	20.4	9.8	15.2	52.0	8.0	0.5	4.0	5.7	11.5	6.1	10.5
79	15.4	8.5	10.8	74.0	4.8	0.2	3.5	8.7	9.7	8.5	10.1
80	14.8	8.5	13.0	75.0	0.0	0.0	4.0	7.1	10.3	7.6	10.1
81	13.8	8.4	10.3	71.0	0.0	0.1	4.5	9.5	10.0	9.2	9.6
82	11.4	4.1	8.5	63.0	4.2	0.0	5.1	5.7	7.6	6.9	9.3
83	10.4	6.9	9.1	68.0	0.2	1.9	6.4	6.2	8.6	7.2	8.6
84	9.7	3.3	4.3	79.0	4.1	0.5	5.5	4.9	6.9	6.2	7.5
85	10.4	3.3	6.0	80.0	4.6	1.9	3.7	4.7	8.2	5.8	9.0
86	3.1	3.6	4.9	79.0	3.9	0.0	4.1	4.9	7.4	6.1	8.0
87	9.7	-0.2	6.6	72.0	3.4	0.0	4.3	3.1	7.1	4.9	7.5
88	12.9	3.7	7.1	77.0	4.0	0.0	2.8	5.1	8.6	6.1	9.2
89	11.5	2.0	7.0	78.0	8.8	0.0	2.9	4.6	8.5	5.7	9.0
90	15.3	4.4	8.1	88.0	5.4	0.0	1.7	5.4	9.0	6.3	9.9
91	20.6	1.8	11.2	71.0	10.2	0.0	1.6	4.5	10.4	5.7	11.2
92	21.1	7.7	14.6	53.0	10.0	0.0	3.6	6.4	11.8	7.2	12.2
93	14.0	5.1	7.6	69.0	0.9	3.3	4.4	8.3	10.2	8.6	9.0
94	8.7	1.2	3.4	73.0	5.0	0.5	4.7	4.9	6.5	6.5	8.0
95	9.1	-1.3	3.4	69.0	11.0	0.0	2.1	2.5	6.6	4.5	9.2
96	10.7	-2.8	4.9	60.0	10.1	0.0	2.3	2.1	7.1	4.5	8.1
97	11.0	2.3	6.7	58.0	10.3	0.0	4.9	3.7	7.2	5.7	9.0
98	8.0	1.1	4.0	57.0	8.7	0.0	5.6	4.0	6.0	5.7	8.8
99	8.2	-3.4	2.2	51.0	12.2	0.0	3.1	1.5	5.0	4.0	8.4
100	11.1	-4.9	6.0	59.0	10.3	3.3	2.3	0.8	6.5	3.2	8.0
101	10.5	4.4	6.9	82.0	5.9	3.6	6.0	5.5	7.1	6.2	8.0
102	12.3	4.8	8.4	70.0	3.3	0.0	2.4	5.4	8.9	6.1	8.6
103	13.0	6.5	9.4	77.0	2.2	0.0	3.1	7.0	10.4	7.5	10.5
104	15.0	5.1	8.8	77.0	1.3	1.5	3.4	7.7	11.5	7.9	10.7
105	9.0	3.9	6.1	77.0	2.1	0.7	4.7	4.9	7.6	6.1	8.0
106	10.4	3.2	4.5	90.0	7.4	2.1	4.4	5.1	8.9	6.2	9.6
107	10.0	1.1	5.2	85.0	6.5	5.3	3.1	4.4	8.2	5.9	9.5
108	12.7	0.7	7.4	66.0	10.1	0.1	1.6	3.7	9.7	5.2	10.5
109	10.6	5.2	7.4	88.0	2.2	1.8	1.8	6.2	9.5	7.2	10.0

Rapsschaderreger ZAMF Braunschweig

JT	TEMP		1989					(C.m.p.)			
	MAX	MIN	HIT	RF	SO	RR	WIND	KTR	KSR	RGK	
50	5.7	0.5	4.7	82.0	0.0	4.7	5.2	0	0	0	0
51	8.0	4.2	5.1	81.0	1.4	3.7	5.3	0	0	0	0
52	8.7	3.3	5.6	95.0	0.1	5.5	2.3	0	0	0	0
53	9.5	4.7	7.4	81.0	1.2	1.5	2.6	0	0	0	0
54	11.5	5.5	9.1	83.0	0.0	0.0	2.6	0	0	0	0
55	17.0	4.7	10.9	76.0	9.9	0.0	3.5	28	0	10	8
56	17.7	6.3	10.4	72.0	8.6	0.0	2.3	62	0	16	46
57	10.7	5.8	7.2	87.0	0.0	1.4	3.8	0	0	0	0
58	10.5	2.6	6.9	74.0	6.0	0.9	3.7	0	0	2	0
59	14.3	6.4	8.9	71.0	7.3	0.0	2.6	2	0	8	0
60	13.5	6.7	8.2	85.0	0.4	0.9	3.3	0	0	0	0
61	11.3	2.3	7.4	75.0	7.0	0.1	2.5	0	0	0	0
62	12.6	5.0	7.6	76.0	1.4	0.7	5.9	2	0	0	2
63	9.0	4.5	6.4	68.0	2.4	0.0	5.7	0	0	0	0
64	9.0	4.9	6.8	77.0	0.5	2.8	6.3	0	0	0	0
65	6.8	2.8	5.0	91.0	0.2	5.7	3.0	0	0	0	0
66	8.8	2.1	3.4	94.0	0.0	3.0	3.3	0	0	0	0
67	7.5	-0.9	2.9	72.0	8.0	0.0	2.1	0	0	0	0
68	10.8	-0.6	8.0	54.0	0.0	0.0	3.2	0	0	0	0
69	13.7	2.6	8.1	67.0	9.5	0.4	2.9	10	0	0	18
70	9.3	1.8	4.0	82.0	2.1	1.8	4.6	0	0	0	0
71	12.7	2.1	9.8	77.0	0.1	0.4	5.6	2	0	0	0
72	10.8	2.3	4.0	73.0	7.6	1.1	6.4	0	0	0	0
73	7.2	3.1	6.1	80.0	0.0	11.2	7.3	0	0	0	0
74	9.8	4.9	6.4	61.0	5.1	0.0	7.0	0	0	0	0
75	12.2	1.6	7.0	65.0	6.4	0.0	2.6	0	0	0	8
76	19.8	2.6	13.0	54.0	9.8	0.0	4.2	10	0	0	13
77	23.3	7.0	15.1	57.0	7.4	0.0	3.3	42	0	2	70
78	15.7	7.1	8.7	60.0	9.0	0.0	2.5	34	0	0	32
79	15.8	4.6	10.6	79.0	3.8	0.0	3.2	10	0	0	2
80	17.9	5.6	11.0	75.0	8.3	0.2	2.6	32	0	2	28
81	10.2	2.6	4.4	77.0	0.0	0.0	4.4	2	0	0	0
82	4.9	-2.9	4.9	66.0	7.5	0.0	4.1	0	0	0	0
83	6.1	-2.6	1.8	59.0	8.4	0.0	5.6	0	0	0	0
84	6.1	0.2	3.4	61.0	0.0	0.0	8.8	0	0	0	0
85	3.9	2.1	3.0	88.0	0.0	1.8	6.8	0	0	0	0
86	11.5	3.2	7.4	68.0	3.9	0.0	4.0	0	0	2	0
87	12.8	6.0	9.1	63.0	2.2	0.0	3.5	0	0	0	0
88	14.1	4.0	8.7	76.0	8.3	0.3	3.0	10	0	4	20
89	13.3	3.5	9.2	63.0	9.2	0.0	3.0	4	2	0	28
90	13.2	7.1	10.6	70.0	0.0	0.0	4.2	0	0	0	0
91	19.8	8.5	15.6	56.0	10.3	0.0	4.3	6	0	0	76
92	19.8	11.5	14.9	67.0	3.2	1.8	3.3	16	2	2	106
93	17.3	9.7	12.7	86.0	3.8	0.0	1.8	16	4	0	44
94	20.5	5.8	13.3	70.0	1.7	9.2	3.6	0	2	0	96
95	11.8	7.7	8.4	91.0	0.0	1.0	4.0	0	0	0	4
96	10.0	6.9	7.9	91.0	0.0	2.0	2.4	0	0	0	0
97	10.0	3.3	5.0	72.0	7.4	0.0	4.9	2	0	0	2
98	8.5	-1.3	5.1	76.0	5.2	4.0	1.7	0	0	0	0
99	7.2	3.9	4.8	93.0	0.4	5.1	3.3	0	0	0	2
100	9.8	3.7	6.5	79.0	4.5	4.0	2.7	0	0	0	2
101	15.1	5.2	10.8	71.0	3.9	0.0	2.4	6	2	0	92
102	12.0	5.3	7.2	71.0	4.9	0.0	4.1	0	0	0	0
103	6.9	3.9	5.2	87.0	0.6	2.8	2.5	0	0	0	2
104	15.3	5.5	10.0	83.0	5.4	0.0	2.1	2	6	0	102
105	19.0	9.4	13.2	70.0	3.3	0.3	3.0	10	50	2	150
106	11.6	3.4	5.4	95.0	0.0	6.0	4.1	0	0	0	0
107	8.6	2.5	5.0	78.0	0.9	0.1	3.2	0	0	0	0
108	8.0	2.9	5.2	75.0	0.7	0.0	3.3	0	0	0	0
109	11.4	0.6	6.3	71.0	7.6	0.0	2.9	0	0	0	12
110	12.7	2.7	7.6	68.0	7.7	0.0	2.2	0	0	0	36

Rapsschaderreger ZAMF Braunschweig

JT	HAX	TEMP		1990					(C nsp)		
		MIN	MIT	RF	SO	RR	WIND	KTR	KSR	RGK	
51	15.6	11.2	13.8	72.0	3.1	0.0	4.5	2	0	0	0
52	15.8	7.5	10.5	66.0	7.4	0.1	4.5	10	0	0	1
53	14.0	4.0	7.2	67.0	9.6	0.0	2.4	2	0	0	2
54	16.7	0.9	5.9	73.0	8.8	0.0	2.1	11	0	2	1
55	16.7	4.6	12.5	72.0	5.5	0.0	3.9	7	0	2	1
56	14.7	9.7	10.8	68.0	3.7	4.8	4.4	0	0	0	0
57	12.6	5.2	6.9	73.0	1.8	6.2	9.1	0	0	0	0
58	6.0	0.0	3.1	85.0	1.9	7.4	8.6	0	0	0	0
59	7.6	1.8	3.4	79.0	2.1	0.3	7.5	0	0	0	0
60	5.4	1.5	2.2	85.0	3.5	2.6	7.7	0	0	0	0
61	3.2	0.4	0.8	80.0	5.2	0.4	5.9	0	0	0	0
62	7.6	-0.2	5.3	77.0	2.9	0.0	5.4	0	0	0	0
63	6.5	4.4	5.6	82.0	0.0	0.0	6.9	0	0	0	0
64	7.7	6.0	7.1	79.0	0.0	0.4	8.0	0	0	0	0
65	8.8	5.9	7.8	84.0	0.0	2.0	8.7	0	0	0	0
66	11.0	7.3	9.8	84.0	0.0	0.4	5.7	0	0	0	0
67	11.0	4.8	7.1	79.0	0.3	0.0	3.5	0	0	0	0
68	9.7	2.0	5.9	76.0	2.1	3.0	7.2	0	0	0	0
69	10.9	3.8	8.0	85.0	0.0	5.4	5.7	0	0	0	0
70	16.5	10.2	13.0	66.0	7.3	0.0	7.2	0	0	0	1
71	12.8	5.9	7.4	71.0	8.3	0.0	5.8	0	0	0	0
72	9.7	1.7	6.0	75.0	3.9	0.0	2.9	0	0	0	2
73	12.4	2.6	7.3	75.0	4.0	0.3	3.2	0	0	0	1
74	14.7	2.3	8.2	74.0	3.5	0.0	2.4	10	0	0	104
75	17.2	3.7	10.0	68.0	9.8	0.0	2.4	47	0	1	80
76	19.7	2.7	11.2	59.0	10.5	0.0	2.2	38	0	1	80
77	21.1	2.5	12.7	52.0	10.1	0.0	1.5	37	0	1	30
78	20.4	9.8	15.2	52.0	8.0	0.5	4.0	2	0	0	14
79	15.4	8.5	10.8	74.0	4.8	0.2	3.5	0	0	0	0
80	14.8	8.5	13.0	75.0	0.0	0.0	4.0	0	0	0	4
81	13.8	8.4	10.3	71.0	0.0	0.1	4.5	0	0	0	0
82	11.4	4.1	8.5	63.0	4.2	0.0	5.1	0	0	0	0
83	10.4	6.9	9.1	68.0	0.2	1.9	6.4	0	0	0	0
84	9.7	3.3	4.3	79.0	4.1	0.5	5.5	0	0	0	0
85	10.4	3.3	6.0	80.0	4.6	1.9	3.7	0	0	0	11
86	8.1	3.8	4.9	79.0	3.9	0.0	4.1	0	0	0	0
87	9.7	-0.2	6.6	72.0	3.4	0.0	4.3	0	0	0	0
88	12.9	3.7	7.1	77.0	4.0	0.0	2.8	0	0	0	55
89	11.5	2.0	7.0	78.0	8.8	0.0	2.9	0	0	0	10
90	15.3	4.4	8.1	88.0	5.4	0.0	1.7	3	0	0	30
91	20.6	1.8	11.2	71.0	10.2	0.0	1.6	11	12	0	50
92	21.1	7.7	14.6	53.0	10.0	0.0	3.6	15	2	0	20
93	14.0	5.1	7.6	69.0	0.9	3.3	4.4	0	0	0	0
94	8.7	1.2	3.4	73.0	5.0	0.5	4.7	0	0	0	1
95	9.1	-1.3	3.4	69.0	11.0	0.0	2.1	0	0	0	11
96	10.7	-2.8	4.9	60.0	10.1	0.0	2.3	0	0	0	10
97	11.0	2.3	6.7	58.0	10.3	0.0	4.9	0	0	0	0
98	3.0	1.1	4.0	57.0	8.7	0.0	5.6	0	0	0	0
99	8.2	-3.4	2.2	51.0	12.2	0.0	3.1	0	0	0	0
100	11.1	-4.9	6.0	59.0	10.3	3.3	2.3	0	0	0	13
101	10.5	4.4	6.9	82.0	5.9	3.6	6.0	0	0	0	0
102	12.3	4.8	8.4	70.0	5.3	0.0	2.4	0	0	0	10
103	13.0	6.5	9.4	77.0	2.2	0.0	3.1	0	0	0	10
104	15.0	5.1	8.8	77.0	1.3	1.5	3.4	1	0	0	28
105	9.0	3.9	6.1	77.0	2.1	0.7	4.7	0	0	0	0
106	10.4	3.2	4.5	90.0	7.4	2.1	4.4	0	0	0	2
107	10.0	1.1	5.2	85.0	6.5	5.3	3.1	0	0	0	5
108	12.7	0.7	7.4	66.0	10.1	0.1	1.6	0	0	0	16
109	10.6	5.2	7.4	88.0	2.2	1.8	1.8	0	0	0	0
110	15.8	5.0	10.7	75.0	8.2	2.4	4.4	0	0	0	21
111	18.6	5.1	12.7	76.0	7.2	1.7	3.4	1	1	0	50
112	17.1	6.8	12.7	70.0	9.8	0.0	3.6	0	0	0	60
113	14.3	8.0	10.5	81.0	3.5	7.0	3.6	0	0	0	10
114	13.5	5.5	10.0	80.0	0.4	4.2	3.2	0	0	0	10

Stündliche Gelbschalenfänge des KTR 16.3.1990 Braunschweig
(sonnig)

MEZ	"WALD"	"RAPS WEST"	"RAPS OST"	Temp.	Wind [kn]
8	0	0	0	8.0	3
9	0	0	0	10.5	7
10	0	0	0	12.5	8
11	0	0	0	14.0	7
12	1	3	0	15.3	9
13	1	2	0	15.8	7
14	0	2	3	16.5	9
15	3	9	4	17.2	5
16	3	3	7	17.5	4
17	.	.	.	16.9	2
18	0	1	5	16.3	1

TabelleBEFALLSFLUGBEGINN
AUFGRUND VON GELBSCHALEN BZW. SIMULATION

	KTR		KSR		RGK	
	Gelbsch.	Simul.	Gelbsch.	Simul.	Gelbsch.	Simul.
Lübeck 1984	9.4.	13.4.	-		9.4.	13.4.
Lübeck 1985	vor5.4.	4.4.	-		vor 5.4.	13.4.
Lübeck 1986	vor18.4.	16.4.	-		vor18.4.	4.4.
Rendsburg '88	v.18.4.	14.4.	v.18.4.	15.4.	v.18.4.	14.4.
Hannover 1988	v. 8.4.	13.4.	v.18.4.	13.4.	v. 8.4.	8.4.
Hannover 1989	-	6.3.	-	29.3.	-	6.3.
Göttingen '88	12.4.	10.4.	18.4.	12.4.	12.4.	10.4.
Göttingen '89	5.3.	7.3.	-	29.3.	-	7.3.
Göttingen '90	20.2.	20.2.	-	30.3.	-	20.2.
München 1974	v.2.4.	20.3.	-		-	
" 1975	-	14.4.				
" 1976	v.29.3.	31.3.				
" 1977	v. 6.3.	24.2.				
" 1978	17.3.	30.3.				
" 1979	v.15.3.	15.3.				
" 1980	v.30.3.	31.3.				
" 1981	v. 9.3.	9.3.				
" 1982	v.28.3.	28.3.				
" 1983	v.10.3.	24.3.				
" 1984	-	31.3.				
" 1985	v. 1.4.	1.4.				
" 1986	v. 1.4.	1.4.				
" 1987	v.25.3.	27.3.				
" 1988	v.21.3.	5.4.				
" 1989	v. 6.3.	10.3.				

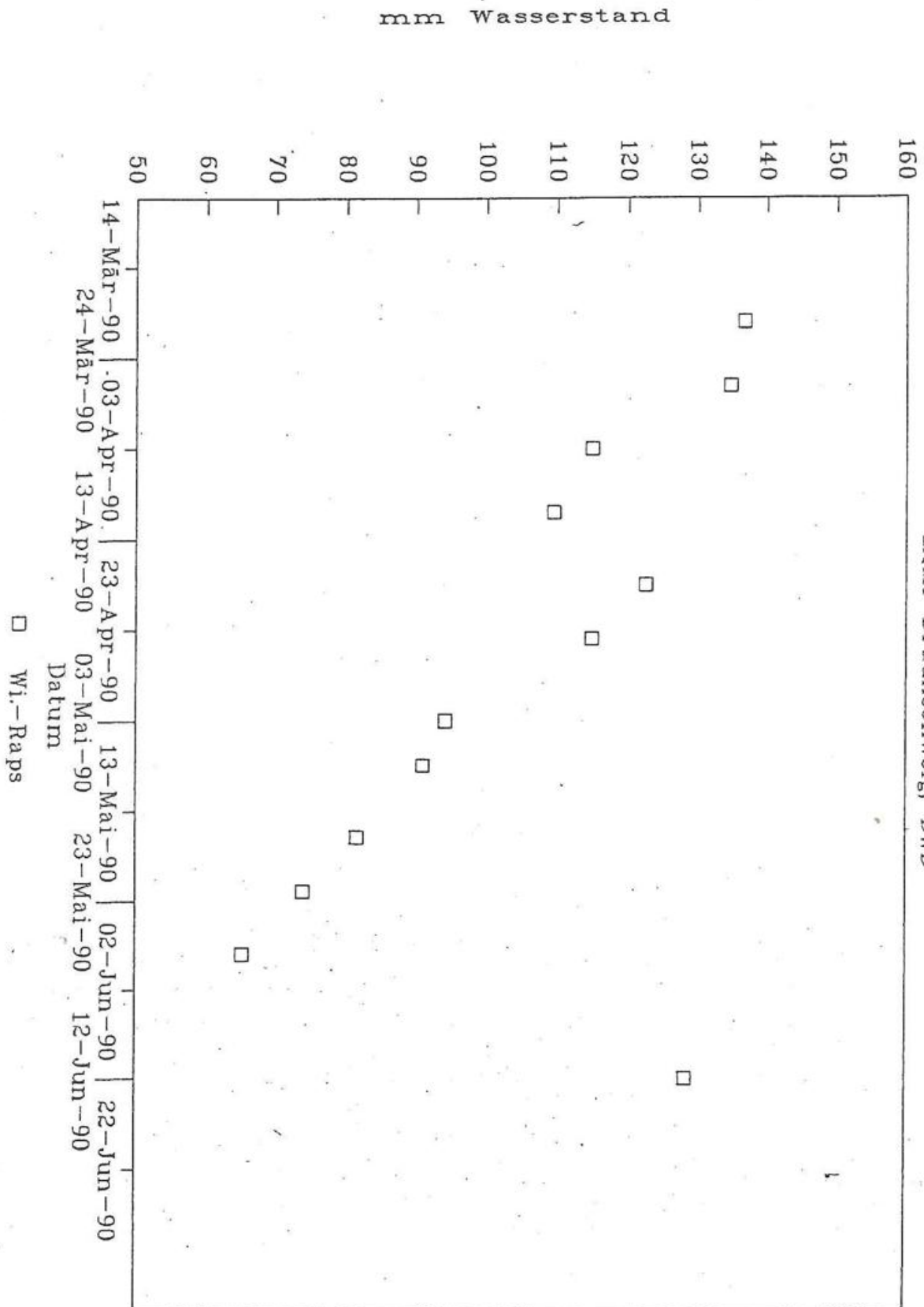
Diese Gelbschalenbonituren wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von den Arbeitskreismitgliedern

Dr. Hoßfeld (Rendsburg),
Dr. Rieckmann (Hannover),
Dr. Ulber (Göttingen),
Dr. Steck (München).

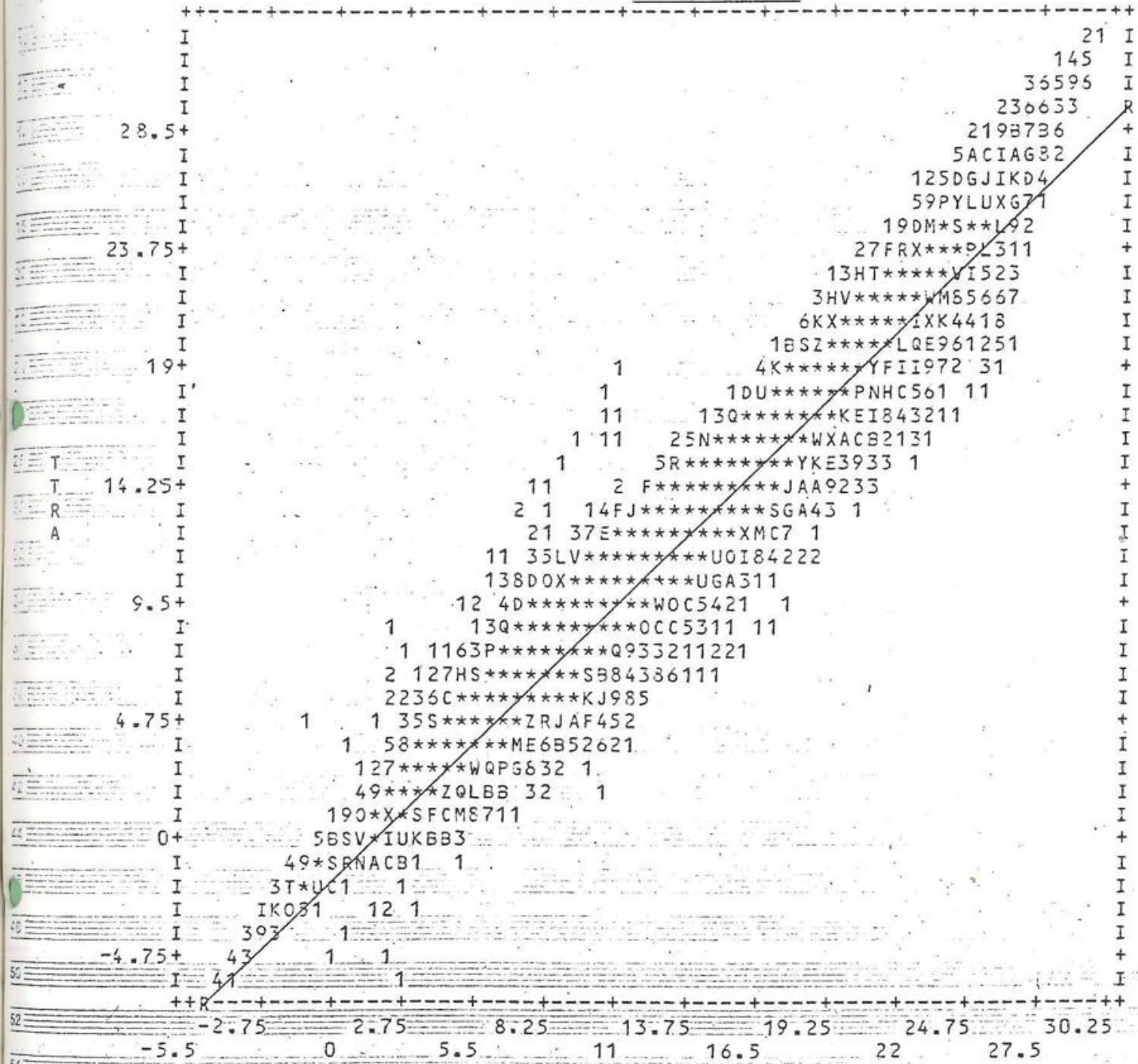
Abbildung 1

Bodenfeuchte 1990

ZAMF Braunschweig, DWD



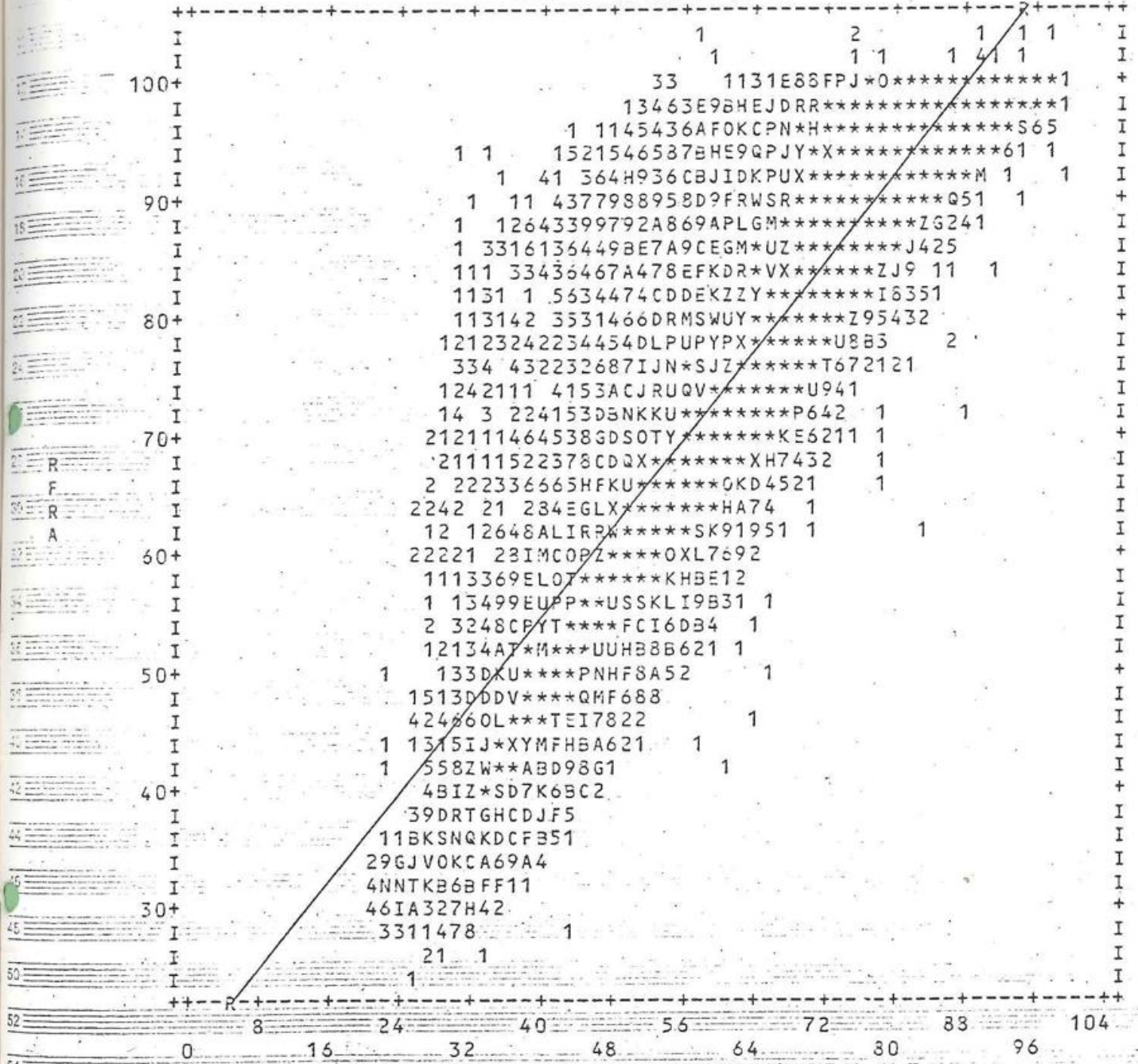
PLOT OF TTRA WITH TT



TT

24551 CASES PLOTTED. REGRESSION STATISTICS OF TTRA ON TT:
 CORRELATION .97305 R SQUARED .94682 S.E. OF EST 1.42442 SIG. .0000
 INTERCEPT(S.E.) -.87038(.02089) SLOPE(S.E.) 1.01189(.00153)

PLOT OF RFRA WITH RF

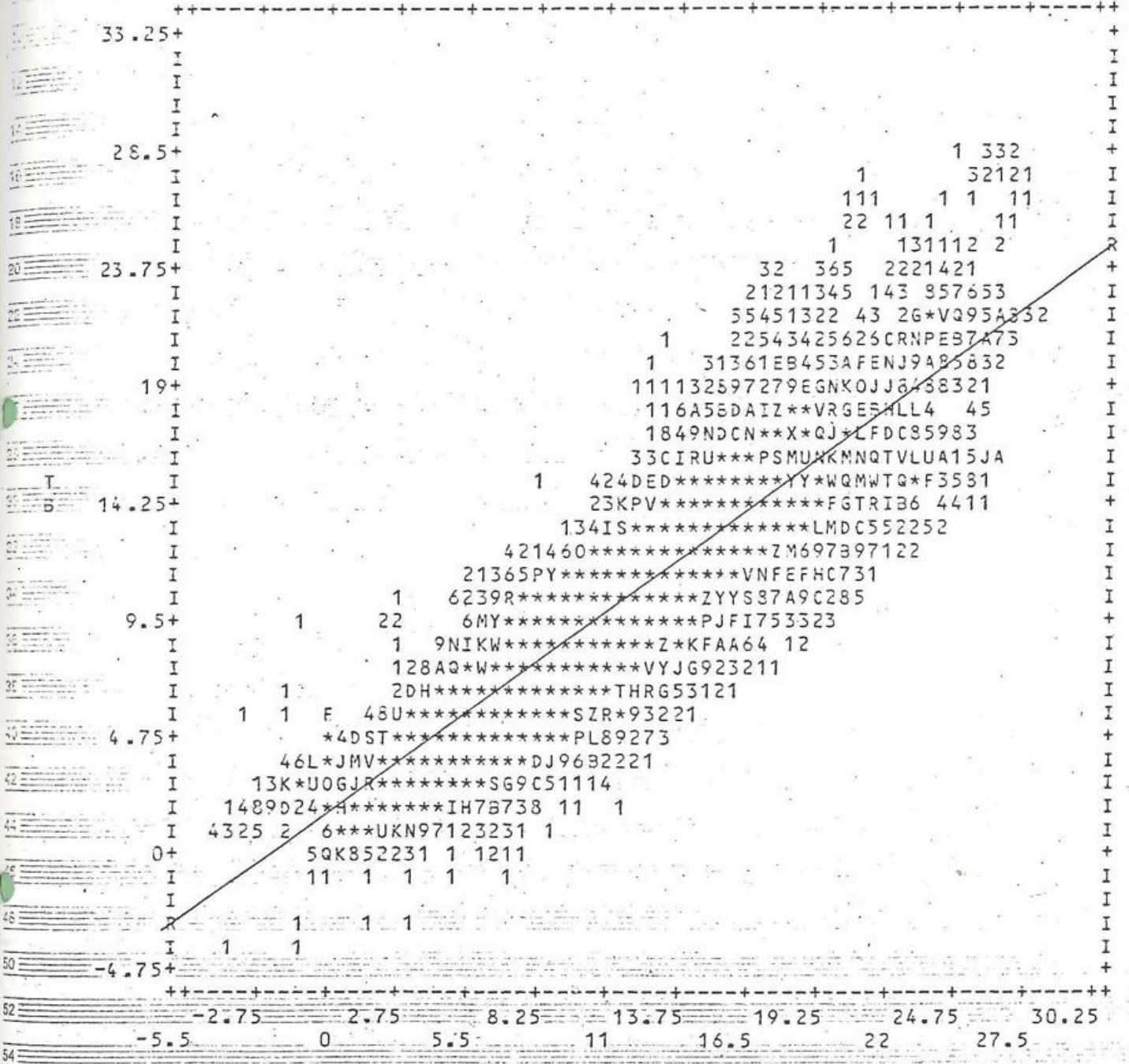


RF

24474 CASES PLOTTED. REGRESSION STATISTICS OF RFRA ON RF:

CORRELATION .89334 R SQUARED .79806 S.E. OF EST 8.27566 SIG. .0000
 INTERCEPT(S.E.) 19.25882(.20092) SLOPE(S.E.) .89459(.00288)

PLOT OF TB WITH TT



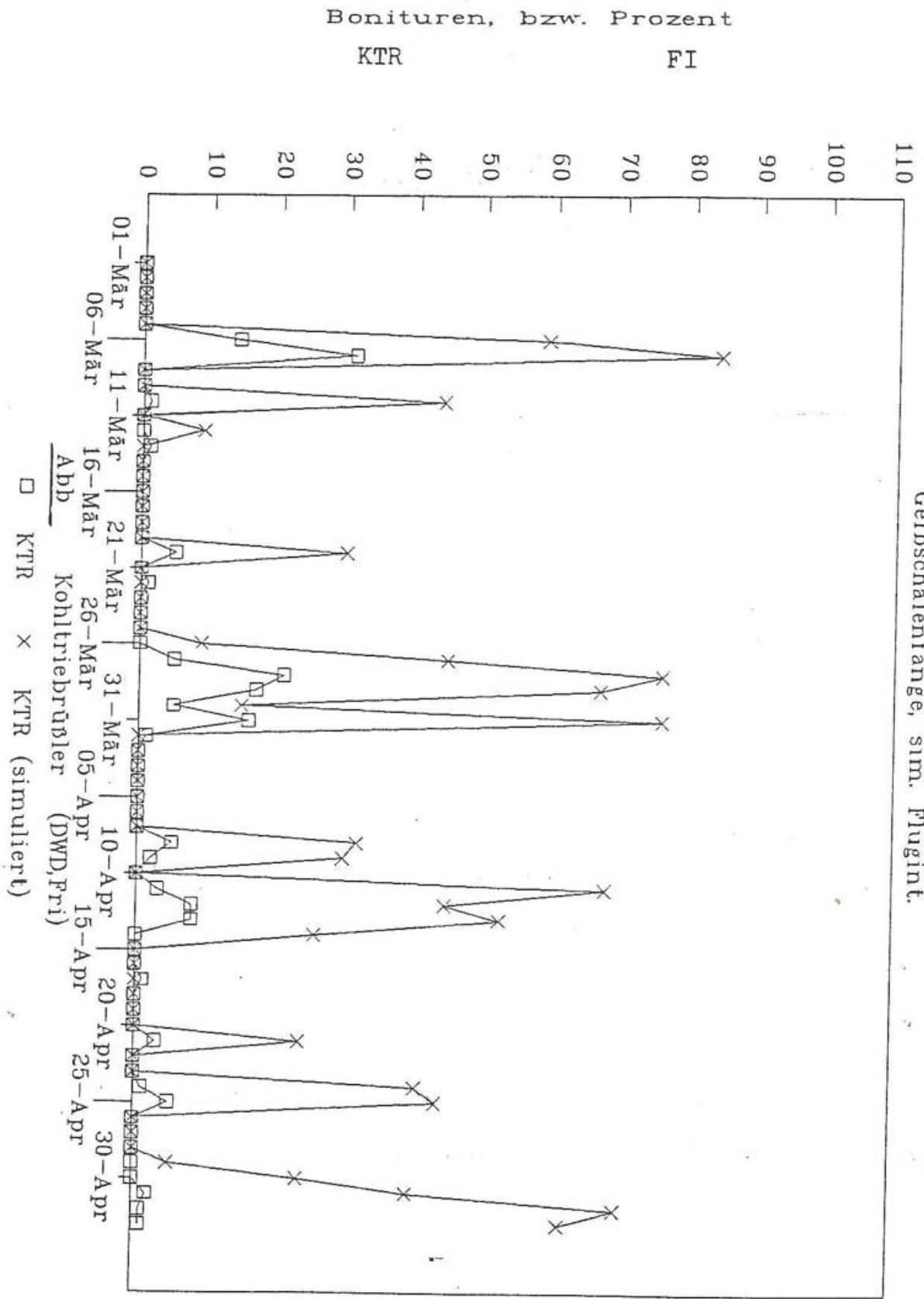
TT

22215 CASES PLOTTED. REGRESSION STATISTICS OF TB ON TT:

CORRELATION .89949 R SQUARED .80908 S.E. OF EST 2.12287 SIG. .0000
 INTERCEPT(S.E.) 1.25929(.03010) SLOPE(S.E.) .76012(.00248)

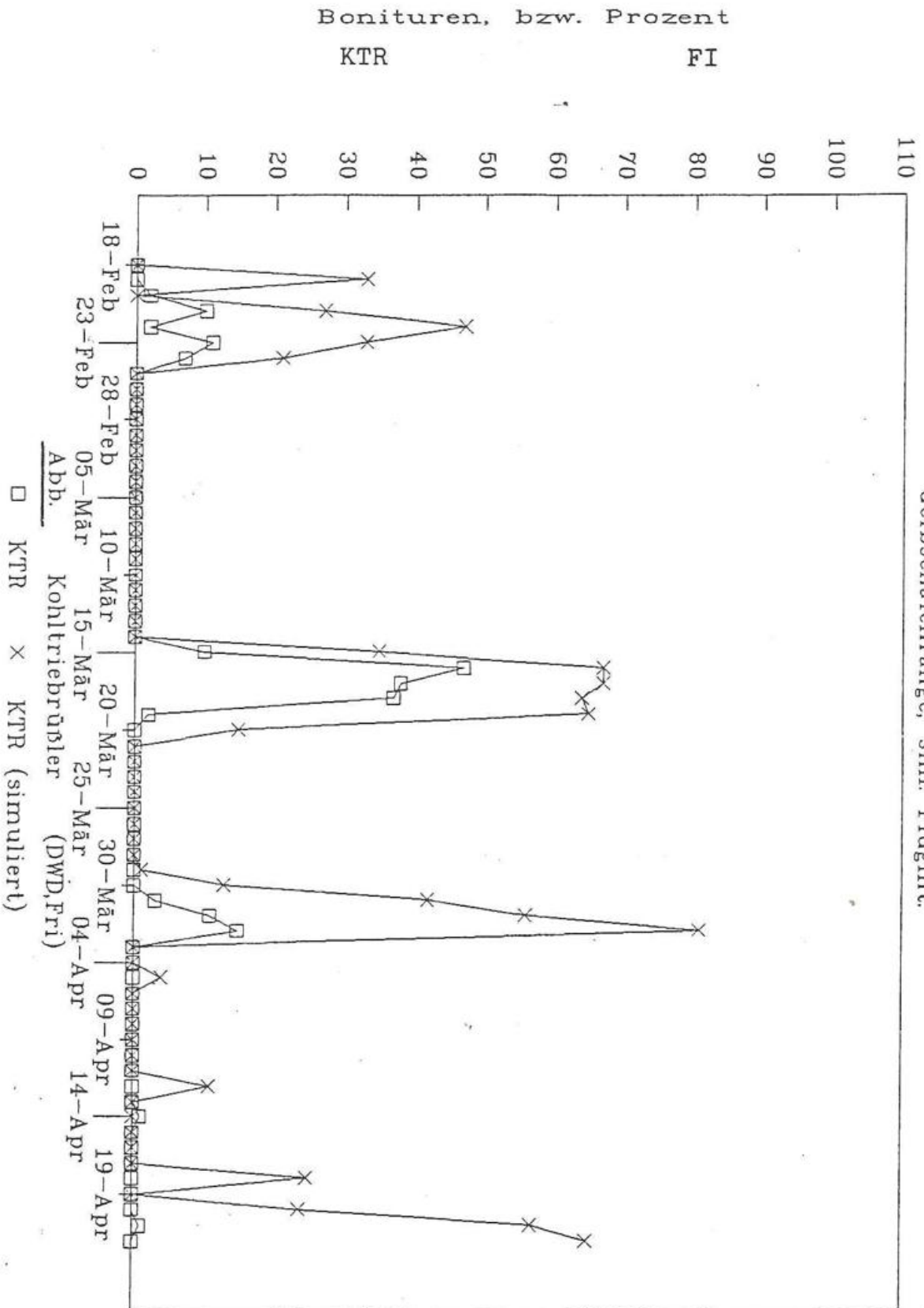
Tägl. Flugintensitäten 1989 (BS)

Gelbschalenfänge, sim. Flugint.

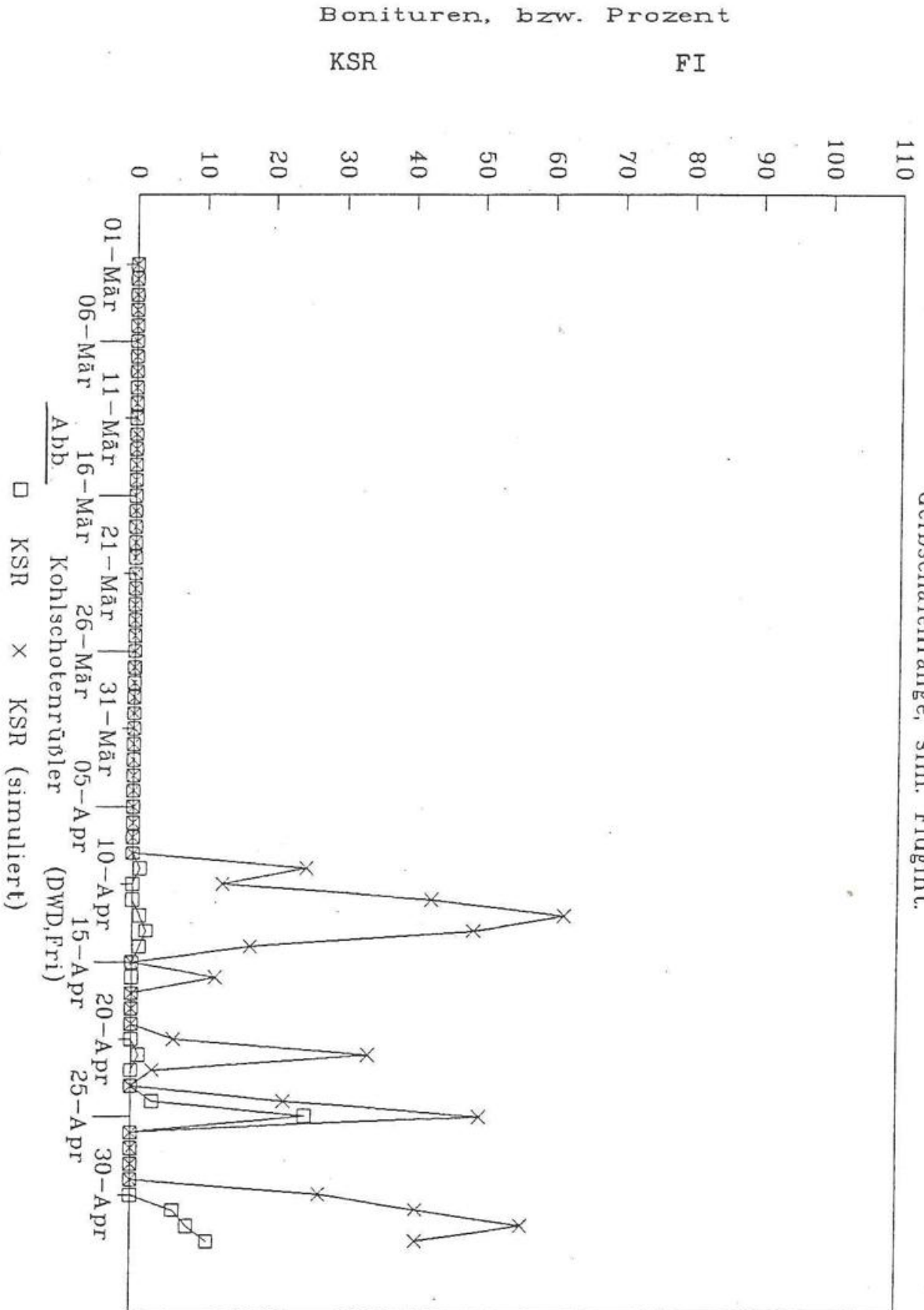


Tägl. Flugintensitäten 1990 (BS)

Gelbschalenfänge, sim. Flugint.

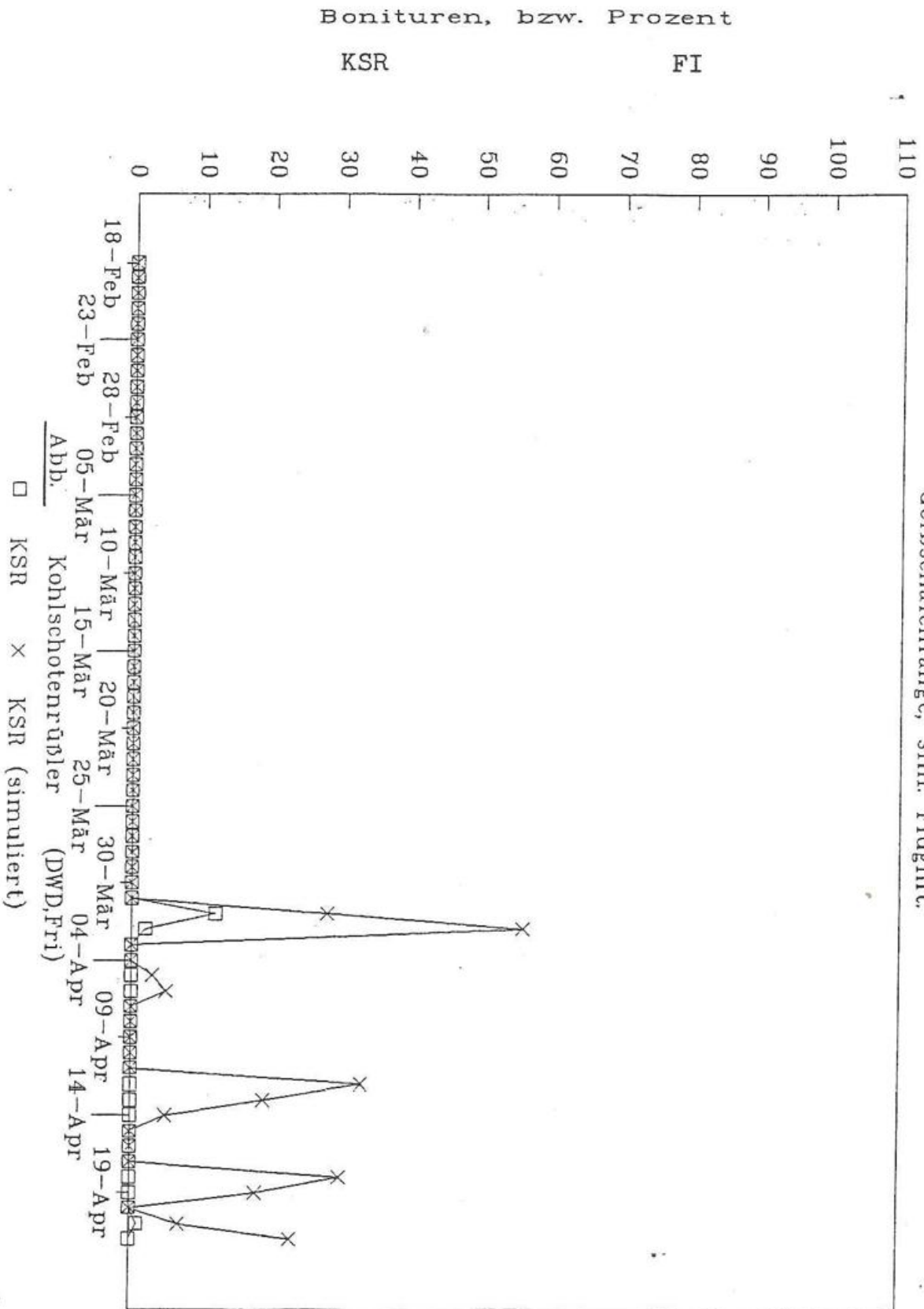


Tägl. Flugintensitäten 1989 (BS)
 Gelbschalenfänge, sim. Flugint.



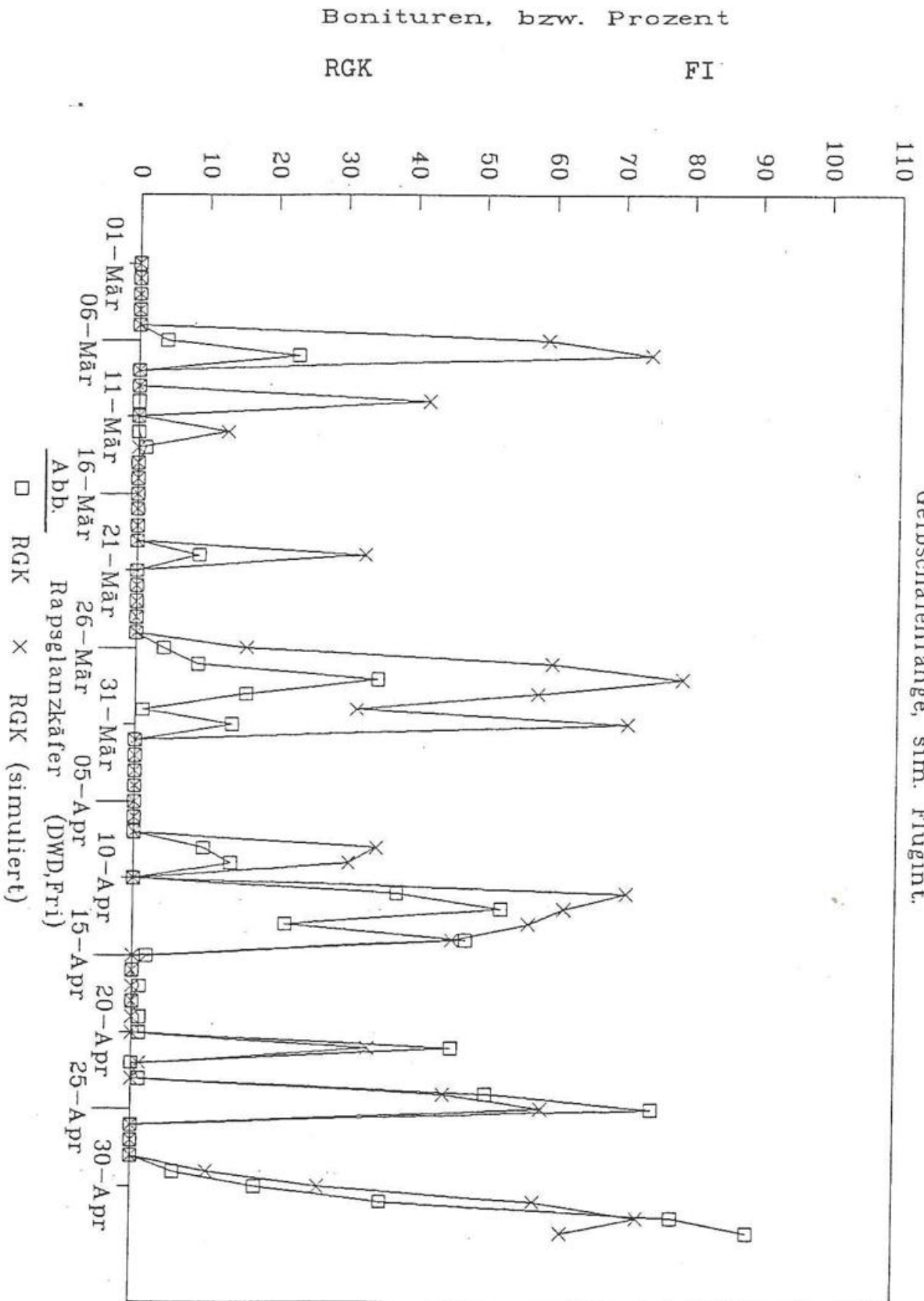
Tägl. Flugintensitäten 1990 (BS)

Gelbschalenfänge, sim. Flugint.



Tägl. Flugintensitäten 1989 (BS)

Gelbschalenfänge, sim. Flugint.



Tägl. Flugintensitäten 1990 (BS)

Gelbschalenfänge, sim. Flugint.

