

Anhang

	Seite
A · PROJEKTBEschreibung, MITARBEITER UND COUNTERPARTS	247
B · VERSUCHE: MATERIAL UND METHODEN	251
— Bodenbearbeitungsversuch	
— Vorfruchtwert der Gründüngung	
— Bodenbearbeitungs-Fruchtfolgeversuch (Anbausysteme)	
— Infiltrationsmessungen mit dem Regensimulator	
C · VERSUCHSERGEBNISSE	259
— Einfluß der Fruchtfolge auf den Ertrag	
D · PRAKTISCHE HINWEISE	263
— Berechnung der Ausbringungsmenge von Herbiziden	
— Anschriften der Hersteller von Direktsaatmaschinen in Brasilien	

A Projektbeschreibung, Mitarbeiter und Counterparts

Das Forschungsinstitut „Fundação Instituto Agrônômico do Paraná“ (IAPAR) ist eine Stiftung der Regierung von Paraná, die dem Landwirtschaftsministerium dieses Staates unterstellt ist. Es wurde 1972 gegründet und nahm 1975 seine Arbeit auf. Das Institut dient der angewandten landwirtschaftlichen Forschung mit dem Ziel, Technologien zu entwickeln und zu erproben, die unmittelbar zu einer Verbesserung der landwirtschaftlichen Erzeugung innerhalb des Staates Paraná führen.

Die Forschungsprogramme des IAPAR sind in das nationale Forschungssystem der EMBRAPA integriert. Als Teil der staatlichen Landwirtschaftsorganisation arbeitet das IAPAR eng mit anderen Institutionen von Paraná zusammen, insbesondere mit dem staatlichen Beratungswesen (ACARPA), mit Genossenschaften und anderen Institutionen, die der Weitergabe von Technologien und der landwirtschaftlichen Beratung dienen.

Am IAPAR sind etwa 200 Wissenschaftler mit den unterschiedlichsten Forschungsaufgaben sowie mit der spezialisierten Forschungsverwaltung befaßt. Etwa 600 Techniker arbeiten an Versuchs- und Forschungsaufgaben im Felde sowie im Labor und etwa 200 Angestellte sind in der Verwaltung tätig.

Der Sitz des Institutes mit 18.000 m² überbauter Fläche ist die 400.000 Einwohner zählende Stadt Londrina im Norden von Paraná. Hier unterhält das Institut eine Versuchsfläche von 310 ha in unmittelbarer Nähe zur Stadt. Die Böden des Versuchsgeländes und auch die Klimaverhältnisse sind repräsentativ für einen großen Teil des Staates Paraná. Zur Durchführung von Versuchen und Forschungsarbeiten außerhalb von Londrina stehen außerdem die Hauptstation Ponta Grossa im kühleren Südp Paraná und weitere 11 Versuchsstationen mit insgesamt 7.000 ha zur Verfügung.

Das IAPAR stellte im Jahre 1974 den Antrag auf Unterstützung bei der Durchführung eines Projektes zur Erosionsbekämpfung in Paraná. Im Jahre 1977 unterzeichneten die Regierungen von Brasilien und der Bundesrepublik Deutschland die Projektvereinbarung. Das Ziel des Vorhabens war die Entwicklung standortgerechter Anbausysteme zur wirksamen Bekämpfung der durch Wasser ausgelösten Bodenerosion. Noch im gleichen Jahr wurden von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH zwei Sachverständige in die Abteilung Bodenkonservierung des IAPAR entsandt.

Die erste Projektphase umfaßte 4 Jahre. Nach erfolgreicher Zusammenarbeit wurde eine Verlängerung auf weitere 3 Jahre beantragt und genehmigt. In der zweiten Projektphase wurden die Aktivitäten auf andere Staaten in Südbrasilien

mit den ackerbaulich wichtigsten Regionen ausgedehnt. Dazu wurde mit folgenden brasilianischen Forschungsinstitutionen Technische Zusammenarbeit vereinbart:

- „Instituto Agronômico de Campinas“ (IAC), São Paulo
- „Centro Nacional de Pesquisa de Trigo“ (CNPT/EMBRAPA), Passo Fundo, Rio Grande do Sul
- „Unidade de Execução de Pesquisa de Ambito Estadual“ (EMBRAPA), Dourados, Mato Grosso do Sul
- „Centro de Pesquisa para a Pequena Propriedade“ (EMPASC), Chapecó, Santa Catarina.

Außerdem wurde eine Technische Zusammenarbeit mit der staatlichen Beratungsorganisation „Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural“ (EMATER/ACARPA), Paraná, vereinbart.

Projektmitarbeiter

Langzeitsachverständige

Rolf Derpsch, minimale Bodenbearbeitung und Pflanzenbau (im Projekt von 1977 bis 1984), GTZ, Eschborn

Dr. Bernhard Kemper, Bodenkunde (1977 bis 1979), Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Dr. Nikolaos Sidiras, Pflanzenbau/Bodenphysik (1980 bis 1984), Universität Hohenheim

Projektassistenten und -hospitanten

Dr. Franz Heinzmann, Pflanzenbau (1982 bis 1983), GTZ, Eschborn

Mechthild Kronen, angewandte physische Geographie (1982 bis 1985), Universität Trier

Christian Roth, Bodenkunde (1982 bis 1984), Universität Göttingen

Kurzzeitsachverständige

Erik von Baer, Pflanzenbau/Pflanzenzüchtung, CAMPEX Semillas Baer, Temuco, Chile

Dr. William Edwards, Bodenkunde, USDA, Coshocton, Ohio, USA

Dr. Franz Frey, Pflanzenpathologie, GTZ, Eschborn

Professor Dr. Gerold Richter, Bodenkunde (Physische Geographie), Universität Trier

Willem Hoogmoed, Landtechnik, Landwirtschaftliche Hochschule Wageningen

Dr. Ulrich Köpke, Pflanzenbau, Universität Göttingen

Dr. Franz Makeschin, Bodenbiologie, Universität München

Professor Dr. Brunk Meyer, Bodenkunde, Universität Göttingen

Dr. Manfred Probst, Pflanzenbau, Universität Hohenheim

Manfred Nietsch, Bodenkunde, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Professor Dr. Gerhard Röbbelen, Pflanzenzüchtung, Universität Göttingen

William Sorrenson, Agrarökonomie, Landwirtschaftsministerium Neuseeland/GTZ

Counterparts

Bodenkonservierung

Ademir Calegari, B.Sc.

Arcângelo Mondardo, M.Sc.

Celso de Castro Filho, M.Sc.

Felipe Marun, B.Sc.

Garibaldi Batista de Medeiros, M.Sc.

Gonçalo Signorelli de Farias, M. Sc.

João Carlos Henklain, M. Sc.

Marcos José Vieira, M.Sc.

Ronaldo Lazari Rufino, M. Sc.

Rui Carlos Maranhão Biscaia, M.Sc.

Bodenkunde

Antonio Costa, M. Sc.

Edson Lima de Oliveira, M. Sc.

Julio Cesar Dias Chaves, M. Sc.

Kozen Igue, Ph.D.

Márcio Voss, M. Sc.

Marcos Antonio Pavan, Ph. D.

Mauro Sanches Parra, M. Sc.

Osmar Muzilli, M. Sc.

B Versuche: Material und Methoden

Bodenbearbeitungsversuch

Das Erreichen der gesteckten Ziele erforderte ein vielseitiges Versuchsprogramm. Feldversuche wurden angelegt zur:

- Selektion geeigneter Wintergründungsarten für die verschiedenen Regionen in Paraná.
- Untersuchung der Nachwirkung von Wintergründungsarten auf die wichtigsten Sommerhauptfrüchte.
- Untersuchung der Weizen/Sojabohnen-Fruchtfolge unter Einschluß von Gründungsarten in den drei Bodenbearbeitungssystemen.
- Bewertung von Bodenbearbeitungsgeräten hinsichtlich Leistung, Kraftstoffverbrauch und Wirkung auf den Boden.
- Untersuchung der Einflußgrößen der Wasserinfiltration.
- Vergleich verschiedener Anbausysteme bei Kombination von Fruchtfolge, Gründung und Bodenbearbeitung.

Im folgenden werden die wichtigsten Versuche näher beschrieben. Die Ergebnisse in Kapitel 5 stammen vorwiegend aus dem Bodenbearbeitungsversuch. In Kapitel 6 sind die Ergebnisse des Versuches zum Vorfruchtwert der Gründung und in Kapitel 7 die des Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgeversuches dargestellt. Die Infiltrationsmessungen wurden in allen Versuchen durchgeführt.

Das für beide Standorte gleiche Versuchsschema ist in Tabelle B 1 dargestellt. Als Versuchsanlage wurde die Langparzellenmethode nach Zade (Rohrmoser, 1985) gewählt. Die Bearbeitung erfolgte aus versuchstechnischen Gründen stets in Richtung des Gefälles (6 % in Londrina und 8 % in Rolândia).

Die Parzellengröße betrug 10 x 35 m in Londrina und 10 x 40 m in Rolândia. Die Düngung wurde breitwürfig einmal jährlich vor der Weizenaussaat nach der Primärbodenbearbeitung ausgebracht. Den Bodenanalysen entsprechend wurde mit 30 kg/ha N, 60 kg/ha P₂O₅ und 40 kg/ha K₂O gedüngt. Zusätzlich wurde Stickstoff als Kopfdüngung (15 bis 30 kg N/ha) zu Weizen ausgebracht. Die Sojabohnen wurden nicht gedüngt.

Für die Unkrautbekämpfung wurden die in der Praxis üblichen Herbizide angewendet. Nach konventioneller Bearbeitung (Pflug) und Minimalbodenbearbei-

Tabelle B1 Versuchsschema der Bearbeitungsversuche in Londrina (Oxisol) und Rolândia (Alfisol)

Hauptvarianten (Bodenbearbeitung)	Untervarianten* (Rotationen)	Bearbeitungs- termine	Vegetationsperioden der einzelnen Rotationsglieder
Direktsaat DS	1 Soja/Weizen	keine	Nov.-März/Apr.-Aug.
keine Bodenbearbeitung,	2 Soja/Weizen/Gründüngung 1	keine	Nov.-März/Apr.-Aug./Sept.-Okt.
Aussaat mit Rillenfräse **	3 Soja/Weizen/Gründüngung 2	keine	Nov.-März/Apr.-Aug./Sept.-Okt.
	4 Soja/Gründüngung 3	keine	Nov.-März/Apr.-Okt.
Minimalbodenbearbeitung MB	1 Soja/Weizen	Okt./April	Nov.-März/Apr.-Aug.
1 x Schwergrubber (18-20 cm)	2 Soja/Weizen/Gründüngung 1	Okt./April	Nov.-März/Apr.-Aug./Sept.-Okt.
2 x leichte Scheibenegge	3 Soja/Weizen/Gründüngung 2	Okt./April	Nov.-März/Apr.-Aug./Sept.-Okt.
	4 Soja/Gründüngung 3	Okt.	Nov.-März/Apr.-Okt.
Konventionelle Bearbeitung KB	1 Soja/Weizen	Okt./April	Nov.-März/Apr.-Aug.
1 x Scheibenflug (20-22 cm)	2 Soja/Weizen/Gründüngung 1	Okt./April	Nov.-März/Apr.-Aug./Sept.-Okt.
2 x leichte Scheibenegge	3 Soja/Weizen/Gründüngung 2	Okt./April	Nov.-März/Apr.-Aug./Sept.-Okt.
	4 Soja/Gründüngung 3	Okt.	Nov.-März/Apr.-Okt.

* Gründüngung 1 = Schwarzhäfer, Gründüngung 2 = Sonnenblume; Gründüngung 3 = Raps, Zottelwicke, gelbe Lupine und Örtlich im Wechsel
 ** Howard-Rotacaster, mit 5 cm Rillentiefe

tung (Grubber) wurden für die Aussaat von Sojabohnen im ersten Jahr 2 kg/ha Oryzalin und 0,6 kg/ha Metribuzin angewendet. Später wurden 3,5 l/ha Metolachlor und 0,5 kg/ha Metribuzin ausgebracht. Nach Direktsaat kamen dieselben Herbizide mit 15 %iger Erhöhung der Aufwandmenge zur Anwendung. Ab 1981/82 wurden diese Voraufbauherbizide aufgrund von neueren Erkenntnissen der entsprechenden Abteilung des IAPAR auf allen drei Bearbeitungsverfahren in gleichen Mengen ausgebracht. Zusätzlich wurden pro Jahr 3 bis 6,5 l/ha Paraquat und 3 bis 3,5 l/ha 2,4-D auf der Direktsaatvariante angewendet. Die Unkrautbekämpfung zielte in allen drei Bodenbearbeitungsvarianten darauf ab, den Einfluß der Unkräuter auszuschließen, so daß auftretende Ertragsunterschiede nur auf die Effekte unterschiedlicher Bodenbearbeitung zurückgeführt werden konnten.

Alle Feldarbeiten (Bodenbearbeitung, Ausbringung von Herbiziden, Aussaat, Ernte) wurden mechanisch, mit gleichen oder ähnlichen Maschinen, wie sie dem Landwirt zur Verfügung stehen, durchgeführt. Damit sollte eine praxisnahe Versuchsdurchführung erreicht werden. Bodenvorbereitung und Aussaat wurden in den Bodenbearbeitungsvarianten stets am gleichen Tag durchgeführt.

Vorfruchtwert der Gründüngung

Dieser Versuch wurde in den Jahren 1982/83 und 1983/84 auf unterschiedlichen Standorten innerhalb der Versuchsstation des IAPAR durchgeführt. Nach einer Sommerfrucht (Soja im ersten, Reis im zweiten Versuchsjahr) wurde der Boden mit dem Grubber bearbeitet, gefolgt von 2 Bearbeitungsgängen mit der leichten Scheibenegge. Danach wurden alle Gründüngungsarten sowie Weizen am gleichen Tag in Parzellen von 10 x 15 m ohne Düngung ausgesät. Lediglich die stickstoffzehrenden Arten (Raps und Weizen) wurden mit 30 kg N/ha gedüngt. Folgende Arten wurden angebaut:

Leguminosen

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| 1. Weiße Lupine | <i>Lupinus albus L.</i> |
| 2. Winterwicke | <i>Vicia villosa Roth.</i> |
| 3. Platterbse | <i>Lathyrus sativus L.</i> |

Gramineen

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| 4. Roggen | <i>Secale cereale L.</i> |
| 5. Schwarzhäfer | <i>Avena strigosa Schieb.</i> |
| 6. Weizen | <i>Triticum aestivum L.</i> |

Andere Cruciferen, Compositae

- | | |
|------------------|--|
| 7. Örtlich | <i>Raphanus sativus L. var. ol. Metzg.</i> |
| 8. Raps | <i>Brassica napus L.</i> |
| 9. Sonnenblume | <i>Helianthus annuus L.</i> |
| 10. Winterbrache | |

Als Versuchsmethode wurde die randomisierte Blockmethode gewählt. Während der Vegetationsperiode der Gründüngungsarten wurden keine Pflegemaßnahmen durchgeführt. Zur Vollblüte oder kurz vor der Milchreife der Körner wurde die Gründüngung mit dem Sichelmäher gemulcht und Weizen zur Reife geerntet.

Vor Aussaat der Sommerfrüchte (Hauptfrüchte) wurde, den Bodenanalysen entsprechend, breitwürfig mit 60 kg/ha P_2O_5 und 40 kg/ha K_2O gedüngt. Stickstoff kam nicht zur Anwendung. 30 bis 45 Tage nach dem Mulchen wurden die Unkräuter mit Kontaktherbiziden beseitigt. Anschließend wurden die Sommerfrüchte (Sojabohne, Mais, Phaseolusbohne) in Direktsaat quer zu den Gründüngungspartellen ausgesät. Dadurch entstanden 5 x 10 m große Teilstücke. Die Ernte von Sojabohnen wurde mit einem Partellenmähdrescher durchgeführt. Die Ernte von Mais und Phaseolusbohnen erfolgte von Hand.

Bodenbearbeitungs-Fruchtfolgeversuch (Anbausysteme)

Dieser Versuch wurde 1981 begonnen und beinhaltet wie der Bodenbearbeitungsversuch drei Bodenbearbeitungsvarianten: Die **konventionelle Bodenbearbeitung** mit dem Scheibenpflug, 20 - 22 cm tief, gefolgt von 2 Gängen mit der leichten Scheibenegge; die **Minimalbodenbearbeitung** mit dem Schwergrubber, 18 - 20 cm tief, gefolgt von 2 Gängen mit der leichten Scheibenegge, und die **Direktsaat** mit einem Fräsrillengerät. Diese Verfahren und die verwendeten Geräte wurden eingehend in Kapitel 4 beschrieben.

In jeder Bodenbearbeitungsvariante wurden folgende Fruchtfolgen geprüft:

1. Soja Weizen Soja Weizen
2. Mais Brache Mais Brache
3. Mais Lupine Mais Lupine
4. Soja Lupine Mais Weizen

Als Versuchsanlage wurde die vollständig randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen gewählt. Eine fünfte Wiederholung diente der Einstellung der Maschinen und Geräte vor Einsatz in den Versuchspartellen. Die Partellengröße betrug 10 x 20 m.

Die Durchführung des Versuches wurde, ähnlich wie bereits im Bodenbearbeitungsversuch beschrieben, gehandhabt. Für Mais wurden spezifische Herbizide (Atrazin + Metolachlor, 7 l/ha) als Voraufmitttel eingesetzt. Die Maispartellen wurden aufgeteilt, so daß eine Hälfte ohne N und die andere mit 90 kg N/ha gedüngt wurde. Der Stickstoff wurde als Ammonsulfat, den Empfehlungen des IAPAR entsprechend (1/3 zur Aussaat und 2/3 ca. 45 Tage nach der Aussaat), oberflächlich in der Reihe ausgebracht. Zu Weizen wurde Stickstoff nach Bedarf gedüngt (30 - 60 kg N/ha). Für einen verstopfungsfreien Einsatz des Grubbers war das Häckseln des Maisstrohs mit einem Schlegelmäher erforderlich. Nach Lupinen konnte der Grubber etwa 3 Wochen nach dem Schnitt mit dem Sichel-

mäher und entsprechender Verrottung der Pflanzenreste eingesetzt werden. Bodenvorbereitung und Aussaat wurden in den Bodenbearbeitungsvarianten am gleichen Tag durchgeführt.

Infiltrationsmessungen mit dem Regensimulator

In der herkömmlichen Erosionsforschung werden Bodenverluste in Form von Austrägen aus Erosionspartellen gemessen. Die Partellenflächen können unterschiedliche Ausmaße haben, von der Größe einer Standardpartelle (3,5 x 11 m) bis hin zu Makropartellen von mehreren Hektar in einem Wassereinzugsgebiet. Dabei wird meistens verglichen, welche Bodenverluste durch ein bestimmtes System oder eine bestimmte Maßnahme bewirkt werden, selten jedoch, wie die Erosionsverluste verursacht werden. Umlagerungen von Bodenmaterial innerhalb der Meßpartellen werden dabei in der Regel nicht erfaßt.

Im Gegensatz zu diesen direkten Messungen von Bodenverlusten stehen Messungen der Erosionsanfälligkeit, „erosion susceptibility“. Ein oft gebrauchter Parameter dafür ist der Erodibilitätsindex aus der Bodenabtragungsgleichung (Kap. 3) von Wischmeier und Smith (1961).

Da Bodenerosion durch abfließendes Oberflächenwasser ausgelöst wird, ist es sinnvoll, den Vorgang der Infiltration von Wasser in den Boden zu untersuchen. Wenn sämtliches Niederschlagswasser, das die Bodenoberfläche erreicht, infiltrieren kann, ist Oberflächenabfluß ausgeschlossen. Maßnahmen, welche dazu dienen, Oberflächenabfluß mechanisch zu bremsen (zum Beispiel Konturdamme), vermögen den Bodenabtrag erheblich zu reduzieren. Eine völlige Vermeidung von Erosion ist aber nur durch die Unterbindung der Bildung von Oberflächenwasser am Orte der Entstehung möglich. Ziel effektiverer Maßnahmen sollte daher die Erhöhung oder die Erhaltung einer hohen Infiltrabilität sein.

Selbst wenn berücksichtigt wird, daß das Zustandekommen von Bodenerosion einmal die Entstehung von Oberflächenwasser und zum anderen die Aufnahme von Bodenmaterial durch das abfließende Wasser beinhaltet und demgemäß die Neigung eines Bodens zur Erosion sowohl von der Infiltrabilität als auch von dem mechanischen Abtragswiderstand bestimmt wird, liefert die Bestimmung der Infiltrabilität die entscheidende Grundgröße.

Dabei definiert man die „Infiltrabilität“ oder das Vermögen des Bodens, Wasser zu infiltrieren, als den Wasserfluß, der sich einstellt, wenn freies Wasser an der Bodenoberfläche verfügbar wird. Als Maß hierfür kann die Infiltrationsrate mit der Dimension einer Geschwindigkeit (mm/h) gewählt werden, mit der Niederschlagswasser durch die Bodenoberfläche hindurchtritt.

Als eine den natürlichen Bedingungen am ehesten gerecht werdende Methode kann die Bestimmung der Infiltrabilität mit Regensimulatoren gelten, bei der die Infiltration als Differenz zwischen appliziertem Niederschlag und gemessenem

Abfluß berechnet wird. Sie hat gegenüber der Messung mit Doppelringinfiltrometern den Vorteil, daß sie den für die Infiltration unter Feldbedingungen entscheidenden Prozeß der Oberflächenverschlämmung durch Aufprall von Regentropfen simuliert. Im Vergleich zu Messungen der Infiltrabilität unter natürlichem Niederschlag ermöglicht sie reproduzierbare Messungen mit konstanten Niederschlagsraten und eine Vielzahl von Wiederholungen unter gleichen Bedingungen in verschiedenen Feldversuchsvarianten.

Ein solcher Regensimulator sollte folgende Kriterien erfüllen:

- die Tropfen sollten eine den natürlichen Niederschlägen ähnliche Aufprallenergie aufweisen und einen entsprechenden Durchmesser haben,
- der Simulator sollte eine variable Intensität des Niederschlags produzieren können,
- innerhalb der Meßparzelle sollte die Streuung der Intensität gering gehalten werden,
- der Einsatz bei Wind sollte möglich sein,
- der Simulator sollte den Feld- und Untersuchungsbedingungen entsprechend möglichst robust, wassersparend, energieunabhängig und vor allem tragbar sein.

Der Aufbau des im Projekt verwendeten Simulators ist schematisch in Abb. B 1 dargestellt.

Ein auf 3 m hohe Stützen (A) montierter Rahmen (B) enthält vier hermetisch geschlossene Wasserkästen (C), aus denen Kapillarschläuche unterschiedlichen Durchmessers (D) in eine Verteilerplatte (E) geführt werden. Die Niederschlagsmenge wird durch die Wasserhöhe in den Kästen eingestellt (Referenzröhrchen F), die wiederum nach dem MARIOTTE'schen Flaschenprinzip aus über den Kästen montierten Wasserflaschen (G) konstant gehalten wird. Nachdem die gewünschte Intensität über die am Schlauch (I) in einem Meßzylinder aufgefangene Wassermenge im Verlauf einer Minute abgelesen wurde, wird das Auffangblech (H) zur Seite geklappt. Der Simulator wird über 50 x 50 cm große Kleinstparzellen (K) in Betrieb gesetzt. Die Parzellen werden durch in den Boden getriebene Blechrahmen abgegrenzt. An diesen Blechen wird auf einer Seite über einen Ablaufstutzen (L) in 2minütigen Intervallen der Oberflächenabfluß aufgefangen und mit einem Meßzylinder gemessen, so daß die Infiltrationsrate als Differenz zwischen den Raten des Niederschlages und des Oberflächenabflusses bestimmt werden kann. Unterhalb der Miniparzellen können bei Bedarf Tensiometer (M) horizontal eingebracht werden, um den Gang der Saugspannung während der Infiltration zu bestimmen, indem in 2minütigen Intervallen am Skalenbrett (J) die Saugspannung abgelesen wird. Weitere Angaben, vor allem zu Tropfengrößen und zur kinetischen Energie der simulierten Niederschläge sind bei Roth et al. (1985a und 1985b) zu finden. Tropfengrößen natürlicher Niederschläge unter ähnlichen Klimabedingungen, wie sie in Paraná herrschen, wurden im Staat São Paulo gemessen (Wagner, 1986).

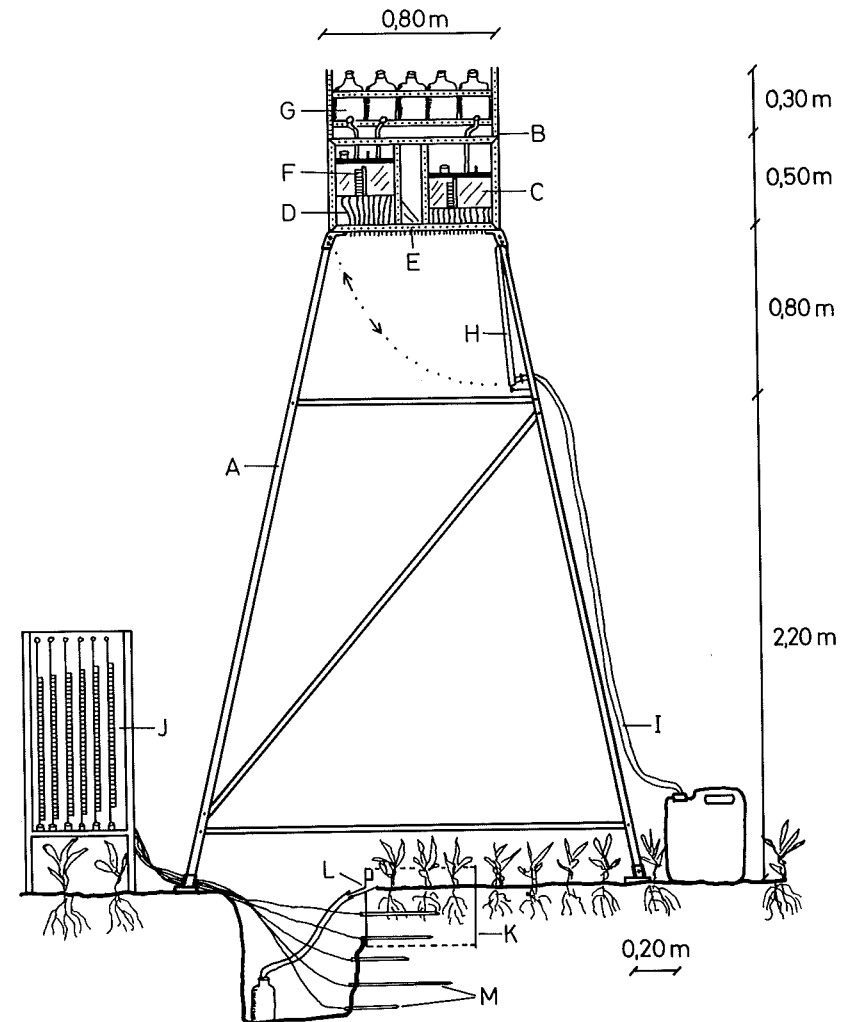


Abb. B 1: Schematische Darstellung des eingesetzten Regensimulators und des Versuchsaufbaues. Erklärungen zu den Bezeichnungen im Text. (Roth et al., 1985a)

C Versuchsergebnisse

Einfluß der Fruchtfolge auf den Ertrag

Die mit vier Fruchtfolgen in drei Bodenbearbeitungssystemen von 1981 bis 1985 erzielten Erträge können den Tabellen C 1 und C 2 entnommen werden.

Tabelle C1 Erträge von 4 Fruchtfolgen in 3 Bodenbearbeitungssystemen von 1981 bis 1983
(Körnererträge bei Sojabohnen, Weizen und Mais; Sproß-TM-Erträge bei Lupinen t/ha)

Boden- bearb. Jahr	Direktsaat Fruchtfolgen				Grubber Fruchtfolgen				Pflug Fruchtfolgen			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1981/82*	Sojab. 1,98	Mais 8,39	Mais 8,39	Sojab. 1,98	Sojab. 1,88	Mais 8,59	Mais 8,59	Sojab. 1,88	Sojab. 1,96	Mais 8,98	Mais 8,98	Sojab. 1,96
1982	Weizen 1,01	Brache -	Lupine 3,45	Lupine 3,39	Weizen 0,62	Brache -	Lupine 2,95	Lupine 2,91	Weizen 0,61	Brache -	Lupine 3,08	Lupine 3,04
1982/83	Sojab. 0,69	Mais 3,02	Mais 5,55	Mais 6,08	Sojab. 0,77	Mais 2,89	Mais 5,31	Mais 6,31	Sojab. 0,91	Mais 3,80	Mais 5,87	Mais 6,31
		N-90 5,61	N-90 6,56	N-90 7,00		N-90 6,19	N-90 6,87	N-90 7,16		N-90 6,67	N-90 6,80	N-90 7,54
1983	Weizen 1,68	Brache -	Lupine 4,22	Weizen 1,56	Weizen 1,39	Brache -	Lupine 4,35	Weizen 1,66	Weizen 1,63	Brache -	Lupine 4,42	Weizen 1,58

* Mittel der Bodenbearbeitungssysteme (im ersten Jahr gleiche Vorfrucht)

Tabelle C2 Erträge von 4 Fruchtfolgen in 3 Bodenbearbeitungssystemen von 1983 bis 1985
(Körnererträge bei Sojabohnen, Weizen und Mais; Sproß-TM-Erträge bei Lupinen und Brache t/ha)

Jahr	Direktsaat Fruchtfolgen				Grubber Fruchtfolgen				Pflug Fruchtfolgen			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1983/84	Sojab. 2,06	Mais 2,38	Mais 4,49	Sojab. 2,08	Sojab. 1,87	Mais 2,53	Mais 3,36	Sojab. 1,94	Sojab. 2,99	Mais 2,81	Mais 4,06	Sojab. 1,87
		N-90 4,43	N-90 4,64			N-90 3,58	N-90 3,81			N-90 4,36	N-90 3,76	
1984	Weizen 0,39	Brache 0,69*	Lupine 1,92	Lupine 1,89	Weizen 0,31	Brache 0,88*	Lupine 1,68	Lupine 1,62	Weizen 0,38	Brache 0,68*	Lupine 1,98	Lupine 1,78
1984/85**	Sojab. 1,95	Mais 1,71	Mais 5,71	Mais 5,74	Sojab. 1,75	Mais 1,80	Mais 5,44	Mais 5,60	Sojab. 1,98	Mais 2,03	Mais 6,38	Mais 6,73
		N-90 6,90	N-90 6,82	N-90 6,98		N-90 5,82	N-90 6,41	N-90 6,59		N-90 6,48	N-90 6,03	N-90 7,31
1985**	Weizen 2,55	Brache 2,62	Lupine 4,88	Weizen 2,29	Weizen 2,18	Brache 2,43	Lupine 5,11	Weizen 2,29	Weizen 2,15	Brache 1,81	Lupine 5,34	Weizen 2,19

* Trockenmasse der auf der Brache gewachsenen Unkräuter

** Herrn Garibaldi Batista de Medeiros wird für die Zusendung der Ertragsergebnisse nach Projektende gedankt.

D Praktische Hinweise

Berechnung der Ausbringungsmenge von Herbiziden

Jeder, der Spritzgeräte einsetzt, muß sich genaue Kenntnisse über deren exakte Einstellung aneignen. Die **Ausbringungstechnik** bereitet schon deshalb besondere Schwierigkeiten, weil es im allgemeinen darauf ankommt, 0,05 bis 0,4 g eines chemischen Mittels, das in 20 bis 50 ml Wasser verdünnt ist, äußerst gleichmäßig auf jeden Quadratmeter eines Feldes auszubringen. In vielen Fällen wird durch unsachgemäße Ausbringungstechnik der Erfolg von Pflanzenschutzmaßnahmen in Frage gestellt. Nicht selten werden Schäden an den Kulturpflanzen verursacht. Die unsachgemäße Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln kann auch mit gesundheitlichen Risiken für den Anwender verbunden sein. Die Berechnung der Ausstoßmenge des Spritzbalkens und der Pflanzenschutzmittelmenge, die mit einer bestimmten Wassermenge gemischt werden muß, ist für viele Anwender ein schwer zu bewältigendes Problem. Die einschlägigen Empfehlungen für diese Berechnungen sind oft lückenhaft und überfordern die Anwender in erheblichem Maße. Erhebungen in England (ADAS, 1976) haben gezeigt, daß es bei 19 % der untersuchten Betriebe zu Abweichungen von 20 bis 50 % der berechneten Ausbringungsmenge kam. Bei 1 % der Landwirte betrugen die Abweichungen mehr als 50 %. Bei diesen Erhebungen stellte sich auch heraus, daß 38 % der Landwirte überhaupt keine Methode für die Einstellung der Ausstoßmenge anwendeten (ADAS, 1976). Bei mangelnder Ausbildung der Schlepperfahrer in Brasilien muß mit einer wesentlich höheren Fehlerquote gerechnet werden als in der ADAS-Studie dargestellt wurde. Es kann zum Beispiel nicht immer erwartet werden, daß aus der Messung der Fahrgeschwindigkeit in Sekunden je 50 m Fahrstrecke eine korrekte Umrechnung in km/h erfolgen wird. Wenn in eine Formel die Ausstoßmenge der Spritzbrühe in l/ha eingebracht werden muß, so ist es manchmal auch für Absolventen mit einer besseren Schulausbildung schwierig, die richtigen Werte zu ermitteln.

Um Fehler zu vermeiden, wurde deshalb im Projekt ein Formular zur Berechnung der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln entworfen (Abb. D 1). Aus ökologischen und gesundheitsbezogenen Gründen erfolgt dabei die Messung des Ausstoßes mit reinem Wasser. Die auszubringende Wassermenge pro ha wird nicht berechnet, sondern zunächst annähernd durch Auswahl einer entsprechenden Düse (Druck 2 bar) und Fahrgeschwindigkeit festgelegt. Die Spritzgenauigkeit wird durch eine fehlerhafte Manometeranzeige nicht beeinträchtigt, sofern der Druck konstant bleibt.

Zur exakten Bemessung der Ausbringungsmenge sind notwendig:

- ein Meßzylinder oder Meßbecher (1.000 cm³ Inhalt)
- mehrere Meßeimer
- ein Bandmaß (möglichst 50 m lang) und
- eine Stoppuhr oder Armbanduhr mit Sekundenanzeiger.

Gemessen werden:

- der Ausstoß jeder Einzeldüse und des gesamten Spritzbalkens (pro Minute)
- der Behälterinhalt (effektive Wassermenge)
- die Zeit für die Zurücklegung von 50 m Wegstrecke unter Feldbedingungen
- die Arbeitsbreite.

Die entsprechenden Werte werden in das Formular eingetragen. Durch einfache Multiplikation und Division nach vorgegebenem Muster wird die einzufüllende Pflanzenschutzmittelmenge für den Behälterinhalt schnell, sicher und nachprüfbar ermittelt.

Für die Berechnung der Menge auszubringender Spritzbrühe, die Einstellung und den Einsatz der Feldspritze sind zu berücksichtigen:

Wasserausbringungsmenge (Ausstoß). Sie wird durch Auswechseln der Düsen oder durch Änderung der Fahrgeschwindigkeit (3 bis 8 km/h) geregelt. Bei Benutzung der in Brasilien gängigen Teejet-Flachstrahldüsen und konstantem Druck von 2 bar wird folgende Ausbringungsmenge pro ha erreicht:

Düsentyp Nr.	Ausstoß 1 Düse (Liter/Minute)	Ausbringungsmenge in Liter/ha bei Fahrgeschwindigkeit in km/h				
		3	4	5	6,4	8
8002/11002	0,56	224	168	134	105	84
8003/11003	0,89	356	267	214	167	133
8004/11004	1,15	460	345	276	216	175

Unter praktischen Bedingungen und je nach Empfehlung der Hersteller von Pflanzenschutzmitteln werden im allgemeinen 200 bis 400 l Wasser je ha ausgebracht. Größere Wassermengen von 400 bis 600 l/ha können für eine exaktere Ausbringung und bessere Benetzung von Vorteil sein, verursachen aber auf mittleren und größeren Betrieben Transportprobleme.

Der gewählte **Düsentyp** muß auf dem gesamten Spritzbalken zur Anwendung kommen. Investitionen in Qualitätsdüsen (Keramik, Stahl usw.) machen sich immer bezahlt. Düsen mit einer Abweichung von mehr als 10 % vom Mittel müssen verworfen werden. (Die in Industrieländern gestellte Forderung, daß die Mengenabweichung, gemessen im Meßbecher, maximal 5 % betragen darf, halten wir für zu rigoros und in Entwicklungsländern kaum einzuhalten.) Die Verteilungsgenauigkeit, gemessen am Rillenprüfstand, darf maximal 15 % betragen. Der

vom Hersteller empfohlene und je nach Düsentyp bzw. Spritzwinkel erforderliche Abstand zwischen den Düsen und von der Düse zur Spritzfläche muß eingehalten werden.

Beispiel: Bei einem Abstand zwischen den Düsen von 50 cm und Verwendung der Teejet-Düse 8002 (Spritzwinkel 80°) muß der Abstand zum Boden bzw. zur Vegetation 40 bis 45 cm betragen.

Eine Druckerhöhung bei den oben angegebenen Düsentypen von 1 bar erhöht den Ausstoß je Düse im Schnitt um ca. 27 %. Höherer Druck bedeutet kleinere Tropfen (erhöhte Abdriftgefahr) und größeren Spritzwinkel.

Der **Druck** muß beim Spritzen konstant gehalten werden (im allgemeinen 2 bar für Herbizide). Die Empfehlungen des Pflanzenschutzmittelherstellers müssen berücksichtigt werden.

Leider wird in Brasilien immer wieder festgestellt, daß die Hersteller von Spritzgeräten Manometer anbringen, die bis 400 oder gar 1.000 psi gehen, was die Anzeige im unteren Druckbereich äußerst ungenau macht. Das Manometer sollte ölgedämpft sein.

Während der Messung des Ausstoßes jeder Einzeldüse sowie während des Einsatzes muß die **Motordrehzahl** konstant bei 1.500 upm gehalten werden. Allerdings ist eine Motordrehzahl von 1.500 upm nur bei Konturfahren oder auf ebenem Land angebracht. Bei Bergfahrt sollte mit 1.800 upm gefahren werden (Erhöhung der Drehmomentreserve des Motors), um so einen Drehmoment- und Umdrehungszahlabfall und die damit verbundenen Geschwindigkeitsschwankungen zu vermeiden. Außerdem ist eine Motorumdrehungszahl von 1.800 upm für die Einhaltung der Zapfwellendrehzahl von 540 bzw. 1.000 upm insbesondere bei hydraulischen Rührwerken und Ausbringung von Emulsionen und Suspensionen wichtig.

Gewählte **Fahrgeschwindigkeit** konstant halten, das heißt gewählte Gangschaltung beibehalten und auf keinen Fall ändern, es sei denn, nach völlig neuer Kalkulation. Die günstigste Fahrgeschwindigkeit liegt zwischen 5 und 6,4 km/h. Bei rauher Bodenoberfläche langsamer fahren!

Die Verwendung von speziellen **Plastikbeuteln** für das Auslitern der Brühe (in Paraná weit verbreitet) kann für die Feststellung der Ausbringungsmenge nicht empfohlen werden, da die Methode viele Fehlerquellen enthält. Beispielsweise bewirken ungleich große Beutel und ungenaue Markierungen sowie Ausdehnung der Beutel durch Temperatur und Sonneneinstrahlung falsche Ergebnisse. Außerdem verlagert sich der Wasserspiegel je nachdem, wie der Beutel gehalten wird.

Wichtig ist neben der Berechnung der Ausbringmenge und dem Druckbild der einzelnen Düsen das exakte Anschlußfahren, damit Fehlstellen oder Doppelspritzen vermieden werden.

Die beste Wirkung von Pflanzenschutzmitteln wird im allgemeinen bei einer **Temperatur** von weniger als 30° C und einer **Luftfeuchtigkeit** von mehr als 50 % erreicht. Vor allem in den Tropen und Subtropen sollte deshalb nicht in den heißen Mittagsstunden gespritzt werden. Regen kurz nach der Spritzung kann zur Abwaschung einiger Präparate führen.

Anschriften der Hersteller von Direktsaatmaschinen

- | | |
|-----------------|---|
| Baldan | Baldan Implementos Agrícolas S. A., Av. Baldan, 1500; Fone (0162) 82-2577; Telex (0166) 435;
15.990 Matão-SP |
| Eda | Eda-De Antoni S. A., Máquinas e Implementos Agrícolas. Rua Moreira César, 902; Fone (054) 221-6988; Endereço telegráfico „De Antoni“;
95.100-Caxias do Sul-RS |
| Fankhauser | Indústria de Maquinas Agrícolas Fankhauser Ltda., Av. Mauá 543; Fone (055) 543-1108;
98.940 Tuparendi-RS |
| Fundiferro | Fundição de Ferro Ltda., Av. Presidente Vargas; 15, Fone (054) 242-1399,
95.320 Nova Prata-RS |
| Imasa | Imasa Indústria de Maquinas Agrícolas Fuchs S. A., Av. 21 de Abril 775; Fone (055) 332-1233; Telex (055) 2198,
98.700 Ijuí-RS |
| Jumil | Jumil-Justino de Moraes, Irmãos S. A., Rua Ana Luiza 568; Fone (016) 761-4000; Telex (0166) 388,
14.300 Batatais-SP |
| Lavrale | Lavrale Maquinas Agrícolas Ltda., Rua 13 de Maio, 1563; Fone (054) 221-5400, End.- Tel. „Lavrale“;
95.100-Caxias do Sul-RS |
| Massey Ferguson | Massey-Perkins S. A., Av. Presidente Juscelino Kubitscheck 1830 Itaim, Caixa Postal 30240, Fone (011) 8156644; Telex (011) 44933 04543 São Paulo-SP |
| Max | Irmãos Thonnigs e Cia. Ltda. Matriz: Carazinho-RS, Rod. BR-386, km 174; Cx. Postal 270; Fone (054) 331-2300; Telex (0542) 402;
99.500 Carazinho-RS |
| Menegaz | Menegaz S. A. Indústria e Comercio. End. Tel. Menegaz; Caixa Postal 341; Fone (054) 313-1100; Telex (054) 2353; Distrito Industrial João Menegaz;
99.100 Passo Fundo-RS |

Abb. D1: Berechnung der Ausbringungsmenge einer Feldspritze und der Pflanzenschutzmittelmenge, die in den Behälter gefüllt werden muß.

A. Gesamtausstoß des Spritzbalkens (Düsentest)

Ausstoß jeder Einzeldüse präzise von links nach rechts mit 1000 cm³ Meßbecher, im Stand messen und eintragen. Angaben in Liter/Minute; Motordrehzahl 1500 upm; Druck prüfen! Düsen mit einer Abweichung von mehr als 10% des Mittelwertes verwerfen!

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	usw.
Ausstoß je Düse (Liter/Minute)																
SUMME																
															1	Gesamtausstoß des Spritzbalkens Liter/Minute

B. Zeitraum für die Entleerung der Behälterfüllung

	÷	Aus A übertragen		=		2	Zeitraum für die Entleerung des Behälterinhalts (Minuten)
Behälterinhalt (tatsächliche Wassermenge in Liter)			Gesamtausstoß des Spritzbalkens Liter/Minute				

C. Fahrgeschwindigkeit

Entfernung von 50 m und Zeit für die Zurücklegung der Entfernung unter Feldbedingungen messen, bei konstanter Drehzahl und Geschwindigkeit

50	÷		=		3	Meter/Sekunde	× 60 Sek. =		4	Geschwindigkeit Meter/Minute
Entfernung in Metern		Zeit in Sekunden								

D. Flächendeckung mit einer Behälterfüllung

Aus C übertragen

4	×		=		5	Gespritzte Fläche m²/Minute	×		2	Zeitraum für die Ent- leerung des Behälter- inhalts (Minuten)	÷		6	Gespritzte Fläche ha/Behälterfüllung
Geschwindigkeit Meter/Minute		Arbeitsbreite in Meter (Düsenzahl × Abstand in Meter)												
Aus B übertragen														

E. Ausbringungsmenge pro ha

Aus D übertragen

	÷		=		7	Ausbringungsmenge Liter Wasser/ha
Behälterinhalt (tatsächliche Wassermenge in Liter)		Gespritzte Fläche mit einer Behälterfüllung (ha)				

F. Pflanzenschutzmittelmenge für Behälterinhalt

	×		=		8	Aufwandmenge an Pflanzenschutzmitteln (Liter/ha oder kg/ha)
Aus D übertragen		ERGEBNIS		a) b) c) d) 9	Pflanzenschutzmittelmenge für Behälterinhalt (Liter oder kg)	
Gespritzte Fläche ha/Behälterfüllung						

Messen bzw. feststellen und eintragen

a) bis d) = Anzuwendende Präparate

Semeato Comercial Semeato de Maquinas e Equipamentos Agrico-
las Ltda.; Av. Presidente Vargas, 3800; Fone (054)
313-1122; Telex (054) 216;
99.100 Passo Fundo-RS

SLC SLC S/A INDUSTRIA E COMERCIO, Rua Santo Antonio
117; Fone (055) 5371322; Telex (055) 2355,
98.920 Horizontina-RS

Tatú Implementos e Máquinas Agrícolas „Tatú“ S. A., Av. Mar-
chesan, 1979; Fone (0162) 822411; Telex (0166) 437;
15.990 Matão-SP

Stand: 1985



Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1 + 2 · D 6236 Eschborn 1 · Telefon (0 6196) 79-0 · Telex 4 07 501-0 gtz d

Die GTZ ist ein bundeseigenes Unternehmen mit dem Aufgabengebiet »Technische Zusammenarbeit«. In etwa 100 Ländern Afrikas, Asiens und Lateinamerikas realisieren 2200 Experten zusammen mit einheimischen Partnern Projekte in nahezu allen Bereichen der Sektoren Land- und Forstwirtschaft, Wirtschaft und Sozialwesen sowie institutionelle und materielle Infrastruktur. – Auftraggeber der GTZ sind neben der deutschen Bundesregierung andere staatliche oder halbstaatliche Stellen.

GTZ-Leistungen u.a.:

- Prüfung, fachliche Planung, Steuerung und Überwachung von Maßnahmen (Projekten, Programmen) entsprechend den Aufträgen der Bundesregierung oder anderer Stellen,
- Beratung anderer Träger von Entwicklungsmaßnahmen,
- Erbringung von Personalleistungen (Suche, Auswahl, Vorbereitung, Entsendung von Fachkräften, persönliche Betreuung und fachliche Steuerung durch die Zentrale),
- Erbringung von Sachleistungen (technische Planung, Auswahl, Beschaffung und Bereitstellung von Sachausrüstung),
- Abwicklung finanzieller Verpflichtungen, gegenüber Partnern in Entwicklungsländern.

Die **Schriftenreihe der GTZ** umfaßt über 200 Titel. Das Gesamtverzeichnis kann über die Stabsstelle 02 – Presse- und Öffentlichkeitsarbeit – der GTZ oder die TZ-Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 1164, D 6101 Roßdorf, bezogen werden.

