

# LANDBAUFORSCHUNG VÖLKENRODE

## WISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT BRAUNSCHWEIG-VÖLKENRODE (FAL)

Die »Landbauforschung Völkenrode« erscheint mindestens zweimal jährlich in zwangloser Folge.  
Außerdem erscheinen nach Bedarf Sonderhefte.

Vollständiger Abdruck  
der von der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau  
der Technischen Universität München  
zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Doktors der Agrarwissenschaften  
genehmigten Dissertation

Vorsitzender:

Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. G. Fischbeck

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. H. Schön

2. Prof. Dr. P. Wolff, Gesamthochschule Kassel

Die Dissertation wurde am 2. Juni 1992 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau  
am 6. Juli 1992 angenommen

Die »Landbauforschung Völkenrode« erscheint in eigener Redaktion im Selbstverlag  
der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL),  
3300 Braunschweig, Bundesallee 50. Fernruf: (0531) 5 96 1.

Telegramm-Anschrift: Landforschung Braunschweig. Telefax: (0531) 5 96 81 4.

Fotos: Soweit nicht anders vermerkt, Institute und Bildstelle der FAL.

Druck: Bildstelle der FAL.

Preis dieses Heftes: 20.- DM

Aus dem Institut für Betriebstechnik  
der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)  
Institutsleiter: Prof. Dr. - Ing. C. Sommer

und dem

Institut für Landtechnik  
der Technischen Universität München  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. agr. H. Schön

**Untersuchungen zu den Wasserverlusten  
beim Einsatz des Großflächenregners  
mit mobilen Beregnungsmaschinen**

von

**HANS HARTMANN**  
geboren in Northeim

## INHALTSVERZEICHNIS

Seite:

---

1.	Einleitung	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Überblick über die Bewässerungsverfahren	2
1.3	Problemstellung	6
2.	Stand des Wissen	8
2.1	Beschreibung des Großflächenregnerverfahrens	8
2.2	Analyse und Abgrenzung der Wasserverluste	11
2.2.1	Verluste bei der Wasserbereitstellung	11
2.2.2	Verluste bei der Wasserverteilung auf dem Feld	12
2.2.3	Verluste bei der Wasserverwertung durch die Pflanze	18
2.2.4	Abgrenzung der Wasserverluste	19
2.3	Literaturübersicht	21
2.3.1	Verdunstung und Abwehung	21
2.3.1.1	Experimentelle Arbeiten	21
2.3.1.2	Laboruntersuchungen und thermodynamische Rechenmodelle zur Strahlverdunstung	25
2.3.2	Ungleichförmige Wasserverteilung	27
2.3.2.1	Kenngößen für die Ungleichförmigkeit der Wasserverteilung	27
2.3.2.2	Ursachen für eine ungleichförmige Wasserverteilung	29
2.3.2.3	Auswirkung der Wasserverteilung auf die Wasserverluste	32
2.3.2.4	Verluste durch Feldrandüberschreitung	33
3.	Zielsetzung	38
4.	Direkte Verluste während der Beregnung	40
4.1	Methodik der Feldversuche	40
4.1.1	Zur Technik der Feldmessung von Beregnungshöhen	40
4.1.2	Material, Aufbau und Durchführung der Versuche	41
4.1.3	Auswertungen und Berechnungen	48
4.1.4	Berechnung der Verluste während der Beregnung und Modellansatz	54
4.2	Ergebnisse und Schätzmodell	56
4.3	Diskussion	61
5.	Indirekte Verluste durch ungleichförmige Wasserverteilung	66
5.1	Empirische Untersuchungen	66

5.1.1	Einfluß des Windes und der Arbeitsbreite auf die Verteilgenauigkeit . . . . .	67
5.1.1.1	Methodik und Auswertung der Feldversuche . . . . .	67
5.1.1.2	Ergebnisse . . . . .	72
5.1.2	Überschußberegnung durch ungleichförmige Wasserverteilung . . . . .	79
5.1.2.1	Methodisches Vorgehen . . . . .	79
5.1.2.2	Schätzmodell für die Überschußberegnung . . . . .	83
5.1.2.3	Modellverifikation und Ergebnisse . . . . .	89
5.1.3	Diskussion . . . . .	94
5.2	Untersuchungen durch Computersimulation: Das Modell <i>Dymowag</i> . . . . .	100
5.2.1	Beschreibung und rechnerische Grundlagen des Simulationsmodells . . . . .	100
5.2.1.1	Zuordnung der Beregnungshöhe . . . . .	102
5.2.1.2	Sektorbegrenzung . . . . .	103
5.2.1.3	Simulation der Überlappung mit benachbarten Beregnungsstreifen . . . . .	106
5.2.1.4	Regnereinzug . . . . .	106
5.2.1.5	Berechnung der Vor- und Nach-beregnungsfläche . . . . .	108
5.2.1.6	Berechnung der Wasserverluste durch Feldrandüberschreitung und Überschußberegnung . . . . .	109
5.2.1.7	Berechnung der Unterversorgung . . . . .	111
5.2.1.8	Sonderfall: Sektorwechsel nach der Vorberegnung . . . . .	112
5.2.2	Möglichkeiten und Beschränkungen von <i>Dymowag</i> . . . . .	113
5.2.3	Kritische Betrachtung der Simulationsmethodik . . . . .	115
5.2.4	Simulierte Wasserverteilung in der Feldmitte . . . . .	117
5.2.4.1	Modellverifikation . . . . .	117
5.2.4.2	Wasserverteilung in der Feldmitte . . . . .	120
5.2.5	Simulierte Wasserverteilung und Wasserverluste durch Vor- und Nachberegnung . . . . .	122
5.2.5.1	Ergebnisse zur Feldrandüberschreitung und Unterversorgung . . . . .	124
5.2.5.2	Überschußberegnung durch Vor- und Nachberegnung . . . . .	133
5.2.5.3	Sonderfall: Sektorwechsel nach der Vorberegnung . . . . .	135
5.2.6	Diskussion der Simulationsergebnisse . . . . .	139
6.	Schlußfolgerungen und Ausblick . . . . .	143
7.	Zusammenfassung . . . . .	147
8.	Summary . . . . .	150
9.	Literaturverzeichnis . . . . .	153