

Einfluß von Umdrehungszeit und Schlaghebel­frequenz beim Fregat-Regner Nr. 4 auf die Gleichmäßigkeit der Regenverteilung bei Wind

Dr. sc. agr. M. Frielinghaus, Agraringenieurschule Fürstenwalde

1. Einleitung

Die Wurfweite hat bei einer Vielzahl von Drehstrahlregnern entscheidenden Einfluß auf die Qualität der Verteilung des künstlichen Regens bei arbeitsökonomisch günstigen Regnerverbänden. Die Wurfweite ist beim ruhenden Regnerstrahl und bei Windgeschwindigkeiten von 0 bis 1 m/s am größten. Ruhender Regnerstrahl heißt, der Strahl wird nicht bewegt und nicht durch einen Schlaghebel gestört. Als ein wesentliches Einsatzkriterium für Drehstrahlregner wird daher eine langsame Umdrehungsgeschwindigkeit und/oder eine Strahlstörung durch den Schlaghebel in großen Intervallen gefordert, damit die nutzbare Wurfweite der Wurfweite des ruhenden Strahls nahekommt [1].

2. Experimentelle Grundlagen

Der Regner Nr. 4 aus der Regnerbestückung der Kreisberechnungsmaschine Fregat entspricht dem Rain-Bird-Regner 80E-TNT. Da die Nebendüse verschlossen war, handelte es sich um den eindüsigen Untertyp 80EW-TNT. Der Regner hatte einen Strahlrohrerhebungswinkel von 21°, war mit einem Gleichrichter im Strahlrohr ausgerüstet und arbeitete mit der Düsenweite 11,9 mm, dem Druck 0,30 MPa und der Aufstellhöhe 0,80 m. Der Wasserdurchsatz betrug 8,9 m³/h.

Die meisten in der DDR verfügbaren Regner haben einen Strahlrohrerhebungswinkel von 30°. Die anderen o. g. Parameter sind vergleichbar.

Die untersuchten Einsatzvarianten sind Tafel 1 zu entnehmen. Die beiden Zwangsumdrehungen bei nahezu gleicher Schlaghebel­frequenz wurden mit einem Elektroantrieb erzeugt (Bild 1). Die freie Umdrehung ist mit dem Normaleinsatzfall des Regners identisch. Die verlangsamte Umdrehung wurde mit einem verlängerten und zusätzlich beschwerten Schlaghebel realisiert.

Mit einem Windmesser in einer Höhe von 3,5 m über der Versuchsfläche wurden Windgeschwindigkeit und -richtung gemessen. Zu jeder Variante wurden 30 bis 40 Versuche für den Windgeschwindigkeitsbereich

von 0 bis > 6,0 m/s durchgeführt. Die Auswertung erfolgte für die Windgeschwindigkeitsklassen 0 bis 1, 2 bis 3, 4 bis 5 und $\geq 6,0$ m/s.

Grundlage für die Ermittlung des Cu-Wertes nach Christiansen als Qualitätsmaßstab der Regenverteilung im Verband waren die Versuchsergebnisse am Einzelregner mit einer

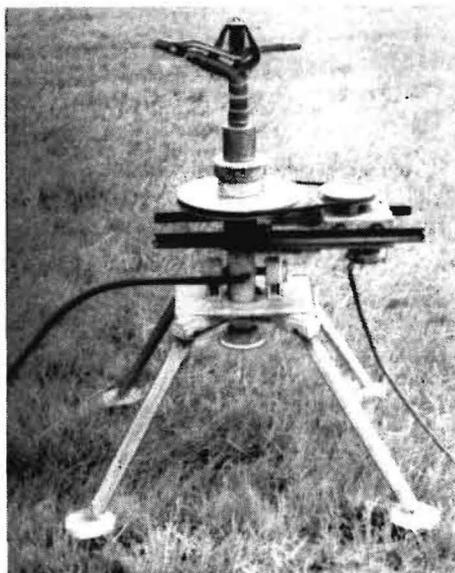


Bild 1. Regner Nr. 4 auf einem Stativ mit Elektroantrieb

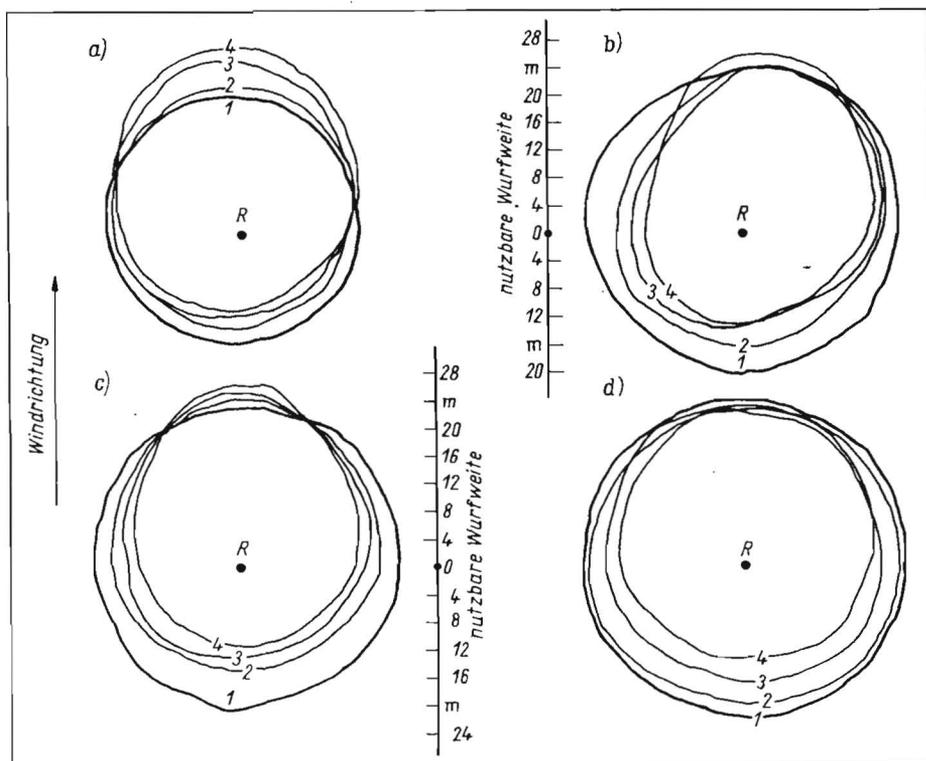
Anordnung der Meßgefäße im Abstand von 2 m auf 16 Radien, wobei die Berechnungsdauer 1 h betrug. Der Einfluß verschiedener Verbände wurde mit dem Rechenprogramm NIRU simuliert. Simulationsbasis war der Windsektor 0, der einem Windrichtungsangriff entlang der Rohrleitung einer positionsweise arbeitenden Berechnungsmaschine entspricht. Zum Vergleich wurden auch die Windsektoren 2 und 4 simuliert, die einer Windrichtung von 45° bzw. 90° zur Rohrleitung entsprechen.

3. Analyse der Einzelregnerbenetzungsflächen

3.1. Nutzbare Wurfweite

Der untersuchte Windgeschwindigkeitsbereich von 0 bis > 6 m/s ist für die Verhältnisse der DDR repräsentativ, da die mittlere Windgeschwindigkeit im Binnentiefland bei freien Standorten 4 m/s beträgt [2]. Als Draufsicht wird die Veränderung der nutzbaren Wurfweite bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten und den 4 Einsatzvarianten des Regners dargestellt (Bild 2). Während die nutzbare Wurfweite bei einer Windgeschwindigkeit von 0 bis 1 m/s beim ungestörten Strahl 24 m beträgt (100%), erreichen die Einsatzvariante a bei gleicher Windgeschwindigkeit 18 m (75%) und die Einsatzvariante d 22 m (92%). Die Einsatzvariante d kommt damit der Forderung von 95% nahe [1]. Bei der Einsatzvariante d tritt der

Bild 2. Nutzbare Wurfweite (Draufsicht auf Regner R) für die Einsatzvarianten a bis d; Windgeschwindigkeiten: 1 0 bis 1 m/s; 2 2 bis 3 m/s; 3 4 bis 5 m/s; 4 ≥ 6 m/s



Tafel 1. Übersicht über die untersuchten Einsatzvarianten

Einsatzvarianten	Umdrehungszeit s	Schlaghebel­frequenz Anschläge/min
a schnelle Zwangsumdrehung	20	145
b langsame Zwangsumdrehung	86	148
c freie Umdrehung	33	186
d verlangsamte Umdrehung	235	70

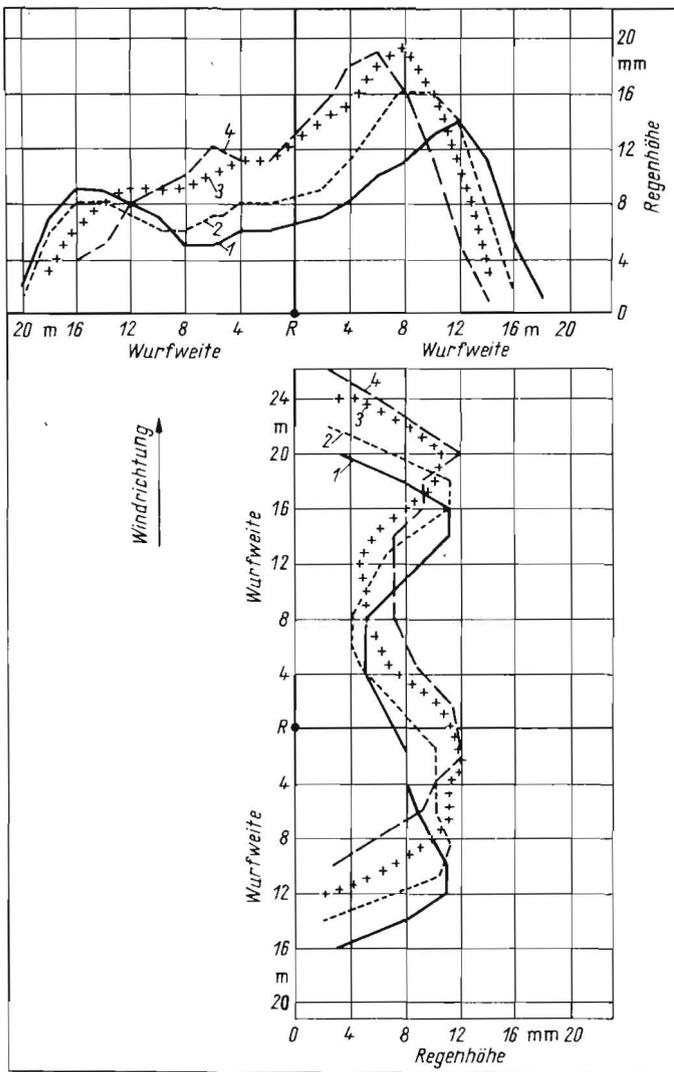


Bild 3. Niederschlagsbild bei Einsatzvariante a; Legende s. Bild 2

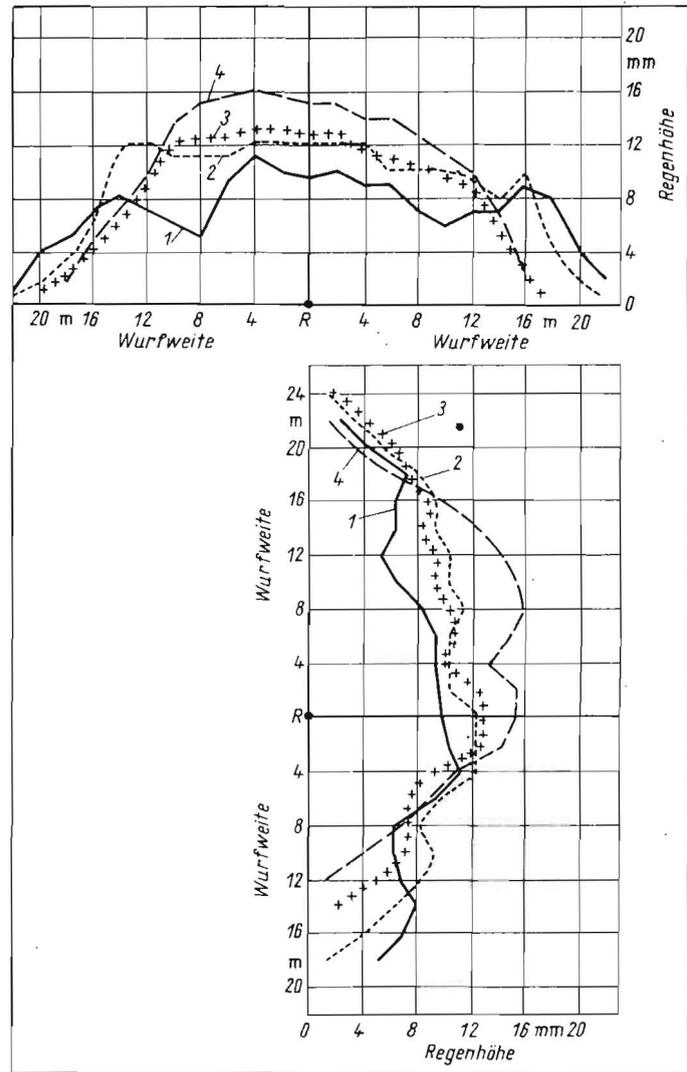


Bild 4. Niederschlagsbild bei Einsatzvariante d; Legende s. Bild 2

Schlaghebel nur alle 0,8 bis 0,9 s in den Strahl ein. Daher kann sich bis zum Gipfelpunkt der Wurfparabel ein ungestörter Strahl aufbauen. Langsame Schlaghebel Frequenz des Schlaghebels führt zu größerer Wurfweite [3].

Die nutzbare Wurfweite wird gegen den Wind verkürzt, mit dem Wind verlängert. Das läßt sich schon bei einer Windgeschwindigkeit von 0 bis 1 m/s nachweisen (Bild 2).

3.2. Regenhöhenverteilung

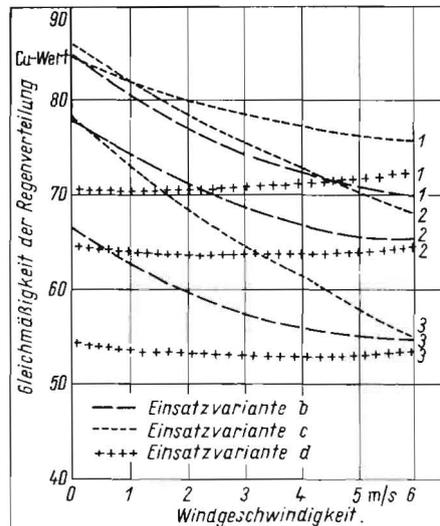
Die Niederschlagsbilder enthalten die Regenhöhen entlang der Wurfweite gegen die Windrichtung, mit der Windrichtung und quer zur Windrichtung (Bilder 3 und 4). In beiden Bildern wird die Windabhängigkeit der Regenhöhenverteilung deutlich. Im Gegensatz zur Einsatzvariante a mit schnellem Zwangsumlauf (Bild 3) führt die verlangsamte Umdrehung in Variante d zu einer relativ ausgeglichenen Regenhöhenverteilung (Bild 4). Ursache sind u. a. die unterschiedlichen Spritzwasseranteile, verursacht durch die Schlaghebel Frequenz, d. h. durch die Arbeit des Schlaghebels.

4. Regenverteilung im Verband

Die Gleichmäßigkeit der Regenverteilung im Rechteckverband hängt nicht in jedem Fall von der Windgeschwindigkeit ab. Während in den Einsatzvarianten b und c (Bild 5) der

Bild 5. Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Gleichmäßigkeit der Regenverteilung für ausgewählte Rechteckverbände (Bestimmtheitsmaße für die Regressionen liegen zwischen 0,60* und 0,81*);

- 1 Regnerabstand auf der Leitung 18 m, Vorschub der Leitung 18 m.
- 2 Regnerabstand auf der Leitung 22 m, Vorschub der Leitung 30 m
- 3 Regnerabstand auf der Leitung 24 m, Vorschub der Leitung 36 m



Cu-Wert bei zunehmender Windgeschwindigkeit abnimmt, gilt dies für die Einsatzvariante d nicht. Hier zeigt sich das unerwartete Ereignis einer hohen Windstabilität der verlangsamt umdreht. Die Windstabilität des Cu-Wertes ist bei Regnern mit geringem Strahlrohrerhebungswinkel, z. B. beim Regner Nr. 4 mit 21°, relativ hoch. Die Stabilität nimmt bei größerem Erhebungswinkel ab, wie es für die Regner U64, G68 und S57/2 mit einem Winkel von 30° nachgewiesen ist [4, 5].

Enge Verbände, z. B. Regnerabstand auf der Leitung 18 m und Vorschub der Leitung 18 m (Bild 5), haben einen hohen Cu-Wert und eine relative Windstabilität. Weite Verbände, z. B. Regnerabstand auf der Leitung 24 m und Vorschub der Leitung 36 m (Bild 5), sind bei einem geringen Cu-Wert relativ windstabil.

An den untersuchten Dreieckverbänden zeigt sich bei den Verbänden 24 m x 24 m und 24 m x 27 m eine gute Windstabilität, verbunden mit einem Cu-Wert zwischen 60 und 75. Beim Dreieckverband von 24 m x 36 m und größer fällt der Cu-Wert dagegen mit zunehmender Windgeschwindigkeit stark ab. Die ermittelten Cu-Werte für den Regner Nr. 4 stimmen nicht mit einem Modellansatz überein [6], der nur für Drehstrahlregner mit einem Strahlrohrerhebungswinkel von 30° gilt.

5. Einfluß der Windrichtung

Die Simulation der Windrichtung zur Rohrleitung hat bei positionsweise arbeitenden Beregnungsmaschinen einen großen Einfluß auf den errechneten Cu-Wert. Die experimentellen Ergebnisse für den Rechteckverband zeigen, daß der Windsektor 0 (Windrichtung entlang der Rohrleitung) den schlechtesten Einsatzfall darstellt. Der Windsektor 4 (Windrichtung im rechten Winkel zur Rohrleitung) erbringt höhere Cu-Werte. Die beste Wasserverteilung ist beim Windsektor 2 (Windrichtungsangriff im Winkel von 45°) zu erwarten. Im Dreieckverband sind die Ergebnisse nicht so eindeutig.

6. Zusammenfassung

Die Untersuchungen zum Windeinfluß auf die Gleichmäßigkeit der Regenverteilung durch Drehstrahlregner müssen den Windgeschwindigkeitsbereich von 0 bis > 6 m/s erfassen. Für die Regnerprüfung ist wichtig, daß schon Windgeschwindigkeiten von 0 bis

1 m/s die nutzbare Wurfweite deutlich beeinflussen. Solche Windgeschwindigkeiten sind aber mit handelsüblichen Schalenanemometern kaum eindeutig zu quantifizieren.

Die Umdrehungszeit und Schlaghebelfrequenz haben bei Regnern mit Strahlrohrerhebungswinkeln von 21° einen relativ geringen Einfluß auf die Gleichmäßigkeit der Regenverteilung bei Wind im Verband. Langsame Umdrehung und geringe Schlaghebelfrequenz sind aber prinzipiell mit hoher Stabilität der Verteilung bei Wind verbunden.

Literatur

- [1] Kappes, R.; Weißhaupt, F.; Frielinghaus, M.: Untersuchungen zur Erhöhung der Wurfweite von Mittelstrahlregnern. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 30 (1986) 10, S. 591–597.
- [2] Foken, T.; Götschmann, G.: Meteorologische Aspekte der Windenergienutzung in der Landwirtschaft. Feldwirtschaft, Berlin 25 (1984) 12, S. 555–558.

- [3] Mirschel, W.: Der Einfluß des Schwinghebels bei Drehstrahlregnern auf die Arbeitsweise des Regners und eine gute Niederschlagsverteilung. Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, unveröffentlichtes Material 1985.
- [4] Gruber, R.: Zur Gleichmäßigkeit der Niederschlagsverteilung bei der Beregnung von Feldversuchen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation A, 1984.
- [5] Weißhaupt, F.; Kappes, R.: Das Regnervergleichsdiagramm – Beitrag zur Methode der Versuchsanstellung und Auswertung von Niederschlagsmessungen an Einzelregnern. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 28 (1984) 8, S. 491–496.
- [6] Weißhaupt, F.: Methode zur Schätzung der Niederschlagsverteilung von Drehstrahlregnern bei Wind in ausgewählten Quadratverbänden. Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Manuskript 1987 (unveröffentlicht).

A 5037

Untersuchungen von Fahrwerken für die geradeausfahrende Beregnungsmaschine FR-P 300

Dipl.-Ing. N. Müller/Dr. sc. agr. M. Albrecht, KDT/Prof. Dr. sc. agr. G. Breitschuh
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR, Bereich Jena
Dipl.-Ing. Natalia Romanenko, KDT, VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Erfurt

1. Einleitung und Zielstellung

Die FR-P ist eine vielstützige Linearberegnungsmaschine mit positionsweisem Beregnungsbetrieb. Sie setzt sich aus einzelnen gelenkig miteinander verbundenen Segmenten zusammen, die aus Tragwerk und Fahrwerk bestehen. Aus 4 bis 12 solchen Einheiten wird im Baukastenprinzip eine den Schlagbreiten angepaßte Maschinenlänge erreicht (Standardarbeitsbreite 300 m).

Der Antrieb erfolgt an jedem Fahrwerk durch einen Elektromotor, wobei die erforderliche Antriebsenergie von einem traktorgetriebenen Generator erzeugt wird. Die Maschine wird mit Hilfe von elektronischen und mikroelektronischen Bausteinen gesteuert. Die Regner sind vorwiegend auf Auslegern im Dreieckverband angeordnet. Sie können aber auch einreihig auf der Hauptrohrleitung angebracht werden [1, 2, 3].

Die Beregnungsmaschine FR-P ist für eine Fahrstrecke von 85 km und eine normative Nutzungsdauer von 15 Jahren konzipiert. Der Nachweis der Materialhaltbarkeit kann im verfügbaren Erprobungszeitraum nicht erbracht werden. Deshalb wurde für die Fahrwerke mit den durch Bewegung beeinflussten Verschleißteilen ein Prüfstand entwickelt und gebaut. Mit ihm konnten die normativen Laufleistungen und die während der Gesamtnutzungsdauer zu erwartenden Materialbelastungen in wenigen Wochen simuliert werden. Weiterhin bestand die Aufgabe, Zusatzinformationen über Verschleiß und Dauerfestigkeit besonders belasteter Fahrwerkteile zu gewinnen.

Ziel der Prüfstanduntersuchungen sind die möglichst breite Simulationsmöglichkeit von Einsatzfällen, wie sie unter Feldbedingungen auftreten, und der Nachweis der Funktionssicherheit bei möglichst geringem Materialaufwand.

2. Material und Methode

2.1. Aufbau und Betriebsweise des Prüfstands

Der Prüfstand besteht aus einem Zentralturm, einem regulären Tragwerk der Beregnungsmaschine und dem zu untersuchenden Fahrwerk (Bild 1).

Die Grundform des Fahrwerks verdeutlicht Bild 2. Das Fahrwerk bewegt sich auf einer Kreisbahn um den Zentralturm [4]. Nach anfänglicher Handfahrweise wurde die Erprobungsarbeit automatisiert [5]. Aus Platzgründen ist nur eine Pendelbewegung von 111° (45 m Fahrstrecke) möglich. Die Schalteinrichtungen befinden sich im Zentralturm, und der Elektromotor im Fahrwerk wird von dort über ein Kabel mit Energie versorgt.

2.2. Simulationskriterien

Während der Untersuchungen wurden die in Tafel 1 zusammengestellten Simulationskriterien berücksichtigt, um die Prüfstanduntersu-

chungen an die tatsächlichen praktischen Einsatzbedingungen anzunähern.

2.3. Belastung der Fahrwerke

Die Fahrwerkbelastung im Maschinenverband wird durch folgende Einflußgrößen bestimmt:

Vertikalkräfte

- bei Maschinenstillstand und gefülltem Rohr
 - Maschine mit Ausleger
 - Maschine ohne Ausleger
- bei Maschinenvorschub mit leerem Rohr
 - Maschine mit Ausleger
 - Maschine ohne Ausleger

Horizontalkräfte

- Zustand der Bodenoberfläche (Bearbeitungszustand, Pflanzenbestand, Hindernisse, Bodenfeuchte)
- Steigungs- und Gefälle Strecken
- Verspannungskräfte im Maschinenverband.

Während die Vertikalkräfte eindeutig be-

Bild 1. Dauerprüfstand zur Untersuchung von FR-P-Fahrwerken; a Schaltkasten, b Zentralturm, c Tragwerk, d Verstrebung Fahrwerk-Tragwerk, e Gegenmasse 150 kg, f Fahrwerk

