

Feldgraswechsellnutzung (ley-farming) — ein Wasserhaushaltsproblem in wintertrockenen, sommerfeuchten Graslandklimaten der warmgemäßigten Zonen.

(Am Beispiel der Feldgraswechsellnutzung mit *Eragrostis curvula*
im Hochplateauklima Transvaals/Südafrika)

Some aspects of Ley Farming in relation to moisture with cultivated
pastures in regions with summer rainfall and winter dryness of the
warm moderate climatic zones

Von URSUS SCHENDEL*)

1. Einführung und Problemstellung

Zu den sommerfeuchten—wintertrockenen Graslandklimaten der warmgemäßigten Zonen gehören nach der Weltkarte der Jahreszeitenklimate der Erde von TROLL und PAFFEN (16) und der Beschreibung dieser Karte von TROLL folgende Gebiete:

- (1.1.) in den semiariden Regionen (mehr als 6 aride Monate)
 - die Montereion des westlichen Argentinien
 - die Mezquite-Creosotbuschregion Nordostmexikos und der südwestlichen USA
 - die Steppen des Pandschab
 - das Buschveld in Südafrika und
 - der Salt Bush in Australien

*) Dr. U. Schendel, Diplolandwirt, Professor im Institut für Wasserwirtschaft und Meliorationswesen der Christian-Albrechts-Universität Kiel.

Anschrift: D 23 Kiel, Olshausenstraße 40—60

- (1.2.) in den semihumiden Regionen (6 bis 9 humide Monate)
die Mezquite-Tallgrass-Prärie von Texas
die westliche Pampa Argentiniens
das Temperate Grassland des Darlingbeckens in Australien
die Waldsteppen von Jünnan und
das High- und Midland-Veld Südafrikas

Im übergeordneten Sinne können diese Graslandregionen auch als ein Teil der wechselfeuchten Tropen und Subtropen angesehen werden.

Von der ursprünglichen Art der Nutzung her gesehen, erfolgt die Grasnutzung in den wechselfeuchten Tropen in Form der extensiven Weidewirtschaft, deren Formenvielfalt und verschiedene Übergänge ANDREAE (2, 3, 4, 5) in Abhängigkeit von der Marktnähe beschreibt. An Beispielen von Farmwirtschaften im südlichen Afrika kennzeichnet er die Übergänge von reinen Graslandfarmen mit Naturweide in marktfernen Gebieten über Gemischtfarmen mit zunehmendem Anteil von Ackerkulturen — in diesem Falle hauptsächlich Körnermais — bis hin zum reinen Anbau von Körnermais in den marktnahen Gebieten. Größe und Produktionsrichtung der Farmen ergeben sich aus der Marktlage und den Nahrungsgewohnheiten der Bevölkerung, nämlich: Großflächengrasnutzung (meist in Form der Kurzgrassteppe) durch extensive Rindviehhaltung in den marktfernen Gebieten, abnehmende Farmgröße mit wachsendem Anteil von Körnermais und anderen Ackerfrüchten (Hirse, Bohnen, Erdnüsse) bei gleichzeitig abnehmendem Anteil der Weideflächen in den marktnäheren Gebieten. Bedingt durch die zunehmende Nachfrage nach Mast-, Milchvieh und Kälbern verwerten die Gemischfarmen einen Teil der Ackerproduktion, vor allem die Rückstände, durch das Vieh in den futterarmen Trockenperioden. Fruchtwechsel in Form von Feldgrassystemen und Erhöhung der Intensität der Grasnutzung durch planmäßige Ansaaten und Düngung werden notwendig. Nimmt der Körnermaisbau weiter zu oder nimmt er gar in Marktnähe Formen der Monokultur an, entstehen schließlich ernste Probleme für die Bodenfruchtbarkeit; die Erosionsgefährdung nimmt zu, und die Erträge sinken. Diese am Beispiel des Maisanbaues im südlichen Afrika gekennzeichnete Entwicklung vollzieht sich — wenn auch sehr allmählich — überall dort, wo durch den Zwang zur Intensivierung von der Natur bedingte ursprüngliche Nutzungsformen allmählich verdrängt werden.

Bei der Mehrzahl der eingangs genannten sommertrockenen—winterfeuchten Graslandregionen der warmgemäßigten Zonen ist der Übergang zu intensiveren Formen der Landnutzung wegen der Ungunst der topographischen Bedingungen und auch wegen ihrer Marktferne zur Zeit noch nicht aktuell. In anderen Gebieten derselben Klimaregion wiederum, wie z. B. im Inlandplateau der Republik von Südafrika, ist der Zwang zu intensiverer Landnutzung wegen steigender Marktansprüche einer rasch expandierenden Bevölkerung schon seit längerer Zeit existent. Hier haben sich in den letzten Jahrzehnten auf ehemaligen Standorten der extensiven

Weidewirtschaft Nutzungssysteme mit mehrjährigem Feldgras, Körnermais, Hirse und Leguminosen herausgebildet.

Nachfolgend wird über einige Beobachtungen, Teilergebnisse und Erfahrungen aus Versuchen mit Feldgrassystemen (*ley-farming*) berichtet, die der Verfasser in den Jahren 1960/61 unter Trockenfeldbedingungen im Zentralteil Transvaals durchführte. Die Endresultate dieser großangelegten mehrjährigen Versuche sind dem Verfasser nach seinem Fortgang aus Südafrika leider nicht mehr bekannt geworden. Jedoch lieferte bereits das erste Versuchsjahr 1960/61 sehr interessante und aufschlußreiche Erkenntnisse, die von grundsätzlicher Bedeutung für das *ley-farming*-System in diesem Gebiet des südafrikanischen Highveldes und möglicherweise auch für die eine oder andere Region der sommerfeuchten—wintertrockenen Graslandklimate der warmgemäßigten Zone sind. Deswegen sei die Ausnahme einer Mitteilung von Beobachtungen und daraus abgeleiteten Erkenntnissen aus nur einem Versuchsjahr in diesem Fall gestattet.

2. Versuchsstandort, Klima und Bodenverhältnisse

Versuchsstandort war die 2 km nordwestlich von Pretoria gelegene Grasversuchsstation Rietondale des Departments of Agriculture and Technical Service im nördlichen Teil des Highveldes von Transvaal.

Klima: Nach der Klimaeinteilung von TROLL und PAFFEN (16) gehört das Gebiet zur Kategorie IV₃ der semihumiden Regionen in den sommerfeuchten—wintertrockenen Graslandklimaten der warmgemäßigten Zonen. Nach KÖPPEN und GEIGER (10, 11) handelt es sich um ein C_{wb}-Klima, das nach dieser Einteilung wie folgt gekennzeichnet ist: warmgemäßigtes Klima, mindestens ein Monat über 18 °C, Trockenzeit im Winter der betreffenden Halbkugel, wärmster Monat unter 22 °C, mindestens 4 Monate über 10 °C.

Folgende Daten kennzeichnen das mittlere Jahresklima:

Jahresmitteltemperatur: 17,0 °C (höchste Monatsmitteltemperatur im Januar mit 21,3 °C, niedrigste im Juni mit 10,4 °C).

Niederschlag (langjähriges Mittel): 775 mm (höchster mittlerer Monatsniederschlag im Januar mit 130 mm, niedrigster im August mit 7 mm).

Rel. Luftfeuchte: Jahresmittel 59% (höchstes Monatsmittel im Dezember mit 69%, niedrigstes im September mit 42%).

Pot. Verdunstung (freie Wasserfläche): Jahresmittel 1689 mm (höchstes Monatsmittel 192 mm im September, niedrigstes 72 mm im Juni).

Klimatisches Wasserdefizit (Niederschlag minus potentieller Verdunstung): 914 mm (sämtliche Monate weisen ein klimatisches Wasserdefizit auf). Das höchste Defizit liegt im September vor (—169 mm), das niedrigste im Dezember (—17 mm).

Zum Verständnis der in Abschnitt 6 mitgeteilten Beobachtungen, Wachstumseffekte und Teilergebnisse ist die klimatische Situation des Versuchsstandortes in einem Klimadiagramm dargestellt (Abb. 1).

Wie aus dem Diagramm ersichtlich ist, herrscht in allen Monaten Wasserdefizit, weil die potentielle Verdunstung die Niederschläge übersteigt. Das

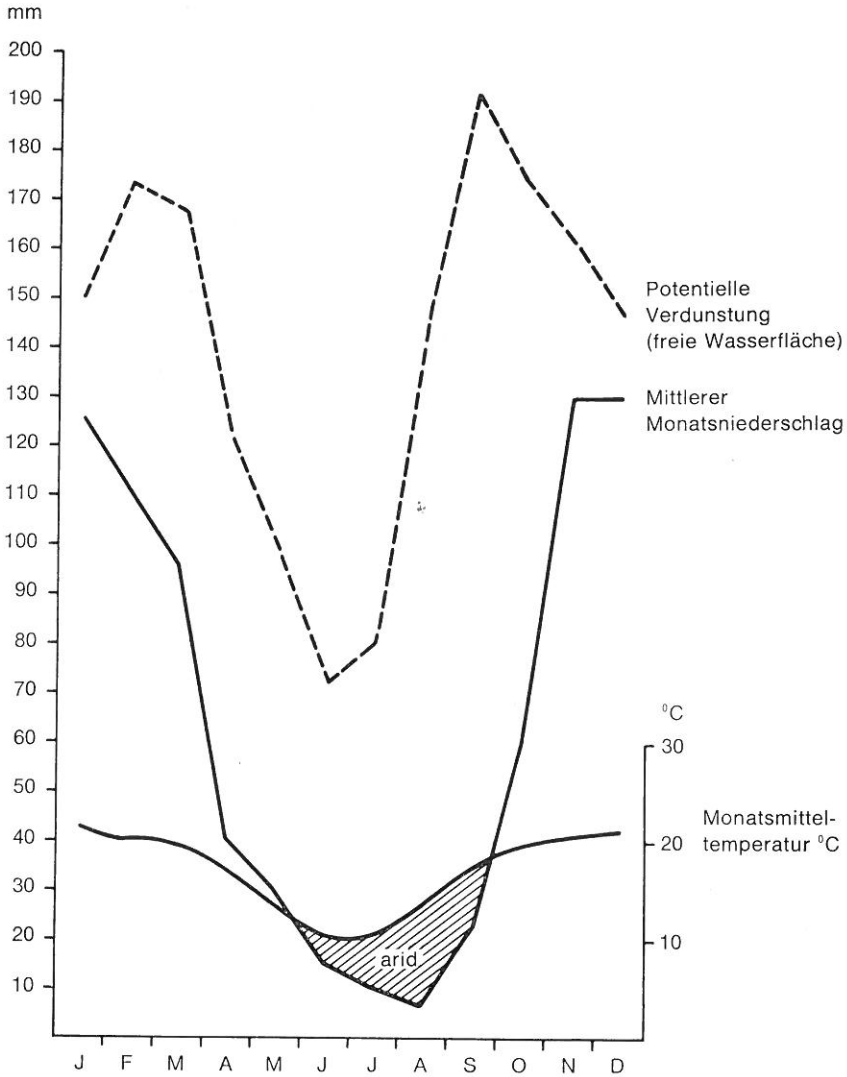


Abb. 1. Klimadiagramm von Pretoria/Südafrika.
 Geogr. Lage: ϕ 25° 45' S λ = 28° 14' O Höhe: 1369 m

Defizit ist am größten in den Wintermonaten Juni bis September und am geringsten während der niederschlagsreichen Sommermonate November bis Februar. In der Zeit von Juni bis Dezember unterschreitet die Niederschlagskurve die Temperaturkurve, obwohl diese Monate die niedrigsten Temperaturen aufweisen. Bei außerdem noch geringer Luftfeuchtigkeit (August 44%, September 42%) ist diese Periode als ausgesprochen arid zu bezeichnen.

Natürliche Vegetation der Highveld-Landschaft: Vorherrschend ist Kurzgrassteppe mit weitläufig verstreuten einzelnen Harthölzern (meist Akazien).

Böden: Die Böden des leicht hügeligen Versuchsstandortes gehören nach der Einteilung von VAN DER MERWE (13) zur Gruppe der braunen bis rotbraunen lateritischen Roterden ohne deutliche Profildifferenzierung. Im südlichen Teil des Highveldes gehen die Böden in einen stärker graubraunen Typ mit deutlicheren Podsolierungstendenzen über. Nach der Korngrößenzusammensetzung handelt es sich überwiegend um sandige Lehme bis lehmige Sande mit guter Durchlässigkeit. Die Reaktion ist schwach sauer bis neutral.

3. Die Feldgraswechselwirtschaft (ley-farming)

In großen Gebieten Transvaals und des Oranje-Freistaates, die einst als extensives Weideland genutzt wurden, hat der Anbau von Verkaufsfrüchten, vor allem Mais, in der Zeit nach dem Kriege stark zugenommen. In einigen Gebieten, besonders in den nördlichen Teilen des Oranje-Freistaates, nahm der Maisanbau Ende der fünfziger Jahre bereits monokulturartigen Charakter an. Negative Einflüsse der einseitigen Nutzung auf die Bodenfruchtbarkeit machten sich bald bemerkbar. Um diesen Prozeß aufzuhalten, bot sich die Einführung der Feldgraswechselwirtschaft an. Jedoch hätte es zu lange gedauert, bis sich auf den vom Maisanbau ausgesparten Flächen wieder eine den Boden voll deckende natürliche Graslandvegetation eingestellt hätte. Eine derart extensive Feldgraswechselwirtschaft hätte auch den Anforderungen des Marktes und dem Leistungspotential der Farmen in keiner Weise mehr entsprochen. Die Lösung des Problems bestand und liegt auch heute noch in der Ansaat standortgemäßer mehrjähriger Futtergräser mit abwechselnder Nutzung der Grasflächen als Weide und zur Heugewinnung. Nach 4 bis 5 Jahren Grasnutzung werden die Flächen dann wieder in Ackernutzung überführt (ley-farming). Die Acker—Gras-Wechselnutzung beeinflusst die Bodenfruchtbarkeit günstig; sie trägt außerdem den steigenden Bedürfnissen des Marktes nach tierischen Erzeugnissen Rechnung. Milcherzeugung in den marktnäheren und Fleischerzeugung durch Mastochsen in den marktferneren Gebieten finden eine sichere Grundlage auf den angesäten und intensiv gedüngten Graslandflächen (cultivated pastures), sofern es gelingt, standortangepaßte und vor allem auch trockenheitsresistente Gräser, die gleichermaßen als Weide- und Mähgras geeignet sind, auf den Flächen anzubauen.

4. Die Grasart *Eragrostis curvula*

Nur wenige der in Südafrika vorkommenden Kulturgräser genügen diesen vielseitigen Ansprüchen. Eines von ihnen ist die Grasart *Eragrostis curvula* (im burischen Sprachgebrauch auch als „Oulandsgras“ bekannt). Einige der wichtigsten Merkmale und Ansprüche dieser Grasart seien nachfolgend kurz geschildert, zumal sie sich möglicherweise auch in anderen Regionen der eingangs genannten Klimazonen als anbauwürdig erweisen könnte.

Beschreibung (botanische Merkmale, Eigenschaften): *Eragrostis curvula* ist ein feinblättriges, schnell wachsendes mehrjähriges sommergrünes*) Horstgras. Es gehört zur Gruppe der *Festuca*-Arten. Die Blätter sind schmal und erreichen unter günstigen Wachstumsbedingungen eine Länge von 1,20—1,50 m. Während die natürliche rohfaserreiche Form von *Eragrostis curvula* (auch als „Teff“-Gras bezeichnet) weniger schmackhaft und auch nicht sehr aufwuchsfreudig ist, sind inzwischen Sorten gezüchtet worden (z. B. die Ermelo- und Witbank-Typen), die diese ungünstigen Eigenschaften nicht mehr besitzen. Die genannten Typen sind blattreich und liefern bei entsprechender Düngung hohe Erträge und ein schmackhaftes Futter von guter Qualität.

Eragrostis curvula ist besonders als „ley-grass“ geeignet, weil es nach dem Aufgang schnell eine geschlossene Narbe bildet und die Rückstände sich am Ende der „Ley-Periode“ gut in den Boden einarbeiten lassen. Die Heugewinnung bereitet wegen der feinen Blattstruktur keine Schwierigkeiten. Der beste Schnitzeitpunkt liegt im Schoßstadium. Der besondere Wert von *Eragrostis curvula* liegt aber darin, daß es nach der trockenen Winterperiode schon sehr zeitig im Frühjahr nach den ersten spärlichen Niederschlägen als Weidegras genutzt werden kann (early spring grazing). Der Futterwert ist im Jugendstadium hoch (Proteingehalt 13%), er nimmt jedoch zum Schoßstadium hin mit nur noch 8% Proteingehalt ab. Unter sehr günstigen Bedingungen werden Heuerträge bis zu 80 dz/ha erzielt.

Anbautechnik: *Eragrostis curvula* kann zu jeder Zeit während der Sommerregenperiode gesät werden. Am geeignetsten sind jedoch die Perioden, in denen die größten Niederschläge fallen. In Transvaal ist dies die Zeit von Dezember bis Februar. Da der Samen sehr fein ist, wird er am besten mit Sand oder auch Superphosphat gemischt entweder breitwürfig oder noch besser 2 cm tief in Reihen mit einem Abstand von 70 bis 80 cm

*) Auch in den Wintermonaten mit Tagesmitteltemperaturen auf dem südafrikanischen Plateau knapp über 10 °C (s. Klimadiagramm) und starker Einstrahlung würde das aktive Wachstum von *Eragrostis curvula* — wie auch das der übrigen Vegetation — erhalten bleiben, wenn genügend Feuchtigkeit zur Verfügung stünde (z. B. unter Bewässerung); denn das Absterben der Vegetation im südafrikanischen Winter ist in erster Linie eine Folge von Feuchtigkeitsmangel.

ausgesät. Pro ha werden ca. 1,5 kg Saat bei Reihenansaat und 2,5 kg bei breitwürfiger Aussaat benötigt.

Die Nährstoffansprüche sind mittelmäßig. Mit Ausnahme von Salz- und Brackböden ist *Eragrostis curvula* für alle Böden geeignet. Obwohl Trockenperioden wegen der intensiven und tiefen Durchwurzelung im allgemeinen gut überstanden werden und auch nach längeren Trockenperioden die Regenerationsfähigkeit nach eigenen Beobachtungen überraschend gut ist, sind andererseits doch Gebiete mit Sommerniederschlägen wesentlich unter 350—400 mm im Highveld von Transvaal — und das gilt sicherlich auch für andere Gebiete der eingangs genannten Graslandregionen — im allgemeinen nicht für die Ansaat von *Eragrostis curvula* geeignet.



Abb. 2. Übersicht über Versuchskamps mit *Eragrostis curvula*.

Versuchsstandort: Rietondale/Transvaal, 1961.

Vordergrund: Reihenabstand 70 cm mitzeitigem Grasaustrieb im Frühjahr; graue Fläche in Bildmitte Reihenabstand 17 cm mit beginnendem Grasaufwuchs erst später im Frühjahr.

5. Versuche mit *Eragrostis curvula*

Die Versuche wurden 1960 auf der Grasversuchsstation Rietondale des „Departments of Agriculture Technical Service“ in Pretoria vom Verfasser unter der Bezeichnung „The *Eragrostis curvula* ley“ angelegt.

5.1. *Versuchsziel und Versuchsdurchführung*

Ziel des Versuches war es, den Einfluß unterschiedlicher Nutzung bei verschiedener Anbautechnik auf die Aufwuchsleistung und den Ertrag von *Eragrostis curvula* als grass-ley zu prüfen. Nach fünfjähriger Versuchsdauer sollte die Versuchsfläche für nachfolgenden Maisanbau umgepflügt und die biologischen, chemischen und physikalischen Veränderungen des Bodens gegenüber der Ausgangssituation vor Beginn des grass-leys festgestellt werden.

Um diesen komplexen Fragen im einzelnen nachzugehen, wurden auf einer Fläche von rund 4 ha zwei mehrfaktorielle Teilversuche angelegt. Im ersten Versuch wurde die „Bewirtschaftungskomponente“, im zweiten verschiedene Aspekte der Anbautechnik untersucht. Im Bewirtschaftungsversuch wurden bei gleicher Düngung verschiedene Kombinationen von Beweidung und Mähnutzung bei unterschiedlich langer Nutzungsdauer und zwei verschiedenen Reihenabständen miteinander verglichen. Der zweite Versuch wurde ebenfalls als mehrfaktorieller Versuch angelegt, um den Einfluß verschiedener Reihenabstände und Aussaatmengen bei unterschiedlicher Düngung auf den Grasertrag zu ermitteln. Die Abbildung 2 zeigt eine Teilübersicht über die Versuchsflächen.

Den Ertragsberechnungen auf den Versuchspartellen und in den Weidekampfs Ertrag immer vier Probeschnitte jeweils vor Beginn der Nutzung zugrunde.

6. **Versuchsbeobachtungen und Teilergebnisse**

Nachfolgend soll die Wirkung unterschiedlicher Maßnahmen bei Anbau und Nutzung auf die Leistung des grass-leys von *Eragrostis curvula* dargestellt werden.

6.1. *Reaktion auf die Wasserversorgung*

In Topfversuchen wurde zunächst die Reaktion von *Eragrostis curvula* auf die Wasserversorgung geprüft (Abb. 3).

Die Aufnahme entstand bei angespannter Wasserversorgung. Die Grasart *Digitaria smutsi*, ein ebenfalls in Transvaal anzutreffendes zu den *Panicum*-Arten gehörendes Kulturgras, diente in dem Experiment als Vergleichspflanze. Zum Zeitpunkt der Aufnahme war der Wassergehalt des Bodens in den Töpfen bis in den Bereich des Welkepunktes abgesunken. *Eragrostis curvula* zeigt trotz der Trockenheit mit ihren zum Transpirationsschutz stark eingerollten Blättern einen aufrechten und straffen Wuchs, während die schlaff herunterhängenden Blätter von *Digitaria smutsi* unter denselben Bedingungen bereits auf einen Zusammenbruch der Wasserversorgung hindeuten. Die Auswertung dieses Gefäßversuches, dessen Ergebnisse an anderer Stelle (14) veröffentlicht sind, ergab, daß *Eragrostis curvula* befähigt ist,

seinen Wasserverbrauch bei Trockenheit stärker zu reduzieren als die Vergleichspflanze. Sowohl die Eigenschaft der stärkeren Transpirationseinschränkung bei Trockenheit als auch die starke vertikale und horizontale Wurzelentwicklung befähigen *Eragrostis curvula* deswegen auch in besonderem Maße als grass-ley unter Trockenfeldbedingungen des südafrikanischen Hochplateaus. Der Begriff „Trockenfeld“ bedeutet hier, daß bei sonst ausreichender Niederschlagsversorgung im Sommerhalbjahr von 350 bis 400 mm in der Hauptwachstumsperiode (November bis Februar) mitunter längere Trockenperioden von drei bis vier Wochen bei Tagesmitteltemperaturen um 21 °C und einer rel. Luftfeuchte von weniger als 50% überstanden werden müssen. Die Topf- und auch die Freilandversuche haben gezeigt, daß *Eragrostis curvula* dazu im Gegensatz zu anderen Grasarten imstande ist. Bei ungestörter kontinuierlicher Wasserversorgung werden jedoch Aufwuchs und Ertrag von *Eragrostis curvula* wesentlich gesteigert, wie die Heuerträge eines Beregnungsversuches während der Vegetationsperiode 1959/60 zeigen (Tab. 1).

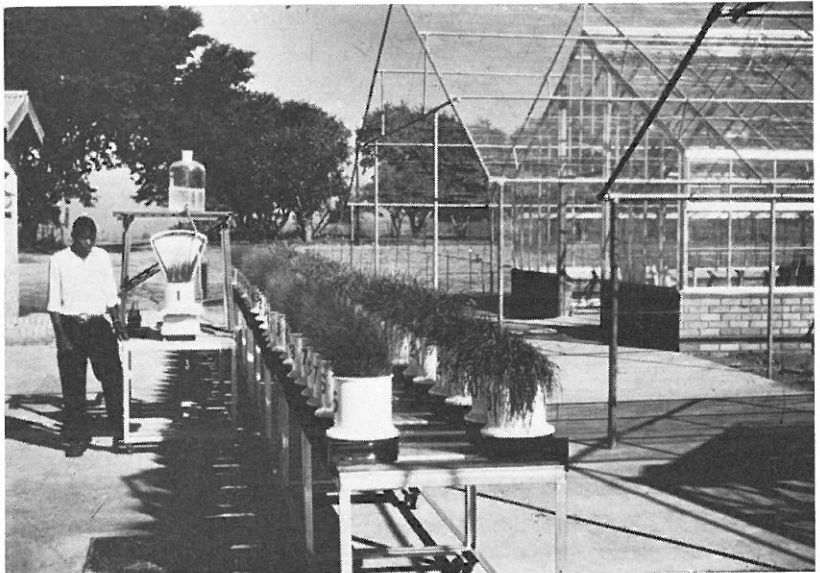


Abb. 3. Topfversuche mit *Eragrostis curvula* (linke Topfreihe) und *Digitaria smutsi* (rechte Topfreihe) bei unterschiedlicher Wasserversorgung. Versuchsstandort: Rietondale/Transvaal, 1960.

33 dz/ha Heu sind unter den Klimaverhältnissen der warmen Zonen als eine respektable Ertragsleistung anzusehen. 71 dz/ha — eine Steigerung um über 100% durch Beregnung — entspricht bereits einer mittleren bis guten

Heuernte im futterwüchsigen norddeutschen Küstenklima Schleswig-Holsteins. Für ein warmes Hochplateauklima im Grenzbereich von Steppe zur Savanne muß ein Heuertrag in dieser Höhe als ausgezeichnet bezeichnet werden.

Tabelle 1. Grastrockenmasse (Trocknung bei 75 °C) von *Eragrostis curvula* unter Trockenfeldbedingungen und mit Beregnung in der Versuchsperiode 1959/60 (Summe von drei Schnitten).

Versuchsstandort: Rietondale/Transvaal

Anbau	Trockenmasse dz/ha
Trockenfeldbau, 370 mm Niederschlag	33
mit Bewässerung (215 mm Beregnung)	
natürlicher und künstlicher Regen: 585 mm	71

6.2. *Einfluß von Ruheperioden*

Überlegungen, ob und inwieweit durch mäßige Nutzung oder sogar durch Verzicht auf Beweidung bzw. den letzten Grasschnitt im Spätsommer die Aufwuchsleistung zu Beginn der nächstfolgenden Vegetationsperiode gefördert werden kann, sind dort besonders aktuell, wo die Rentabilität der Rindviehhaltung — sei es für die Fleisch- oder die Milchproduktion — ganz wesentlich davon abhängt, ob die Aufwuchsleistung der Gräser einen zeitigen Weideauftrieb im Frühjahr zuläßt.

In dem wintertrockenen—sommerfeuchten Graslandklima des südafrikanischen Hochplateaus herrschen von Mai bis September wegen der sehr geringen Niederschläge ausgesprochen aride Klimabedingungen, obwohl die Temperatur bei allerdings starker Strahlungsintensität absinkt, und auch die potentielle Verdunstung niedriger ist als während der Sommermonate. Wassermangel bringt die Vegetation während dieser Zeit fast völlig zum Erliegen. Die Möglichkeiten des Futtersausgleichs in diesen Mangelperioden sind außer Heu und den Rückständen aus der Ackernutzung kaum vorhanden, weil der Feldfutteranbau aus klimatischen Gründen im allgemeinen mit einem zu hohen Risiko verbunden ist. Es kommt deswegen alles darauf an, die Futtermangelperiode des Winters so schnell wie möglich durch frühzeitigen Weideauftrieb zu beenden.

Inwieweit durch eine schonende Nutzung im Herbst oder gar durch völligen Verzicht auf die Beweidung von Teilen der Kampflächen im Spätsommer dem chronischen Futterdefizit im zeitigen Frühjahr entgegengewirkt werden kann, war eine der Hauptversuchsfragen.

In den Versuch wurden deswegen zusätzlich einige Behandlungen mit einbezogen, bei denen auf die letzte Weide- bzw. Schnittnutzung im Spätsommer verzichtet wurde. Diese Grasbestände wuchsen ohne eine weitere

Nutzung von etwa Ende Februar an hoch auf. Sie blieben bis Anfang Mai grün und erreichten bis zu diesem Zeitpunkt eine Wuchshöhe von etwa 70—80 cm. Anfang August wurden dann die in den Wintermonaten vergilbten und „ruhenden“ Grasbestände abgemäht. Die anfallende trockene Pflanzenmasse wurde aus den Versuchskamps entfernt. Der Zweck dieser Maßnahme in den wintertrockenen Weidezonen des südafrikanischen Hochplateaus ist folgender:

Die in der nachsommerlichen Periode aufwachsenden Grasbestände bieten bei Verzicht auf eine weitere Nutzung eine größere Assimilationsfläche als die Grasbestände auf den ständig weiter genutzten Flächen. Das hat zur Folge, daß größere Mengen von Assimilaten in die Wurzel der „ruhenden“ Bestände eingelagert werden. Angesichts der ohnehin günstigeren Futter-situation in den Spätsommermonaten ist ein Verzicht auf die letzte Weide-bzw. Schnittnutzung ohne weiteres gerechtfertigt, wenn durch diese Maßnahme im nächsten Frühjahr ein zeitiger und beschleunigter Aufwuchs erzielt wird und somit ein früher Weideauftrieb möglich ist.

Die Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus dem Versuch mit einem im Spätsommer genutzten und einen hoch aufgewachsenen Bestand von *Eragrostis curvula*.



Abb. 4. Im Spätsommer genutzter und aufgewachsener (= ruhender) Bestand von *Eragrostis curvula*. (Auf der vorderen Fläche des Bildes sind die im Spätsommer durch Weide, Schnitt bzw. Mähweide noch genutzten Versuchskampflächen mit einem Abstand der Grasreihen von 17 [vorne] bzw. 70 cm [hinten] zu erkennen. Die rechte Hälfte der Aufnahme zeigt einen hochgewachsenen „ruhenden“ *Eragrostis-curvula*-Bestand.)

Bei den natürlichen Feldgrasbeständen des südafrikanischen Plateaugebietes werden im Spätwinter die noch aufgewachsenen überschüssigen Vegetationsreste zumeist abgebrannt, um das Austreiben des Grases im zeitigen Frühjahr nach den ersten Niederschlägen zu fördern. Jedoch ist diese Maßnahme, besonders aus Gründen des Naturschutzes, umstritten.

Abbildung 5 zeigt die Nachwirkung der Spätsommer- und Herbst-„ruhe“ auf den Grasaustrieb im nächsten Frühjahr, nachdem die ersten spärlichen Niederschläge gefallen waren. In dem Versuchskamp mit einem Reihenabstand der Gräser von 70 cm hebt sich die „Herbstruhebehandlung“ im darauffolgenden Frühjahr durch einen in der Bildmitte erkennbaren kräftigen Austrieb des Grases gegenüber dem bis in den Spätherbst hinein beweideten Kamp (vordere Hälfte des Bildes) ab.

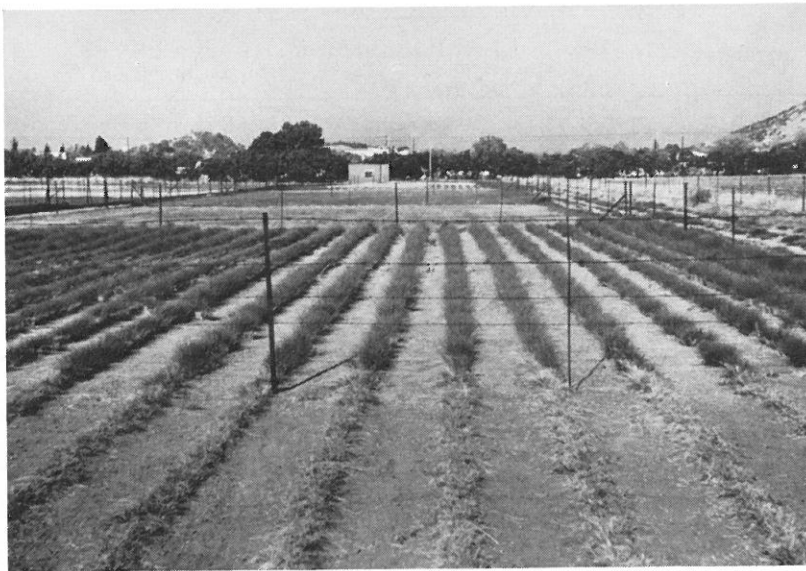


Abb. 5. Kräftiger Grasaustrieb eines *Eragrostis-curvula*-Bestandes im zeitigen Frühjahr (Bildmitte) als Folge der Nachwirkung der Herbst-„ruhe“. Reihenabstand: 70 cm.

Die „Ruhegrasbestände“ erfüllen eine Doppelfunktion, indem sie erstens im Spätsommer und Herbst mehr Assimilate einlagern und zweitens indem sie die im Spätherbst bei schon weitgehend eingestellter Transpirationstätigkeit noch fallenden geringen Niederschläge auffangen und über die Wintermonate hindurch bis zum Frühjahr in den oberen Bodenlagen „konservieren“.

Der höhere Feuchtevorrat des Bodens unter den „Ruhegrasbeständen“ regt dann die an eingelagerten Reservestoffen reicheren Bestände bei allmählich ansteigenden Temperaturen im Frühjahr zu einem vorzeitigen, kräftigen Austrieb an.

Die frühzeitige Nutzung der Weideflächen im zeitigen Frühjahr durch Verzicht auf die Nutzung im Spätsommer (im afrikaansn Sprachgebrauch wird dafür der Ausdruck „rusoes“ = „Ruheernte“ verwendet) bedeutet aber andererseits einen beträchtlichen Verlust an Erntetrocknenmasse (Tab. 2).

Tabelle 2. Grastrocknenmasse (Trocknung bei 75 °C) in dz/ha auf Weidekampflächen mit und ohne Spätsommernutzung in der Versuchsperiode 1960/61.

Versuchsstandort: Rietondale/Transvaal

Nutzung	Trocknenmasse	
	dz/ha	%
mit Spätsommernutzung	65	100
ohne Spätsommernutzung	40	61

Der Verlust an Grastrocknenmasse durch Verzicht auf die Spätsommernutzung betrug nahezu 40%. Ob und inwieweit dieser Ernteausfall zugunsten eines frühen Weideaustriebes in Kauf genommen werden kann, muß in jedem Einzelfall von Farm zu Farm entschieden werden. Um den Ertragsausfall einerseits in Grenzen zu halten und andererseits nicht auf die Möglichkeit der zeitigen Frühjahrsbeweidung verzichten zu müssen, empfiehlt es sich, etwa die Hälfte der Kampfläche im Spätsommer noch zu beweiden oder zur Heugewinnung zu nutzen und die andere Hälfte als sogenannte „Ruheernte“ aufwachsen zu lassen.

6.3. Einfluß der Anbautechnik auf den Grasaufwuchs

6.3.1. Reihenabstände

Der schon geschilderte Effekt des für die Sicherung der Futterversorgung so entscheidenden frühzeitigen Grasaustriebes kann noch dadurch verstärkt werden, daß bei der Aussaat nicht zu enge Reihenabstände gewählt werden. In dem hier zugrunde liegenden Versuch erfolgte die Aussaat in zwei verschiedenen Reihenabständen: 17 cm und 70 cm. In Abbildung 2 (Vordergrund) ist deutlich die günstigere Wirkung des weiteren Reihenabstandes auf den Grasaufwuchs zu erkennen. Erste, jedoch noch spärliche Frühjahrsniederschläge haben bei langsam ansteigenden Temperaturen auf der im Vordergrund des Bildes sichtbaren Fläche bereits zu einem kräftigen Austrieb des Grases in den Versuchskamps mit den weiten Reihenabständen

geführt, so daß eine frühzeitige Beweidung mit ein- bis anderhalbjährigen Mastochsen schon zu einem Zeitpunkt möglich war, als das Gras in den Versuchskamps mit 17 cm Reihenabstand noch in völliger Vegetationsruhe verharrte (Abb. 2, grauer Streifen auf Kamp in Bildmitte).

Der Grund für den frühzeitigen, kräftigen Aufwuchs ist ein Kombinationseffekt von besserer Licht- und Wärmeausnutzung bei einer gleichzeitig stärkeren Erschließung der Unterbodenfeuchtigkeit durch die in den weiten Reihenabständen stehenden Grasbestände (Tab. 3).

Tabelle 3. Wassergehaltswerte in mm zu Beginn und zum Ausgang des regenlosen Winters 1961 unter *Eragrostis curvula* in den Versuchskamps mit (a) 17 und (b) 70 cm Reihenabstand.

Versuchsstandort: Rietondale/Transvaal

Tiefe cm	(a) 17 cm Reihenabstand		(b) 70 cm Reihenabstand	
	Wassergehalt des Bodens			
	zu Beginn	zum Ausgang	zu Beginn	zum Ausgang
	des regenlosen Winters			
Ende April	Ende August	Ende April	Ende August	
mm	mm	mm	mm	
0—30	17,0	16,3	17,2	15,3
30—60	26,8	27,1	23,4	18,6
0—60	43,8	43,4	40,6	33,9

In den Versuchskamps mit einem Abstand der Grasreihen von 70 cm sind die Wassergehaltswerte zu Beginn, ganz besonders aber am Ausgang der regenlosen Wintermonate niedriger als in den Kamps mit 17 cm Reihenabstand. Die stärkere Inanspruchnahme der Wasservorräte des Bodens durch die in den weiten Reihen stehenden Grasabstände macht sich besonders in der tieferen Schicht von 30—60 cm bemerkbar. Von Ende April bis Ende August, also während des regenlosen Winters, vermindert sich der Wassergehalt des Bodens unter den in den weiten Reihen stehenden Beständen um etwa 7 mm, während demgegenüber in derselben Zeit bei den Beständen mit den engen Reihenabständen keine Veränderung des Wassergehaltes stattgefunden hat.

Dies deutet auf eine früher einsetzende Assimilations- und Transpirationstätigkeit der in den weiteren Reihen stehenden *Eragrostis-curvula*-Beständen hin. Wäre nämlich die unproduktive Verdunstung wesentlich an diesem Wasserverlust während der niederschlagslosen Wintermonate beteiligt gewesen, so müßte das an stärkeren Feuchtigkeitsverlusten der oberen

Schicht von 0 bis 30 cm erkenntlich sein. Die Wassergehaltswerte sind jedoch in dieser Schicht nur sehr geringfügig von April bis August abgesunken (Tab. 3).

Die höhere Beanspruchung der Wasservorräte in der tieferen Schicht von 30—60 cm deutet darauf hin, daß die *Eragrostis*-Bestände in den weiten Reihenabständen, offenbar begünstigt durch eine raschere Erwärmung des Bodens und angeregt durch eine günstigere Ausnutzung des Lichtes, ihre Wurzeln rascher in die tieferen, mehr nutzbare Feuchtigkeit enthaltenden Schichten entwickeln als die Bestände in den engeren Reihenabständen.

Das tiefer und wahrscheinlich auch kräftiger entwickelte Wurzelnetz der in den weiten Abständen stehenden Bestände sorgte schon im zeitigen Frühjahr bei allmählich ansteigenden Temperaturen für eine bessere Ausnutzung der Feuchtigkeit. Aber auch in Trockenperioden während der Sommermonate hatten die Bestände in den Kamps mit den weiteren Reihenabständen stets ein frischeres Aussehen. Wiederholt übersprangen die Ochsen die Zäune zu den angrenzenden Versuchskamps, um in den Beständen der 70-cm-Kamps zu grasen.

Andererseits ist der Gesamtertrag an Trockenmasse bei dem weiteren Reihenabstand wesentlich niedriger als bei dem engeren Abstand (Tab. 4).

Tabelle 4. Grastrocknenmasse (Trocknung bei 75 °C) in dz/ha auf Weidekampflächen mit weiten (70 cm) und engen (17 cm) Reihenabständen in der Versuchsperiode 1960/61.

Versuchsstandort: Rietondale/Transvaal

Reihenabstand	Trocknenmasse dz/ha	%
17 cm	66	100
70 cm	39	60

Der weite Reihenabstand — verbunden mit dem Vorteil eines zeitigen Weideauftriebes im Frühjahr — muß demnach mit einem Verlust von 40% Grastrocknenmasse erkauft werden. Es dürfte sich deshalb — ähnlich wie es schon bei der Erörterung der Frage der Spätsommernutzung empfohlen war — als zweckmäßig erweisen, das Gras auf jeweils etwa der Hälfte der Kampflächen in weite Reihenabstände und auf der anderen Hälfte in engen Abständen auszusäen, um die Ertragsverluste in Grenzen zu halten und andererseits nicht auf die so bedeutsame zeitige Frühjahrsnutzung verzichten zu müssen. Der günstige Effekt der zeitigen Frühjahrsnutzung wird aber auch bei den weiten Reihenabständen nur dann erzielt, wenn auf die letzte Spätsommernutzung verzichtet wird. Deswegen ist die günstigste und gleich-

zeitig die risikoloseste Kombination: Auf der Hälfte der Fläche weite Reihenabstände bei gleichzeitigem Verzicht auf die Spätsommernutzung, auf der anderen Hälfte enger Reihenabstand mit Spätsommernutzung.

6.3.2. Aussaatstärken, Nutzungshäufigkeit und Düngung

Der Einfluß dieser Faktoren konnte wegen der Kürze der Versuchsdauer im Gegensatz zu den grundsätzlichen Effekten der Spätsommernutzung und der Reihenabstände während der einjährigen Dauer, in der der Verfasser die Versuche betreute, nicht mit genügender Sicherheit ermittelt werden. Im Versuchsjahr 1960/61 gab es keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Trockenmasserträgen bei Aussaatstärken von 1 und 2 kg/ha. Bei 0,5 kg/ha waren die Erträge jedoch deutlich geringer. Die Nutzungshäufigkeit richtet sich nach der Höhe und Verteilung der Niederschläge und nach der Dauer der Spätsommernutzung. Auf den zur Heunutzung angelegten Versuchspartzellen wurden im Sommer 1960/61 bei gut verteilten Niederschlägen von 567 mm, die 90% des langjährigen Mittels entsprachen, fünf Grasschnitte erzielt.

Die Düngerwirkung konnte im Versuchsjahr 1960/61 nicht eindeutig festgestellt werden. Bei einheitlicher Grunddüngung von 70 kg P_2O_5 und 25 kg K_2O ergaben auf den im allgemeinen nur verhältnismäßig wenig stickstoffbedürftigen Standorten der lateritischen Roterden gestaffelte Stickstoffsteigerungsraten von 10 bis 60 kg/ha N keine wesentlichen Erhöhungen an Grastrockenmasse.

7. Zusammenfassung

Aufgrund von mehrjährigen Beobachtungen sowie von Versuchsergebnissen werden Erfahrungen über verschiedene Aspekte des Ley-Farming-Systems mit der Grasart *Eragrostis curvula* im Hochland von Transvaal mitgeteilt.

Durch zweckmäßige Kombinationen verschiedener Anbau- und Nutzungsmöglichkeiten kann der Gefahr des akuten Futterdefizites während und besonders gegen Ende der regenlosen Wintertrockenperioden entgegengewirkt werden. In diesem Zusammenhang wird besonders auf den Wert eines Verzichtes der Spätsommernutzung zugunsten eines zeitigen Grasaustriebs und damit einer frühzeitigen Weidenutzung in dem auf die Wintertrockenheit folgenden Frühjahr hingewiesen. Weite Reihenabstände (70 cm) erhöhen die Ausnutzung der Unterbodenfeuchtigkeit (in 30—60 cm Tiefe) gegenüber engen Abständen (17 cm). Jedoch werden diese im Hinblick auf einen frühzeitigen Weideauftrieb nach der trockenen Winterperiode günstigen Effekte durch Mindererträge an Grastrockenmasse erkauft.

Es muß deswegen das Ziel sein, durch zweckmäßige Kombinationen der verschiedenen Nutzungs- und Anbautechniken die jeweils optimale Nutzung des „Grass-leys“ zu erreichen.

Die mitgeteilten Beobachtungen und Teilergebnisse gelten unter der Voraussetzung ähnlicher Anbaubedingungen auch für andere Gebiete in den Bereichen der sommerfeuchten—wintertrockenen Graslandklimare der warmgemäßigten Zonen.

Der Verfasser dankt *Herrn Dr. Finger* von der Bundesforschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel für einige wertvolle Hinweise.

Summary

Based on several years observation and experimental results some aspects of ley farming with *Eragrostis curvula* in the interior plateau of Transvaal are reported. The chronic deficit of forage towards the end of the winter-dry period can be avoided to a certain extent by combining the right techniques of planting and management of the grass-ley.

Under the conditions reported in this study this was achieved by a fairly wide row spacing of the planted grass (70 cm) in such camps where the grass was left unmown or not grazed resp. towards the end of the growing season. Early spring sprouting of the grass at the beginning of the following season was observed in these camps. They could be grazed about one month earlier. This is due to the combined effect of more assimilates gained from the unmown or ungrazed grass at the end of the growing season and a more effective use of subsoil moisture of the widely spaced grass.

It has, however, to be mentioned that this favourable effect is associated with a reduction of dry matter production.

The aim should therefore be, to combine different systems of planting techniques and pasture management in order to get an optimal effect.

It is assumed, that the observations and findings reported in this study are also valid for similar conditions of ley farming in other regions of the moderate warm climatic zones.

Literaturverzeichnis

1. ACCOCKS, J. P. H., 1953: Veld Types of South Africa. — Dep. of Agric. Division of Botany, Botanical Survey Memoir, No. 28, Pretoria.
2. ANDREAE, B., 1963: Die extensive Weidewirtschaft in den Trockengebieten der Kontinente. — Ber. über Landwirtschaft, Bd. 41, H. 1, 11—25.
3. ANDREAE, B., 1965: Die Bodenfruchtbarkeit in den Tropen. — Verlag Parey, Berlin.
4. ANDREAE, B., 1966: Weidewirtschaft im südlichen Afrika. — Geogr. Zeitschr., Beihefte Erdkundl. Wissen, H. 15, F. Steiner Verlag, Wiesbaden.

5. ANDREAE, B., 1971: Das Instrumentarium des Futtersausgleichs in extensiven Weidewirtschaften auf Dornbuschsteppen und Trockensavannen. — Ber. über Landwirtschaft, Bd. 49, H. 1, 84—112.
6. BERG, P. J. VAN DEN, 1961: Spasiërings- en stikstof-bemestingsproef op *Eragrostis curvula*. — Pretoria (unveröffentlicht).
7. Department of Agriculture, Union of South Africa, 1948: Agro-economic survey of the Union, compiled by Div. of Economics and Markets. Pretoria.
8. Department of Agric. Techn. Service, Division of Crops and Pastures, 1958: *Eragrostis curvula* — weeping love grass. — Advice Description, Pretoria.
9. HAYLETT, D. G. and J. J. THERON, 1955: Studies on the fertilisation of a Grass Ley. — Sci. Bull. No. 351, Ser. No. 26, Dep. of Agric. Union of South Africa.
10. KÖPPEN, W., 1923: Die Klimate der Erde. — Walter de Gruyter u. Co., Berlin, Leipzig.
11. KÖPPEN — GEIGER: Klima der Erde. Wandkarte. — Justus Perthes, Darmstadt.
12. LOXTON, R. F.: The soils of the Union of South Africa. A preliminary reclassification (unveröffentlicht).
13. MERWE, VAN DER, 1960: Sand, Lime, Clay and Loam. — Farmer's Weekly, No. 23, 16—17.
14. PIENAAR, A. J., 1957: Oulandgras (*Eragrostis curvula*), in: Hulpboek vir Boere, Deel III Veeboerdery en Weiding. — Dep. van Landbou, 672—673, Pretoria.
15. SCHENDEL, U.: Vegetationswasserverbrauch und -wasserbedarf. Mitt. Inst. für Wasserwirtschaft und Meliorationswesen, Kiel 1967.
16. TROLL, C. und K. H. PAFFEN, 1964: Die Jahreszeiten-Klimate der Erde. — Karte und Legende zur Karte „Erdkunde“, Bd. XVIII, H. 1, Ferd. Dümmlers Verlag, Bonn.
17. Union of South Africa — Weather Bureau — Dep. of Transport, 1954: Climate of South Africa, Pretoria.