

3. Material und Methoden

3.1 Auswahl der Untersuchungsflächen

Es wurden durch die Projektleiterin Fr. Dr. Kußerow in Niger, Mali und Burkina Faso 34 Untersuchungsflächen ausgewählt (Tab. 2), die folgende Kriterien erfüllen sollten:

- (1) Die Flächen sollen einen Niederschlagsgradienten aufweisen
- (2) Die Flächen sollen von unterschiedlicher Bodenbeschaffenheit sein
- (3) Die Flächen sollen räumlich voneinander getrennt sein

Zur Unterstützung wurden neben topographischen Karten insbesondere Satellitendaten herangezogen. Auf der Basis dieser Daten wurden zwei morphologische Einheiten als für diese Landschaft typisch ausgewiesen:

➤ **Brousse tigrée** - Formation auf den Plateauflächen (Abb. 9 und Abb. 10)

Die Brousse tigrée beschreibt ein besonderes Vegetationsmuster, wobei sich vegetationslose Flächen mit linienförmig angelegten Baum-Busch-Komplexen abwechseln und vom Flugzeug aus betrachtet wie ein Tigerfell aussehen.

➤ **Sandige Täler** - Krautgrasflur in der Umgebung von Hirsefeldern am Pisten- oder Straßenrand (Abb. 9 und Abb. 10)

➤ Als Vergleich wurde eine Testfläche innerhalb des umzäunten und kontrolliert beweideten ICRISAT-Geländes (Sadorè, Niamey) angelegt.

Die Auswahl der Untersuchungsflächen wurde dadurch erschwert, daß die Plateauflächen oft als Weide und die Täler für die Anlage von Hirsekulturen genutzt werden. Ein 1994 angelegter Teststandort (*H8*, Tillabéri) wurde im folgenden Jahr 1995 in eine Ackerfläche umgewandelt und konnte deshalb nicht mehr weiter untersucht werden. Die Testflächen wurden deshalb in der unmittelbaren Umgebung von Hirsekulturen angelegt, denn hier werden nur wenige Tiere zur Weide zugelassen und die Bauern halten meist einen Abstand von 1 m -1.5 m zwischen ihren Feldern und der Piste ein. Neben dem Einsatz von GPS-Daten wurde der Kilometerstand notiert und vor allem durch Training eine Wiederauffindbarkeit der Testflächen auch in der Regenzeit gewährleistet. Aufgrund der Sicherheitslage (militärische Konflikte der Staaten Mali, Niger mit Tuareg-Stämmen) mußten für die Anlage der

Testflächen überwiegend Gebiete in der sahelo-sudanischen Übergangszone (geplant war die Sahelzone „sensu stricto“) ausgewählt werden.

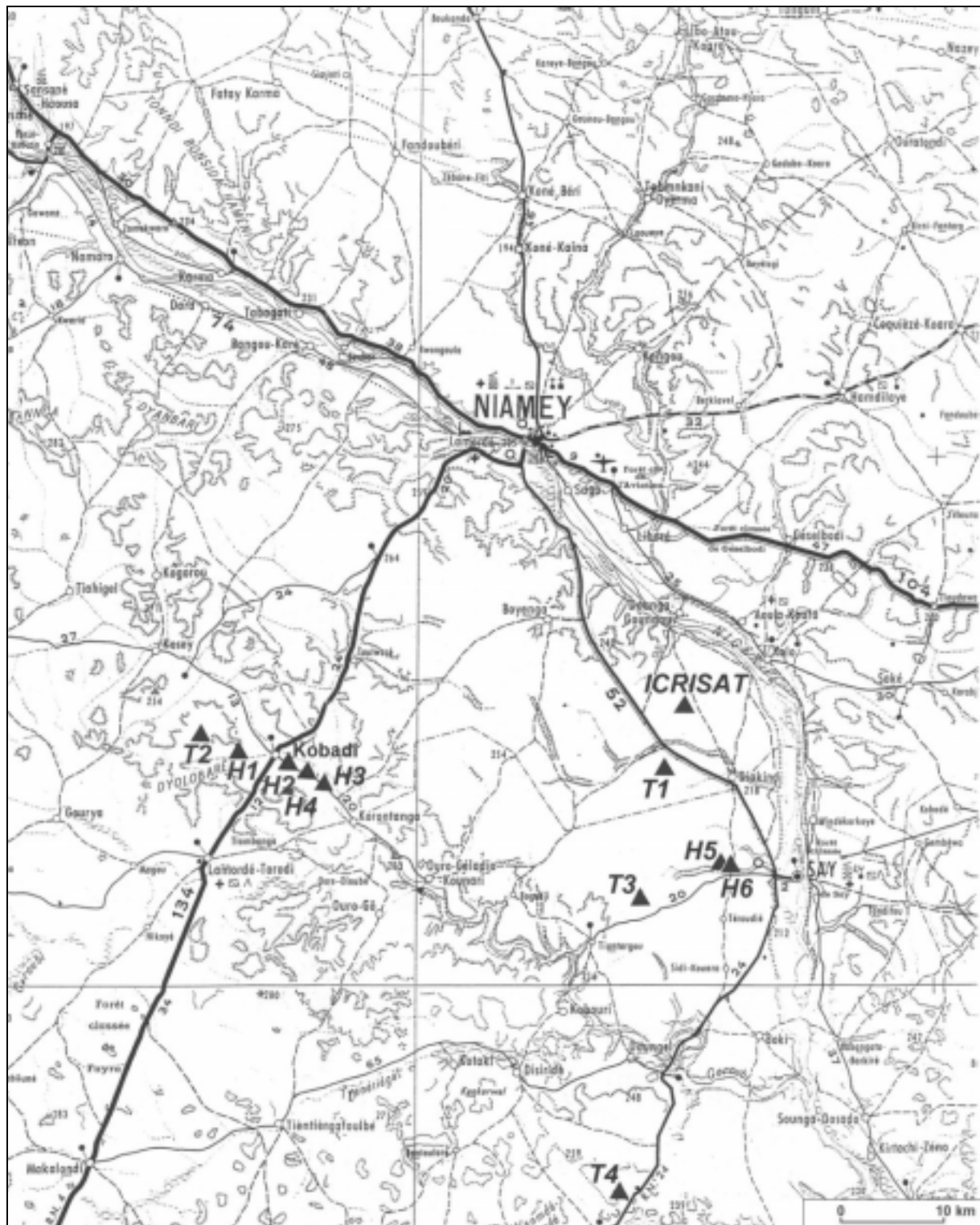


Abb. 9: Lage der Standorte *T1-T4*, *H1-H6* und *ICRISAT* südlich von Niamey (▲). *T1-T4* sind Testflächen auf Lateritplateaus, *H1-H6* sind sandige Flächen am Pistenrand, *ICRISAT* ist ein eingezäuntes Testfläche innerhalb des ICRISAT-Geländes. (Nähere Beschreibung der Testflächen siehe Tab. 2)

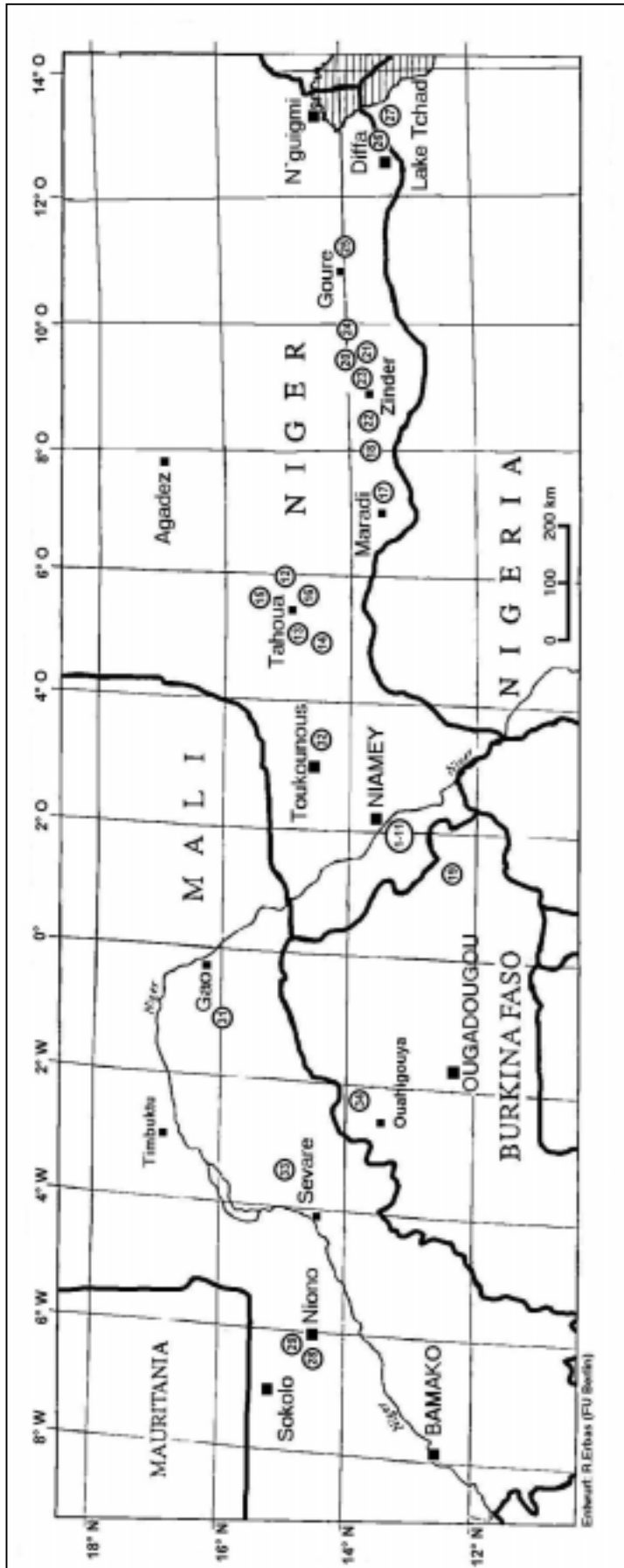


Abb. 10: Geographische Lage der 34 Teststandorte in Niger, Burkina Faso und Mali. (Beschreibung der Testflächen in Tab. 2 und Abb. 9).

- | | | |
|------|---|------------------------------|
| 1-11 | = | <i>T1-T4, H1-H6, ICRISAT</i> |
| 12 | = | <i>H10</i> |
| 13 | = | <i>H11</i> |
| 14 | = | <i>H13</i> |
| 15 | = | <i>Ibecetene</i> |
| 16 | = | <i>Tahoua</i> |
| 17 | = | <i>Maradi</i> |
| 18 | = | <i>Maradi-Zinder</i> |
| 19 | = | <i>Burkina</i> |
| 20 | = | <i>Zinder I</i> |
| 21 | = | <i>Zinder II</i> |
| 22 | = | <i>Takieta</i> |
| 23 | = | <i>Hamdara</i> |
| 24 | = | <i>Palmen</i> |
| 25 | = | <i>Gouré</i> |
| 26 | = | <i>Diffa I</i> |
| 27 | = | <i>Diffa II</i> |
| 28 | = | <i>Niono I</i> |
| 29 | = | <i>Niono II</i> |
| 30 | = | <i>Ouagadougou</i> |
| 31 | = | <i>Gao</i> |
| 32 | = | <i>Toukounous</i> |
| 33 | = | <i>Sevaré</i> |
| 34 | = | <i>Ouahigouya</i> |

Tab. 2: Beschreibung der 34 Teststandorte in Niger, Mali und Burkina Faso.

Angegeben sind die geographische Lage und Größe der Standorte (vergl. dazu Übersichtskarten in Abb. 4, Abb. 9, Abb. 10), die Vegetationszusammensetzung, pH-Wert der Böden, Einflüsse des Menschen auf den Standort, die nächstgelegene Niederschlagsmeßstation und die nach LE HOUËROU (1989) definierten ökoklimatische Zonen. Die Angaben zur Vegetationsbestimmung stammen von Fr. Dr. Küppers (Uni Frankfurt), die Bodenanalysen wurden von Fr. Perschon (TU Berlin) und die GPS-Daten von Fr. Dr. Kusserow zur Verfügung gestellt.

(Sud.-Sah.-Zone = Sudano-Sahelische Übergangszone; Sah.-Sah.-Zone = Saharo-Sahelische Übergangszone; nach LE HOUËROU, 1989) ([1] – [34] Standortbezeichnungen aus Abb. 10)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>T 1</i>	13°11'55"N / 02°14'23"O Sud.-Sah.-Zone [1]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau (Brousse tigrè), pH= 5.2 - in der Nähe von Damari (ICRISAT), 2m x 5m große Testfläche, (Abb. 11), Überweidung und Holzeinschlag sehr stark - Strauchschicht: <i>Combretum micranthum</i>, <i>C. nigricans</i>, <i>Acacia pennata</i>, <i>Guiera senegalensis</i> - Krautschicht: <i>Borreria scabra</i>, <i>Triumfetta pentandra</i>, <i>Cassia nigricans</i>, <i>Panicum laetum</i>, <i>Microchloa indica</i>, <i>Tripogon minimus</i>. - Zielarten: <i>Zornia glochidiata</i> - Nächste Meßstation: ICRISAT (3 km) Mittlerer jährlicher Niederschlag: 542 mm (Meßperiode 1982-1996)
<i>T 2</i>	13°13'54"N / 01°47'41"O Sud.-Sah.-Zone [2]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau (Brousse tigrè), pH=5.4 - 8.7 km westlich von Kobadi, 3m x 3m groß, Überweidung und Holzeinschlag sehr stark Vegetation ähnlich wie <i>T1</i>. - Zielarten: <i>Zornia glochidiata</i> - Nächste Meßstation: Torodi (13 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 548.6 mm (Meßperiode 1981-1995, ohne 1994)
<i>T 3</i>	13°04'03"N / 02°13'34"O Sud.-Sah.-Zone [3]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau (Brousse tigrè), pH= 4.7 - an der Piste von Say nach Kobadi, 3m x 8m große Testfläche, Überweidung und Holzeinschlag nicht so stark wie bei <i>T1</i> und <i>T2</i>, dadurch dichtere Vegetation - Zielarten: <i>Zornia glochidiata</i> - Nächste Meßstation: Say (17 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 546.6 mm (Meßperiode 1982-1995)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>T 4</i>	12°50'07``N / 02°10'50``O Sud.-Sah.-Zone [4]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau (Brousse tigree) - 10 km nördlich von Tamou, dichtester Baum- und Buschbestand im Vergleich zu <i>T1-T3</i> - Zielarten: <i>Zornia glochidiata</i>, - Nächste Meßstation: Tamou (12 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 660 mm (Meßperiode 1984-1993, ohne 1991)
<i>H 1</i>	13°13'35``N / 01°49'43``O Sud.-Sah.-Zone [5]	<ul style="list-style-type: none"> - Am Fuße eines Laterit-Plateaus - 4.4 km westlich von Kobadi, 6m x 16m große Testfläche, Hirsefelder - Krautschicht: <i>Zornia glochidiata</i>, einige <i>Brachiaria xantholeuca</i> (1995) und <i>Cenchrus biflorus</i> (1996) - Sandboden pH: 4.7 - Nächste Meßstation: Torodi (13 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 584.6 mm (Meßperiode 1981-1995, ohne 1984)
<i>H 2</i>	13°12'40``N / 01°52'21``O Sud.-Sah.-Zone [6]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche an der Piste, von Kobadi in Richtung Say (Abb.12), 1m x 10m groß - Krautschicht: <i>Sida cordifolia</i>, <i>Melochia corchorifera</i>, <i>Ipomea vagans</i> - Alle fünf Zielarten - Sandboden pH: 5.9 - Nächste Meßstation: Torodi (13 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 584.6 mm (Meßperiode 1981-1995, ohne 1984)
<i>H 3</i>	13°11'52``N / 01°53'42``O Sud.-Sah.-Zone [7]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche an der Piste, 4.1 km östlich von Kobadi, 3m x 10m groß, auf beiden Seiten der Piste Hirsefelder - Alle fünf Zielarten - Sandboden - Nächste Meßstation: Torodi (13 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 584.6 mm (Meßperiode 1981-1995, ohne 1984)
<i>H 4</i>	13°12'33``N / 01°52'27``O Sud.-Sah.-Zone [8]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche an der Piste, 1.5 km östlich von Kobadi, 5m x 10m groß, an einem Marigot, in Umgebung Hirsefelder. Vegetation wie <i>H2</i>. - Alle fünf Zielarten - Sandboden pH: 5.9 - Nächste Meßstation: Torodi (13 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 584.6 mm (Meßperiode 1981-1995, ohne 1984)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>H 5/H 6</i>	13°05'39"N / 02°17'14"O Sud.-Sah.-Zone [9] / [10]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am rechten und linken Rand der Piste, 8 km westlich von Kobadi in Richtung Say, 1m x 8m bzw. 0.5m x 5m groß, umgeben von Hirsefeldern. - Alle fünf Zielarten - Sandboden pH: 5.9 (<i>H5</i>) und 6.2 (<i>H6</i>) - Nächste Meßstation: Say (8 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 545.6 mm (Meßperiode 1982-1995)
<i>ICRISAT</i>	13°13'29"N / 02°16'33"O Sud.-Sah.-Zone [11]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche auf dem ICRISAT-Gelände in Damari, 40 km südlich von Niamey, kontrolliert beweideter Standort - Alle Zielarten - Sandboden - Nächste Meßstation: ICRISAT (1 km) Mittlerer jährlicher Niederschlag: 542 mm (Meßperiode 1982-1996)
<i>H 10</i>	14°55'33"N / 05°28'21"O Sahelzone [12]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau, 22 km nordöstlich von Tahoua, 2.5m x 25m große Testfläche, in der Umgebung Hirsefelder. - Baum-Strauchschicht: <i>Acacia nilotica</i>, <i>Bauhinia rufescens</i>, <i>Ziziphus mauritana</i>, <i>Calotropis procera</i>. - Krautschicht wird dominiert von <i>Cenchrus biflorus</i>, sonst die restlichen vier Zielarten - Lateritboden pH: 6.2 - Nächste Meßstation: Tahoua (25 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 332.5 mm (Meßperiode 1981-1995)
<i>H 11</i>	14°52'15"N / 05°03'40"O Sahelzone [13]	<ul style="list-style-type: none"> - Erodiertes Boden mit isolierter Sandauflage, 18 km westlich von Tahoua - Zielarten: <i>Brachiaria</i> - Nächste Meßstation: Tahoua (18 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 332.5 mm (Meßperiode 1981-1995)
<i>H 13</i>	14°25'25"N / 05°06'26"O Sahelzone [14]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau, 81 km südwestlich von Tahoua, Vegetationszusammensetzung wie <i>H10</i>, Sandboden - Nächste Meßstation: Tahoua (18 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 332.5 mm (Meßperiode 1981-1995)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>Ibecetene</i>	15°25'56"N / 05°56'10"O Sahelzone [15]	<ul style="list-style-type: none"> - 80 km nordöstlich von Tahoua in Richtung Agadez, 10m x 20m große eingezäunte Testfläche, ehem. Ranch zur Nutztierhaltung - Sandboden - Nächste Meßstation: Tahoua (80 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 332.5 mm (Meßperiode 1981-1995)
<i>Tahoua</i>	14°52'56"N / 05°31'13"O Sahelzone [16]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau, 5m x 10m große Testfläche, GTZ-Aufforstungsgebiet - Krautschicht: <i>Cenchrus biflorus</i>, <i>Dactyloctenium aegyptium</i>, <i>Alysicarpus ovalifolius</i>. Einige Arten, die hier normalerweise nicht vorkommen: <i>Pennisetum pedicellatum</i> (typisch für Sudanzone); <i>Schoenefeldia gracilis</i>, <i>Aristida adscensionis</i>, <i>Panicum laetum</i>, <i>Andropogon fastigiatus</i> (feuchte Böden); <i>Brachiaria jubata</i> (sandige Böden) - Boden-pH: 5.8 - Nächste Meßstation: Tahoua (32 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 332.5 mm (Meßperiode 1981-1995)
<i>Burkina</i>	12°36'49" N / 1°34'03" O Sud.-Sah.-Zone [19]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 150 km südwestlich von Niamey in Burkina Faso - Sandboden - Zielarten: <i>B. xantholeuca</i>, <i>Zornia glochidiata</i> - Nächste Meßstation: - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 700 mm - (Meßperiode 1986-1996)
<i>Maradi</i>	13°32'06"N / 07°37'03"O Sud.-Sah.-Zone [17]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 55.6 km östlich von Maradi in Richtung Zinder, 12m x 50m groß, grenzt an Hirsefeld. Offene stark beweidete Krautschicht aus vorwiegend <i>Zornia glochidiata</i>, weniger häufig die anderen vier Zielarten - Sand-Boden - Boden-pH: 6.1 - Nächste Meßstation: Maradi (55.6 km) - Mittlerer Jährlicher Niederschlag: 434.5 mm (Meßperiode 1982-1995)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>Maradi</i> - <i>Zinder</i>	13°41'49``N / 09°19'02``O Sahelzone [18]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 153.5 km östlich von Maradi in Richtung Zinder, 4 m x 26 m groß, von Hirsefeldern umgeben - Krautschicht: <i>Sesbania pachycarpa</i>, <i>Indigofera astragalina</i>, <i>Schoenefeldia gracilis</i>, <i>Sida cordifolia</i>, <i>Cassia mimosoides</i>, <i>Ipomea vagans</i>. - Alle fünf Zielarten - Sandboden - Boden-pH: 6.6 - Nächste Meßstation: Zinder (75 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 365.1 mm (Meßperiode 1982-1995)
<i>Zinder</i> <i>I + II</i>	13°41'03``N / 09°38'48``O Sahelzone [20] / [21]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 80 km östlich von Zinder in Richtung Gourè, Sandboden, 7m x 25m groß (Abb. 13). Zwei Standorte I und II, die durch die Straße voneinander getrennt sind. - Krautschicht: <i>Aristida mutabilis</i>, <i>Cenchrus ciliaris</i> - Zielarten: <i>B. xantholeuca</i>, <i>Cenchrus biflorus</i>, <i>Alysicarpus ovalifolius</i> - Sandboden - Boden-pH: 6.2 - Nächste Meßstation: Zinder (80 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 365.1 mm (Meßperiode 1982-1995)
<i>Takieta</i>	13°43'02``N / 8°37'07``O Sahelzone [22]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 34 km westlich von Zinder in Richtung Maradi - Vegetationszusammensetzung wie <i>Zinder</i> - Zielarten: <i>B. xantholeuca</i>, <i>Cenchrus biflorus</i>, <i>Alysicarpus ovalifolius</i> - Sandboden - Nächste Meßstation: Zinder (34 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 365.1 mm (Meßperiode 1982-1995)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>Hamdara</i>	13°40'42"N / 9°28'22"O Sahelzone [23]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 58.5 km östlich von Zinder in Richtung Gourè - Vegetationszusammensetzung wie <i>Zinder</i> - Zielarten: <i>B. xantholeuca</i>, <i>Cenchrus biflorus</i>, <i>Alysicarpus ovalifolius</i> - Sandboden - Nächste Meßstation: Zinder (58.5 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 365.1 mm (Meßperiode 1982-1995)
<i>Palmen</i>	13°40'59"N / 09°50'39"O Sahelzone [24]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 350 km westlich von Diffa, Palmen in Dünenenken - Vegetationszusammensetzung wie <i>Zinder</i> - Zielarten: <i>B. xantholeuca</i> - Sandboden - Nächste Meßstation: Zinder (102 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 365.1 mm (Meßperiode 1982-1995)
<i>Gourè</i>	13°46'44"N / 10°39'48"O Sahelzone [25]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 55 km östlich von Gourè in Richtung Diffa, weite Dünenlandschaft mit Palmengruppen in den Tälern (Abb. 14) - Zielarten: <i>Cenchrus biflorus</i>, <i>B. xantholeuca</i>, <i>Alysicarpus ovalifolius</i> und <i>Aristida mutabilis</i>. - Sandboden - Boden-pH: 7.0 - Nächste Meßstation: Gourè (55 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 269.6 mm (Meßperiode 1981-1995)
<i>Diffa I + II</i>	13°14'37"N / 12°27'19"O Sahelzone [26] / [27]	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Testflächen am Straßenrand, <i>Diffa I</i> etwa 21 km nördl. und <i>Diffa II</i> 16 km südwestl. von Diffa entfernt, 18 m x 22 m groß (<i>Diffa II</i>), - Zielarten: <i>Brachiaria xantholeuca</i>. - Sandboden - Boden-pH: 6.9 - Nächste Meßstation: Diffa (16 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 275 mm - (Meßperiode 1982-1996)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>Niono I</i>	14°16'37"N / 05°57'32"O Sud.-Sah.-Zone [28]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche in der „Centre du Sahel“-Meßstation, 2m x 1m groß - Zielarten: <i>B. ramosa</i> - Sandboden - Nächste Meßstation: Niono (1 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 522 mm (Meßperiode 1951-1995)
<i>Niono II</i>	14°14'37"N / 06°00'08"O Sud.-Sah.-Zone [29]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche in einem Garten in einer holländ. Siedlung („Joesoefs Garten“), etwa 8 km von <i>Niono I</i> entfernt - Zielarten: <i>Brachiaria lata</i>, <i>Alysicarpus ovalifolius</i>, <i>Zornia glochidiata</i> - Sandboden - Nächste Meßstation: Niono (8 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 522 mm (Meßperiode 1951-1995)
<i>Ouagadougou</i>	12°48'29" N / 1°32'37" O Sud.-Sah.-Zone [30]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand - Zielarten: <i>Zornia glochidiata</i> - Nächste Meßstation: - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 753 mm (Meßperiode 1986-1996)
<i>Gao</i>	15°07'04" N / 3°31'01"O Sah.-Sah.-Zone [31]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Straßenrand, 129 km westlich von Gao in Richtung Mopti - Offene Trockensavanne mit <i>Acacia raddiana</i>, <i>Leptadenia pyrotechnica</i> und <i>Balanites aegyptiaca</i> - Zielarten: <i>Brachiaria xantholeuca</i>, <i>Cenchrus biflorus</i> - Sandboden - Nächste Meßstation: Gao (129 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 172 mm (Meßperiode 1981-1995)
<i>Toukounous</i>	14°32'33"N / 3°18'44" O Sahelzone [32]	<ul style="list-style-type: none"> - Eingezauntes Farmgelände - Sandboden - Alle Zielarten - Nächste Meßstation: Filinguè - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 316 mm (Meßperiode 1982-1996)

Standort	GPS-Daten	Beschreibung
<i>Sevarè</i>	15°07`04 N / 3°31`01`` W Sahelzone [33]	<ul style="list-style-type: none"> - Laterit-Plateau, Testfläche am Straßenrand, 106 km nordöstlich von Sevarè in Richtung Gao - Vegetation sehr spärlich (u.a. <i>Leptadenia pyrotechnica</i>) - Zielarten: <i>Brachiaria xantholeuca</i> - Nächste Meßstation: Mopti (106 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 467 mm (Meßperiode 1982-1996)
<i>Ouahigouya</i>	13°51`47`` N / 1°59`50`` O Sud.-Sah.-Zone [34]	<ul style="list-style-type: none"> - Testfläche am Pistenrand, 60 km östlich von Ouahigouya in Richtung Djibo, umgeben von Hirsefeldern. - Alle Zielarten - Sandboden - Nächste Meßstation: Ouahigouya (60 km) - Mittlerer jährlicher Niederschlag: 630 mm (Meßperiode 1986-1996)



Abb. 11: Standort *T1*, in der Brousse tigrèè, 45 km südlich von Niamey (22.09.1995; Photo H. Kusserow)



Abb. 12: Standort *H2*, Testfläche am Pistenrand, 50 km südwestlich von Niamey (23.09.1996; Photo H. Kusserow)



Abb. 13: Standort *Zinder*, Testfläche am Straßenrand (13.09.1996; Photo H. Kusserow)



Abb. 14: Standort *Gourè*, Testfläche am Straßenrand (01.09.1995; Photo H. Kusserow)