

Ökologie überwinternder Weissstörche (*Ciconia ciconia*) in Westafrika –

Untersuchungen mit Hilfe der Satellitentelemetrie,
Direktbeobachtung und Datenfernerkundung



© 2003 Dr. Holger Schulz

Ergebnisse aus dem Projekt „SOS Storch“
Projektträger: „Storch Schweiz“ (Schweiz. Gesellsch. für den Weissstorch)

Jegliche Verwendung und weitere Verarbeitung der Ergebnisse und Abbildungen aus dieser Arbeit ist
nur möglich mit schriftlicher Genehmigung von Autor und Projektträger

Ökologie überwinternder Weissstörche (*Ciconia ciconia*) in Westafrika –

Untersuchungen mit Hilfe der Satellitentelemetrie,
Direktbeobachtung und Datenfernerkundung

© 2003 Dr. Holger Schulz, Bergenhusen

*Ergebnisse aus dem Projekt „SOS Storch“
Projektträger: „Storch Schweiz“ (Schweiz. Gesellsch. für den Weissstorch)*

Jegliche Verwendung und weitere Verarbeitung der Ergebnisse und Abbildungen aus dieser Arbeit ist nur möglich mit schriftlicher Genehmigung von Autor und Projektträger

INHALT

1	Einleitung und Hintergründe	4
2	Methoden	5
2.1	Datenpool der Satellitentelemetrie-Koordinaten	5
3	Ergebnisse	6
3.1	Auswertung der satellitentelemetrisch ermittelten Überwinterungskordinaten	6
3.1.1	Lage der Überwinterungsgebiete	6
3.1.2	Niederschläge im Überwinterungsgebiet	8
3.1.3	Ökologische Zonen im Überwinterungsgebiet.....	9
3.2	Direktbeobachtungen zu Ökologie und Verhalten der Überwinterer in Westafrika	11
3.2.1	Gebiete ohne Weissstorch-Überwinterung	12
3.2.2	Aufenthaltssorte von Senderstörchen.....	18
3.2.2.1	Senderstorch „Ciconia“ (nahe Timbedgha/Südost-Mauretanien)	18
3.2.2.2	Senderstorch „René“ (Gourma/Mali).....	21

3.2.2.3	Senderstorch „Ruedi“ (Menaka/Südost-Mali)	25
3.2.2.4	Senderstorch „Francis“ (Tahoua/Zentralniger)	25
3.2.3	Schlussfolgerungen aus der Direktbeobachtung	26
3.3	Auswertung von Fernerkundungsdaten zur Ökologie (Satellitendaten und –fotos)	27
3.3.1	Weissstorch-Überwinterung in Afrika und Habitat-Klassifizierung	28
3.3.2	Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Anbau von Hirse	31
3.3.3	Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Ackerbau-Intensität	31
3.3.4	Weissstorch-Überwinterung und Entfernung der Aufenthaltsorte von Siedlungen	33
3.3.5	Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Boden- bzw. Nutzungstypen.....	34
3.3.6	Weissstorch-Überwinterung und „Kleine Wasserflächen“ (Small water bodies)	36
3.3.7	Weissstorch-Überwinterung und NDVI Vegetationsindex	38
3.3.8	Weissstörche im Niger-Binnendelta – Überwinterung also doch in Feuchtgebieten?	43
3.3.9	Weissstorch-Überwinterung und Wanderheuschrecken-Verbreitung	47
4	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	50

1 EINLEITUNG UND HINTERGRÜNDE

Die ungefähre Lage der Überwinterungsgebiete der westziehenden Weissstörche ist seit langem bekannt. Vor allem Ringrückmeldungen haben es ermöglicht, die Region südlich der Sahara, zwischen Senegal und Tschad, als Überwinterungszone zu definieren. Die zahlreichen Rückmeldungen in Mali machten es wahrscheinlich, dass die Störche überwiegend in den ausgedehnten Feuchtgebieten und Sumpflandschaften des Niger-Binnendelta überwintern. Sichtbeobachtungen, die diese Annahmen bestätigen würden, waren allerdings selten, vor allem solche aus neuerer Zeit. Das liegt daran, dass grosse Teile Westafrikas noch immer nur dünn besiedelt sind, grosse Städte mit einer naturkundlich interessierten Bevölkerung selten sind und nur wenige Touristen aus „entwickelten“ Ländern diese Regionen aufsuchen. Auffällig ist auch, dass konzentrierte Beobachtungen und Ringrückmeldungen in erster Linie aus dichter besiedelten Regionen stammen (z.B. Niger-Binnendelta) oder aus der Umgebung von Orten, die aufgrund ihres ökologischen Charakters als ornithologisch interessant gelten und deshalb von Ornithologen bevorzugt aufgesucht werden (Feuchtgebiete, Seen usw.). Die ausgedehnten Halbwüsten- und Savannenbereiche Westafrikas werden dagegen nur selten zum Ziel naturkundlicher Untersuchungen.

Ein wichtiges Ziel des Projekts „SOS Storch“ war es, zuverlässige Informationen über die westafrikanischen Überwinterungsgebiete des Weissstorchs zu erhalten. Die satellitentelemetrischen Daten sollten dabei mit 3 verschiedenen Methoden genutzt werden:

1. Kartografische Auswertung der Daten in einem GIS (geografischen Informationssystem) und somit geografische Identifizierung der Überwinterungsgebiete;
2. Direktbeobachtung der überwinternden Störche im Rahmen der Afrikaexpedition des Projekts (Aufsuchen der Vögel mit Hilfe der Satellitendaten) und somit Vorort-Erhebung von Informationen über die ökologische Situation und das Verhalten der überwinternden Vögel. Hierbei konnte allerdings naturgemäss nur ein kleiner Teil der überwinternden Senderstörche einbezogen werden;
3. Auswertung der Satellitendaten unter Einbeziehung in verschiedener Form vorliegender ökologischer Daten (Klima, Landnutzung, Besiedlungsdichte, ökologische Zonierung usw.). Genutzt wurden beispielsweise „Falschfarben“-Satellitendaten: die Auswertung der Aufnahmen, vor allem der Bilder unterschiedlicher Infrarot-Spektren, ermöglicht unter anderem Aussagen über den Zustand der Vegetationsentwicklung, der Bodenfeuchtigkeit usw.. Diese Art der Analyse wurde bisher in anderen satellitentelemetrischen Projekten zum Weissstorchzug nicht eingesetzt und erwies sich in der Auswertung des Projekts „SOS Storch“ als eminent wichtiges Mittel zur Identifizierung der ökologischen Verhältnisse in den Überwinterungsgebieten. Mit Hilfe dieser Methode wurde es möglich, vor allem auch diejenigen Überwinterungsgebiete zu analysieren, die aufgrund logistischer oder anderer Schwierigkeiten während der Afrika-Expedition nicht aufgesucht werden konnten.

2 METHODEN

An dieser Stelle wird ausschließlich die Methode der Auswahl und „Bereinigung“ der Satellitentelemetrie-Daten erläutert, da diese Daten in der gesamten Arbeit Verwendung finden. Spezifische Methoden für die in den einzelnen Kapiteln dargestellten Auswertungen werden jeweils dort beschrieben.

2.1 Datenpool der Satellitentelemetrie-Koordinaten

14 der insgesamt 45 besenderten Vögel lieferten Daten aus den westafrikanischen Überwinterungsgebieten. Nicht einbezogen wurden in dieser Arbeit Zugdaten aus Afrika, d.h. Daten, die während des Zuges zwischen Marokko und dem Überwinterungsgebiet erhoben wurden. Mehrere Vögel, die sich zwar auf den Zug nach Westafrika begeben hatten, deren Sender jedoch unterwegs ausfielen (Vögel verunglückt, Senderdefekt usw.), sind deshalb ebenso wenig enthalten wie die Daten solcher Vögel, die offensichtlich vor Erreichen des Überwinterungsgebiets verunglückt sind (z.B. in der mauretanischen und algerischen Sahara), deren Sender jedoch weiterhin arbeiteten. Auch Vögel, die in Marokko überwinterten oder übersommerten, werden hier nicht berücksichtigt.

Die Anzahl der aus den afrikanischen Überwinterungsgebieten vorliegenden Originaldaten (alle Qualitätsklassen) betrug 10.384. Unter diesen Koordinaten hatten 5.180 die Argos-Qualitätsklassen LC1, LC2 oder LC3, mit einer von Argos angegebenen Genauigkeit von zwischen <150 m bis <1.000 m und somit grundsätzlicher Eignung für eine detaillierte Auswertung. Für den ungewöhnlich hohen Anteil „guter“ Koordinaten zeichnen vor allem die im zweiten Projektjahr eingesetzten Sender der Firma NorthStar verantwortlich, die einen wesentlich höheren Anteil verwertbarer Daten lieferten als die im ersten Projektjahr eingesetzten Sender der Firma Microwave Telemetry.

Trotz des grossen Pools „guter“ Telemetriedaten war eine Reduzierung der Datenmenge („Bereinigung“) erforderlich. Zum einen wurde so eine Verfälschung statistischer Auswertung durch unterschiedliche Anzahl von Koordinaten pro Tag bei den verschiedenen Sendern ausgeschlossen, zum anderen war es nur so möglich, aus den Daten Tagesaufenthaltssorte zu definieren und zurückgelegte Tagesstrecken zu ermitteln.

Im Gegensatz zum üblichen Vorgehen wurden nicht einfach die Daten „schlechter“ Qualitätsklassen (LC0, LCA, LCB, LCZ) ausgefiltert, sondern für jeden Vogel und jeden Tag wurde nur **eine** optimale Koordinate ausgewählt. Die Direktbeobachtungen hatten gezeigt, dass in einem einmal „bezogenen“ Überwinterungsgebiet der Aktionsraum der Vögel im allgemeinen einen Durchmesser von nicht mehr als 5 km, nur selten bis 10 km, hatte. Nahrungs- und Übernachtungsplätze lagen jeweils nur wenige Kilometer auseinander. Deshalb wurden im Zuge der „Bereinigung“ der Daten nicht unbedingt die laut LC besten Daten eines Tages ausgewählt, sondern es wurden nach Möglichkeit Übernachtungskordinaten verwendet, also solche, die im Zeitraum zwischen Ankunft und Abflug am Übernachtungsplatz erhoben worden waren. Waren für diesen Zeitraum keine Daten der „guten“ Qualitätsklassen vorhanden, dann wurde zuerst mit Hilfe verschiedener Plausibilitätsprüfungen untersucht, ob Daten schlechterer Klassen geeig-

net waren. Nur, wenn dies nicht der Fall war, wurden Daten ausserhalb der Übernachtungszeit einbezogen. Dieses Vorgehen machte es erforderlich, alle 10.384 Originaldaten einzeln durchzusehen und manuell auszusortieren.

Die Gesamtzahl der „bereinigten“ Daten betrug schliesslich 950 Koordinaten von insgesamt 14 verschiedenen Vögeln. Dieser nun für die Berechnungen verwendete Datenpool mag auf den ersten Blick sehr klein erscheinen. Da es sich jedoch bei jeder nun vorliegenden Koordinate um eine sehr zuverlässige Ortsangabe handelt, die jeweils einen „Storchentag“ repräsentiert, stellt der Pool eine optimale Basis für weitere Berechnungen dar. Zu berücksichtigen ist ausserdem, dass jeder einzelne Datenpunkt nicht nur einen einzelnen Vogel repräsentiert, sondern jeweils hunderte bis tausende von Vögeln: Die Sichtbeobachtungen in Afrika hatten ergeben, dass keiner der aufgesuchten Senderstörche sich alleine aufhielt, sondern immer einem grossen Trupp von Weissstörchen angeschlossen war, und dass diese Trupps immer gemeinsam einen grossen Schlafplatz oder mehrere dicht benachbarte kleinere Schlafplätze nutzten.

Die Qualität der „bereinigten“ Koordinaten verteilt sich wie folgt: LC3 (Genauigkeit <150 m): 35%, LC2 (Genauigkeit <350 m): 38%, LC1 (Genauigkeit <1.000 m): 21%, LC0 (Genauigkeit >1.000 m): 4%, LCA (Genauigkeit nicht definiert): 1%, LCB (Genauigkeit nicht definiert): 1%. Mehr als 70% aller Daten haben somit eine zu erwartende Genauigkeit von weniger als 350 m Abweichung. Selbst die hier verwendeten Daten der niedrigeren Qualitätsklassen sind als sehr genau einzustufen, da sie auf der Basis von Plausibilitätsprüfungen ausgewählt wurden. Der gesamte Datenpool weist somit eine Genauigkeit von maximal ca. 1.000 m Abweichung auf. Diese hohe Genauigkeit war erforderlich, da weitere Auswertungen das Verschneiden der Telemetriedaten mit ökologischen Satellitendaten von einer Auflösung von 1 km² beinhalteten.

Alle Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit erfolgten direkt in dem geografischen Informationssystem ArcView 3.2. Für spezielle Auswertungen, das Dekodieren von Daten und andere Arbeitsschritte wurden zahlreiche Zusatzprogramme und Extensions hinzugezogen.

3 ERGEBNISSE

3.1 Auswertung der satellitentelemetrisch ermittelten Überwinterungskordinaten

3.1.1 Lage der Überwinterungsgebiete

Die Karte der Verteilung der Koordinaten im westafrikanischen Überwinterungsgebiet (Abb.1) zeigt, dass die Vögel im Grenzbereich Mauretanien/Mali überwinternten, ausserdem im Bereich des Niger-Binnendeltas in Mali sowie im Südosten Malis und im Zentrum der Republik Niger. Da viele der Koordinaten unsichtbar übereinander liegen, gibt die Punktekarte jedoch nicht das tatsächliche Bild der Verteilung wieder. Es wurde deshalb eine Kernelanalyse durchgeführt, die in ausgewählten Schritten die Dichte der Koordinaten darstellt. Abb.2 zeigt das Ergebnis der Kernelanalyse, mit zunehmender

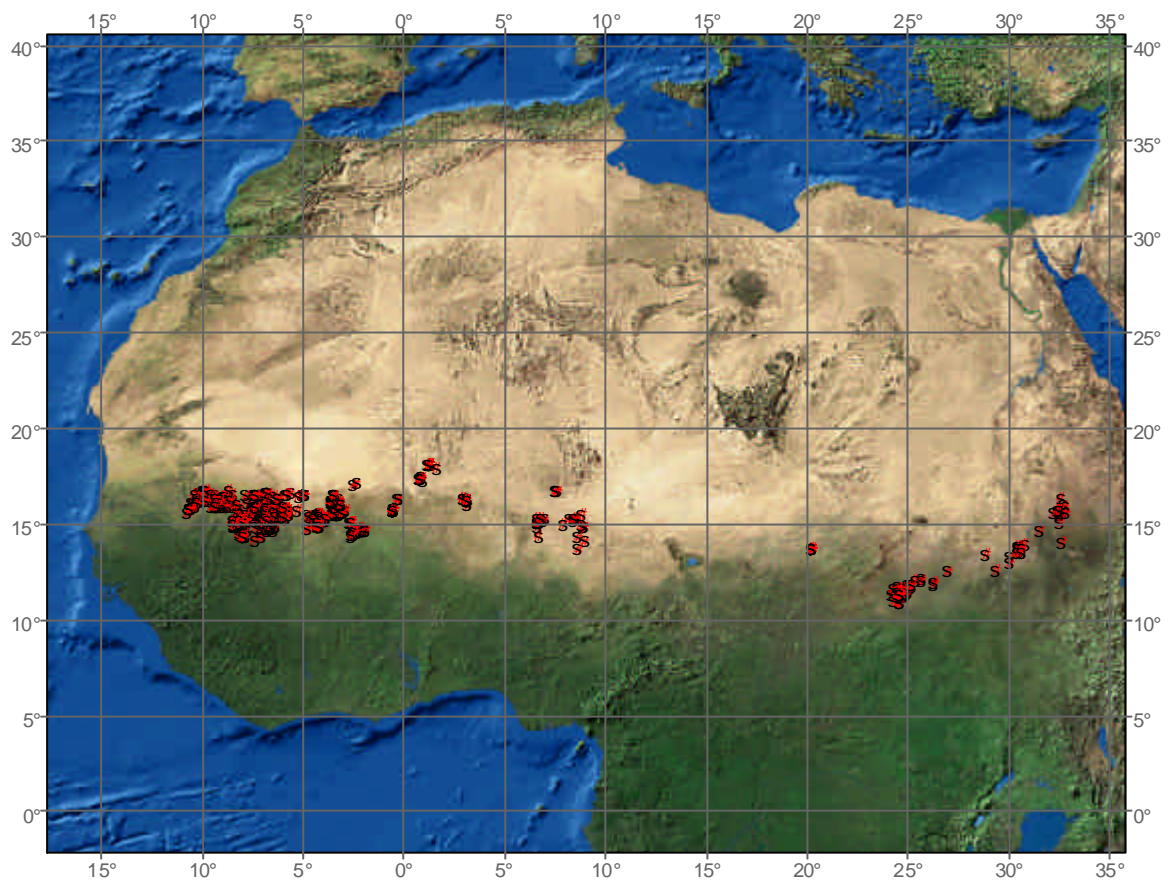


Abb.1: Weißstorchverbreitung (bereinigte Koordinaten der Satellitentelemetrie) im Überwinterungsgebiet in Westafrika und Sudan

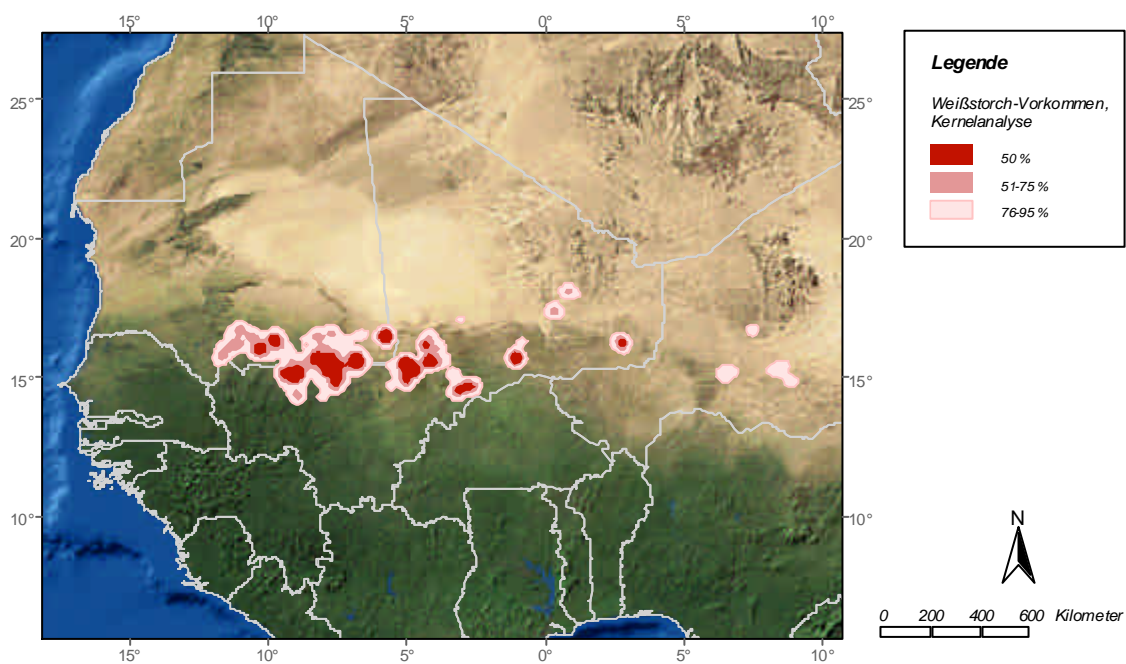


Abb.2: Kernalanalyse der Weißstorchverbreitung im Überwinterungsgebiet in Westafrika (bereinigte Koordinaten)

Dichte der Koordinaten bzw. Weissstorch-Aufenthaltssorte von hellroten zu dunkelroten Bereichen. Auf den ersten Blick wird deutlich, dass das wichtigste Kerngebiet der Überwinterung sich nördlich und südlich der Grenze Mauretanien/Mali befindet. Die Kernel-Karte zeigt ausserdem, dass die Haupt-Aufenthaltsgebiete relativ klein sind, also keine zufällige Verteilung über den gesamten westafrikanischen Sahel vorliegt.

Die festgestellten westafrikanischen Überwinterungsgebiete liegen im Sahel südlich der Sahara. Sie erstrecken sich von 11°W bis 9°E und von 13°N bis 18°N. Das Schwerpunktgebiet liegt im Bereich von 8°W bis 3°W und 14°N bis 17°N. Es erstreckt sich somit in der West-Ost-Ausdehnung über einen Bereich von ca. 900 km und in der Süd-Nord-Ausdehnung über ca. 300 km.

3.1.2 Niederschläge im Überwinterungsgebiet

Nach Literaturangaben erstreckt sich das Überwinterungsgebiet der Westzieher über die Zonen mit jährlichen Niederschlägen von 200-400 mm. Für die Überprüfung dieser Angaben wurden in der vorliegenden Auswertung die Satellitenkoordinaten der Weissstorchaufenthalte mit Daten der durchschnittlichen Jahres-Niederschläge (FAO/ UNEP Desertification and Mapping Project, 1986) verschnitten. Dabei wurden zusätzlich zu den Daten der Westzieher die Daten der beiden Ostzieher, die im Sudan überwinternten, einbezogen. Es zeigte sich, dass hinsichtlich der Niederschlagsmenge der Bereich, in dem die Störche überwinteren, tatsächlich wesentlich weiter ist, als bisher angenommen wurde (Abb.3). Die Überwinterungskordinaten lagen in den Zonen von 100-900 mm durchschnittlichem Jahres-Niederschlag, mit dem Maximum im Bereich 400 – 500 mm und einem häufigen Vorkommen in dem Bereich von 200-600 mm (Abb.4). Eine genaue Definition der Abhängigkeit der Überwinterungsverbreitung von durch-

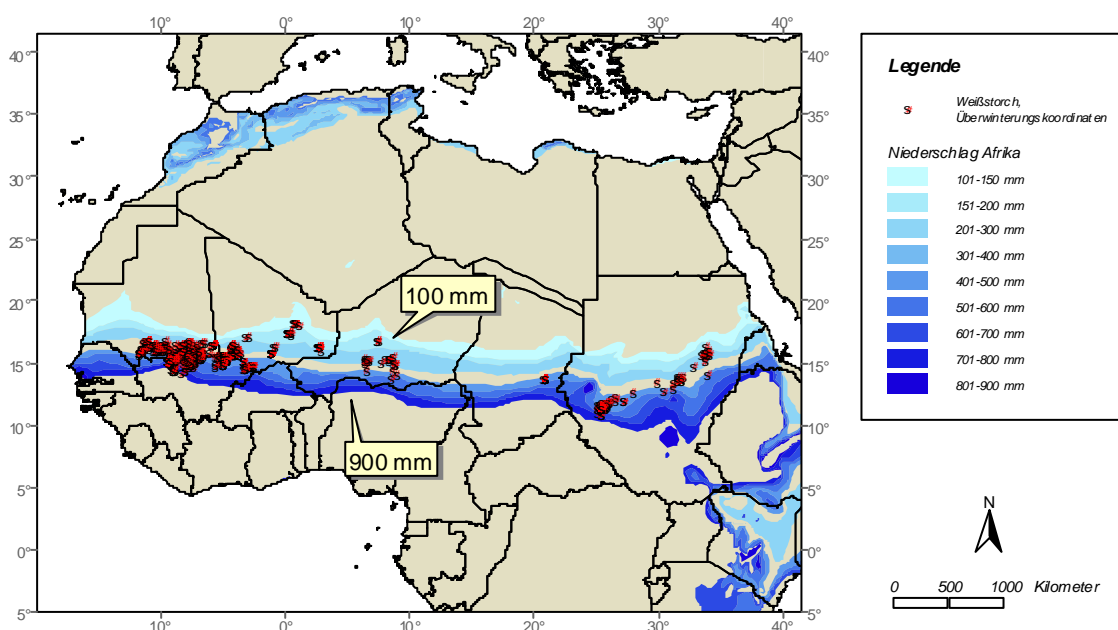


Abb.3: Weißstorchverbreitung im Überwinterungsgebiet in Westafrika und Sudan und durchschnittlicher jährlicher Niederschlag

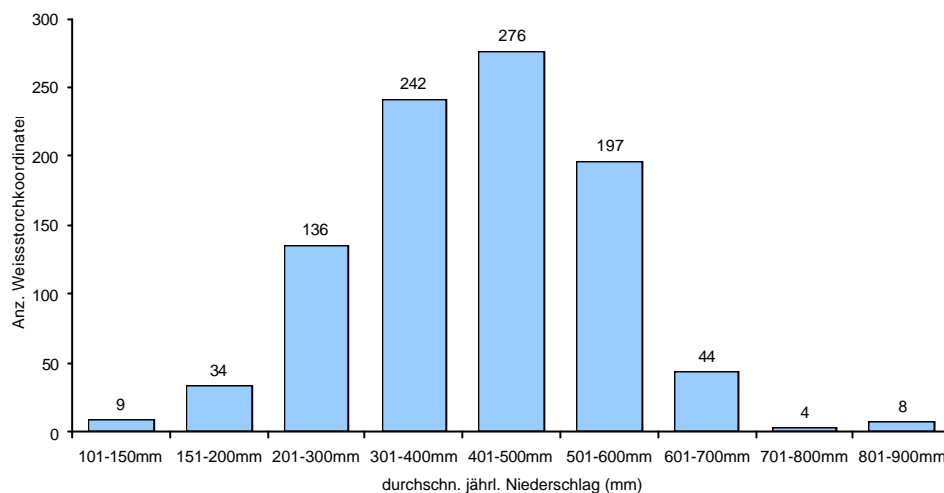


Abb.4: Verteilung der Weissstorchkoordinaten in Westafrika und Sudan über die Zonen durchschnittlichen jährlichen Niederschlags

schnittlichen Jahresniederschlägen ist allerdings nicht möglich, da im Sahel die regionale Verteilung von Niederschlägen von Jahr zu Jahr stark variieren kann und die Vögel ihre Überwinterungsgebiete gezielt nach der Verfügbarkeit von Niederschlägen zu bestimmten Zeiträumen auswählen (über die Verfügbarkeit von Nahrung, siehe hinten).

3.1.3 Ökologische Zonen im Überwinterungsgebiet.

Eine grobe Klassifizierung der ökologischen Zonen Afrikas wurde vom WWF vorgelegt (WWF Terrestrial Ecoregions of the World). Die darin abgegrenzten Ökoregionen sind relativ grosse, geografisch definierte Zonen natürlicher Gemeinschaften, die vergleichbare Arten sowie ähnliche dynamische Prozesse und Umweltbedingungen aufweisen. Die Überwinterungskordinaten der Senderstörche wurden mit diesen „WWF ecoregions“ verschnitten (Abb.5). Es zeigte sich, dass die Überwinterungsgebiete sowohl der West- als auch der beiden Ostzieher ausschliesslich in 3 ökologischen Zonen lagen: Der überwiegende Teil der Koordinaten fand sich in der Zone der Sahel-Akazien-Savanne (80%), 14% lagen in der feuchteren und weiter südlich gelegenen Westsudan-Savanne, und 6% aller Überwinterungskordinaten fand sich in der ökologischen Zone der Flutsavanne des Niger-Binnendeltas (Abb.6). Als wichtigste Überwinterungszone lässt sich somit die typische Sahelregion, mit der relativ trockenen und nur locker „bewaldeten“ Sahel-Akaziensavanne, definieren.

Die aus der Satellitentelemetrie resultierenden Daten alleine lassen, wie sich gezeigt hat, eine Definition der geografischen Lage des Überwinterungsgebietes sowie, mit Hilfe vorliegenden Kartenmaterials, einiger weniger ökologischer Parameter (Niederschlag, ökologische Zonierung) zu. Tiefergehende Analysen sind erst dann möglich, wenn die kartografisch ermittelten Fakten durch Direktbeobachtungen verifiziert, zusätzliche Fakten durch Direktbeobachtung erhoben und schliesslich weitere, komplexere Datengrundlagen zur Ökologie in die Auswertungen einbezogen werden.

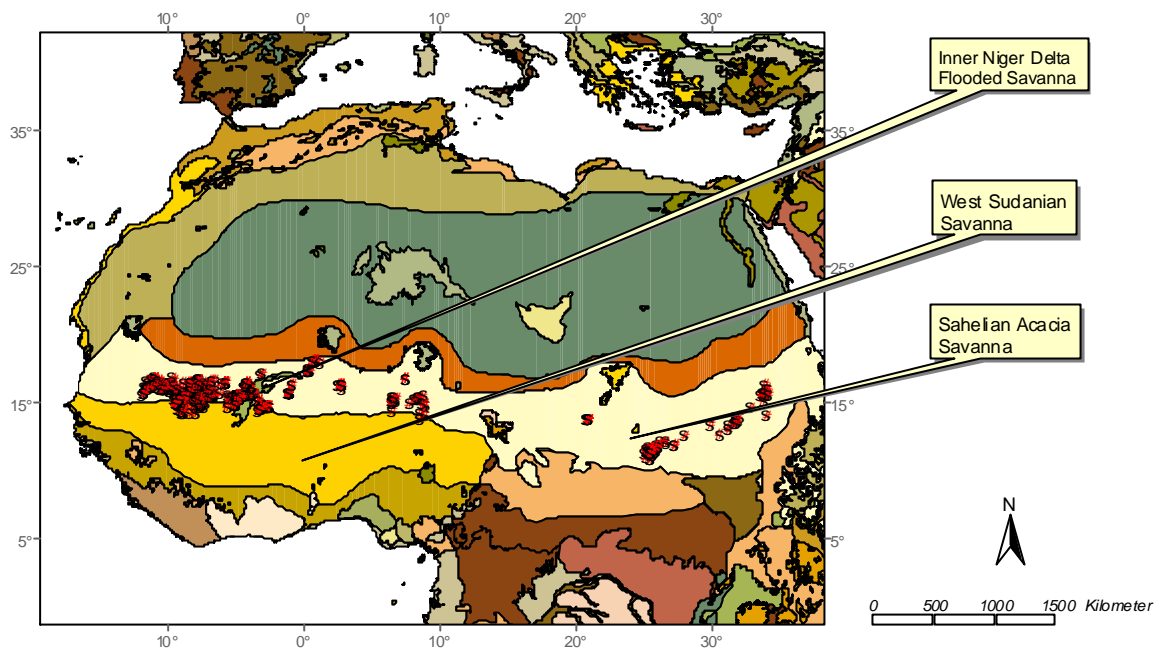


Abb.5: Verbreitung überwinternder Weissstörche in Westafrika und Sudan und ökologische Zonierung (WWF Terrestrial Ecoregions of the World)

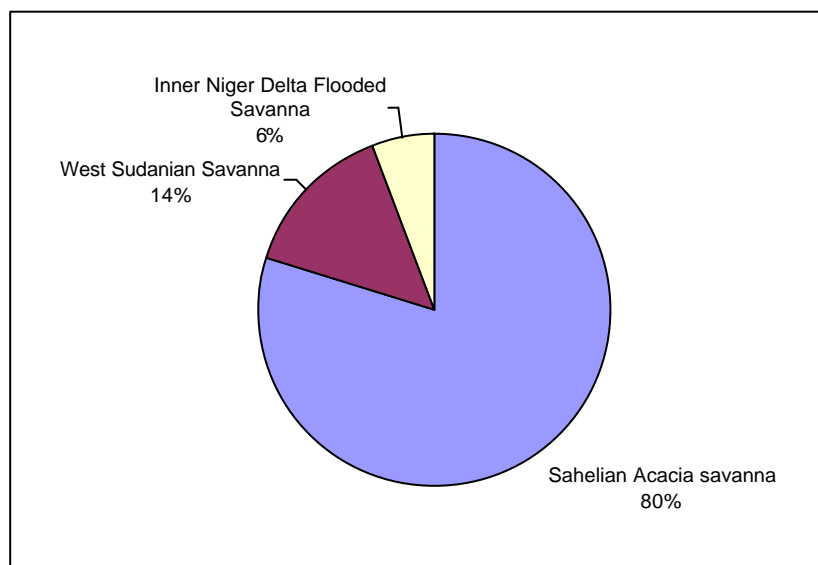


Abb.6: Verteilung der Weißstorchkoordinaten in Westafrika und Sudan über die ökologischen Zonen (nach WWF Terrestrial Ecoregions of the World)

3.2 Direktbeobachtungen zu Ökologie und Verhalten der Überwinterer in Westafrika

Eine „Zugbegleitung“ ziehender Weissstörche vom Boden aus war bislang zwar mehrfach im europäischen Teil der Zugrouten erfolgt, in Afrika dagegen war auf solche Untersuchungen aufgrund des erheblichen logistischen Aufwands, politischer Schwierigkeiten und hoher Kosten verzichtet worden. Im Rahmen des Projekts „SOS Storch“ wurden erstmals die Überwinterungsgebiete ziehender besenderter Weissstörche in Afrika in die „Zugbegleitung“ einbezogen und überwinternde Senderstörche für Direktbeobachtungen und für die Erhebung ökologischer Daten aufgesucht.

Die Westafrikaexpedition des Projekts „SOS Storch“, durchgeführt vom Projektleiter und 2 Mitarbeitern in 2 Teams und 2 Fahrzeugen, begann am 21. September 2001 in Tarifa/Südspanien und endete am 9. November 2001 in Tunis/Tunesien. Der ursprünglich geplante Transport der beiden Expeditionsfahrzeuge per Schiff oder Flugzeug nach Mauretanien liess sich aus Kostengründen nicht realisieren. Anreise ins afrikanische Arbeitsgebiet und Rückreise nach Europa mussten deshalb mit den Expeditionsfahrzeugen selbst erfolgen und benötigten insgesamt etwa 3 Wochen der verfügbaren Zeit. Nach Ankunft in Mauretanien durchquerten die Teams das westafrikanische Überwinterungsgebiet von West nach Ost und suchten insgesamt 3 (4) Störche anhand der vorliegenden Senderkoordinaten auf (Abb.7). Zwischen den einzelnen Vögeln lagen teilweise mehrere tausend Kilometer Fahrstrecke, häufig auf Erdpisten oder extrem schlech-

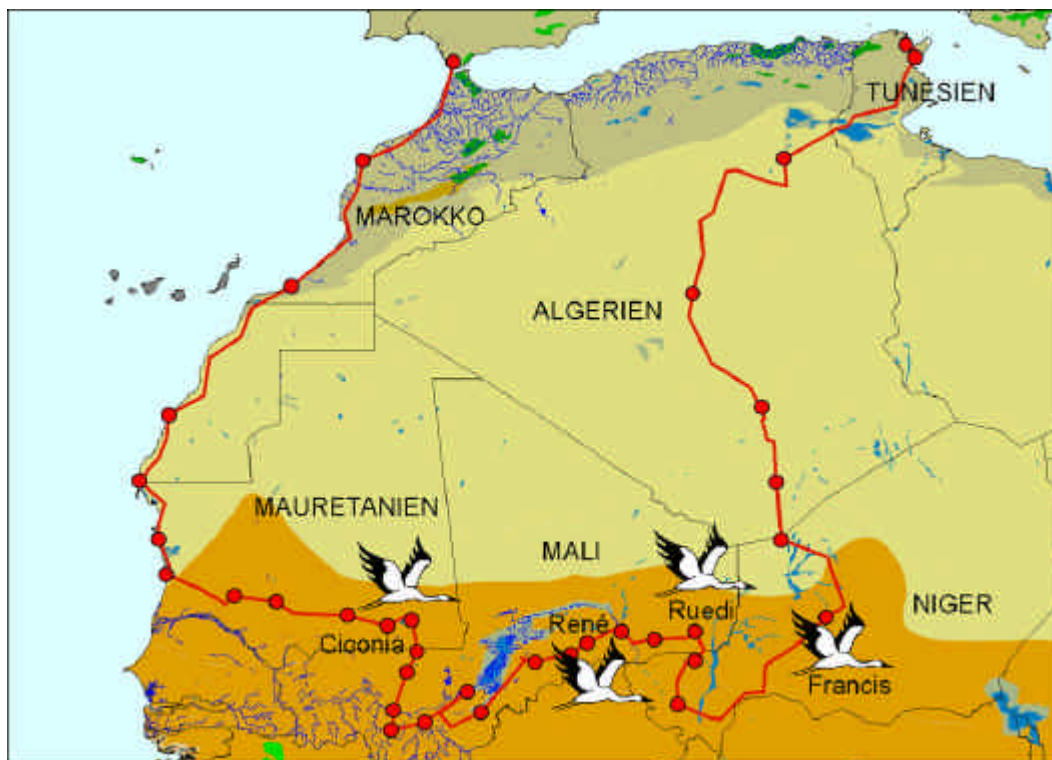


Abb.7: Fahrtroute der Westafrika-Expedition des Projekts „SOS Storch“. Die roten Punkte kennzeichnen Übernachtungs- bzw. Aufenthaltsorte, die Storchsymbole Orte, an denen Senderstörche aufgesucht wurden.

ten Strassen. Das Aufsuchen der Vögel, die sich meist weit abseits von Strassen und Pisten aufhielten, erforderte viel Zeit. Insgesamt 12.500 km legten die beiden Teams während der Afrikaexpedition zurück. Der gewaltige Aufwand für die Expedition hat sich alleine dadurch gelohnt, dass nicht nur 3 Senderstörche beobachtet wurden, sondern mehrere Tausend Weissstörche, da sich alle aufgesuchten Senderstörche jeweils in grossen Trupps aufhielten. Ausserdem bilden die erhobenen ökologischen Daten eine unabdingbare Voraussetzung für die weitere Analyse der Weissstorch-Überwinterungsökologie mit Hilfe von Satellitenbildern. Viele Aussagen und Rückschlüsse aus der Auswertung der Satellitenbilder waren nur möglich, weil die Satellitenbilddaten durch die vorliegenden Direktbeobachtungen korrekt eingeordnet und verifiziert werden konnten. Das Projekt hat somit gezeigt, dass der neue Ansatz der Auswertung eines Satellitentelemetrieprojektes mit Hilfe komplexer vorliegender ökologischer Daten viele neue Informationen bringt, dass dieser aber andererseits nur möglich ist, wenn gleichzeitig entsprechende Voraussetzung für die Bewertung der Ergebnisse durch Direktbeobachtungen im Gelände geschaffen wurden.

3.2.1 Gebiete ohne Weissstorch-Überwinterung

Ein erstes Ergebnis der Afrikaexpedition war die Tatsache, dass, trotz vieler tausend Kilometer Fahrt durch den westafrikanischen Sahel (4 Wochen à 12 Stunden täglich durch potentiell Überwinterungsgebiet in Mauretanien und Mali) und trotz kontinuierlicher Beobachtung Weissstörche praktisch nur dort gefunden wurden, wo sie aufgrund des Vorhandenseins von Senderstörchen gezielt aufgesucht werden konnten. Selbst im Süden Mauretaniens, wo sich die Senderkoordinaten konzentrierten, wurden auf über tausend Kilometern Fahrstrecke nur ein einziges Mal 2 Weissstörche ausserhalb eines durch Senderkoordinaten aufgefundenen Gebietes festgestellt. Auch das Aufsuchen scheinbar potentieller Überwinterungsgebiete, beispielsweise des Feuchtgebiets „Mahmoudia“, 40 km W von Nema/Mauretanien, erbrachte keine weiteren Beobachtungen.

Schon dies machte deutlich, dass Weissstörche im westafrikanischen Sahel keinesfalls weit und zufällig verteilt sind, sondern dass sie sehr spezifische Gebiete aufsuchen, Gebiete mit Charakteristika, die keinesfalls den erwarteten Verhältnissen entsprechen. Das Fehlen von Zufallsbeobachtungen erklärt auch, warum Weissstorchsichtungen durch andere Ornithologen im westafrikanischen Sahel so selten sind und die Grösse von Weissstorchtrupps häufig als sehr niedrig angegeben wurde.

Das Aufsuchen der Koordinaten sendermarkierter Weissstörche erwies sich aufgrund schwieriger Geländeverhältnisse meist als sehr aufwendig, häufig auch als nicht ungefährlich. In einem Fall dauerte es 4 Tage, bis es den beiden Teams gelang, den nur etwa 60 km Luftlinie von der Hauptpiste entfernten Weissstorch zu erreichen. Auch während der Anfahrtversuche im 30-Kilometer-Umkreis um die Standorte der Senderstörche wurde nie ein Weissstorch beobachtet. Stets zeigte sich, dass das Aufenthaltsgebiet sehr eng begrenzt und inselartig war. War es allerdings erreicht, dann war das Vorhandensein der Vögel unübersehbar. Zwei der Sendervögel befanden sich im Verband mit jeweils mehr als tausend Störchen, der dritte in einem lockeren Trupp von mehreren hundert bis eintausend Störchen.

Im folgenden sollen einige der während der Expedition durchfahrenen Grossräume, in denen erfolglos nach Weissstörchen Ausschau gehalten wurde, kurz vorgestellt werden:

Südrand der Sahara, Mauretanien:

Die Auswertung des Verlaufs der Zugrouten nach Westafrika hatte gezeigt, dass die Vögel die Sahara ohne jegliche Orientierung an Oasen, bewachsenen Tälern oder anderen Landschaftstrukturen, die Nahrung und Wasser hätten bieten können, überflogen. Somit war klar, dass die Vögel während der 7-10 Tage dauernden Überquerung der Sahara weder Nahrung noch Wasser zu sich nehmen, und es erschien wahrscheinlich, dass die Vögel zumindest teilweise am Südrand der Sahara, im Übergangsbereich der Sanddünen und Kies- oder Felswüste zu locker bewachsenem Halbwüstengelände (Abb.8) rasten und sich längere Zeit aufhalten würden. Schliesslich ist das die Region, wo nach dem Nonstop-Saharaflug erstmals wieder Nahrung und Wasser verfügbar sind. Weder durch die Satellitenkoordinaten noch durch Direktbeobachtungen wurden jedoch in dieser Region Weissstörche festgestellt, so dass davon auszugehen ist, dass diese Übergangszone grundsätzlich nicht genutzt wird.



Abb.8: Südrand der Sahara in Mauretanien, im Übergangsbereich von der Sandwüste zu locker bewachsenem Halbwüstengelände.

Sahel mit grüner Bodenvegetation und Regenwasser-Tümpeln:

Bei der Reise von West nach Ost durch Mauretanien gelangten die beiden Teams westlich von Ayoun-el-Atrous in eine Region, in der kurz zuvor stärkere Niederschläge gefallen waren. Der sandige Boden war dort locker von grünem Gras bewachsen, in geringer Dichte wuchsen Akazien, es gab häufig kleine Tümpel bis 50 m Durchmesser, in denen Regenwasser zurückgeblieben war (Abb.9). Der erste Eindruck, dass man in diesem Gebiet sicher bald auf Weissstörche stossen würde, bewahrheitete sich nicht. Das Vorhandensein der kleinen Wasserflächen und die aufkommende Vegetation waren offensichtlich keine Faktoren, die für die überwinternden Weissstörche von Bedeutung waren.



Abb.9: Landschaft in Südmauretanien, kurze Zeit nach Regenfällen. In zahlreichen kleinen Tümpeln bis 50 m Durchmesser steht noch das Regenwasser.



Abb.10: Landschaft in Südmauretanien mit größeren Wasserflächen (1 km Durchmesser und mehr) nach starken Regenfällen.

Sahel mit grüner Bodenvegetation und grösseren Wasserflächen:

In anderen Regionen gab es grössere Wasserflächen (1 bis mehrere Kilometer Ausdehnung, Abb.10). Auch dort hatte es offensichtlich kurze Zeit zuvor geregnet. Sandiger Boden, lockere und niedrige grüne Vegetation, locker baumbestandene oder baumfreie Akaziensavanne. Auch dort wurden keine Weissstörche beobachtet.

Weideland mit grossem, grün bewachsenem, aber jetzt trockenem Feuchtgebiet:

Das Feuchtgebiet „Mahmoudia“, 40 km W von Nema, war den Teams von Einheimischen und in Mauretanien tätigen Entwicklungshelfern als wichtiges Wasservogelgebiet genannt worden. Zwar war die viele Quadratkilometer grosse Fläche bis auf wenige Ausnahmen ausgetrocknet, aber sie war von „saftig“ grünem Gras niedrig bewachsen. Obgleich die Region den entsprechend der Literaturangaben bestehenden Erwartungen eines geeigneten Weissstorch-Überwinterungsgebiets entsprach, wurden dort keine Weissstörche gefunden.

Westsudan-Savanne mit Ackerbau:

Weiter südlich, in Mali, wurden grosse Bereiche der Westsudan-Savanne durchfahren. Sie war dort charakterisiert durch üppigere Vegetation, teils grün, teilweise vertrocknet, mit höherer Akaziendichte (ähnlich halboffenen Weidelandschaften), teilweise dichtem Akazienbewuchs, Tümpeln und vor allem mit häufig eingestreuten Ackerbauflächen (Hirse- und Sorghumbau) (Abb.11). Auch dort wurden keine Weissstörche beobachtet.



Abb. 11: Westsudan-Savanne in Mali. Baumbestandene Savanne, Hirseanbau.

Sandige Hochebenen mit Felsstrukturen:

Südlich des Nigerflusses, um Bandiagara, wurden sandige (bzw. Lateritböden) Hochebenen mit steil aufragenden Restkegeln früherer Vulkane („Monument Valley Westafrikas“, Falaise de Bandiagara, Dogon-Land) durchfahren (Abb.12). Trockene Grasvegetation, lockerer Akazienbestand. Keine Weissstorchbeobachtungen.



Abb. 12: Hochebene mit schroffen Restkegeln früherer Vulkane in der Region von Bandiagara.

Randbereiche des Nigerflusses:

Entlang des Nigerflusses fuhren die Teams teilweise durch Halbwüstenlandschaft, teilweise durch Savanne. Unmittelbar angrenzend an den Nigerfluss wird dort vielerorts in einem breiten Streifen Reis angebaut (Abb. 13). Die manchmal mehrere Quadratkilometer grossen Anbauflächen standen vielerorts noch unter Wasser. Stellenweise viele Wasservögel, auch Vögel der feuchteren Savannen (Gelbschnabeltockos, Spinte usw.). Keine Weissstörche aufzufinden.



Abb. 13: Beidseitig des Nigerflusses wird vielerorts in einem breiten Streifen Reis angebaut.

Südlicher Bereich des Niger-Binnendelta:

Von Segou aus unternahmen die Teams einen Vorstoss in den südlichen Bereich des Niger-Binnendeltas. Mehrere Senderstörche hielten sich den Satellitendaten zufolge im nördlichen Teil des Binnendeltas auf, eine Anfahrt von Süden her wäre jedoch die einzige Möglichkeit gewesen, diese Vögel aufzusuchen, da alle weiter nördlich gelegenen Pisten wegen Hochwasser oder Überfallgefahr unpassierbar waren. Der Abgleich der Satellitenkoordinaten mit der für die Expedition hauptsächlich genutzten Michelin-Karte von Westafrika (No. 153, 1 : 4.000.000) deutete darauf hin, dass sich die Vögel dort in den Sumpfgebieten des Deltas und seinen Randgebieten aufhielten. Gleichzeitig liessen die bisher publizierten Angaben und die vorliegenden Ringrückmeldungen erwarten, dass die Sümpfe und Feuchtflächen des Niger-Binnendelta das bedeutendste Weissstorch-Überwinterungsgebiet in Westafrika seien. Bei der Fahrt durch den südlichen Teil des Binnendeltas wurde deutlich, dass es sich bei der Region tatsächlich um einen überwiegend amphibischen Lebensraum handelt, in dem die Pisten ausschliesslich auf speziell angelegten Dämmen verlaufen. Aber gleichzeitig zeigte sich, dass zumindest dieser Teil des Binnendeltas zu grossen Teilen landwirtschaftlich genutzt wird, hauptsächlich zum Reisanbau (Abb.14). Zwischen den Kulturfleichen waren jedoch auch immer wieder unbewirtschaftete Zonen vorzufinden, Wasserflächen mit flachen Ufern und dichtem Bewuchs von Seerosen und anderen amphibischen Pflanzen (Abb.15). Frösche und Amphibien waren in hoher Dichte vorhanden, wie die abendlichen und nächtlichen „Froschkonzerte“ bewiesen. Trotz der recht intensiven landwirtschaftlichen Nutzung schien das Gebiet optimale Voraussetzungen für die Überwinterung von Weissstörchen zu bieten, einschliesslich eines reichhaltigen Nahrungsangebots in Form von Amphibien. Dennoch wurde bei der 2-tägigen Durchfahrt durch das Gebiet



Abb.14: Grosse Bereiche des Niger-Binnendeltas werden landwirtschaftlich genutzt, hauptsächlich zum Reisanbau.



Abb. 15: Zwischen den Kulturlflächen gibt es im Niger-Binnendelta häufig unbewirtschaftete Zonen mit einer reichhaltigen Tier- und Pflanzenwelt.

kein einziger Weissstorch gesichtet. Allerdings musste der Vorstoss ins Niger-Binnendelta nach 130 Kilometern in dem Dorf Macina abgebrochen werden. Vorausgegangene Hochwasserwellen hatten die Strasse weggespült, so dass an ein Weiterkommen nicht zu denken war. Die Frage nach der Beschaffenheit und den ökologischen Verhältnissen der Aufenthaltsgebiete der Senderstörche im nördlichen Teil des Niger-Binnendeltas konnte deshalb durch Direktbeobachtungen nicht geklärt werden.

3.2.2 Aufenthaltsorte von Senderstörchen

3.2.2.1 Senderstorch "*Ciconia*" (nahe Timbedgha/Südost-Mauretanien)

Die tatsächlichen Aufenthaltsorte der besenderten Störche waren im Vergleich zu dem, was erwartet worden war, eher unspektakulär. Es gab dort weder „schöne“ Landschaften mit Feuchtgebieten und Flachwasserzonen noch landschaftliche oder topografische Charakteristika, die den Vorstellungen von einem geeigneten Storch habitat entsprechen hätten.

Bei Annäherung auf etwa 10 km an den Aufenthaltsort des ersten aufgesuchten Senderstorchs (nahe Timbedgha in Südost-Mauretanien) war die Landschaft leicht hügelig bzw. sanft geschwungen, mit Sandboden, sehr lockerer Akazien- und Dornbuschbestand, auf dem Boden dichte grüne Grasvegetation, und gelegentlich eingestreute Dünenrücken, die fast vegetationslos waren (Abb.16).



Abb.16: Offene Savanne mit grüner, bodendeckender Vegetation, ca. 10 km entfernt vom Aufenthaltsort des Senderstorchs „Ciconia“ in Mauretanien.



Abb.17: Offene Savanne mit trockener bodendeckender Vegetation im Aufenthaltsgebiet des Senderstorchs „Ciconia“ in Mauretanien.

Das Gebiet, in dem sich der Senderstorch zusammen mit mindestens tausend weiteren Weissstörchen aufhielt, sah sehr ähnlich aus, die Grasvegetation war dort jedoch deutlich trockener (Abb.17). Das auffälligste Merkmal des Aufenthaltsgebiets des Senderstorchs war die sehr hohe Dichte an Heuschrecken. Schon bei der Anfahrt in das Gebiet war aufgefallen, dass Heuschrecken dort häufig waren, im eigentlichen Aufenthaltsgebiet des Storchs jedoch übertraf die Dichte an verschiedenen Arten von nicht-wandernden Feldheuschrecken (Acrididae) alles, was in den Tagen vorher festgestellt worden war. Zählungen ergaben, dass sich hier stellenweise > 1.000 Acrididae / m^2 (Nymphen und Adultstadien) aufhielten, die in der Grösse etwa zwischen einem und 5 Zentimetern variierten (Abb.18). Wanderheuschrecken wurden in dem Gebiet ebenfalls



Abb. 18: Extrem hohe Heuschreckendichte im Aufenthaltsgebiet des Senderstorchs „Ciconia“ in Mauretanien.

festgestellt, aber selten und vor allem nachts, wenn sie die Lichtquellen am Expeditionscamp anflogen. Die festgestellte Heuschreckendichte lag weit über dem, was in der Literatur als hoher Wert und optimal für überwinternde Weissstörche beschrieben ist (z.B. Mullié, Brouwer & Schulte 1995; *Ornithacris cavroisi* in Niger: 10-12 ind/ m^2). Durch Sichtbeobachtung nahrungssuchender Störche wurde deutlich, dass diese sich fast ausschliesslich von Heuschrecken ernährten. Während sich in Gebieten mit moderater Heuschreckendichte feststellen lässt, dass die Störche dort „hektisch“ hinter den wegspringenden Insekten herrennen, um diese zu erbeuten, verlief die Nahrungsjagd im Aufenthaltsgebiet des Senderstorchs eher gemächlich. Die Vögel schritten, häufig in kleinen Gruppen, langsam das Gelände ab und pickten immer wieder ohne Eile zu, um dann die Beute zu verschlucken. Teilweise konnte beobachtet werden, wie die Vögel im Stand, ohne weiter zu laufen, mehrmals zupickten und dabei jedes Mal erfolgreich eine

Heuschrecke erbeuteten. Es war unübersehbar, dass die Nahrungsvoraussetzungen in diesem eng begrenzten Gebiet für die Störche optimal waren, sowohl hinsichtlich der Verfügbarkeit als auch der Erreichbarkeit der Nahrung. Auch, wenn keine quantitativen Untersuchungen zur Heuschreckendichte auf Vergleichsflächen vorgenommen wurden, so wurde doch bei Fahrten vom Zentrum des Gebietes nach aussen deutlich, dass bereits nach mehreren Kilometern die Heuschreckendichte abnahm. Die dort überwinternden Störche hatten demzufolge offensichtlich gezielt das Gebiet mit der höchsten Heuschreckendichte angefliegen.

Wasser war im Aufenthaltsgebiet der Störche nicht vorhanden. In einem Tal in einigen Kilometern Entfernung, beiderseits eines jetzt trockenen Wadis, waren jedoch noch deutlich die Spuren einer früher im Jahr aufgetretenen Überflutung zu erkennen. Vegetationslose Flächen am Rand des Wadis wiesen über grosse Strecken tiefe Trockenrisse auf.

Am Abend flogen die Störche in kleinen Gruppen auf einzelstehenden Akazien ein, um dort die Nacht zu verbringen.

3.2.2.2 Senderstorch „René“ (Gourma, Mali)

Die Anfahrt zum Aufenthaltsort des zweiten Senderstorchs (im Elefantenreservat Gourma/Mali, südlich des Niger-Flusses) verlief anfangs durch Gelände, das in keiner Hinsicht als Überwinterungsgebiet für Weissstörche geeignet schien. Steinige Ebenen mit grossen Felsbrocken, gelegentlich durchzogen von Dünenzügen, und dann eine sandige Ebene, mit nur wenig bodendeckender Vegetation, die stark zerfurcht war von Erosionsrinnen. Ein weitverzweigtes Wadi, im Uferbereich häufig dicht von Sodomsapfel-Büschen (*Calotropis*) bestanden, und danach wieder Sandboden mit sehr schütterer Vegetation und vielen eingestreuten Felsen. Von einer letzten Düne aus dann der Blick auf ein Tal, durch das sich ein weiteres Wadi zieht, dicht und galeriewaldähnlich eingerahmt von *Calotropis*-Büschen. Dahinter eine viele Quadratkilometer grosse ebene Fläche, die dicht mit trockenem Gras bewachsen war und lockeren Bestand an Akazien und *Calotropis* aufwies (Abb.19). Dort, wo das Gras schütterer wuchs, waren tiefe Trockenrisse zu erkennen. Auch in diesem Gebiet wieder Heuschrecken in sehr hoher Dichte, obgleich auch diesmal während der Anfahrt Heuschrecken nur in moderater Dichte festgestellt worden waren. Auf der Ebene hielt sich der Senderstorch René zusammen mit hunderten anderer Weissstörche auf (Abb.20). In Trupps von 50 und mehr Vögeln jagten die Störche nach Heuschrecken, auch hier wieder pickten sie die Beutetiere eher gemächlich von den Grashalmen ab. Schwarzmilane und Racken flogen über den Störchen und erbeuteten ebenfalls Heuschrecken (Abb.21).

Bei der weiteren Fahrt durch das Gebiet fanden die Teams immer wieder kleinere Gruppen von Störchen. Etwa 4 km von der Stelle, an der der Senderstorch auf Nahrungssuche war, gab es tiefe Erosionsrinnen, teilweise noch mit Wasser gefüllt (Abb.22). In dem jetzt knochentrockenen Boden am Rand dieser Rinnen waren die Hufabdrücke zahlloser Weidetiere zu sehen. Das Gebiet war augenscheinlich einige Wochen vorher nach heftigen Regenfällen überflutet gewesen, die tiefen Erosionsrinnen wiesen darauf hin, dass gewaltige Wassermassen hier während der Regenzeit durchgeflossen sind. Über

den noch vorhandenen Rest-Wasserflächen segelten grosse Trupps von Weissstörchen. Viele der Vögel landeten dort während der heissesten Tageszeit am Wasser, um sich abzukühlen und zu trinken. Insgesamt hielten sich in dem Gebiet mindestens 1.000 Weissstörche auf, wahrscheinlich mehr, da eine umfassende Zählung in dem teilweise unübersichtlichen Gelände nicht möglich war.

Nur etwa 1-2 km entfernt von den offenen Flächen, auf denen die Störche nach Heuschrecken jagten, befand sich ein lockerer Akazienwald mit einer Ausdehnung von etwa



Abb. 19: Aufenthaltsort von Senderstorch René in Mali. Offene Savanne, Akazien und Calotropisbüsche in niedriger Dichte. Trockene bodendeckende Vegetation.



Abb.20: Alle beobachteten Senderstörche hielten sich in großen Trupps von mindestens mehreren hundert Vögeln auf.



Abb.21: Gemeinsam mit Schwarzmilanen, Racken und anderen insektenfressenden Vögeln jagen die Weissstörche nach Heuschrecken.



Abb.22: Wadis oder Erosionsrinnen, die noch Restwasser der letzten Niederschläge enthalten, werden von den Störchen zum Trinken und Abkühlen aufgesucht.

1-2 km². Fast alle Weissstörche des Gebietes flogen dort mit Einbruch der Dämmerung ein. Sie landeten dicht an dicht auf den Bäumen, teilweise mehr als 50 Vögel pro Baum, und verbrachten dort die Nacht (Abb.23). Mit dem ersten Tageslicht wurden die Schlafplätze wieder verlassen.

Auch in diesem Fall war es offensichtlich, dass die hohe Dichte an Heuschrecken der Grund für das Vorhandensein der Störche war. Auf die Frage, warum die Störche gerade an diesem Ort seien, fing ein hier lebender Beduine einige Heuschrecken und erklärte, die Vögel hielten sich für 3-4 Monate im Jahr hier auf, aber nur in Jahren, in



Abb.23: Akazienwäldchen oder andere hohe Strukturen dienen den überwinternden Weissstörchen als sichere Übernachtungsplätze.

denen auch Heuschrecken vorhanden seien. Die Menschen, die in dem Gebiet unter ärmlichsten Bedingungen unter Strohdächern lebten, ernährten sich von Grassamen, die sie auf dem rissigen Boden aufsammelten. Offenbar drohte den Störchen von den Grassamensammlern keine Gefahr, denn sie hielten sich ungestört in unmittelbarer Nähe der Menschen auf (Abb.24).



Abb.24: Von den Menschen, die im Aufenthaltsgebiet des Senderstorchs „René“ lebten, drohte den Weissstörchen offensichtlich keine Gefahr.

3.2.2.3 Senderstorch „Ruedi“ (Menaka, Südostmali)

Im äussersten Südosten von Mali hielt sich der Senderstorch „Ruedi“ auf. Die Anfahrt zu seinem ca. 60 km von dem Dorf Menaka entfernten Aufenthaltsort gestaltete sich unerwartet schwierig. Mehrere Tage lang unternahmen die Teams Vorstösse, die wieder und wieder von steilen Schluchten, Felsabbrüchen und riesigen Geröllfeldern gestoppt wurden. Quadratkilometergrosse Lateritflächen ohne jeden Bewuchs wechselten ab mit dürrig bewachsenen Dünen und Tälern, in denen trockene Vegetation mehr als 1 Meter hoch stand. Mehrere grosse Wadis durchzogen das Gebiet, umgeben von tiefen Erosionsrinnen, dicht mit *Calotropis* bewachsenen Ebenen und dichten Akazienwäldchen. Entlang der Wadis gab es zwar viele Heuschrecken, aber nicht in vergleichbarer Dichte wie in den bereits vorher besuchten Überwinterungsplätzen. Auch, als den Teams schliesslich die Annäherung auf etwa 5 Kilometer gelungen war, waren noch immer keine Störche zu entdecken, und das Gelände schien weiterhin absolut ungeeignet als Überwinterungsgebiet. Während der letzten Kilometer führte der Weg fast kontinuierlich durch Lavageröll-Felder ohne jegliche Vegetation. Einige hundert Meter vor Erreichen der Satellitenkoordinaten verlief eine ca. 20 m hohe Düne quer zur Fahrtrichtung. Vom Dünenkamm aus war bot sich dann ein Bild, das dem Aufenthaltsgebiet des zuvor aufgesuchten Senderstorchs René sehr ähnlich war: Wie eine Insel, eingerahmt von Lavafeldern, lag hier eine ca. 2 km² grosse Ebene, die von einem mit *Calotropis* eingerahmten Wadi durchzogen wurde. Die Ebene war dicht, aber nicht höher als ca. 30 cm, von trockenem Gras bewachsen. Auch hier wieder war die Heuschreckendichte inselartig extrem hoch. Der das Team begleitende Beduine sammelte einige Grassamen auf und erklärte, man könne diese Samen essen – auch die Grasvegetation entsprach somit der im vorher untersuchten Gebiet, wo die dort lebenden Menschen sich von Grassamen ernährten. Trockenrisse am Rande des Wadis zeigten, dass auch hier wiederum früher im Jahr starke Niederschläge gefallen waren. Mehrere hundert Weissstörche und einige Regenstörche hielten sich zusammen mit dem Senderstorch in dem Gebiet auf. Die ökologische Verhältnisse waren insgesamt die gleichen, wie im zuvor aufgesuchten Überwinterungsgebiet des Senderstorchs René, das immerhin ca. 440 km entfernt lag. Wasser konnte im Aufenthaltsgebiet des Senderstorchs „Ruedi“ nicht vorgefunden werden. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass sich im Wadi an einigen schwer zugänglichen Stellen noch Restpfützen vom letzten Regen befanden.

3.2.2.4 Senderstorch „Francis“ (Tahoua, Zentralniger)

Aus Zeitgründen konnten die Teams den Senderstorch „Francis“ selbst nicht aufsuchen. Sie durchfuhren jedoch das Gebiet, in dem sich der Storch in den vorausgegangenen Wochen bewegt hatte. Im Gegensatz zu den drei anderen aufgesuchten Senderstörchen war Francis wesentlich weniger stationär gewesen und hatte sich über einen Bereich von ca. 250 km Ost-West-Ausdehnung bewegt.

Vegetation und Struktur des Gebietes erinnerten sehr an den Aufenthaltsort des Senderstorchs „Ciconia“. Die Landschaft war hier jedoch wesentlich einförmiger, geeignete Gebiete waren hier nicht inselartig isoliert. Sanft hügelige Savanne mit lockerem Akazienbewuchs, dicht wachsendes, inzwischen vertrocknetes Gras. Darin sehr viele Heuschrecken, allerdings nicht in gleicher Dichte wie in den Überwinterungsgebieten der drei

direkt aufgesuchten Störche. Offenes Wasser schien auch im Aufenthaltsgebiet des Senderstorchs „Francis“ keine oder nur eine unteordnete Rolle zu spielen.

3.2.3 Schlussfolgerungen aus der Direktbeobachtung

Folgende Erkenntnisse wurden durch Direktbeobachtungen im Rahmen der SOS-Afrika-expedition gewonnen:

- Die Übergangszone zwischen Wüste und Sahel werden nicht zur Überwinterung oder für längere „Stopover-Aufenthalte“ genutzt, obgleich sich hier nach der Überquerung der Sahara die erste Möglichkeit bieten würde, Nahrung und Wasser aufzunehmen;
- Sahelbereiche, in denen erst kürzlich Niederschläge gefallen sind, mit grüner Vegetation und kleinen (Tümpel) oder grösseren Wasserflächen sowie bekannte Feuchtgebiete werden nicht als Überwinterungsgebiete genutzt;
- Offene Savannen mit grüner Grasvegetation werden nicht für die Überwinterung genutzt;
- Dichter bewachsene Savannen im südlichen Sahel werden nicht genutzt;
- Störche meiden Agrargebiete, halten sich stets abseits von Siedlungen oder besiedelten Gebieten auf;
- Hochebenen mit Felsformationen werden nicht aufgesucht;
- Den Nigerfluss begleitende Reisfelder werden nicht genutzt;
- Im südlichen Niger-Binnendelta werden weder die überfluteten Reisanbauflächen noch natürliche Feuchtgebietsbereiche zum Überwintern genutzt, trotz starken Amphibienaufkommens. Der nördliche Bereich des Niger-Binnendeltas, in dem sich mehrere Senderstörche aufhielten, konnte allerdings nicht zur Kontrolle aufgesucht werden.

Diesem Fehlen von Weissstörchen in Gebieten, in denen man sie teilweise vermutet hätte, stehen Überwinterungsgebiete gegenüber, die man so nicht erwartet hätte:

- Überwinterungsgebiete sind offene bis locker baumbestandene und mit vertrocknetem Gras dicht bewachsene sandige Ebenen;
- Die Niederschläge in den aufgesuchten Überwinterungsgebieten liegen mindestens 1-2 Monate zurück, waren aber offensichtlich jeweils sehr stark;
- Die Gebiete liegen meist in Bereichen, die von grossen Wadis durchzogen sind und deshalb nach starken Regenfällen teilweise überflutet waren. Spuren der letzten Regenzeit sind noch sichtbar (Erosionsrinnen, Trockenrisse usw.);
- Die Dichte von Heuschrecken ist in den Überwinterungsgebieten in allen Fällen inselartig extrem hoch (bis zu > 1.000 Individuen / m²);
- Überwinterungsgebiete sind eng begrenzte Bereiche (in einem Fall nur 1-2 km²), in denen die vorgenannten Ressourcen/Voraussetzungen inselartig vorhanden sind;

- Weissstörche halten sich dort zu mehreren hundert, in zwei Fällen zu mehr als 1.000 Individuen auf. Einzelvögel wurden während der gesamten Expedition nur einmal festgestellt;
- Ein bedeutendes Ausstattungsmerkmal eines Überwinterungsplatzes sind geeignete Strukturen für die Übernachtung (z.B. Akazienwäldchen). Auch vorhandene Rest-Wasserflächen in Wadis sind von Vorteil, sie sind aber wahrscheinlich nicht unbedingt erforderlich.

Aufgrund der Direktbeobachtungen ist anzunehmen, dass das Vorhandensein von sehr guten Nahrungsressourcen der wichtigste Faktor in der Wahl der Überwinterungs-Aufenthaltssorte ist. Dies erklärt wahrscheinlich auch die ursprünglich nicht erwartete Präferenz für Regionen mit trockener Grasvegetation bzw. das Meiden von Gebieten, in denen Niederschläge erst kürzlich gefallen sind: Heuschrecken beginnen mit der Eiablage nach den ersten Regenfällen. Sie sind deshalb in höchster Dichte dann vorhanden, wenn die Vegetation bereits wieder vertrocknet, also ca. 1-2 Monate nach den ersten Niederschlägen. In den grün bewachsenen Savannengebieten mit von Regenwasser gespeisten Tümpeln und Feuchtgebieten dagegen ist die Heuschreckendichte noch niedrig und sind somit keine ergiebigen Nahrungsressourcen vorhanden.

Das Fehlen der Störche im südlichen Teil des Niger-Binnendeltas lässt sich hiermit jedoch nicht erklären. Das massenhafte Vorkommen von Amphibien in den dortigen Sümpfen und Feuchtgebieten sollte ebenfalls sehr gute Nahrungsvoraussetzungen bieten. Im nördlichen Niger-Binnendelta allerdings hielten sich mehrere Störche auf, die nicht aufgesucht werden konnten. Um aufzuklären, unter welchen ökologischen Verhältnissen die Störche dort überwintern, müssen andere Methoden angewandt werden.

3.3 Auswertung von Fernerkundungsdaten zur Ökologie (Satellitendaten und -fotos)

Für die im folgenden dargestellten Auswertungen wurden jeweils die „bereinigten“ Koordinaten aller in Westafrika überwinternden Senderstörche zu einem einzigen Datenpool zusammengefasst. Aus diesem Datenpool wurden dann, je nach regionaler Abdeckung durch Daten der verschiedenen ökologischen Parameter, die relevanten Koordinaten herausgezogen (z.B. nur Mali und Mauretanien bei der Verschneidung mit den Daten zur Ackerbau-Intensität). Die Verschneidungen der Weissstorchkoordinaten mit den unterschiedlichen ökologischen Parametern erfolgten somit nicht für individuelle Vögel, sondern es wurde davon ausgegangen, dass die verfügbaren Weissstorchkoordinaten die in Westafrika insgesamt überwinternde Weissstorchpopulation repräsentieren. Dies entspricht zwar sicher nicht in jeder Hinsicht der Realität, da nicht aus allen Regionen, in denen irgendwann einmal Weissstörche überwintern, Daten vorliegen. Trotzdem kann der vorliegende Datenpool als repräsentativ gelten, da davon auszugehen ist, dass die Präferenzen überwinternder Weissstörche im gesamten Überwinterungsgebiet relativ konstant sind.

Die im folgenden angewandten Satellitendaten über ökologische Verhältnisse in Westafrika stammen von verschiedenen Quellen bzw. wurden mit unterschiedlichen Satelli-

ten und Sensoren aufgenommen. Wo erforderlich, werden die entsprechenden Details im Text dargestellt. Auf eine genaue Darstellung der bei der Erhebung und Berechnung der Satellitendaten eingesetzten mathematischen und physikalischen Verfahren wird hier verzichtet, da dies für die eigentlichen Auswertungen nicht von Bedeutung ist.

3.3.1 Weissstorch-Überwinterung in Afrika und Habitat-Klassifizierung (African Land Cover Characteristics)

Die im folgenden verwendete Habitat-Klassifizierung basiert auf Daten, die von einem AVHRR-Sensor (Advanced Very High Resolution Radiometer) erfasst wurden. Der Sensor ist auf einem NOAA (USA National Oceanic and Atmospheric Administration) Wettersatelliten installiert und erfasst sowohl sichtbare als auch unsichtbare (Nahes Infrarot: 780 nm bis 3 μ m, Infrarot: 3 μ m bis 1 mm) Bestandteile des elektromagnetischen Spektrums. Die Daten werden mit einer Auflösung von 1 km erfasst. Die Berechnung der in unterschiedlichen Spektren erfassten Daten durch verschiedene Algorithmen ermöglicht Rückschlüsse auf Vegetation, Bodendeckung, Feuchtigkeitsgehalt der Vegetation, Wolkendeckung und viele andere ökologisch relevante Fakten. Im Falle der Habitat-Klassifizierung für die Karte der „African Land Cover Characteristics“ werden vor allem Vegetations- und Feuchtigkeits-Daten berechnet, die dann verschiedenen Habitatklassen zugeordnet und teilweise durch Vorort-Untersuchungen verifiziert wurden.

Die Grundlagendaten für die Karte der Habitat-Klassifizierung wurden in den Jahren 1992 und 1993 erhoben. Sie sind in den Archiven des EROS (Earth Resources Observation Systems) Data Center des U.S. Geological Survey (USGS) gespeichert und werden von dort aus für wissenschaftliche Untersuchungen verfügbar gemacht.

Den Daten des USGS wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen unterschiedliche Habitatklassen-Legenden zugeordnet (z.B. Olson Global Ecosystems, IGBP Land Cover Classification, USGS Land Use/Land Cover System u.a.). Im grossen und ganzen entsprechen sich diese unterschiedlichen Legenden, sie sind jedoch unterschiedlich detailliert und fassen verschiedene Charakteristika zu unterschiedlich grossen Klassen zusammen. Für die folgenden Auswertung wurde die Olson Global Ecosystems Legende zugrunde gelegt. Eine echte Habitatcharakterisierung bzw. gar eine Darstellung von Vegetationsgesellschaften sind diese „Land Cover Characteristics“ nicht. Sie sind wesentlich gröber, geben eher Landschaftscharakteristika wieder und bewegen sich teilweise im Grenzbereich zwischen Habitatcharakterisierung und Definition der Landnutzung. Trotzdem geben sie einen besseren Überblick über die ökologische Zonierung als andere vorliegende Themenkarten.

Abb.25 vermittelt einen Eindruck von der Karte der afrikanischen Habitatcharakteristika. Auf den ersten Blick erscheint diese Karte sehr grob, kaum detaillierter als die Karte der WWF Ökozonen (siehe weiter vorne). Die grosse Bedeutung der Verrechnung der Storchenkoordinaten mit den Habitatcharakteristika nach Olson besteht jedoch in ihrer Auflösung von nur 1 km, die eine genaue Zuordnung aller Weissstorchkoordinaten ermöglicht (verdeutlicht in einem Ausschnitt der Karte in Abb.26).

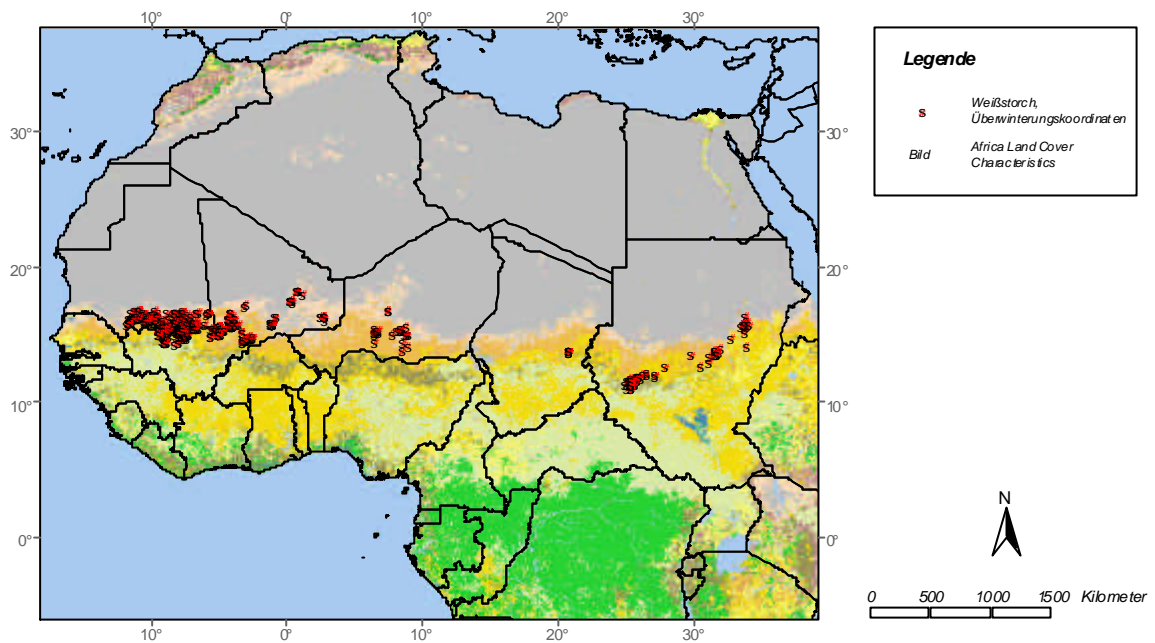


Abb.25: Weissstorch-Überwinterung in Afrika und Habitat-Klassifizierung (African Land Cover Characteristis, Olson Global Ecosystems).

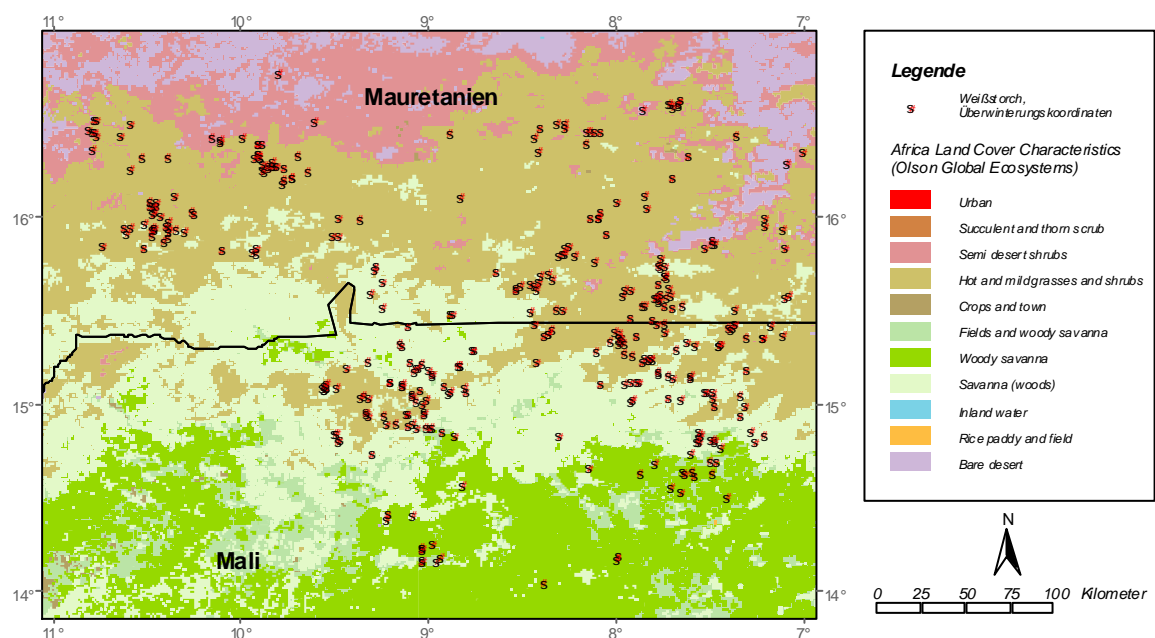


Abb.26: Weissstorch-Überwinterung in Afrika und Habitat-Klassifizierung. Vergösserter Ausschnitt des Grenzbereichs Mauretanien/Mali.

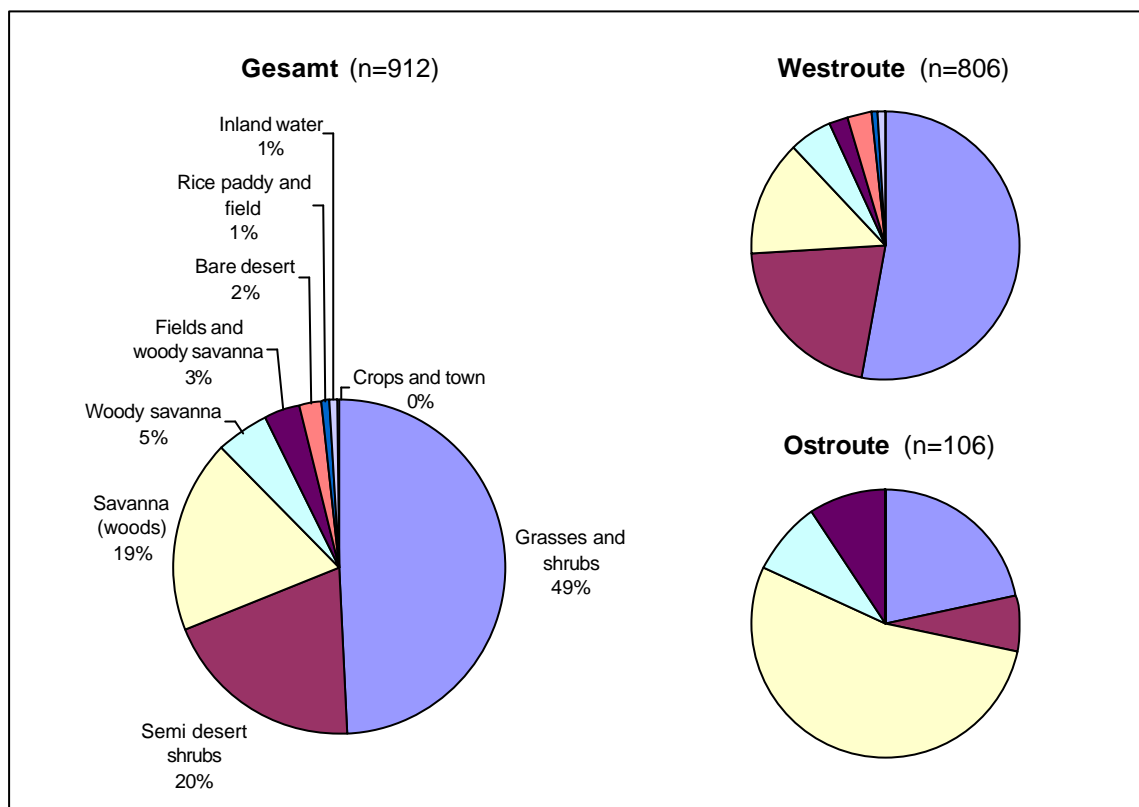


Abb.27: Verteilung der Überwinterungskordinaten über Habitattypen gemäss African Land Cover Characteristics, Olson Global Ecosystems.

Das Ergebnis der Analyse ist in Abb.27 dargestellt. Es bestätigt die Erkenntnisse aus der Direktbeobachtung der Weissstörche im Zuge der SOS-Afrikaexpedition. Unter Einbeziehung aller Koordinaten aus den Überwinterungsgebieten, einschliesslich der Daten der beiden Ostzieher (Sudan bzw. Tschad), ergibt sich folgendes Ergebnis: 49%, also fast die Hälfte aller Koordinaten, lagen im offenen Gras- bzw. Buschland, 20% im Halbwüsten-Buschland, und 19% + 5% in mehr oder weniger stark bewaldeter Savanne. Die offenen Landschaften, Grasebenen bis leicht bewaldete Savannenlandschaften, machen somit 93% der Habitate aus, in denen sich Koordinaten der Senderstörche fanden. Die restlichen nur 7% teilen sich auf 5 weitere Habitattypen auf, darunter Ackerland, bewässerte Reisfelder und offene Wasserflächen, also solche Flächen, auf denen man eigentlich eine Konzentration der Weissstörche erwartet hätte.

Die getrennte Betrachtung der West- und Ostzieher scheint auf den ersten Blick sehr unterschiedliche Präferenzen zu offenbaren. Tatsächlich sind jedoch auch hier in beiden Gebieten die Koordinaten zu mehr als 90% in den offenen bis leicht bewaldeten Grasland- bzw. Savannenlandschaften vertreten. Lediglich die Häufigkeit von ähnlichen Habitattypen innerhalb dieser grossen Gruppe variiert zwischen Ost- und Westziehern. Während bei den Westziehern die offenen Gras- und Buschlandschaften überwiegen, sind es bei den Ostziehern die locker baumbestandenen Savannen.

3.3.2 Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Anbau von Hirse

Zwar ergab die Analyse der Habitat-Charakteristika, dass Ackerland von den überwinternden Weissstörche weitgehend gemieden wurde. Trotzdem jedoch stellt sich die Frage, wie weit Ackerbauggebiete sich in die Überwinterungszone der Weissstörche in Westafrika erstrecken. Im Norden des westafrikanischen Sahel ist Hirse praktisch die einzige grossflächig angebaute Kultur. Andere Getreidearten, z.B. Sorghum, gibt es in grösserer Ausdehnung erst südlich der Weissstorch-Überwinterungsgebiete. Die Karte des Gesamt- und Hauptanbaubereichs von Hirse in Mali und Mauretanien (Abb.28) zeigt, dass ein grosser Teil der Weissstorchkoordinaten in dem Bereich lagen, in dem zumindest gelegentlich und regional Hirse angebaut wird, während sich die Hauptanbauggebiete von Hirse nur selten mit den Störchen-Überwinterungsgebieten überschneiden. Dies lässt den Schluss zu, dass sich die ökologischen bzw. klimatischen Voraussetzungen für Weissstorchüberwinterung und Hirseanbau weitgehend ausschliessen.

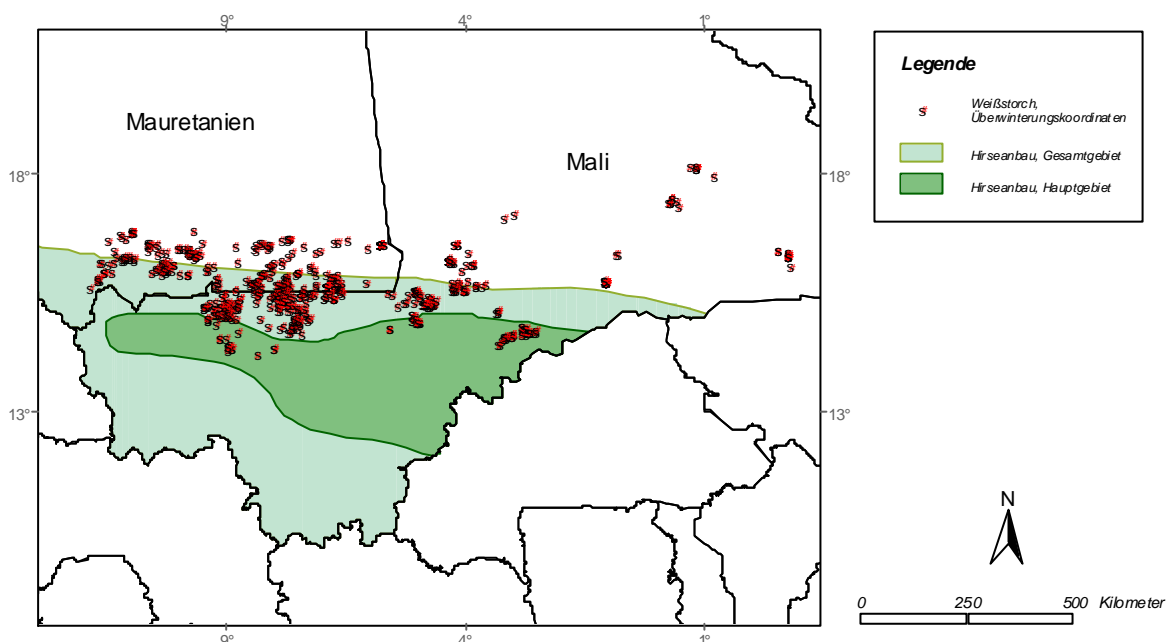


Abb.28: Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Gesamt- und Hauptgebiet des Hirseanbaus.

3.3.3 Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Ackerbau-Intensität

Eine weitere Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Ackerbau-Intensität und Weissstorch-Überwinterung erfolgte mit Hilfe von Daten, die von einem auf einem Landsat Satelliten montierten Multispectral Scanner (MSS) erfasst wurden. Erfasst werden von diesem Sensor die grünen, roten und nahe-infraroten Anteile des Spektrums, dargestellt werden sie auf der Karte durch die Primärfarben blau, grün und rot (Standard- Falschfarbenbild). Die Interpretation der verschiedenen Farben, d.h. ihre Zuordnung zu spezifischen Landnutzungs-Intensitäten, wurde zwar bisher nicht vollständig durch Bodenuntersuchungen verifiziert. Trotzdem werden die Karten zuverlässig seit längerem für landwirtschaftliche Untersuchungen eingesetzt.

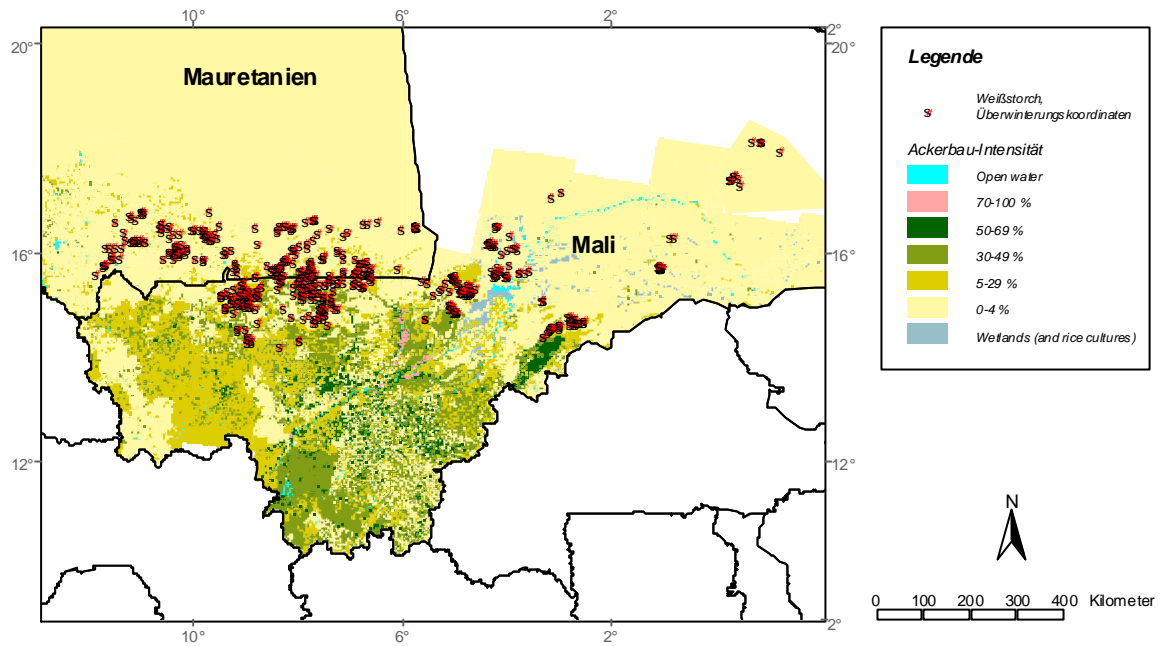


Abb.29: Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Ackerbau-Intensität gemäss Aufnahmen Landsat Multispectral Scanner (MSS).

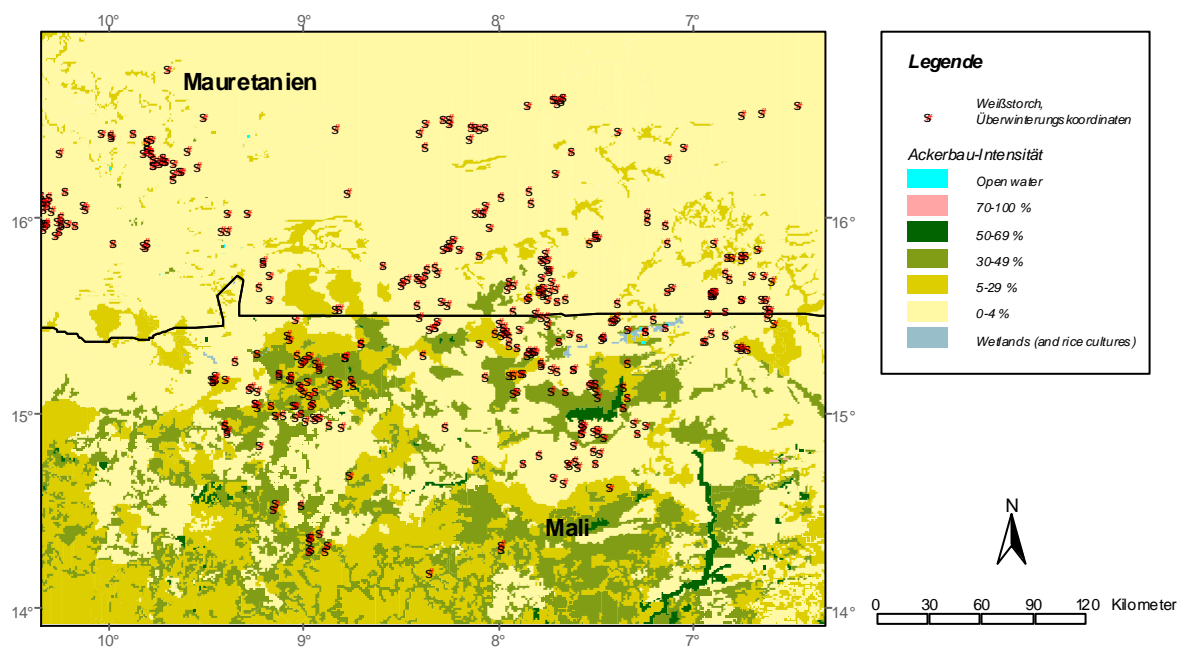


Abb.30: Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Ackerbau-Intensität. Vergrösserter Ausschnitt des Grenzbereichs Mauretanien/Mali.

Abb.29 zeigt die Karte der Ackerbau-Intensität für den Gesamtbereich Mauretanien/Mali. Ein deutlicheres Bild der Auswerte-Möglichkeiten gibt ein vergrößerter Ausschnitt aus dem Grenzbereich Mauretanien/Mali (Abb.30). Das Ergebnis der Verschneidung der Weissstorch-Koordinaten mit den Daten zur Ackerbau-Intensität anhand der Satellitenauswertung (Abb.31) bestätigt die vorstehend gewonnenen Erkenntnisse: Fast drei Viertel (ca. 74%) aller Weissstorch-Koordinaten liegen dieser Analyse zufolge in Bereichen mit keiner oder nur sehr geringer Ackerbauintensität (Nutzung 0-4%), weitere 17% befinden sich in Bereichen mit einer Nutzungs-Intensität von 5-29%, und nur 9% aller Koordinaten wurden in Gebieten mit stärkerer Landnutzung ermittelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass selbst in Gebieten mit höherer prozentualer Landnutzung die Aufenthaltsorte der Vögel jeweils in landwirtschaftlich nicht genutzten Bereichen gelegen haben können.

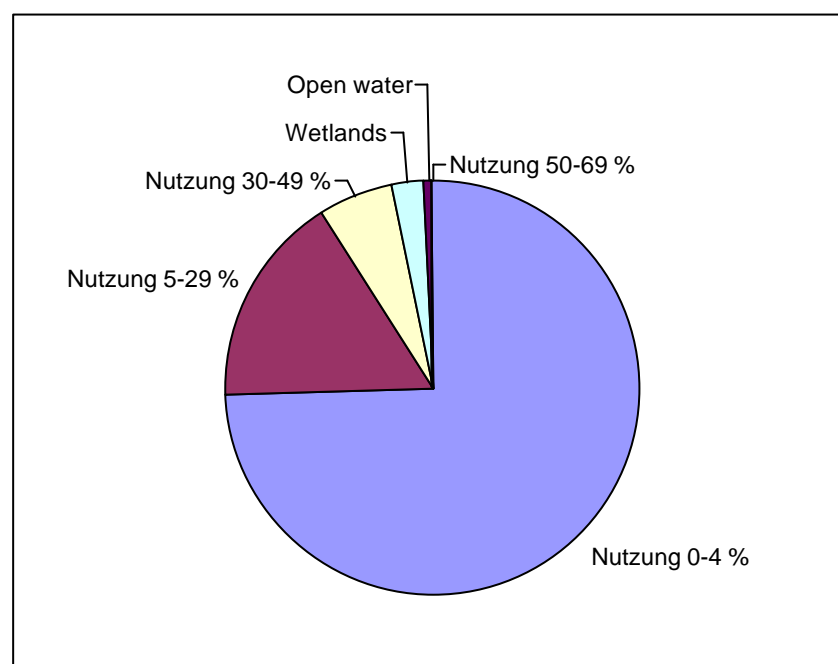


Abb.31: Verteilung der Weissstorch-Überwinterungskoordinaten in Mauretanien/Mali über verschiedene landwirtschaftliche Nutzungs-Intensitäten.

3.3.4 Weissstorch-Überwinterung und Entfernung der Aufenthaltsorte von Siedlungen

Die oben dargestellte Analyse der Intensität der Landnutzung in den Überwinterungsgebieten der Weissstörche und die Direktbeobachtung im Rahmen der SOS-Afrikaexpedition haben gezeigt, dass Störche bevorzugt abseits genutzter und besiedelter Regionen überwintern. Mit Hilfe der Karte der Siedlungen (Dörfer, Städte) aus der Digital Chart of the World (ESRI) wurde überprüft, wie sich die Lage von Siedlungen und von Weissstorchkoordinaten zueinander verhalten. Die digitale Karte liegt im Massstab 1 : 1.000.000 vor. Sie basiert auf Fliegerkarten (TCP) 1 : 500.000 und enthält alle Siedlungen, die bei niedrigem Flug der Orientierung dienen können. Die durchschnittliche

minimale Entfernung der Weissstorch-Aufenthaltsorte von Siedlungen betrug in Westafrika ($n=805$ Koordinaten) $22,9 \pm 18,7$ km (700 m – 73 km). Im ostafrikanischen Sudan ($n=133$ Koordinaten) betrug die durchschnittliche minimale Entfernung der Weissstorchaufenthaltsorte zu Siedlungen und Dörfern $10,8 \pm 6,9$ km (1,8 - 45,2 km). Neben den ökologisch relevanten Fakten zur Habitatwahl ergibt sich aus diesen Angaben auch ein wichtiges Indiz für eine vermutlich nur geringe Verfolgung der Vögel durch Menschen. Die recht grosse Entfernung der Aufenthaltsorte der Störche von Siedlungen in Westafrika ist angesichts der Tatsache, dass nur wenige Menschen motorisiert und Strassen bzw. Pisten selten sind, ein Hinweis darauf, dass es nur relativ selten zu Begegnungen zwischen Störchen und Menschen kommt. Ausserdem sind Schusswaffen vor allem in den grösseren Dörfern und in Städten vorhanden. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein potentieller Storchenjäger auf die Vögel trifft, ist somit nur gering. Im Sudan ist die durchschnittliche Entfernung der Storchenkoordinaten zu den Siedlungen um die Hälfte geringer als in Westafrika – und gleichzeitig ist bekannt, dass im Sudan, zumindest regional, Weissstörche recht intensiv bejagt werden.

3.3.5 Weissstorch-Überwinterung in Mali/Mauretanien und Boden- bzw. Nutzungstypen

Auch die Beschaffenheit des Bodens kann hinsichtlich der ökologischen Ansprüche der überwinternden Weissstörche von Bedeutung sein. So ist beispielsweise bekannt, dass Wanderheuschrecken und andere Arten der Acrididae für die Ablage ihrer Eier auf sandigen Boden angewiesen sind. Im folgenden werden deshalb auch die verfügbaren Angaben zu Bodentypen innerhalb der Überwinterungsgebiete der Weissstörche mit den Weissstorchkoordinaten verschnitten.

Die vom Landsat Satelliten durch den Multispectral Scanner erfassten Daten lassen sich auch hinsichtlich der Boden- bzw. Nutzungstypen auswerten und darstellen. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass die daraus resultierenden Klassen keine echten bodenkundlichen Informationen im wissenschaftlichen Sinne wiedergeben, sondern den Grenzbereich zwischen Bodenbeschaffenheit und Nutzungstyp umfassen. Abb.32 zeigt eine Karte der Boden- und Nutzungstypen in Mauretanien/Mali. Das Potential der Auswertemöglichkeiten wird deutlicher durch den grossmassstabigen Ausschnitt des Niger-Binnendeltas (Abb.33). Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar (Abb.34):

Mehr als die Hälfte aller Weissstorch-Koordinaten (53%) befanden sich auf sandigen, häufig von Dünen durchzogenen Ebenen. Weitere 29% befanden in als „Uplands“ klassifiziertem Gelände, also in Hügelland, das sowohl felsige als auch sandige Bodenbereiche aufweist. Alluviale Böden, also Sedimentböden in den Fluss-Urtälern, waren Standort von 8% aller Koordinaten, 7% befanden sich in Bereichen, auf denen nach Rückgang von Überschwemmungen kurzzeitig Landwirtschaft betrieben wird (flood recessional agriculture). 97% aller Koordinaten befanden sich also auf lockerem, für die Eiablage von Heuschrecken geeignetem Boden und somit auf Boden- bzw. Nutzungstypen, die grob mit den Erkenntnissen der Direktbeobachtung übereinstimmen. Feuchtgebiete und offene Wasserflächen bzw. deren Randbereiche spielen auch nach den Ergebnissen dieser Analyse keine Rolle.

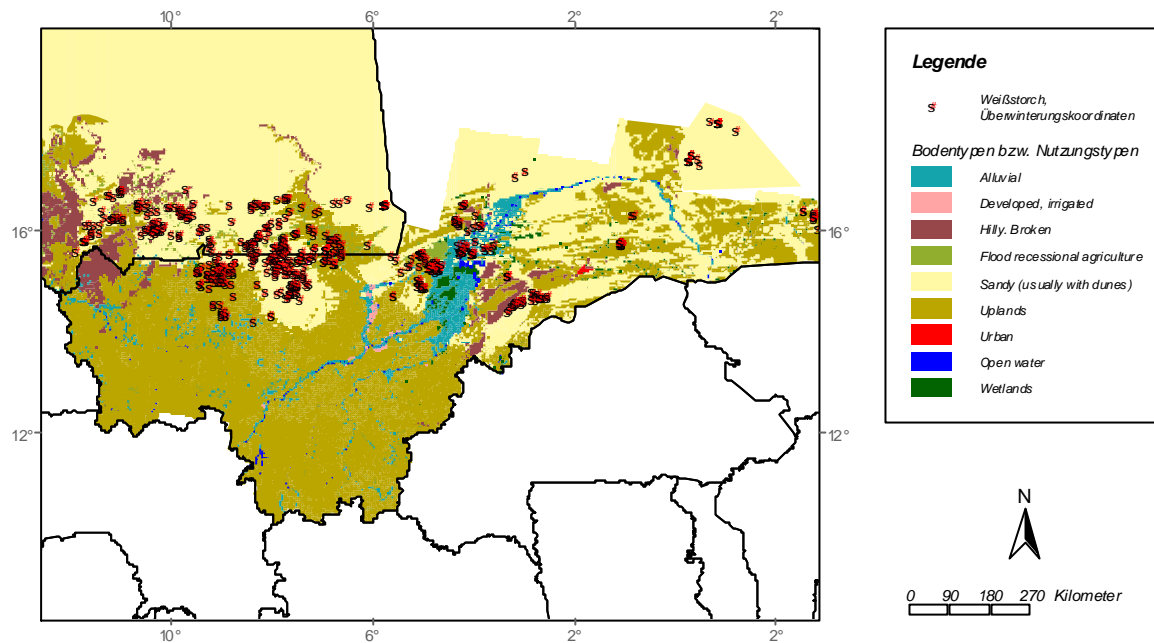


Abb.32: Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Boden- bzw. Nutzungstypen gemäss Aufnahmen Landsat Multispectral Scanner (MSS).

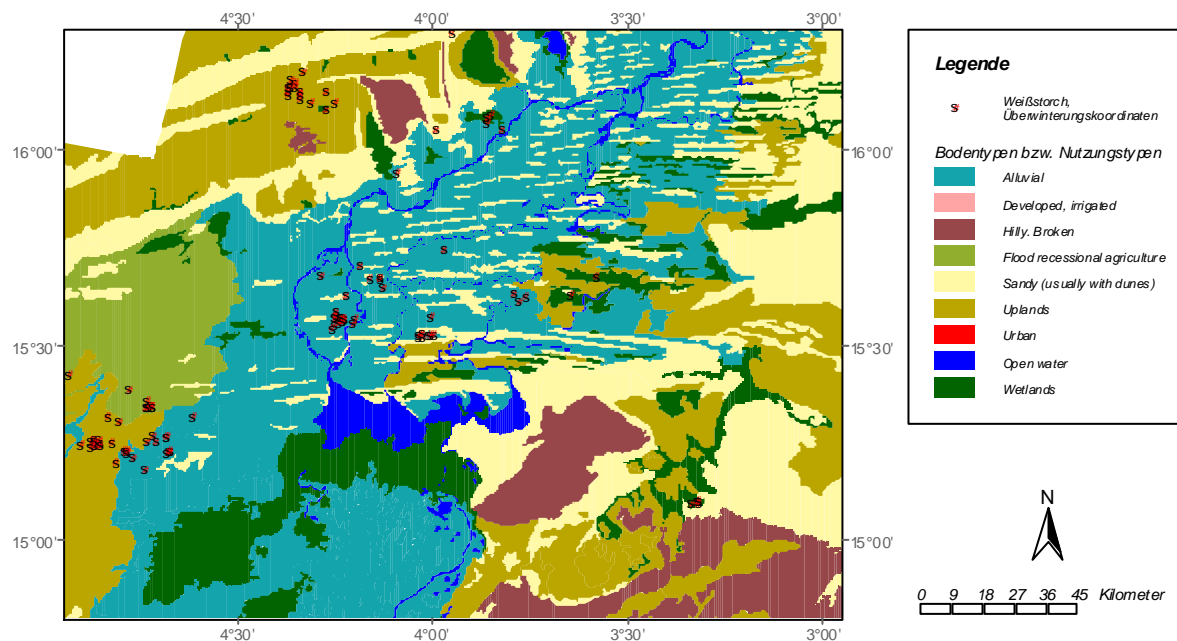


Abb.33: Weissstorch-Überwinterung in Mauretanien/Mali und Boden- bzw. Nutzungstypen. Vergrösserter Ausschnitt des Grenzbereichs Mauretanien/Mali.

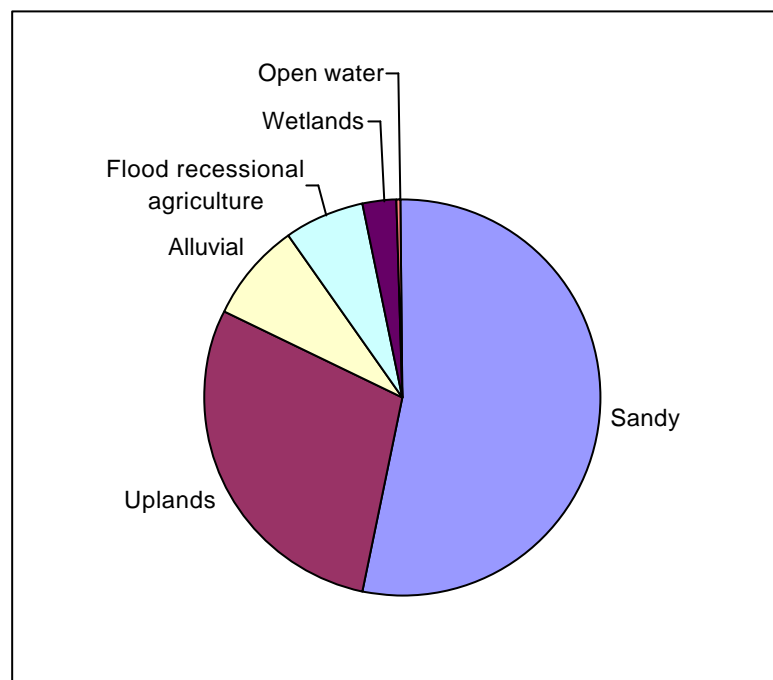


Abb.34: Verteilung der Weissstorch-Überwinterungskordinaten in Mauretanien/Mali über verschiedene Boden- bzw. Nutzungstypen.

3.3.6 Weissstorch-Überwinterung und „Kleine Wasserflächen“ (Small water bodies)

Im Rahmen der SOS-Afrikaexpedition wurden Störche fast niemals unmittelbar bei oder in offenen Wasserflächen festgestellt. Es liegt deshalb nahe, nach Möglichkeiten zu suchen, diese Erkenntnisse anhand vorliegenden Datenmaterials auch für solche Zonen zu untersuchen, die im Rahmen der Expedition nicht aufgesucht werden konnten.

Die Global Vegetation Monitoring Unit des JRC (European Communities Joint Research Center) hat eine Methode entwickelt, die es erlaubt, aus Satellitenbildern des SPOT Vegetation S10-Sensors kleine Wasserflächen und Feuchtgebiete ab ca. 1 km² Ausdehnung in ariden Gebieten zu erfassen und darzustellen. Die Zuverlässigkeit liegt bei etwa 90%, d.h. 90% aller tatsächlich vorhandenen Wasserflächen und Feuchtgebiete von mind. 1 km² Grösse werden erfasst. Besondere Bedeutung erlangen die daraus resultierenden Daten dadurch, dass sie dekadenweise (im 10-Tage-Rhythmus) erfasst werden. Die Daten sind bei GeoSuccess als HDF-Dateien verfügbar und können mit spezieller Software dekodiert bzw. gelesen werden. Gerade in ariden Zonen, in denen solche Wasserflächen nach Niederschlägen teilweise nur für wenige Tage vorhanden sind, bevor sie wieder austrocknen, können somit differenzierte Beurteilungen des Einflusses solcher Feuchtflächen auf die Verteilung überwinternder Weissstörche vorgenommen werden.

Aufgrund der Schwierigkeiten der Umwandlung von HDF-Dateien in GIS-auswertbare Shape-Dateien konnten nur jeweils kleine Teilbereiche des westafrikanischen Überwinterungsgebiets hinsichtlich der „Small water bodies“ analysiert werden. Ausgewählt wurde deshalb der Schwerpunktbereich der Überwinterung im Grenzgebiet

Mauretanien/Mali 5,9°W bis 12,5°W und von 14°N bis 17°N, und zwar für die 1. Dekade des Oktober 2001. Mit dieser Karte kleiner Wasserflächen und Feuchtgebiete wurden 224 Koordinaten aus dem Zeitraum Anfang Oktober 2001 bis Ende Januar 2002 verschnitten, wobei die Koordinaten von 3 Vögeln stammten, die sich jeweils über längere Zeiträume in dieser begrenzten Region aufhielten (Abb.35).

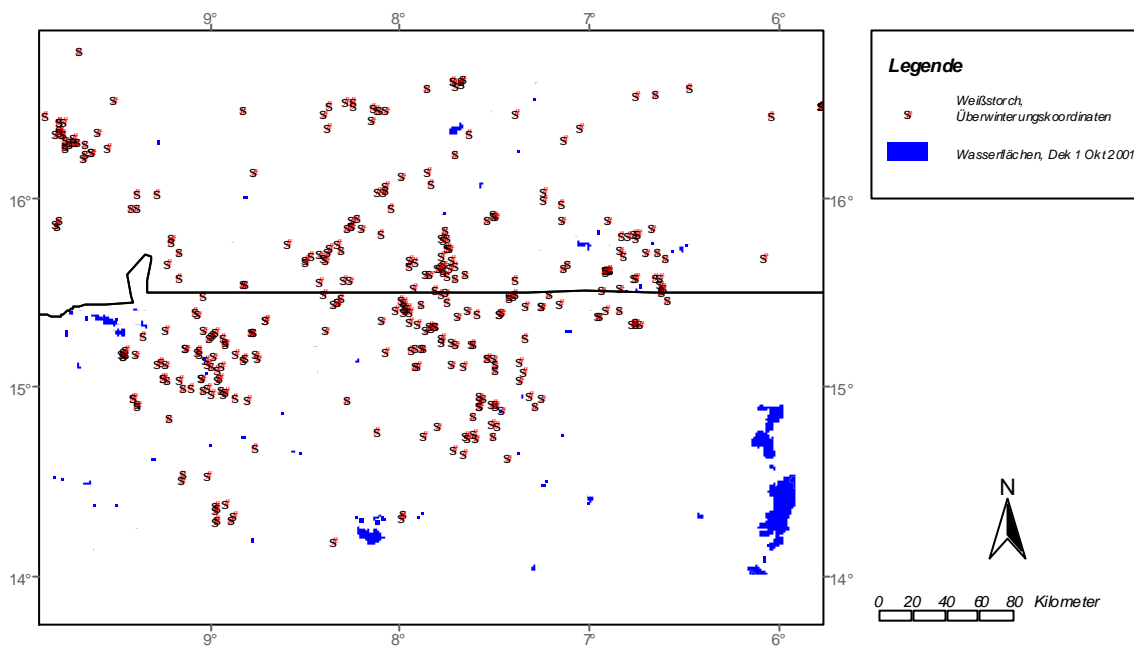


Abb.35: Weissstorch-Überwinterungskordinaten im Grenzbereich Mauretanien/Mali und kleine Wasserflächen (min. 1 km²) nach SPOT Vegetation S10 Satellitenbildern.

Nur 13 Tageskoordinaten lagen innerhalb von „small water bodies“, 211 Koordinaten lagen ausserhalb. 10 von den 13 Koordinaten, die sich mit Wasserflächen oder Feuchtgebieten überlagerten, stammten von einem einzigen Vogel und fanden sich im gleichen Gebiet in Südmauretanien, in einer Senke von etwa 5 km Länge (Abb.36). Die letztgenannten Koordinaten datieren auf den Zeitraum Mitte Dezember 2001 bis Ende Januar 2002, also auf eine Periode, zu der die offene Wasserfläche bereits ausgetrocknet war. Diese Analyse bestätigt somit die Feststellungen, die durch Direktbeobachtung gemacht wurden: Offene Wasserflächen spielen keine Rolle, die Flächen erlangen jedoch an Bedeutung, nachdem das Wasser verdunstet ist.

Da im Rahmen der Direktbeobachtungen festgestellt wurde, dass Weissstörche sich während des Aufenthalts in einem Überwinterungsgebiet bis zu etwa 5 km von ihren Nahrungsflächen entfernen, wurden zusätzlich die „small water bodies“ mit Pufferflächen von einem 5-km Radius um die Weissstorchkoordinaten verschnitten. Damit wurden Weissstorch-Koordinaten nicht nur dann erfasst, wenn sie direkt innerhalb der „Small water bodies“ lagen, sondern auch dann, wenn sie sich innerhalb eines 5-km-Radius zu solchen offenen Wasserflächen befanden. Das Ergebnis war wie folgt:

34 (ca. 15%) der insgesamt 224 Koordinaten berührten mit ihrer 5-km-Radius-Pufferzone eine der Wasserflächen bzw. Feuchtgebiete. Alleine 12 dieser Koordinaten stamm-

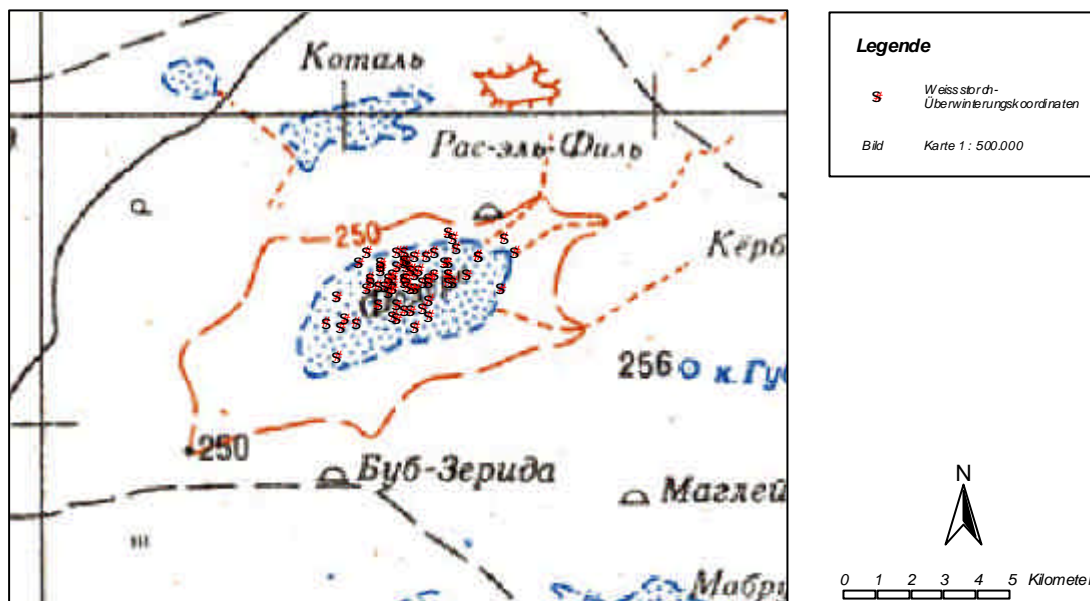


Abb.36: Aufenthaltsorte eines Weissstorchs (Senderstorch „Ciconia“, 16.12.2001 bis 31.01.2002) in einer Senke in Südmauretanien, dargestellt auf einer Karte 1 : 500.000. Einbezogen sind nicht nur bereinigte Koordinaten, sondern alle der Qualitätsklassen LC1, LC2 und LC3.

ten wieder von dem bereits oben genannten Vogel, der sich Mitte Dezember 2001 bis Ende Januar 2002 in einer 5 km grossen Senke aufhielt, die zu diesem Zeitpunkt bereit ausgetrocknet war.

Somit lässt sich feststellen, dass etwa 85% aller in die Berechnung einbezogenen Weissstorchkoordinaten so weit von mind. 1 km² grossen offenen Wasserflächen bzw. Feuchtgebieten entfernt waren, dass die jeweiligen Vögel im Rahmen ihrer maximalen täglichen Flugstrecken diese wahrscheinlich nicht erreicht haben. Wasserflächen von mind. 1 km² Grösse haben demzufolge für im westafrikanischen Sahel überwinternde Störche kaum eine Bedeutung. Kleine „Restpfützen“ in ausgetrockneten Wadis dagegen können eine wertvolle Bereicherung eines Überwinterungsortes sein, wie durch die Direktbeobachtungen festgestellt wurde.

3.3.7 Weissstorch-Überwinterung und NDVI Vegetationsindex

Nachdem durch Direktbeobachtungen von 3 Sendervögeln festgestellt worden war, dass überwinternde Störche praktisch nur in Gebieten mit trockener Vegetation, nie dagegen in Gebieten mit frisch grün wachsendem Gras vorkamen, stellt sich die Frage, ob diese Sichtbeobachtungen sich durch andere Methoden für alle Überwinterungs-kordinaten bestätigen lassen.

Fernerkundungsdaten zum Zustand der Vegetation (trocken bis feucht grün) liegen in Form des Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) vor. Die Grunddaten werden von Sensoren des SPOT-4-Satelliten erhoben. Der Sensor erfasst 4 Spektralbänder im grünen, roten, nah-infraroten (NIR) und thermisch-infraroten (SWIR) Bereich. Da die

verschiedenen Spektren von Blatt-Pigmenten und Zellwänden bei unterschiedlicher Zellfeuchtigkeit verschieden stark reflektiert werden, lässt sich anhand eines bestimmten Algorithmus aus den Daten von SWIR und NIR ein Index berechnen, der in 1-km-Auflösung Angaben darüber macht, in welchem Zustand die Vegetation ist, von eher trocken (auf der Karte hellbraun dargestellt) zu satt grün (auf der Karte dunkelgrün dargestellt). Das Verfahren ist inzwischen so zuverlässig, dass es in der Vorhersage von Heuschreckengradationen durch den Desert Locust Service der FAO angewandt wird. Da die Daten dekadenweise vorliegen, können sie für die Analyse der Auswirkungen kurzfristiger Änderungen des Vegetationszustandes auf das Überwinterungsverhalten der Weissstörche eingesetzt werden.

Für die drei unterschiedlichen, durch die vorliegenden Koordinaten abgedeckten Überwinterungsregionen in Afrika (Sudan, Niger, Mauretanien/Mali) wurde in Dekadenschritten untersucht, ob Änderungen der Vegetation Auswirkungen auf die Ortswahl überwinternder Weissstörche haben.

Sudan (Abb.37):

Für einen der ostziehenden Senderstörche liegt aus dem Überwinterungsgebiet eine Koordinatenserie für den Zeitraum 12. September 2001 bis 30. Januar 2002 vor. In diesem Zeitraum wechselte der Vogel drei Mal den Aufenthaltsort. In der Grafik ist auf 3 Karten jeweils dargestellt, wo der Vogel sich im jeweiligen Zeitraum aufhielt (rote Punkte), gleichzeitig ist aufgezeigt, wo er sich nicht aktuell, aber vorher und nachher aufhielt (weisse Punkte). Hinterlegt sind diese Karten jeweils mit den NDVI-Daten derjenigen Dekade, in der der Vogel im jeweiligen Gebiet eintraf. Die Grafik zeigt, dass der Vogel sich jeweils in Gebieten mit trockener Vegetation aufhielt und erst dann zum nächsten Aufenthaltsgebiet weiterzog, wenn dort die vorher noch feuchte Vegetation ebenfalls vertrocknet war.

Niger (Abb.38):

Die Koordinaten des einzigen im Niger überwinternden Vogels zeigen das gleiche Verhalten wie die Daten aus dem Sudan. Hielt sich der Vogel nach Eintreffen im Überwinterungsgebiet zunächst auf einer „Insel“ trockener Vegetation in einem ansonsten grüner bewachsenen Grossraum auf, zog er dann weiter nach Südwesten, als auch dort die Vegetation begonnen hatte, zu vertrocknen.

Mauretanien/Mali (Abb.39a und b):

Nicht ganz so klar lassen sich die Daten aus Mauretanien/Mali interpretieren. Zwar befinden sich auch hier in keiner der dargestellten Dekaden die Vögel in stark grüner Vegetation, sondern meist in Gebieten mit eher trockenem Pflanzenmaterial, aber eine klar mit dem Vegetationszustand korrelierte Verschiebung der Aufenthaltsorte liess sich dort nicht dokumentieren. Möglicherweise liegt das daran, dass zum einen die Weissstorchkoordinaten nicht, wie in den vorher beschriebenen Fällen, von einem, sondern von verschiedenen Vögeln stammen. Eine Rolle spielt wahrscheinlich auch die Tatsache, dass, wie die Direktbeobachtungen in Mauretanien/Mali zeigten, der Zustand der bodendeckenden Vegetation selbst innerhalb kleiner Gebiete stark variieren kann, so dass Koordinaten, die entsprechend der Karten in „grünen Zonen“ liegen sollen, sich tatsächlich in kleinen, von der Auflösung der NDVI-Karte nicht erfassten inselartigen Bereichen vertrockneter Vegetation befinden.

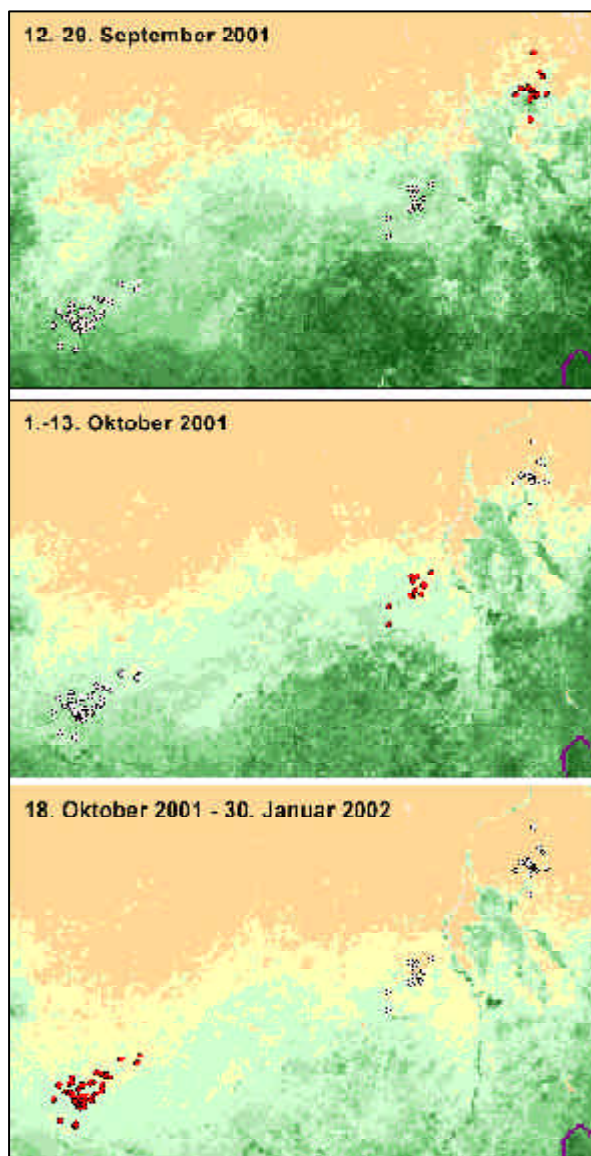


Abb.37:
Weissstorch-Überwinterung im Sudan
und Ortsveränderung in Abhängigkeit
von der Vegetationsfeuchtigkeit (NDVI-
Vegetation, Details siehe Text).

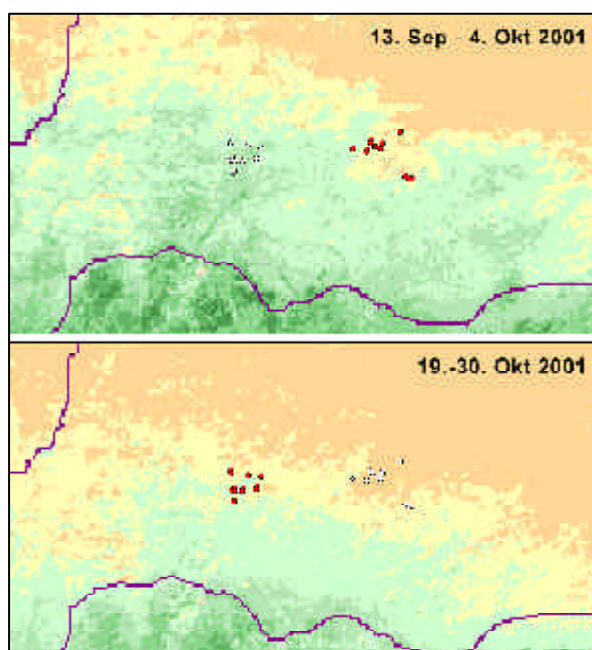


Abb.38:
Weissstorch-Überwinterung im Niger und
Ortsveränderungen in Abhängigkeit von
der Vegetationsfeuchtigkeit (NDVI-
Vegetation, Details siehe Text).



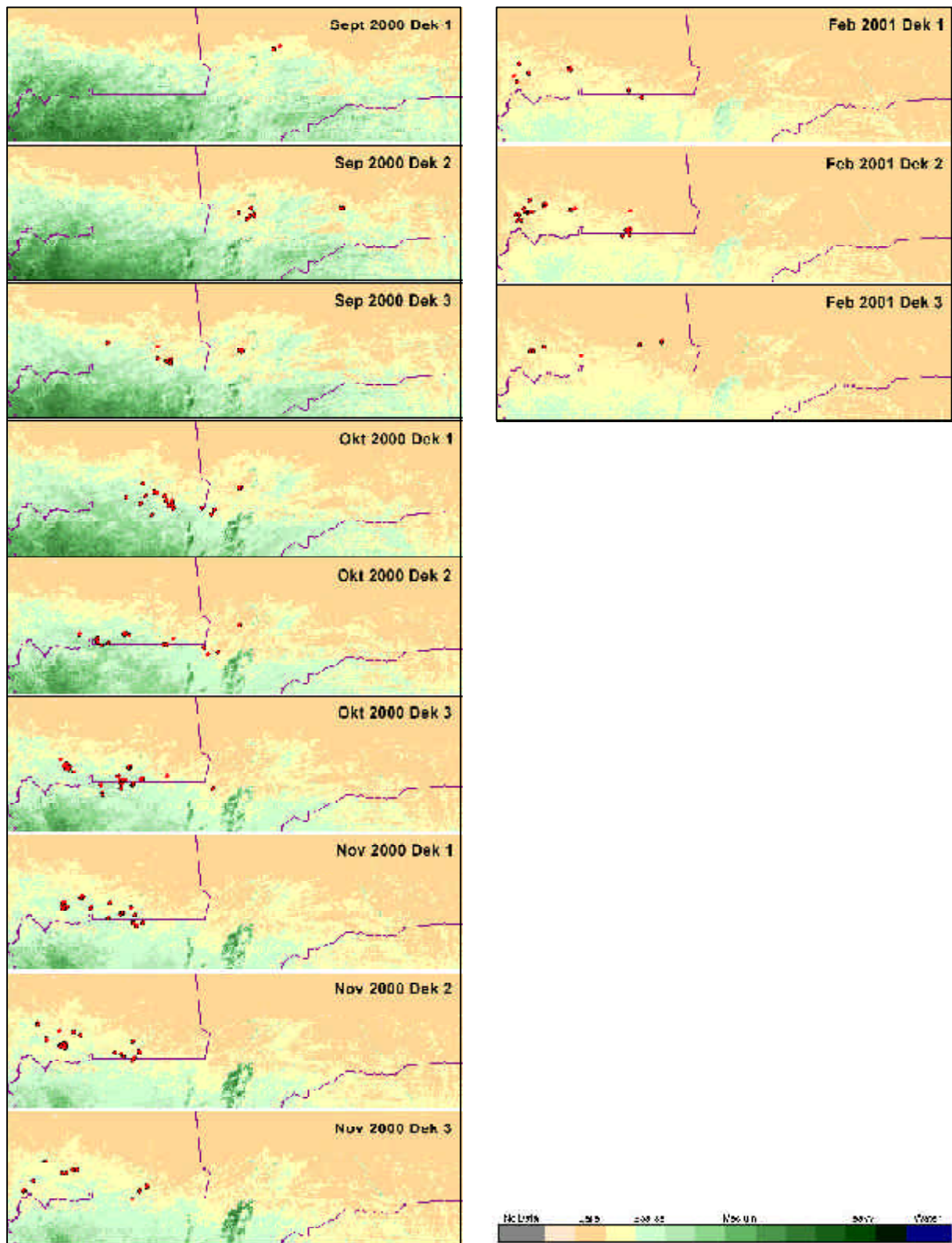


Abb.39a: Weissstorch-Überwinterung im Grenzbereich Mauretanien/Mali und Ortsveränderungen in Abhängigkeit von der Vegetationsfeuchtigkeit (NDVI-Vegetation, Details siehe Text), September 2000 bis Februar 2001.

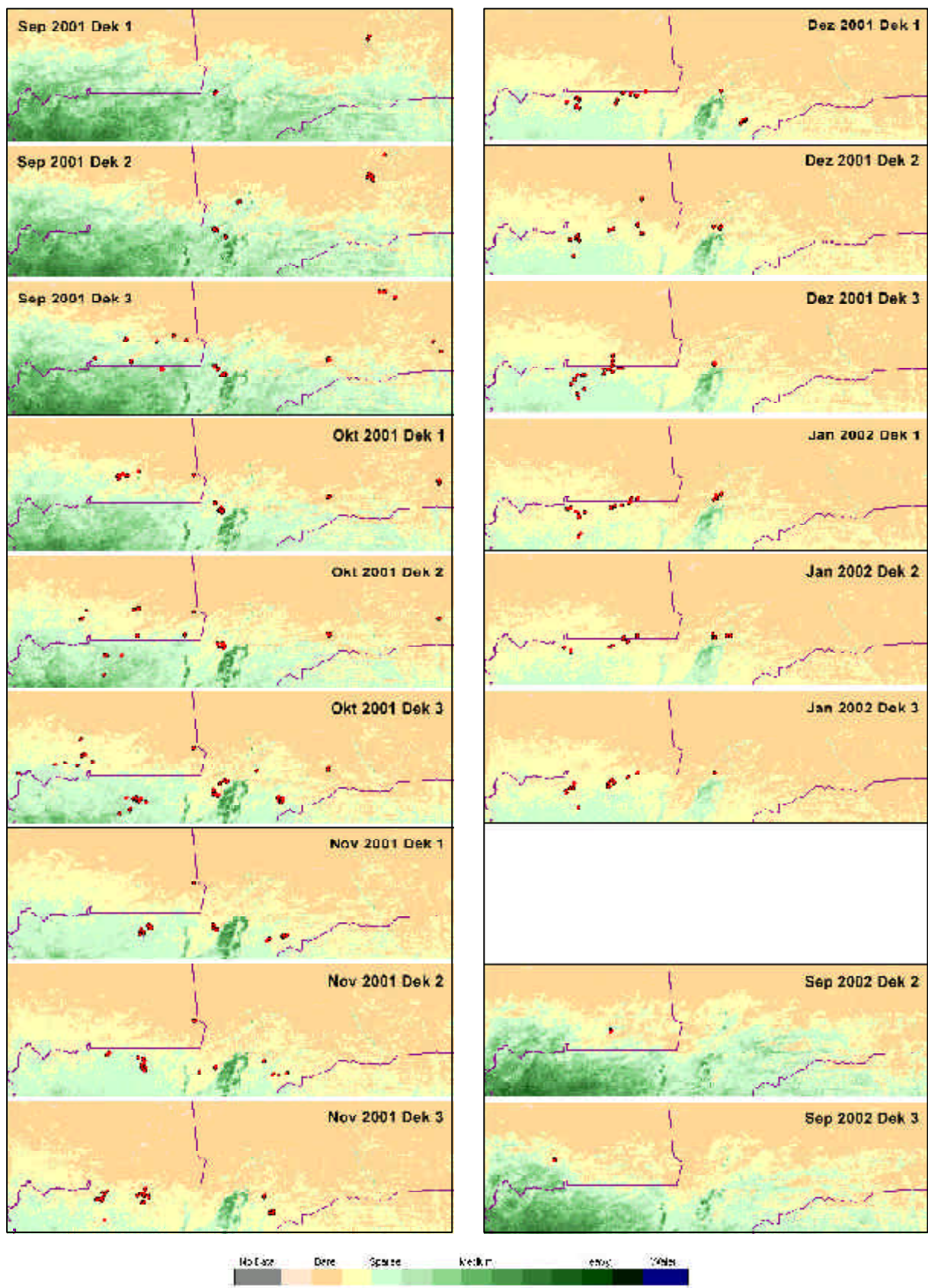


Abb.39b: Weissstorch-Überwinterung im Grenzbereich Mauretanien/Mali und Ortsveränderungen in Abhängigkeit von der Vegetationsfeuchtigkeit (NDVI-Vegetation, Details siehe Text), September 2001 bis September 2002.

Eines machen die Karten aus allen drei Gebieten deutlich: Regionen mit „satt“ grüner Vegetation werden von den Weissstörchen in Westafrika und im Sudan gemieden. Die Daten geben ausserdem Hinweise darauf, dass neue Gebiete erst dann aufgesucht werden, wenn dort der Vegetationszustand das trockene Stadium erreicht hat.

3.3.8 Weissstörche im Niger-Binnendelta – Überwinterung also doch in Feuchtgebieten?

Dass Feuchtgebiete in Westafrika nicht zu den bevorzugten Überwinterungsgebieten des Weissstörchs gehören, haben die vorausgegangenen Kapitel gezeigt. Aber wie sieht es aus mit den Sendervögeln, die sich im nördlichen Niger-Binnendelta aufhielten? Zumindest die Projektion ihrer Koordinaten auf den entsprechenden Ausschnitt der Michelinkarte Westafrika (1 : 4.000.000) lässt keinen Zweifel daran, dass die Vögel sich dort mitten in der ausgedehnten Sumpflandschaft des Binnendeltas aufhalten (Abb.40). Nahrung wäre dort sicherlich vorhanden, wie die Direktbeobachtungen im südlichen Niger-Binnendelta ergaben. Und die Vorstellung eines im Flachwasser nach Amphibien, Insekten und Egeln jagenden Storchs entspräche dem, was entsprechend der Habitatpräferenzen in Europa (z.B. Save-Auen/Kroatien, Abb.41) zu erwarten war.

Auch detailliertere Karten, z.B. die russische Generalstabskarte 1 : 500.000 (mit freundl. Genehmigung der TOURATECH-AG, Bungert PC-Service) hilft auf den ersten Blick

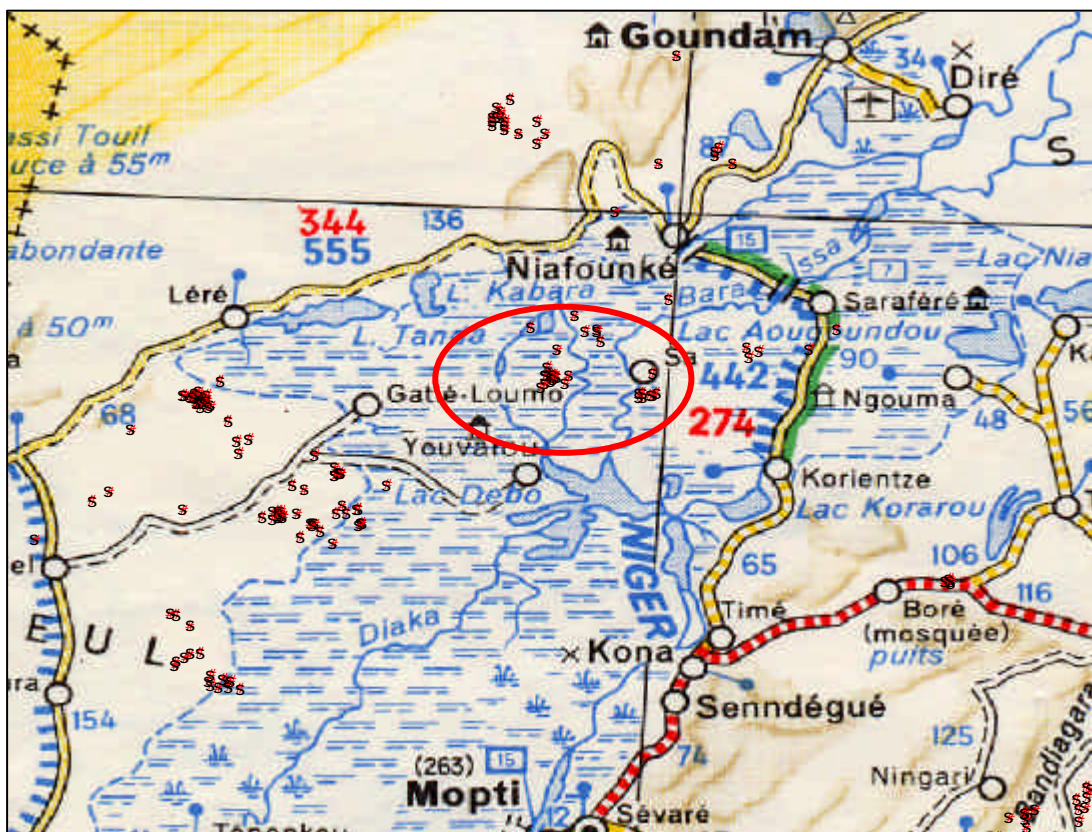


Abb.40: Weissstorch-Koordinaten im Niger-Binnendelta, Michelinkarte Westafrika 1 : 4.000.000. Rot eingekreist: Koordinaten, die scheinbar im Überschwemmungsbereich liegen.



Abb.41: Weissstorch im Flachwasser eines ausgedehnten Feuchtgebiets auf Nahrungsjagd (Save-Auen, Kroatien). So ähnlich wurden die Lebensraumbedingungen im Niger-Binnendelta erwartet.

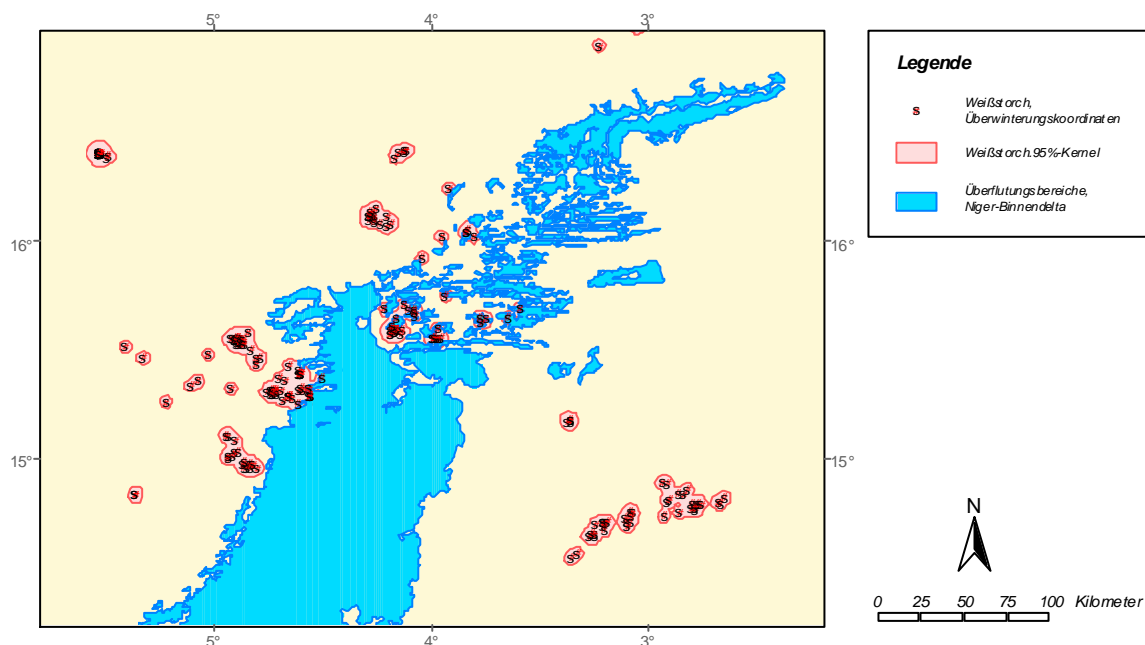


Abb.42: Weissstorch-Koordinaten und 95%-Kernel im Niger-Binnendelta, unterlegt mit der maximalen Überschwemmungsfläche gemäss Hochwasserlinie der russischen Generalstabskarte 1 : 500.000.

nicht weiter. Nördlicher und südlicher Teil des Binnendeltas unterscheiden sich auch auf dieser Karte nicht wesentlich, in beiden Bereichen gibt es neben dem Niger und seinen Hauptarmen zahlreiche kleinere Nebenarme. Einen deutlichen Hinweis auf die tatsächliche Situation gibt jedoch die in den 1 : 500.000er Karten eingetragene Hochwasserlinie. Sie wurde abdigitalisiert, in das GIS übertragen und dann mit den Weissstorch-Koordinaten aus dem Niger-Binnendelta überlagert (Abb.42). Deutlich zeigt sich nun, dass der südliche Bereich des Binnendeltas bei Hochwasser eine riesige geschlossene Wasserfläche bildet, während der nördliche Teil auch bei höchstem Wasserstand aus kleineren Wasserflächen besteht, die durch nicht überflutete Bereiche voneinander getrennt sind. Teilweise bestehen dort höhergelegene inselartige Bereiche, in anderen Zonen ist das nördliche Binnendelta von zahlreichen in Ost-West-Richtung verlaufenden Dünenzügen fragmentiert. Fast alle Weissstorchkoordinaten liegen in Bereichen, die entsprechend der Hochwasser-Linie auch während der Hochwassersaison trocken bleiben. Keine einzige Koordinate liegt im bei Hochwasser grossflächig überfluteten Südteil. Die Hochwasserlinie gibt somit einen ersten Hinweis darauf, dass auch Störche, die sich im Niger-Binnendelta aufhalten, tatsächlich dort die trockenen Regionen aufsuchen.

Auch in diesem Zusammenhang ermöglichte es der oben bereits beschriebene NDVI Vegetationsindex, zu analysieren, wie die Feuchtigkeitsverhältnisse im nördlichen Niger-Binnendelta während des Aufenthalts der Senderstörche tatsächlich waren. Abb.43 zeigt die Karte des Niger-Binnendeltas mit seinen permanenten Flussläufen und Kanälen, unterlegt mit einer Karte des NDVI Vegetationsindex während der ersten Oktoberdekade 2001. Unverkennbar ist der südliche Teil des Binnendeltas bis zu den permanenten Wasserflächen, die ihn vom nördlichen Teil trennen (Lac Debo bei dem Dorf Youvarou), von intensiv grüner Vegetation bedeckt. Im nördlichen Teil des Binnendeltas

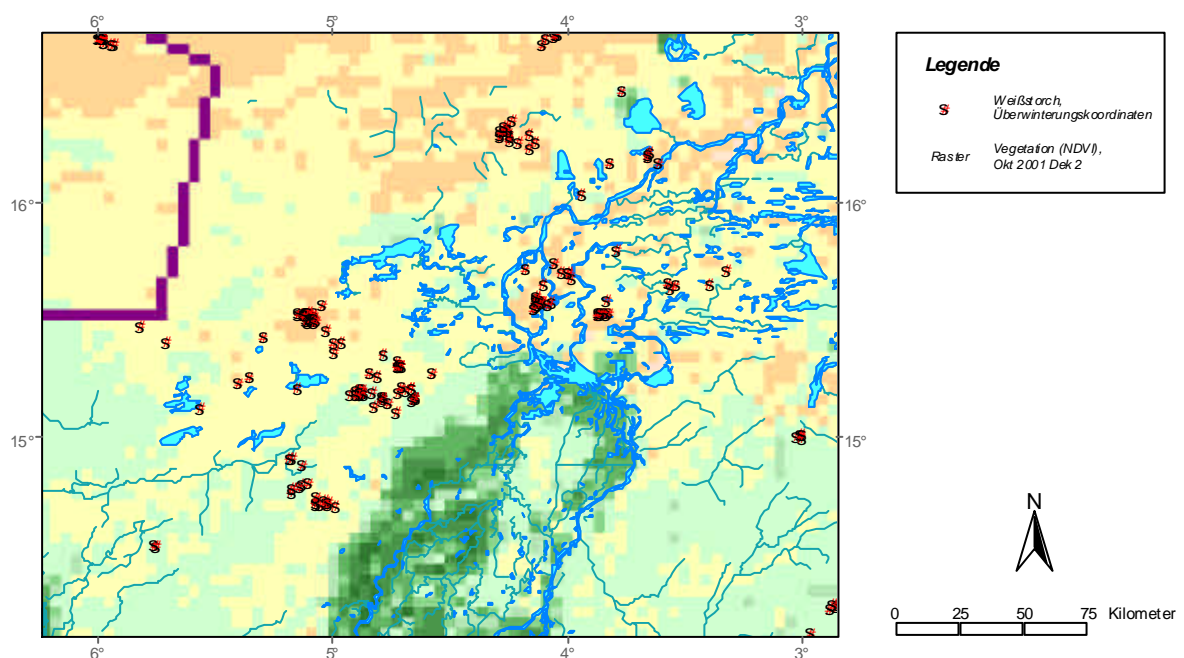


Abb.43: Weissstorch-Koordinaten im Niger-Binnendelta, unterlegt mit der Karte der permanenten Flussläufe und Kanäle sowie der Karte des NDVI Vegetations-Feuchtigkeitsindex während der ersten Oktoberdekade 2001.

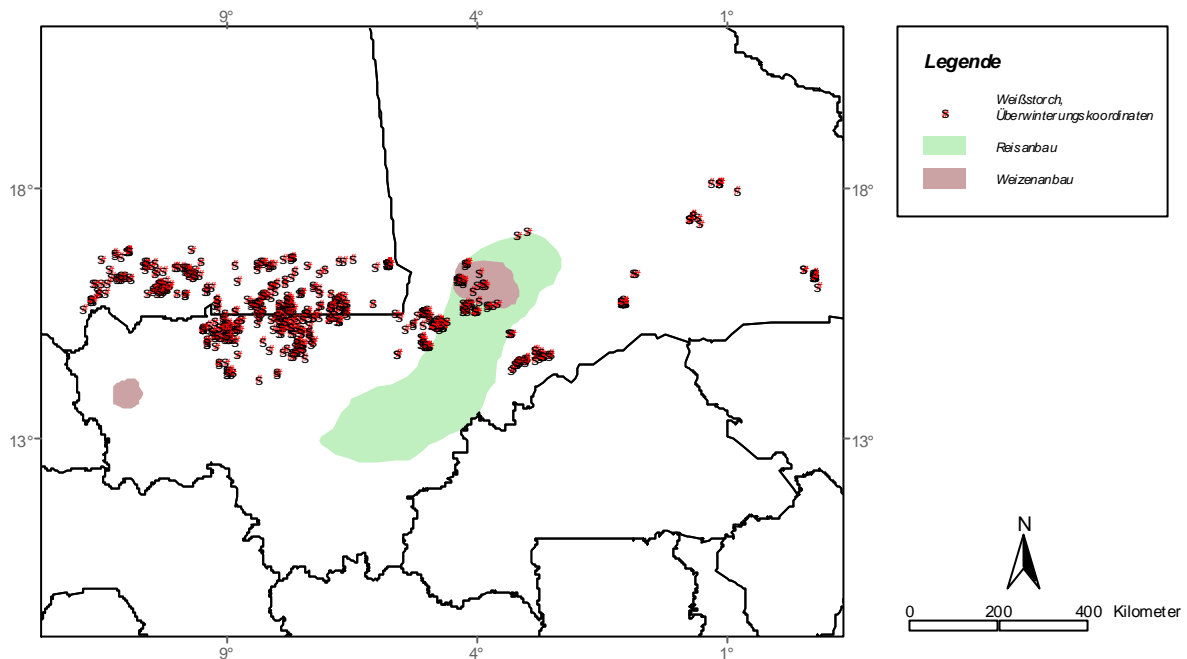


Abb.44: Weissstorch-Überwinterungskordinaten in Mauretanien/Mali und Zonen von Reis- und Weizenanbau in Mali (gemäss FAO).

dagegen, in dem sich zahlreiche Weissstorch-Koordinaten befinden, weist der Vegetationsindex auf trockenes Gras hin, selbst unmittelbar entlang der permanent wasserführenden Nigerarme. Auch die Koordinaten, die weiter südlich im Randbereich der grossflächigen Überschwemmungszonen zu liegen schienen, befinden sich tatsächlich deutlich ausserhalb der grün bewachsenen Zonen. Die Verschneidung der Weissstorchkoordinaten mit dem NDVI Vegetationsindex im Niger-Binnendelta liefert somit ein weiteres Indiz dafür, dass auch im Niger-Binnendelta die Sendervögel keine Feuchtgebiete aufsuchen, sondern sich ausschliesslich auf Flächen mit bereits vertrocknetem Gras aufhalten.

Im Gegensatz dazu scheint die von der FAO erarbeitete Karte der Verbreitung des Reisanbaugebietes in Mali zu stehen. Auf Abb.44 ist die Zone, in der Reis angebaut wird, als ein breites grünes Band eingetragen, das sich über das gesamte Binnendelta, einschliesslich des nördlichen Teils, hinwegzieht. Reisanbau erfolgt nur dort, wo es feucht ist. Überlagert man jedoch die Karte zusätzlich mit den Angaben zur Verbreitung des Weizenanbaus in Mali (braun schraffiert), dann zeigt sich, dass im Grenzbereich zwischen nördlichem und südlichem Niger-Binnendelta wie eine Insel eine der wenigen Weizenanbauzonen des Landes liegt, und dass die Weissstorchkoordinaten im nördlichen Niger-Binnendelta fast ausschliesslich auf bzw. am Rand dieses Weizenanbaugebiets liegen. Weizenanbau erfordert, im Gegensatz zum Reisanbau, trockenen Boden. Auch die Daten zum Ackerbau im Niger-Binnendelta belegen somit, dass Weissstorch-Überwinterungsgebiete selbst innerhalb des Binnendeltas auf inselartigen, trockenen Zonen liegen.

Bestätigt werden die durch thematische Karten und Fernerkundungsdaten gewonnen Erkenntnisse zur Habitatwahl im Niger-Binnendelta überwinternder Weissstörche auch durch eine fotografische Luftaufnahme. Die von Bord eines Space-Shuttle gemachte

Aufnahme (Abb.45) zeigt als grossen blauen Block das grossflächig überflutete südliche Niger-Binnendelta. Im nördlichen Binnendelta dagegen liegen, markiert durch den roten Kreis, die nicht überfluteten Bereiche, in denen sich die Weissstörche aufhielten.

Zwar sind die hier vorgestellten Daten und Erkenntnisse lediglich eine Momentaufnahme aus 3 Jahren mit relativ ergiebigen Niederschlägen, und es ist nicht auszuschliessen, dass in Jahren mit geringeren Regenfällen im Sahel die Feuchtgebiete des Binnendeltas erheblich an Bedeutung gewinnen. In den Jahren 2000 – 2002 jedoch spielten die nahrungsreichen Feuchtzonen des Binnendeltas keine Rolle für die überwinternden Weissstörche. Die Lebensraumbedingungen der im Nigerbinnendelta überwinternden Weissstörche unterscheiden sich nicht oder nur geringfügig von denen der Vögel, die sich in der offenen Savanne aufhalten.



Abb.45: Luftaufnahme des Niger-Binnendeltas in Mali, fotografiert aus einem Space-Shuttle. Rot eingekreist ist der erkennbar trockene Bereich des nördlichen Niger-Binnendeltas, in dem sich Senderkoordinaten befanden.

3.3.9 Weissstorch-Überwinterung und Wanderheuschrecken-Verbreitung

Häufig wurde darüber berichtet, dass Weissstörche in allen Teilen Afrikas über Wochen hinweg ziehenden Schwärmen von Wanderheuschrecken folgten und sich fast ausschliesslich von den grossen Insekten ernährten. Heuschreckenbekämpfungen, die bis vor etwa einem Jahrzehnt mit hochgiftigen Chemikalien (z.B. chlorierten Kohlen-

wasserstoffen) durchgeführt wurden, schienen deshalb eine potentielle Gefahr für die Störche zu sein, die sich von den getöteten Insekten ernährten. Einige Autoren haben dem in neuerer Zeit widersprochen, mit dem Argument, die Verbreitung der Wanderheuschrecken liege weit nördlich der Überwinterungsgebiete der Weissstörche. Mit Hilfe vorliegenden Datenmaterials über das Vorkommen von Wanderheuschrecken wurde deshalb untersucht, wie sich die Aufenthaltsgebiete der Weissstörche und Wanderheuschrecken tatsächlich zueinander verhalten.

Von der FAO (Desert Locust Information Service, Migratory Pests Group) werden seit vielen Jahren kontinuierlich Daten über das Auftreten von Wanderheuschrecken in ganz Nord- und Westafrika erhoben. Diese Daten sollen, zusammen mit den Ergebnissen der Auswertung von NDVI Vegetationskarten, dazu dienen, im Rahmen eines Frühwarnsystems das Auftreten von Wanderheuschrecken frühzeitig erkennen und bekämpfen zu können.

Seit 1996 werden die Beobachtungen der FAO-Mitarbeiter monatlich im FAO Desert Locust Bulletin veröffentlicht. Das Auftreten von Wanderheuschrecken wird dabei sowohl beschrieben als auch auf Landkarten dargestellt. Um aus den auf hunderten von Karten verteilten Wanderheuschreckennachweisen eine generelle Karte des Wanderheuschreckenvorkommens erstellen zu können, wurden sämtliche Einzelnachweise von den FAO-Karten (insgesamt 2.186 Nachweise) abdigitalisiert und auf einer einzigen Karte im GIS zusammengefasst. Durch eine Kernelanalyse wurde daraus dann eine Karte der Häufigkeit des Auftretens von Wanderheuschrecken in Westafrika erstellt. Dieser Wanderheuschreckenkarte wurden die aus den Weissstorchkoordinaten berechneten Kernel überlagert.

Die resultierende Karte (Abb.46) zeigt, dass die Kerngebiete des Wanderheuschreckenvorkommens zwar überwiegend nördlich der Weissstorch-Überwinterungsverbreitung liegen. Im Grenzgebiet Mauretanien/Mali jedoch kommt es zu einer Überschneidung der Weissstorch-Überwinterungsgebiete mit dem südlichen Rand der Zone hoher Wahrscheinlichkeit von Wanderheuschreckenauftreten. Dass vom gesamten „Überwinterungsgürtel“ der Weissstörche in Westafrika die Haupt-Überwinterungsgebiete ausgerechnet in genau dieser Zone liegen, ist sicher kein Zufall.

Zwar sind Wanderheuschrecken aufgrund der Unvorhersagbarkeit ihres Auftretens keine zuverlässige Nahrungsressource, auf die die Weissstörche die Wahl ihrer Überwinterungsgebiete stützen könnten: das Auftreten und die Gradationen der Wanderheuschrecken können geografisch von Jahr zu Jahr stark variieren und in der Intensität stark schwanken; Jahren mit starkem Wanderheuschreckenauftreten können lange Zeiträume ohne Wanderheuschrecken folgen. Da jedoch die grossen Wanderheuschrecken und die nichtwandernden Feldheuschrecken (Acrididae) in vielen Aspekten gleiche Anforderungen an die Ökologie ihrer Lebensräume haben, ist zu erwarten, dass dort, wo Wanderheuschrecken relativ weit südlich auftreten, auch die Bedingungen für die permanent vorhandenen und somit zuverlässige Nahrungsressourcen darstellenden Acrididae besonders günstig sind.

Abb.46 zeigt somit zweierlei: zum einen liegen die Haupt-Überwinterungsgebiete der Senderstörche in denjenigen Teil ihres westafrikanischen Überwinterungsgürtels, der,

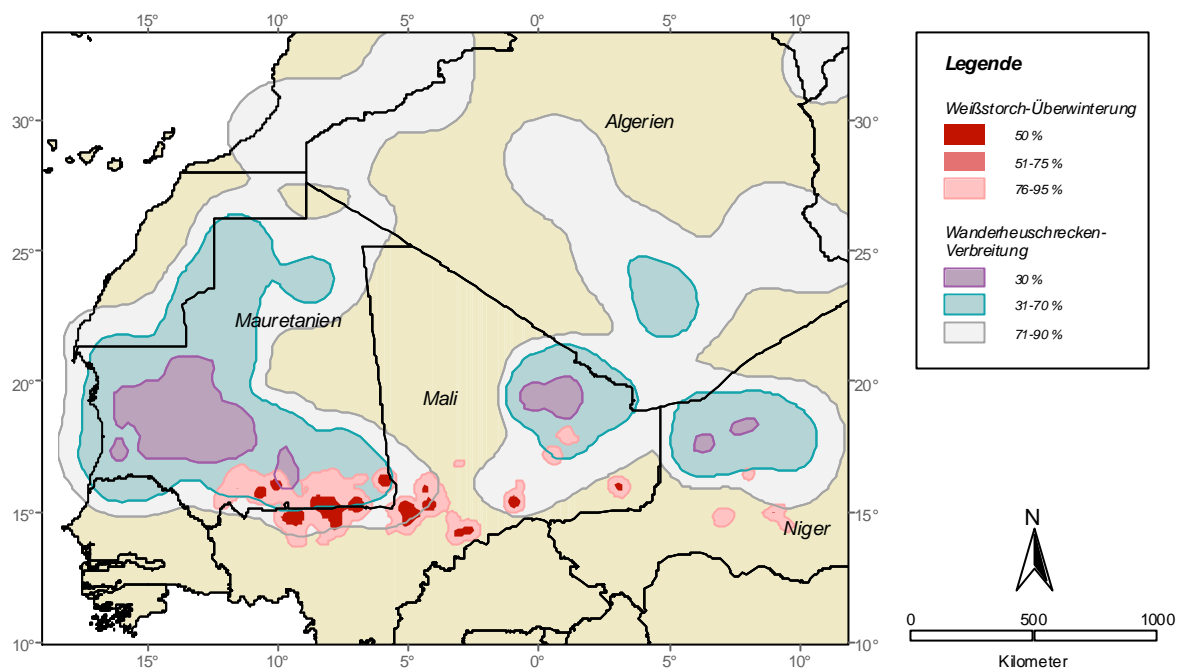


Abb.46: Dichte der Weissstorch-Überwinterungskordinaten in Westafrika (Kernelanalyse) und Wanderheuschreckenverbreitung. Wanderheuschrecken-Kernel berechnet aus 2.186 Wanderheuschrecken-Feststellungen (Daten aus FAO Locust Bulletin abdigitalisiert).

zumindest in Jahren mit relativ frühen (ca. 1-2 Monate vor Eintreffen der Störche) und ergiebigen Regenfällen, die vermutlich besten Voraussetzungen für das Massenauf-treten von solitären Feldheuschrecken bietet. Die Störche wählten für die Überwinte-rung damit ein Gebiet, welches relativ zuverlässige und ergiebige Nahrungsressourcen bietet. Zum anderen bietet sich den Störchen in ihrem Haupt-Überwinterungsgebiet im Grenzbereich Mauretanien/Mali eine grössere Chance, das optimale Nahrungsangebot einer Wanderheuschrecken-Gradation anzutreffen, als irgendwo sonst in der Zone Westafrikas, die als Überwinterungsgebiet genutzt werden kann. Die Region um Timbedgha knapp nördlich der Grenze Mauretanien/Mali, also in dem Bereich, wo sich Schwerpunkte des Weissstorch- und Wanderheuschreckenvorkommens überschnei-den, war das einzige Gebiet, in dem die Teams der SOS-Afrikaexpedition Wanderheu-schrecken feststellen konnten. Auch das Zugverhalten der in die westafrikanischen Überwinterungsgebiete ziehenden Störche belegt, dass die Vögel keineswegs dort über-wintern, wo sie nach Überquerung der Sahara zufällig landen. Mehrfach konnte festge-stellt werden, dass südwärts ziehende Störche einen vorher eingeschlagenen Kurs in Richtung Niger-Binnendelta noch mehrere hundert Kilometer vor Erreichen des Sahel änderten und gezielt die Grenzregion Mauretanien/Mali anfliegen.

4 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die vorliegende Arbeit macht deutlich, dass die im Projekt SOS Storch erstmals angewandte Kombination der Methoden Satellitentelemetrie, Zugbegleitung und Einbeziehung von Fernerkundungsdaten Zusammenhänge erkennen lässt, die bei Anwendung nur einer der Methoden verborgen geblieben wären. Die Möglichkeiten ökologischer Auswertungen mit den aus vielen anderen Satellitentelemetrie-Projekten vorliegenden gewaltigen Datenmengen wurden somit bisher bei weitem nicht ausgeschöpft.

- Die Überwinterungsgebiete der westziehenden Weissstörche liegen im Sahel knapp südlich der Sahara, von 13°N bis 18°N und von 11°W bis 9°E. Die Hauptgebiete lagen in den Jahren 2000-2003 im Grenzbereich Südmauretanien/Mali und im Bereich des nördlichen Niger-Binnendelta in Mali;
- Weissstörche überwintern in grossen Trupps bis >1.000 Vögel. Einzelvögel oder Trupps von weniger als mehreren hundert sind selten;
- Die Überwinterungsgebiete liegen in der Zone durchschnittlicher Jahresniederschläge von 100-900 mm, die Kerngebiete in der Niederschlagszone 400-500 mm;
- Wichtigste bioökologische Zone der Überwinterungsgebiete ist die Sahel-Akazien-Savanne, teilweise auch die südlich davon gelegene Westsudan-Savanne, und nur zu geringem Teil die Flutsavanne des Niger-Binnendeltas;
- Offenes Gras- und Buschland und locker bis moderat baumbewachsene Savannen sind die wichtigsten Habitate der Weissstorch-Überwinterungsgebiete in Westafrika und Sudan. Der häufigste Bodentyp ist Sand bzw. Sand mit eingestreuten steinigen/felsigen Abschnitten. Überwinterungsgebiete liegen oft inselartig inmitten ungeeigneter Regionen;
- Überwinterungsplätze weisen überwiegend eine Bodendeckung aus vertrocknetem (!) Gras auf. Sie liegen oft in der Nachbarschaft trockengefallener Wadis mit Galerie"wäldern" aus Calotropis. Trockenrisse und Erosionsrinnen weisen allerdings in allen besuchten Gebieten darauf hin, dass in den Überwinterungsplätzen früher im Jahr (mind. 1-2 Monate vor Eintreffen der Vögel) starke Niederschläge gefallen waren;
- „Restpfützen“ in den Wadis innerhalb der Überwinterungsplätze werden von den Vögeln zum Trinken und Abkühlen aufgesucht. Sie werden einen Überwinterungsplatz auf, sind aber offensichtlich nicht Voraussetzung. Einzelstehende Akazien oder Akazienwäldchen sind ein wichtiges Ausstattungsmerkmal der Überwinterungsplätze und dienen als Schlafplätze;
- Überwinterungsgebiete weisen inselartig bzw. punktförmig extrem hohe Heuschreckendichten auf (bis >1.000 Individuen pro m²). Sie bieten somit optimale Nahrungsressourcen für die überwinternden Störche und werden gezielt aufgesucht;
- Feuchtgebiete, Tümpel und grössere offene Wasserflächen werden nicht aufgesucht bzw. gemieden. Auch im Niger-Binnendelta suchen die Störche ausschliesslich trockene Bereiche auf. Gebiete mit grüner Vegetation (also erst kurz zurückliegenden Regenfällen) werden gemieden, die Präferenz liegt bei trockener Vegetation;

- Nur im wichtigsten Überwinterungsgebiet der Westzieher im Grenzbereich Mauretanien/Mali überschneidet sich der westafrikanische „Überwinterungsgürtel“ mit der Region hoher Wahrscheinlichkeit von Wanderheuschreckenvorkommen.

Die Wahl der Überwinterungsgebiete durch westziehende Weissstörche erfolgt, unter Einbeziehung der vorgenannten Fakten, aller Wahrscheinlichkeit nach entlang folgender Kriterien:

- Der westafrikanische „Überwinterungsgürtel“ ist durch die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge und die Vegetationsstruktur vorgegeben;
- Innerhalb dieses „Überwinterungsgürtels“ werden die Schwerpunktgebiete anhand der Verfügbarkeit und Erbeutbarkeit von Nahrungsressourcen ausgewählt;
- Heuschrecken (Acrididae) sind die bedeutendste Nahrungsressource. Sandiger Boden bietet den Heuschrecken geeignete Brutbedingungen. Eiablage der Heuschrecken erfolgt nach den ersten Niederschlägen, Massenaufreten von Heuschrecken deshalb erst mehrere Wochen später, wenn die Vegetation bereits vertrocknet ist. Optimal sind deshalb Niederschläge, die 1-2 Monate vor Eintreffen der Störche gefallen sind. Bleiben Niederschläge während eines Jahres völlig aus, dann fehlen auch Heuschrecken als Nahrungsressource;
- Die Tatsache, dass selbst die nahrungsreichen Feuchtgebiete des Niger-Binnendeltas nicht als Überwinterungsplätze genutzt werden, spricht dafür, dass die dortigen amphibischen Lebensräume trotz hohen Nahrungstier-Aufkommens als Nahrungsressource nicht die Qualität erreichen, die starkes Vorkommen von Heuschrecken in trockeneren Zonen bietet. Vermutlich allerdings erlangt das Niger-Binnendelta in sehr trockenen bzw. Dürrejahre grössere Bedeutung als in den in dieser Arbeit vorgestellten Untersuchungsjahren.

Verschiedene Fakten, die in dieser Untersuchung ermittelt wurden, geben Hinweise auf den Schutzstatus des Weissstorchs im westafrikanischen Überwinterungsgebiet und lassen Schlüsse auf umzusetzende Schutzmassnahmen zu:

- Weissstörche überwintern überwiegend in landwirtschaftlich nicht genutzten Gebieten, weitab von menschlichen Siedlungen. Deshalb besteht nur geringe Wahrscheinlichkeit von Verlusten durch Verfolgung bzw. Bejagung. Lediglich in der Nähe der Stadt Ayoun-el-Atrous in Südmauretanien sowie im Niger-Binnendelta ergeben sich aufgrund der dort höheren Dichte von Siedlungen Ansatzpunkte für eine stärkere Bejagung. In beiden letztgenannten Gebieten erscheint es sinnvoll, Massnahmen zur Reduzierung der Bejagung umzusetzen, in anderen Regionen Westafrikas sind solche Massnahmen für den Weissstorch derzeit nicht erforderlich;
- Die Vögel halten sich in bisher weitgehend unbeeinflussten Lebensräumen auf. Die Notwendigkeit für Habitatschutzmassnahmen besteht somit nicht. Im eigentlichen Niger-Binnendelta mit seiner intensiven landwirtschaftlichen Nutzung sind Habitatschutzmassnahmen für Wasservögel grundsätzlich sicherlich von Bedeutung. Für den Weissstorch jedoch hat die Region nur untergeordnete Bedeutung. Habitat-

schutzmassnahmen für den Weissstorch sind deshalb auch im Niger-Binnendelta nicht erforderlich;

- Die wichtigste Voraussetzung für das „Wohlergehen“ der in Westafrika überwinternden Weissstörche ist durch Schutzmassnahmen nicht beeinflussbar: Die Vögel benötigen eine ergiebige Regenzeit, mit Niederschlägen, die mind. 1-2 Monate vor Eintreffen der Vögel fallen. Diese Niederschläge sorgen für optimale Nahrungsressourcen abseits besiedelter Gebiete und ausserhalb des Niger-Binnendeltas und somit einerseits für körperlich gute Kondition der Vögel, andererseits für geringen Bejagungsdruck.

Adresse des Autors:

Dr. Holger Schulz
Goosstroot 1, D-24861 Bergenhusen
Tel: 0049-4885-902210
eMail: schulz.wildlife@t-online.de