



Vergleichende Habitatsanalyse beim Weißstorch (*Ciconia ciconia*) im Donautal

Projektarbeit
in der Vertiefungsrichtung
GIS & Landschaftsmanagement

Im Auftrag
des RP. Tübingen

Tim Eickenscheidt
Robert Reichert

Inhaltsangabe

1. EINLEITUNG	6
2. GRUNDLAGEN	7
2.1 Verbreitung des Weißstorchs	7
2.2 Biologie des Weißstorchs	8
2.3 Lebensraum	9
2.4 Nahrungsaufnahme und Nahrungszusammensetzung.....	10
2.5 Gefährdungen	11
3. MATERIAL UND METHODIK.....	14
3.1 Verwendete Materialien.....	14
3.2 Untersuchungsgebiet	15
3.2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes	15
3.2.2 Auswahl der geeigneten Untersuchungshorste	17
3.3 GPS- und Höhenvermessung der Untersuchungshorste.....	18
3.3.1 Erstellung des Data Dictionary für das GPS-Gerät.....	18
3.3.2 GPS- und Höhengaufnahme im Gelände.....	18
3.3.3 Datenübertragung und Konvertierung in das ESRI Format Shapefile.....	19
3.4 Bearbeitung der Geodaten.....	19
3.4.1 Einscannen der Analogen Orthophotos aus dem Jahr 1987/88.....	19
3.4.2 Georeferenzieren der eingescannten Orthophotos aus dem Jahr 1987/88	20
3.4.3 Erstellung von Rasterkatalogen in der Personal Geodatabase „Munderkingen“	20
3.4.4 Erstellen einer Toolbox und Anlegen eines Modells	21
3.4.5 Abgrenzung des Untersuchungsraumes.....	22
3.4.6 Minimierung des Datenbestandes auf die Größe der Untersuchungsfläche	22
3.4.7 Digitalisieren der Potenziellen Habitate	25
3.4.8 Bewertung der Habitatstypen	25
3.4.9 Ermittlung der Flächenanteil je Untersuchungsjahrgang.....	29
4. ERGEBNISSE	30
4.1 Veränderung der Storchpopulation im Donautal.....	30
4.2 Auswertung Mengen	31
4.2.1 Bestandesentwicklung	31
4.2.2 Lebensraumqualität	32
4.3 Auswertung Ertingen	34
4.3.1 Bestandesentwicklung	34
4.3.2 Lebensraumqualität	35
4.4 Auswertung Munderkingen.....	37
4.4.1 Bestandesentwicklung	37
4.4.2 Lebensraumqualität	38
5. DISKUSSION.....	41

6. AUSBLICK 45

7. QUELLENANGABE 47

8. ANHANG 48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammensetzung der Storchennahrung. Die Ergebnisse stammen aus einer Untersuchung von 251 Storchennägen. Stammer (1937)	11
Abbildung 2: Intensiv genutzte Ackerflächen im Untersuchungsgebiet Mengen.....	12
Abbildung 3: Artenreiches Grünland in den Donauauen von Mengen.....	13
Abbildung 4: Geografische Lage der Untersuchungshorste.....	16
Abbildung 5: Ausschnitt aus der Arc Toolbox, mit dem Toolset "Weisstorchprojekt Munderkingen und dem darin enthaltenen „Modell“ Munderkingen.	21
Abbildung 6: Ablauf des Reduziervorgangs der Geodaten im "Modell" Munderkingen	23
Abbildung 7: Auflistung der unterschiedlichen Nutzungsformen, die im drei Kilometerradius um das Storchennest in Munderkingen digitalisiert wurden	24
Abbildung 8: Verteilung der Wertigkeiten und Aufwertungen im Arc Map. Ausschnitt aus dem "Modell" Munderkingen.....	28
Abbildung 9: Bestandesentwicklung des Weißstorchs (<i>Ciconia ciconia</i>) im Donautal.	30
Abbildung 10: Das Diagramm zeigt den mittleren Bruterfolg der belegten Nester. Deutlich ist die Abnahme des mittleren Bruterfolgs zu erkennen. Gleichzeitig hat aber die Zahl der belegten Nester zugenommen Y2 Abszisse	31
Abbildung 11: Bestandesentwicklung in Mengen. Deutlich ist der schlagartige Einbruch in den Achtziger Jahren zu erkennen.	32
Abbildung 12: Vergleich der Flächenverteilung in Mengen. Unter Sonstige sind alle weitere Nutzungstypen zusammengefasst.....	32
Abbildung 13: Vergleich der Grünlandanteile im Überschwemmten Gebiet von Mengen	33
Abbildung 14: Vergleich der Grünlandanteile im 1 Kilometerradius um das Storchennest in Mengen.....	33
Abbildung 15: Vergleich der errechneten Gesamtpunktzahl (Lebensraumqualität) in Mengen.....	34
Abbildung 16: Bestandesentwicklung in Ertingen.	35
Abbildung 17: Vergleich der Flächenverteilung in Ertingen.	35
Abbildung 18: Vergleich der Grünlandanteile im Überschwemmten Gebiet von Ertingen.....	36
Abbildung 19: Vergleich der Grünlandanteile im 1 Kilometerradius um das Storchennest in Ertingen	36
Abbildung 20: Vergleich der errechneten Gesamtbewertung (Lebensraumqualität) in Ertingen	37
Abbildung 21: Bestandesentwicklung in Munderkingen. Auffallend ist die häufige Nestbelegung ohne das erfolgreich gebrütet wird.....	38
Abbildung 22: Vergleich der Flächenverteilung in Munderkingen.....	39

Abbildung 23: Vergleich der Grünlandanteile im Überschwemmten Gebiet von Munderkingen39

Abbildung 24: Vergleich der Grünlandanteile im 1 Kilometerradius um das Storchennest in Munderkingen40

Abbildung 25: Vergleich der errechneten Gesamtbewertung (Lebensraumqualität) in Munderkingen40

Abbildung 26: 3D Model der vom Storchennest in Munderkingen aus einsehbaren Flächen.46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der verwendeten Geodaten14

Tabelle 2: Klimadiagramm für Sigmaringen.....15

Tabelle 3: Verteilung der Wertigkeiten und Aufwertungen zur Berechnung der Gesamtpunktzahl
(Lebensraumqualität)26

Tabelle 4 Abhängigkeit zwischen Lebensraumqualität (als Gesamtpunktzahl dargestellt) und dem Bruterfolg für die
Untersuchungsjahre 1954/63 und 2007.43

1. Einleitung

Die fortschreitende Zerstörung unserer Kulturlandschaft hat in den letzten Jahrzehnten zu einem immer stärkeren Artenrückgang geführt. Besonders durch Intensivierungsmaßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft sind viele wertvolle Lebens- und Rückzugsräume seltener Tier- und Pflanzenarten verloren gegangen. Daneben spielt auch der ungebremste Landschaftsverbrauch durch Versiegelung und Verbauung eine entscheidende Rolle.

Von dieser Entwicklung ist neben vielen anderen Tierarten auch der Weißstorch (*Ciconia ciconia*) betroffen. Im Laufe von Jahrhunderten hat er sich so eng wie kaum eine andere wildlebende Vogelart dem Menschen angeschlossen und mit ihm in harmonischer Koexistenz gelebt. Als Glücksbringer, Frühlingsbote und weiser Ratgeber ist "Adebar" dabei in zahlreiche Märchen und Fabeln eingegangen. Der Roten Liste nach zählt der Weißstorch in Baden-Württemberg heutzutage zu den im Bestand gefährdeten Vogelarten (Kategorie 3).

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob und inwieweit die Veränderung des Lebensraums auf die Bestandesentwicklung des Weißstorchs Einfluss hat. Anzunehmen ist das es eine deutliche Differenz in der Lebensraumqualität (bezogen auf den Weißstorch) zwischen Nestern mit einem hohen Bruterfolg und solchen mit einem geringeren Bruterfolg geben muss. Zu diesem Zweck wurde eine luftbildgestützte Lebensraumkartierung für die Jahrgänge 1954/63, 1987/88 und 2007 an drei unterschiedlichen Neststandorten im Donautal durchgeführt. Um die Lebensräume besser vergleichen zu können wurden die unterschiedlichen Habitatstypen mit einer Zahl (Wertigkeit) versehen, die die Eignung des Lebensraums für den Weißstorch widerspiegelt. Aus dem Additions-Ergebnis aller Flächen wurde die Lebensraumqualität als Gesamtpunktzahl dargestellt.

2. Grundlagen

2.1 Verbreitung des Weißstorchs

Das Verbreitungsgebiet des Weißstorchs erstreckt sich von Europa bis Iran. Des Weiteren kommt er lückenhaft in Südafrika vor. In Baden-Württemberg (BW) war der Weißstorch früher weit verbreitet und brütete überwiegend bis 700 m außerhalb geschlossener Waldgebiete. Größere Verbreitungslücken finden sich demnach im Schwarzwald, auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb, im Odenwald und in schwäbisch-fränkischen Waldgebieten. Der Einfluss des Klimas und dabei hauptsächlich die Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode Mai–Juli, also während der kritischen Phase der Jungenaufzucht, ist unumstritten und sollte nicht über 300 mm betragen, ansonsten werden diese Gebiete trotz guter Nahrungsversorgung nicht als Brutrevier genutzt.

Bestandesentwicklung:

Nach der Ermittlung der historischen Weißstorchvorkommen in BW darf von einem maximalen Brutbestand von etwa 500 Paaren im frühen 19. Jahrhundert ausgegangen werden. Im Jahr 1948 waren es noch 252 Paare. Diese Zahl war mehr oder weniger konstant, bis ab 1960 ein drastischer Rückgang einsetzte mit einer jährlichen Rückgangsrate von 13%. Im Jahre 1975 hatte der Bestand seinen Tiefpunkt mit nur noch 15 Paaren landesweit. Hätten nicht die Nachbarländer Schweiz und Frankreich frühzeitig mit Wiedereinbürgerungen durch Zucht und Auswilderung begonnen, dann wäre die Abnahme wahrscheinlich viel drastischer verlaufen und hätte vermutlich sogar zum Aussterben des Weißstorchs in der Bundesrepublik Deutschland geführt. Später folgten Auswilderungsprojekten auch in Deutschland und speziell BW. Seit 1968 sind alljährlich Gefangenschaftsvögel als Partner oder Paare beim baden-württembergischen Brutbestand beteiligt, seit 1982 beträgt die Beteiligungsquote gemessen an der Gesamtbrutzahl der Brutpaare über 50%; 1984 waren es 57%. Das Vorkommen in Baden-Württemberg kann grob in 3 Gebiete unterteilt werden:

Gebiet A Oberrheinebene (Freiburg –Mannheim)

Gebiet B Kraichgau und mittlerer Neckarraum

Gebiet C Oberschwaben und Brenztal

Wobei im Gebiet C der Brutbestand noch länger stabil war, und der Rückgang nicht das Ausmaß wie in den anderen Gebieten hatte.

2.2 Biologie des Weißstorchs

Der zur Ordnung der Schreitvögel (*Ciconiiformes*) zählende Weißstorch ist ein ausgesprochener Zugvogel der in den gemäßigten Gebieten der Paläarktis aller Erteile vorkommt. Störche sind gute Flieger, die nach mehreren Flügelschlägen gerne in hochsteigender Warmluft segeln oder kreisen.

Störche sind ca. 80 cm groß und haben ein durchschnittliches Gewicht von 3-4 kg, wobei die Weibchen im Durchschnitt etwas kleiner und leichter sind.

Als Zugvögel treffen die Störche Ende Februar bis Anfang März in Baden-Württemberg ein. Durch Baden-Württemberg verläuft die Zugschneide die die Weißstorchpopulation in eine westlich und östlich wegziehende Population trennt. Die westliche Population zieht über Gibraltar nach Westafrika, die östliche über Kleinasien nach Ostafrika. Teilweise ziehen die Störche Baden-Württembergs auch nur noch in den Norden Spaniens oder überwintern sogar komplett im Oberrheingebiet und am Bodensee. Der Heimkehrtrieb ist eine Erscheinung der Geschlechtsreife, die von Störche erst sehr spät, nämlich im Alter von 4-5 Jahren, erreicht wird. Die Jungstörche halten sich dagegen in Gebieten zwischen Winterquartier und Brutraum auf.

Von den brutreifen Störchen kommt in 50% der Fälle das Männchen als erstes zurück und verteidigt sofort den Horst gegen Nebenbuhler. Der Horst ist Mittelpunkt und mehr oder weniger Voraussetzung zur Paarbildung, manchmal fast wichtiger wie der Partner selbst. In Mitteleuropa beginnen die Störche meist sehr bald nach dem Eintreffen am Brutplatz mit der Eiablage (ab Anfang April). Beide Gatten sind am Brüten beteiligt und lösen sich tagsüber mehrmals ab, so dass der freigewordene Partner der Nahrungssuche nachgehen kann. Der zurückkehrende Partner wird mit viel Geklapper empfangen und setzt sich bald auf die Eier, so dass der andere wieder zur Nahrungssuche aufbrechen kann. Nach durchschnittlich 32 Tagen schlüpfen die Jungen. Häufige sind es 3, die Zahl schwankt aber zwischen 2 und 5 Stück. Eine frühe Rückkehr und ein zeitiger Brutbeginn bieten im Hinblick auf die lange Brut- und Nestlingszeit die besten Aussichten für die Jungenaufzucht in der nahrungsgünstigsten Zeit. Bei normalem Entwicklungsverlauf nimmt das Körpergewicht der Jungen rasch zu. Es hat sich nach 4 Tagen verdoppelt und nach 2 Wochen bereits verzehnfacht. Die tägliche Zunahme beträgt im Alter von 3 Wochen 150-200 g und setzt die dreifache Nahrungsmenge voraus.

Beide Altvögel beteiligen sich an der Aufzucht der Jungen. Sie tragen das Futter im Schlund herbei um sich über das Nest zu beugen und Beute wieder zu erbrechen. Das Tränken der Jungen besonders bei starkem Wasserbedürfnis an heißen Sommertagen oder bei überwiegend trockener Nahrung erfolgt in einem ähnlichen Verhaltensablauf wie das Füttern.

Nach etwa 2-3 Monaten werden die Jungen flügge und versuchen ihre ersten Flugmanöver. Bis zu dieser Zeit war immer mindestens ein Elternteil am Horst, um die Jungen zu wärmen und sie vor Feinden und Witterungseinflüssen zu schützen. In den kommenden 2 Wochen folgen die Jungen den Altstörchen

immer häufiger auf die nahe gelegenen Wiesen und Felder. Manchmal erfolgt die Fütterung auf dem Felde, doch meist fliegt ein Altstorch zum Nest zurück und die Jungen folgen ihm, um am Nest ihre Nahrung entgegen zu nehmen. Mit ca. 3-4 Monaten sind die Jungen dann selbstständig und nicht mehr auf die Alttiere angewiesen. Bei normalem Entwicklungsverlauf verlassen die Jungstörche in Mitteleuropa Ende Juli bis Anfang August ihren Horst. Sie kehren zwar noch einige Tage danach immer wieder zum Horst zurück, doch wird die Neigung zum Umherstreifen immer stärker. Bald packt sie eine starke Unruhe, die Fluchtdistanzen werden länger und das Fliegen macht ihnen sichtlich Spaß. Gern sammeln sich die Jungstörche nun auf Wiesen in nahrungsreichen Flußauen, wo sie gemeinsam der Nahrungssuche nachgehen, Flugübungen machen und auf Bäumen übernachten. Trotz der ausreichenden Nahrung und der noch angenehmen Temperaturen brechen die Jungstörche noch einige Tage vor den Alten zu ihrem Zug in den Süden auf.

2.3 Lebensraum

Den Lebensraum des Weißstorchs bilden offenes Gelände mit niedrigem Pflanzenbewuchs, z.B. Gras- und Riedland, oder extensiv bewirtschaftete bzw. brachliegende Flächen auch wenn diese durch einzelne Bäume oder Feldgehölze durchsetzt sind.

Als Kulturfolger besiedelt er vorwiegend Kulturland. Durch natürliche Überschwemmungen gedüngtes Dauergrünland, kurzrasige Weidekoppeln, Marsche oder mehrfach im Jahr gemähte Wiesen - vor allem, wenn diese zeitweise überflutet werden und auf ihnen Wasserlachen zurückbleiben. Ebenso bedeutsam sind Feuchtgebiete mit wechselndem Wasserstand, mit Verlandungszonen, Altwässern, Tümpeln und Gräben.

Dagegen behindert die hohe Vegetation der Mähwiesen die Nahrungssuche. Ebenso erlangen Anbauflächen von Feldfrüchten erst nach der Ernte eine erhöhte Bedeutung als Nahrungsgrundlage.

Die Größe des Nahrungsrevieres eines Storchenpaares wird durch die Örtlichkeit, durch die Witterung und Nahrungsfülle bestimmt. Eine Ansiedlung setzt voraus, dass im Umkreis von 3 km um den Horst etwa 25% der Nahrungsflächen (= 200 ha Grünland) den angeführten Bedingungen entsprechen. Solange die Jungen nicht verlassen werden können, findet in diesem Umkreis fast ausnahmslos die Nahrungssuche, wenn möglich mit Blick auf den Horst, statt. Erst wenn die Jungen allein gelassen werden können, unternehmen die Altvögel auch längere Ausflüge zu weit entfernten Nahrungsgründen.

Ehemals erfüllte die Kulturlandschaft diese Ansprüche weitgehend und trug dadurch zum Vorkommen des Weisstorchs bei. Da die Störche ihre ursprüngliche Nistweise als Baum- und Felsenbrüter nur noch teilweise beibehielten und dass Brüten auf Bauwerken bevorzugten, erwiesen sie sich in zweifacher

Hinsicht an den Menschen gebunden. Leider wird die Nahrungsgrundlage vielerorts durch agrarstrukturelle Maßnahmen beeinträchtigt. Die Umwandlung von Grünflächen in Ackerflächen, Intensivierung der Landwirtschaft, Grundwasserabsenkung, Gewässerausbau und sonstige Meliorationsvorhaben entwerten ganze Landschaften als Siedlungsgebiet für den Storch, besonders wenn Bebauung, Verdrahtung und andere Eingriffe mit dazukommen. Dadurch wird der Storch gleichzeitig zum Indikator für biologisch noch nicht verarmte Gebiete mit hoher Umweltgüte. Der Storch ist vorwiegend ein Tieflandvogel. In wiesenreichen Tälern kann er jedoch bis in die Mittelgebirge vordringen, wenn die Bodenbeschaffenheit und die Bodenfeuchte geeignete Bedingungen bieten.

Auch in Baden-Württemberg brüten Störche in Höhenlagen bis 700 m, in der Schweiz bis 900 m und in Armenien sogar bis 1800 m. Diese Angaben lassen zu, dass der Höhenverbreitung nur eine bedingte Bedeutung zukommt und der Einfluss des Nahrungsreichtums entscheidender ist als die klimatischen Einflüsse der Höhe.

2.4 Nahrungsaufnahme und Nahrungszusammensetzung

Der Storch ist ein ausgesprochener Schreitjäger, er pirscht mit großen Schritten über das Gelände und sammelt alles an Kleintieren ein, was er zu Gesicht bekommt. Auch folgt er gerne einem Pflug oder Heuwender um aufgeschreckte oder verwundete Kleintiere zu erbeuten. Das außerordentlich scharfe Sehvermögen kann durch das Gehör, vor allem aber durch den Tastsinn ergänzt oder völlig ersetzt werden. Flaches, getrübbtes, verkrautetes Wasser durchschnäbelt der Storch mit hin und herschwenkendem Kopf. Aber auch Beute aus der Luft, wie z.B. kleine Vögel, Libellen oder selbst Mücken vermag der Storch zu erschnappen. Wichtig ist für den Storch auch die Gleitfähigkeit der Nahrung, jede größere trockene Beute wird zielstrebig zum Wasser getragen. Der Nahrungstransport zum Nest findet immer im Schlund und niemals im Schnabel statt. Unverdaubare Beutereste werden bereits von halbwüchsigen Jungstörchen im Magen zu Speiballen geformt und nach etwa 36 bis 48 Stunden ausgewürgt.

Als animalischer Allesfresser nimmt der Weißstorch, was er erreichen und bewältigen kann, z.B. Kleinsäuger bis zur Größe einer Ratte, Fische, Reptilien, Frösche, Würmer und Insekten (siehe Abbildung 1). Bemerkenswert ist dabei die Anpassung an das unterschiedliche Nahrungsangebot das je nach Jahreszeit, Witterung, Örtlichkeit und landesüblicher Feldbewirtschaftung sehr stark variiert. Wobei Massenvorkommen einer Beuteart gründlich ausgeschöpft werden. Vom Frühjahrshochwasser überschwemmtes Land bietet Idealbedingungen ebenso wie später die Grassmahd oder die Getreideernte. Bei regnerischem Wetter bilden Würmer den Hauptteil der Nahrung, bei trockenem Wetter eher Mäuse vor allem aber Käfer, Heuschrecken und andere Insekten. Der Nahrungsbedarf eines erwachsenen

Weißstorchs wird mit 500 g veranschlagt, der Bedarf der Jungen mit etwa täglich der Hälfte des eigenen Körpergewichtes, daher muss ein Brutpaar mit 4 Jungen täglich um die 4 kg Nahrung fangen.

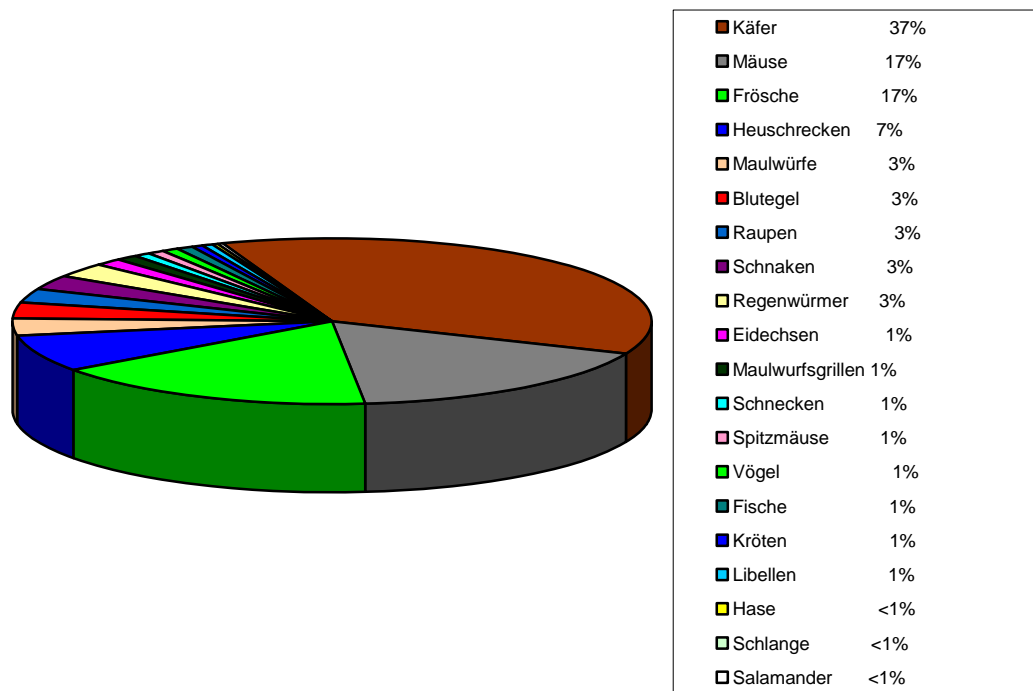


Abbildung 1: Zusammensetzung der Storchennahrung. Die Ergebnisse stammen aus einer Untersuchung von 251 Storchennägen. Stammer (1937).

2.5 Gefährdungen

Verluste in der Population können vor allem auf zwei Ursachen zurückgeführt werden. Zum einen auf die Zahl der Unglücksfälle während der Brutzeit und in den ersten Wochen im Nest und zum anderen auf den Vogelzug, der sehr kräftezehrend ist und durch extreme Witterung und vom Menschen verursachte Gefahrengelände geprägt wird. Sowohl Kälte, Nässe und Schneefall bei Rückkehr aus dem Überwinterungsgebiet als auch große Hitze z.B. in der Sahara kann für die Vögel den Tod bedeuten.

Die Lebensraumzerstörung, die in den Brutgebiet stattfindet spielt eine besondere Rolle in Bezug auf den Populationsrückgang. Insbesondere die Trockenlegung, Drainage, Gewässerverbauung, Grundwasserabsenkung, Entfernung der Ufervegetation an Gräben und Tümpeln, aber auch Flächenverluste durch Bebauung und Umwandlung von extensiv genutztem Grünland in Ackerland, führen letztlich zur Zerstörung der Biotope.

Auch die „Verdrahtung“ der Landschaft und der damit verbundene Stromtod ist eine sehr häufige Todesursache. Weltweit muss dabei durch den wachsenden Energiebedarf mit weiter zunehmender

Verdrahtung und ihren Folgen gerechnet werden. Eine Sicherung in Form von Schutzbügeln, Abweisern und Isolatoren findet erfreulicherweise auch von den Energiebetrieben statt, doch leider nicht vollständig und weltweit.

Immer wieder wird auch die Frage nach den Auswirkungen der Biozidanwendung gestellt. Eine hohe Belastung der Umwelt mit Schadstoffen kann sowohl Kalkmangel, der sich in Dünnschaligkeit und leichter Zerbrechlichkeit der Eischalen auswirkt, als auch verminderte Fruchtbarkeit und Lebensfähigkeit der Embryonen zur Folge haben, also in mehrfacher Hinsicht zu einem geringeren Nachwuchs beitragen. Dazu kommt das geringere Nahrungsangebot, da die Nahrung in großen Mengen vom Menschen abgetötet oder vergiftet wird, wie z.B. in Afrika und Algerien, wo Schwärme von Heuschrecken oder Erdraupen mit dem Pestizid Dinitrokresol (DNC) oder chlorierten Kohlenwasserstoffen vergiftet werden. Diese Bekämpfungsmaßnahmen haben auch Verluste bei den Störchen zur Folge.

Als wichtigste Todesursache geben die Ringfundauswertungen die Verfolgung durch den Menschen an. In Afghanistan und Afrika ist die Jagt auf Störche als Nahrung seit jeher üblich, in anderen Ländern wie Italien, Syrien und Libanon fallen die Störche der Schießlust zum Opfer.

Schließlich führen auch Unfälle, bei denen Störche auf ihrer Nahrungssuche (auch Kadaver) mit der Eisenbahn oder mit Autos zusammenstoßen, zu Verlusten.



Abbildung 2: Intensiv genutzte Ackerflächen im Untersuchungsgebiet Mengen.



Abbildung 3: Artenreiches Grünland in den Donauauen von Mengen.



Abbildung 4: Stehendes Gewässer mit Schilfgürtel in Mengen.

3. Material und Methodik

3.1 Verwendete Materialien

Die Materialien die für die Bearbeitung der Fragestellung zum Einsatz gekommen sind, gliedern sich in Sachdaten und Geodaten auf. Die Sachdaten bestehen aus den Untersuchungen, die das Regierungspräsidium (RP.) in Tübingen durch die Storchenbeauftragte für Oberschwaben erhebt. Ergänzt werden diese durch privat recherchierte Aufzeichnungen aus dem Archiv von Frau Dipl.-Biol. Ute Reinhard (Storchenbeauftragte des RP. Tübingen für das Gebiet Oberschwaben).

Die Geodaten wurden durch das RP. Tübingen sowie durch die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) bereitgestellt.

Die Zusammensetzung der Geodaten ist aus der Tabelle 1 ersichtlich.

RP Tübingen	Format	LUBW	Format
Orthophotos Jahr 2003	digital als *.jpg	Landschaftsschutzgebiete	Shapefile
Orthophotos Jahr 1987/88	Analog	Naturschutzgebiete	Shapefile
Luftbilder 1954/63 (digitalisiert durch das Ing. Büro R. Hinkelbein)	Digital als *.tif	Überschwemmungsgebiete	Shapefile
ALK	Shapefile		
DGM	GRID		
TK	Digital als *.jpg		
Biotope	Shapefile		
Nutzung	Shapefile		

Tabelle 1: Auflistung der verwendeten Geodaten.

3.2 Untersuchungsgebiet

3.2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Süden Baden-Württembergs, im Regierungsbezirk Tübingen (Regionen Oberschwaben und Donau-Iller), und erstreckt sich zwischen 48° 5'N und 48° 15'N und zwischen 9° 15'O und 9° 45'O. Beide Regionen gelten als ländlicher Raum. Die nächste größere Stadt ist Ulm, die ca. 40km entfernt liegt. Die Gemeinden, in denen sich die Weißstorchhorste befinden, gehören zu den Landkreisen Sigmaringen, Biberach und Alb Donau Kreis. Das Projektgebiet befindet sich zwischen den Städten Sigmaringen und Ehingen an der Donau entlang und liegt zwischen 500 m ü. NN. und 560 m ü. NN. Die Horste befinden sich alle in unmittelbarer Nähe zur Donau (max. 5 km Entfernung).

Nachdem sich die aus dem Schwarzwald fließenden Flüsse Brigach und Breg in Donaueschingen zur Donau vereinigen, fließt diese noch ca. 85 km in nordöstliche-östliche Richtung bis sie das Untersuchungsgebiet erreicht. Allerdings hat das Donautal nur ca. 40 km flussaufwärts noch ein völlig anderes Profil als im Untersuchungsgebiet. Hier hat sich die Donau tief in die Schwäbische Alb eingegraben und gibt der Landschaft mit ihren bis zu 150 m hohen, steilen Felswänden ihr charakteristisches Aussehen. Erst nachdem das Donautal breiter wird, links und rechts der Donau große Wiesen auftreten und die Flanken langsam flacher werden (ungefähr ab Höhe der Stadt Sigmaringen), beginnt das Brutgebiet des Weißstorchs und somit auch das Untersuchungsgebiet. Der Bodensee liegt ca. 40 km südlich und der Federsee je nach Nest in zwischen 15 bis 25 km Entfernung.

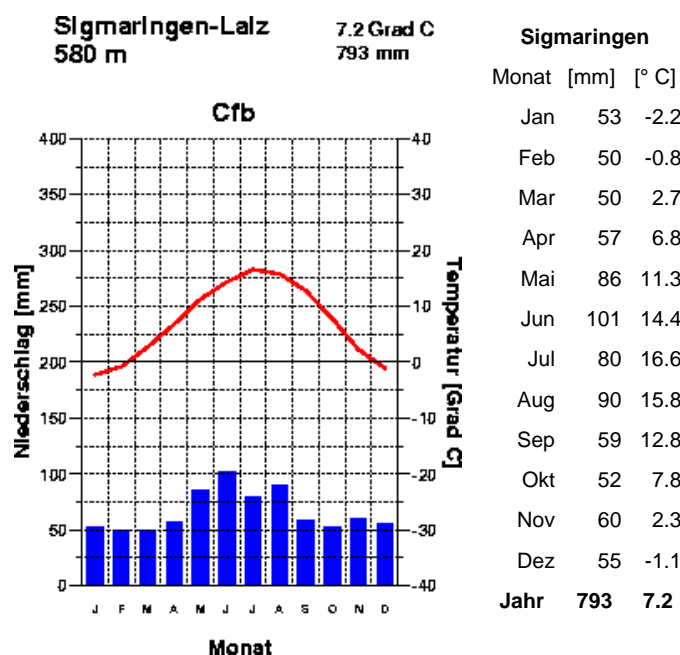


Tabelle 2: Klimadiagramm für Sigmaringen.

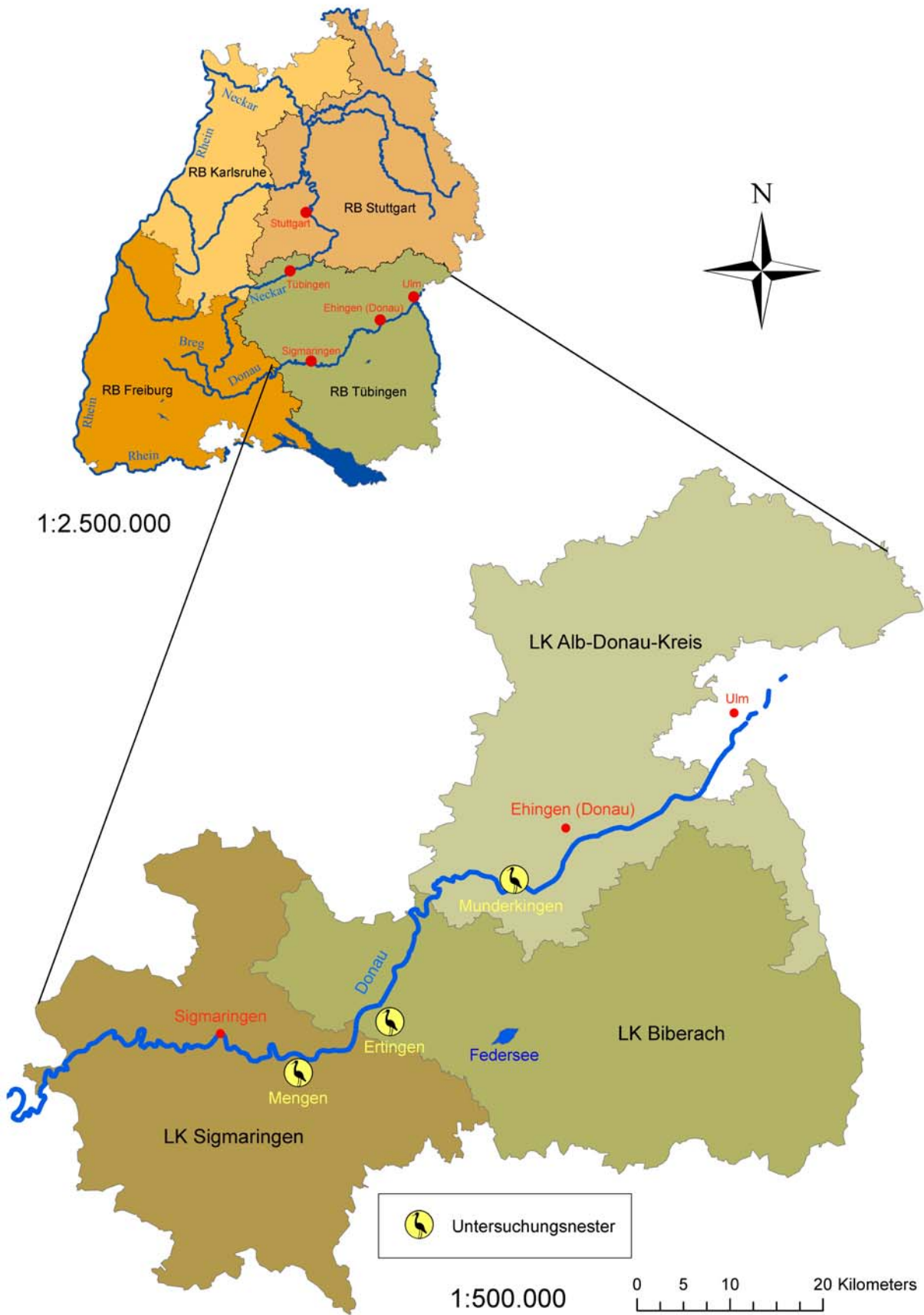


Abbildung 5: Geografische Lage der Untersuchungshorste.

3.2.2 Auswahl der geeigneten Untersuchungshorste

Um geeignete Untersuchungshorste im Donautal zu finden, musste zunächst einmal eine Übersicht über die gesamte Anzahl an Storchennestern im Donautal geschaffen werden. Die Datengrundlage bestand dafür ausschließlich in den Beobachtungsergebnissen die Frau Ute Reinhard erhoben hat.

Um einen Überblick über die Bestandesentwicklung im Donautal zu erhalten wurden zunächst aus den 13 vorhandenen Nestern für einen Zeitraum von 1948 bis 2006 je Jahrgang die folgenden Parameter berechnet:

1. Die Summe der Bruterfolge über alle Nester ($N = 13$)
2. Die Anzahl an belegten Nestern
3. Die durchschnittlichen Bruterfolge bei Nestbelegung
4. Die Standardabweichung
5. Der durchschnittliche Bruterfolg bei Nestbelegung über ein Jahrzehnt
6. Die durchschnittlichen Bruterfolge je Jahrgang
7. Der durchschnittliche Bruterfolg über ein Jahrzehnt

Der Durchschnittliche Bruterfolg je Jahrgang wurde für die Bestandesentwicklung herangezogen, da eine Population nur überlebensfähig ist, wenn die Art genügend Nachkommen produziert.

Um aus den Storchnestern im Donautal geeignete Horste auszuwählen wurden je Nest folgende Parameter berechnet:

1. Die Summe aller Nachkommen von 1948 bis 2006
2. Die Anzahl der Jahre in denen der Horst belegt war
3. Der Mittlere Reproduktionserfolg je belegtem Jahr
4. Die Standardabweichung
5. Der durchschnittliche Bruterfolg über alle Jahre

Aus den Ergebnissen wurde dann das Nest mit dem höchsten durchschnittlichen Reproduktionserfolg über alle Jahre hinweg ausgewählt. Bei diesem Nest musste davon ausgegangen werden, dass das Umland die besten Lebensbedingungen im Vergleich zu den anderen Nestern bereitstellt.

Gleichzeitig wurden noch zwei weitere Nester ausgewählt, die bei der Reproduktion im Mittelfeld liegen und über eine lange Zeit belegt waren. Die Nestbelegung ist in diesem Fall wichtig, damit gewährleistet ist dass es sich um traditionelle Storchhabitate handelt.

Um die Bestandesentwicklung der drei Nester mit der Bestandesentwicklung aller Nester im Donautal zu vergleichen wurden die drei Nester zusammengefasst und die Berechnungen zur Erlangung der Bestandesentwicklung durchgeführt.

3.3 GPS- und Höhenvermessung der Untersuchungshorste

3.3.1 Erstellung des Data Dictionary für das GPS-Gerät

Das Data Dictionary für das GPS-Gerät Trimble Pro xR wurde mit der Software Pathfinder Office erstellt. Dazu wurde eine Punkt Datei mit folgenden Attributen angelegt:

1. ID (Dient der Authentifizierung)
2. Neststandort (Name der Stadt)
3. Datum (Aktuelles Aufnahmedatum)
4. Nesthöhe (Gebäudehöhe + Nesthöhe)
5. Gebäude (Gebäudeart z.B. Kirche, Bauernhof etc)
6. Bemerkung (Auffälligkeiten, Besonderheiten)

Das fertige Data Dictionary wurde auf das GPS-Gerät übertragen und unter der Datei Weißstorchprojekt abgelegt.

Um den Zeitpunkt der optimale Satellitendichte während der Aufnahmen für das Untersuchungsgebiet zu erlangen, wurde noch der aktuelle Almanac (Quelle: <http://www.alnav.com>) gesichtet. Nachdem man den Almanac mit dem Programm Pathfinder Office geöffnet hat wird einem unter Graphs – Number SVs and PDOP die Anzahl der Verfügbaren Satelliten im Tagesverlauf angezeigt.

3.3.2 GPS- und Höhengaufnahme im Gelände

Die GPS Aufnahmen wurden mit dem Gerät Trimble Pro xR durchgeführt. Da sich die Nester ausnahmslos auf nicht zugänglichen Gebäuden befinden, sollten die Aufnahmen nur der ungefähren Lokalisation des Standortes dienen und nachträglich korrigiert werden. Probleme ergaben sich auf Grund der geringen Gebäudeabstände die die Satelliten Signale nicht bis zum GPS Empfänger durchließen. In Mengen war dadurch bedingt überhaupt keine Messung möglich.

Die Höhenmessung erfolgte mit dem Ultraschall Höhenmesser der Firma Vertex. Es wurden jeweils drei Messungen durchgeführt und daraus das arithmetische Mittel berechnet.

3.3.3 Datenübertragung und Konvertierung in das ESRI Format Shapefile

Die Datenübertragung erfolgt ebenfalls mit der Software Pathfinder Office. Um die Daten in Arc Gis bearbeiten zu können, wurden die Koordinaten über Utilitis – Export in das ESRI Format Shapefile überführt.

3.4 Bearbeitung der Geodaten

Da die folgenden Arbeitsschritte für alle drei Untersuchungsstandorte identisch verlaufen sind, wird die Vorgehensweise am Beispiel des Neststandortes in Munderkingen erläutert. Falls sich doch einmal Abweichungen ergeben haben, so wird an entsprechender Stelle darauf verwiesen. Als Software wurde ausschließlich auf das ESRI Produkt Arc Gis 9.1 zurückgegriffen.

3.4.1 Einscannen der Analogen Orthophotos aus dem Jahr 1987/88

Das Einscannen wurde an der Hochschule für Forstwirtschaft HFR im GIS-Labor durchgeführt. Da die Bilder die Digitalisierungsgrundlage für die potenziellen Habitate aus diesem Jahr darstellen, musste eine möglichst hohe Qualität beim scannen erreicht werden. Gleichzeitig sollte aber die Datengröße in einem vertretbaren Rahmen bleiben. Als Kompromiss wurden die Bilder mit einer Qualität von 530dpi, Graustufen, 8-Bit-Farbtiefe und als Dateityp TIF eingescannt. Die Bildgröße beträgt bei diesen Einstellungen ca. 48 MB und liegt somit in einer Größenordnung die mit der Komprimierungssoftware MrSid (Multi resolution Semless Image Database) unter ArcGis gerade noch verarbeitbar ist. Die Bilder wurden darin um einen Faktor von 20:1 komprimiert und als Dateityp SID gespeichert. Somit standen die Sid Formate zum Georeferenzieren und als Grundlage beim Digitalisieren zur Verfügung, gleichzeitig konnte beim Bestimmen der Habitatstypen auf die hohe Bildqualität der Tif Formate zurückgegriffen werden.

3.4.2 Georeferenzieren der eingescannten Orthophotos aus dem Jahr 1987/88

Um die Orthophotos als Digitalisierungsgrundlage für die damalige Nutzung heranziehen zu können, musste den Bildern zunächst ein räumlicher Bezug gegeben werden. Als Grundlage diente dazu das ALK des RP. Tübingens. Da es sich um ein aktuelles Liegenschaftskataster handelt stimmen einige Bereiche nicht mehr mit den alten Orthophotos aus dem Jahr 1987/88 überein. Somit war die saubere Georeferenzierung der einzelnen Bilder nicht nur auf der Grundlage des ALK's möglich, sondern musste auch in Verbindung mit den Umliegenden Bildern geschehen, was zu Abweichungen in dem ALK und Nutzungslayer führte.

3.4.3 Erstellung von Rasterkatalogen in der Personal Geodatabase „Munderkingen“

Zur übersichtlicheren Verwaltung der Rasterdaten wurden je Untersuchungsjahrgang ein „verwalteter Raster Katalog“ angelegt. Die Einstellungen die getroffen wurden, werden exemplarisch für die Orthophotos Jahrgang 2003 Munderkingen vorgestellt:

Create Raster Catalog:

- 1) Coordinate System for the Raster: Germany Zone 3
- 2) Coordinate System for the geometry column: Germany Zone 3

Spatial Reference Properties:

- 1) Coordinate System: Germany Zone 3
- 2) X/Y Domain: Min X: 3512410 Max X: 3537265
 Min Y : 5317942 Min Y : 5329075
- 3) Z Domain : Einstellungen beibehalten
- 4) M Domain: Einstellungen beibehalten
- 3) Config Keyword: leer
- 4) Output Spatial Grid 1: 0
- 5) Output Spatial Grid 2: 0
- 6) Output Spatial Grid 3: 0
- 7) Raster Management Type: Managed

In einem weiteren Schritt wurden dann die entsprechenden Bilder in den Raster Katalog geladen.

Ein weiterer Katalog wurde auch für die topografischen Karten im Maßstab 1:25000 angelegt. Probleme ergaben sich bei den Orthophotos aus dem Jahr 1987/88, da hier bei einigen überlappenden Stellen innerhalb der Bilder schwarze Streifen entstanden. Das Problem lässt sich für einen großen Abbildungsmaßstab zwar unter „Layer Properties“, „Symbology“, „Stretched“, „Display Background Value“ beheben, bleibt aber bei einem kleinen Abbildungsmaßstab bestehen.

3.4.4 Erstellen einer Toolbox und Anlegen eines Modells

Da bei dem weiteren Ablauf eine Reihe von Bearbeitungsschritten zu durchlaufen ist, haben wir uns aus Gründen der Übersichtlichkeit dazu entschieden die Bearbeitungs- und Analyseschritte im ModelBuilder auszuführen. Um dieses Tool überhaupt nutzen zu können muss man zunächst eine neue Toolbox kreieren. Die Verwaltung erfolgt ebenfalls durch die Personal Geodatabase „Munderkingen“. Innerhalb der erzeugten Toolbox „Weisstorchprojekt_Munderkingen“ wurde dann ein Modell „Munderkingen“ angelegt siehe Abbildung 6.

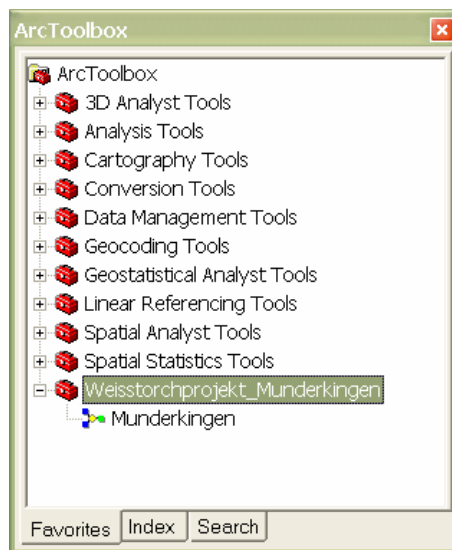


Abbildung 6: Ausschnitt aus der Arc Toolbox mit dem Toolset "Weisstorchprojekt Munderkingen und dem darin enthaltenen „Modell“ Munderkingen.

3.4.5 Abgrenzung des Untersuchungsraumes

Wie in Kapitel 2.3 Lebensraum schon angesprochen wurde, wird die Größe des Nahrungsrevieres eines Storchenpaares durch die Örtlichkeit, die Witterung und Nahrungsfülle bestimmt. Eine Ansiedlung setzt voraus, dass im Umkreis von 3 km um den Horst etwa 25% der Nahrungsflächen (= 200 ha Grünland) den angeführten Bedingungen entsprechen. Solange die Jungen nicht verlassen werden können findet in diesem Umkreis fast ausnahmslos die Nahrungssuche statt. Da wir die Bestandesentwicklung anhand der Reproduktion hergeleitet haben, macht es bei der Habitatsuntersuchung Sinn die Untersuchungsfläche auf diesen 3 km Radius zu beschränken, was einer Flächengröße von 28,27 km² entspricht.

3.4.6 Minimierung des Datenbestandes auf die Größe der Untersuchungsfläche

Da die meisten Geodaten eine größere räumliche Ausdehnung haben wie benötigt, bietet es sich im Hinblick auf die Übersichtlichkeit und Dateigröße an, die Informationen auf die Größe des Untersuchungsgebietes zu beschränken, also in unserem Fall auf einen 3 km Radius um das Nest.

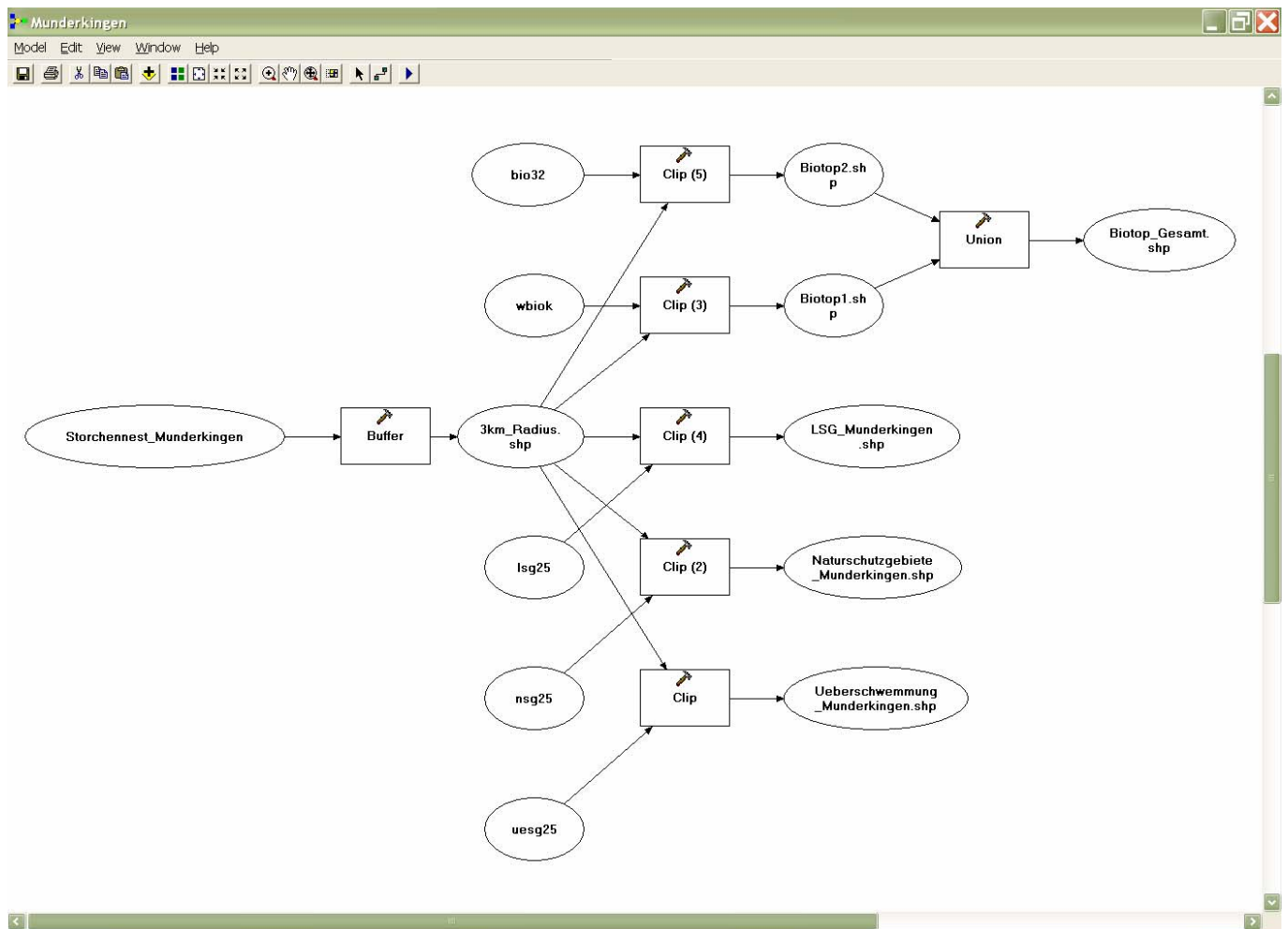


Abbildung 7: Ablauf des Reduziervorgangs der Geodaten im "Modell" Munderkingen.

Die Abbildung 7 zeigt einen Ausschnitt aus dem Modell „Munderkingen“ in dem die Originaldaten auf die Flächengröße des Untersuchungsgebietes reduziert werden. Als Clip Feature dient der zuvor erstellte 3km_Buffer, der der geforderten Fläche von 28,27 km² um das Storchennest entspricht. Die Shapefiles uesg25 = Überschwemmungsgebiete Baden-Württemberg, nsg25 = Naturschutzgebiete, Lsg25 = Landschaftsschutzgebiete, bio32 und wbiok = Biotope werden mit dem Tool Clip aus der ArcToolbox , Analysis Tools, Extrahieren ausgeschnitten. Da für die Biotope im Bereich Munderkingen zwei Shapefiles mit unterschiedlichen Biotoptypen vorliegen, wurden sie mit dem Toolset Overlay Union zu einem Feature verschnitten, welches dann die Informationen beider Input Features enthält. Genauso wurde auch mit den ALK Daten und dem Shapefile Nutzung verfahren. Nach dem Vereinigen von Features muss im Anschluss noch die Attributtabelle bereinigt werden um unwichtige Attribute zu minimieren und eine übersichtliche Tabelle zu gestalten, die keine Nullwerte enthält. Bei diesem Schritt sind Unterschiede zwischen den einzelnen Nestern aufgetreten, da z.B. innerhalb des 3 km Radiuses in Ertingen kein Naturschutzgebiet enthalten ist und somit der Clip Vorgang entfällt. Dafür gibt es für das

Gebiet häufig mehrere Shapefiles die nur Informationen für Teilbereiche enthalten und somit nach dem Clippen noch zu einem Feature vereinigt werden mussten. Die genauen Unterschiede sind in dem jeweiligen Modell sichtbar.

Im Anschluss wurde die ausgeschnittene Nutzung noch mit dem Shape Biotop vereinigt. Somit wurde die Attributtabelle noch um einige für den Storch interessante Lebensräume erweitert. Der daraus entstandene Shapefile war die Vorlage für die Digitalisierung der potenziellen Habitate. Die Einträge in der Attributtabelle wurden teilweise zusammengefasst, so dass am Ende je nach Jahrgang und Neststandort noch 26 unterschiedliche Habitatstypen erhalten blieben (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Auflistung der unterschiedlichen Nutzungsformen, die im 3 km Radius um das Storchennest in Munderkingen digitalisiert wurden.

3.4.7 Digitalisieren der Potenziellen Habitate

Die Digitalisierungsgrundlagen stellten die Orthophotos der entsprechenden Jahrgänge dar. Als Vorlage wurde für die Orthophotos aus dem Jahr 2003 der aus der „Nutzung“ und den „Biotopen“ generierte Shapefile „Potenzielle Habitate“ verwendet. Der Shapefile „Nutzung“ war auf der Grundlage des aktuellen automatisierten Liegenschaftskatasters erstellt worden und beinhaltete somit schon einmal den größten Anteil der Straßen und bebauten Flächen. Dadurch wurde der Digitalisierungsaufwand für die „Potenziellen Habitate 2007“ deutlich reduziert. Da wir die aktuelle Nutzung von diesem Jahr erfassen wollten, die aktuellsten Orthophotos aber schon 4 Jahre alt waren, mussten wir alle Flächen im Gelände aufsuchen und die aktuelle Nutzung bestimmen. Die Kartierung erfolgte aus dem Auto, die Nutzung wurde in eine ausgedruckte Karte, die die Orthophotos aus dem Jahr 2003 zeigte, übertragen. Somit musste beim Digitalisieren dann lediglich der Habitatstyp geändert werden. Nur in wenigen Ausnahmen mussten auch die Polygone geändert werden. Die „Potenziellen Habitate 1987/88“ konnten lediglich nach visuellen Kriterien aus den Orthophotos digitalisiert werden. Als Vorlage wurde der Shapefile „Potenzielle Habitate“ verwendet und darin die Flächen abgeändert. Als hinderlich erwiesen sich vollzogene Flurneuordnungen, da dadurch die Grundstücksverläufe komplett abgeändert wurden.

Bei der Digitalisierung der „Potenziellen Habitate 1954/63“ kam erschwerend hinzu, dass es sich um Luftbilder und nicht um Orthophotos handelt, diese nicht entzerrt und georeferenziert sind und somit nicht als Untergrund verwendet werden konnten. Um dennoch die Nutzung kartieren zu können wurden die Bilder auf einem separaten Bildschirm geöffnet und die Nutzung nach visuellen Merkmalen in den als Vorlage dienenden Shapefile „Potenzielle Habitate 1987/88“ übertragen.

3.4.8 Bewertung der Habitatstypen

Um die einzelnen Nester besser vergleichen zu können, wurden Wertigkeiten für die einzelnen Habitatstypen vergeben. Je besser ein Lebensraum für den Storch geeignet ist, desto höher die Bewertung. Zusätzlich haben wir uns entschlossen bestimmte Nutzungen innerhalb des 1 km Radius und in den überschwemmten Gebieten aufzuwerten, da z.B. periodisch überschwemmtes Grünland oder Ackerland wertvoller ist, als wenn es nicht überschwemmt wird. Gleichzeitig wird auch die Zusammenfassung unterschiedlicher Lebensraumtypen zu einem Habitatstyp abgeschwächt. Dies soll am Beispiel für das Grünland erläutert werden: Das gesamte Grünland wurde den drei Habitatstypen Nasswiese, Magerwiese und Grünland im Allgemeinen zugewiesen. Eine weitere Unterteilung ist auf der Grundlage von Orthophotos die in 8bit Graustufen vorliegen nicht möglich. Schon die Nasswiesen von dem „normalen Grünland“ zu unterscheiden gelang nur durch die Informationen die aus der Biotopskartierung vorlagen

und mit der Nutzung verschnitten wurden. Da es für den Storch aber einen Unterschied macht, ob ihm extensiv bewirtschaftete Feuchtwiesen oder im Gegensatz intensiv bewirtschaftete und somit artenarme Wiesentypen zur Verfügung stehen, erscheint die Aufwertung die einzige sinnvolle Lösung darzustellen, um die einzelnen Nester besser vergleichen zu können.

Die vergebenen Wertigkeiten sind aus Tabelle 3 ersichtlich.

Habitatstyp	Wertigkeit je ha Fläche	Aufwertung „1 km Radius“	Aufwertung „Überflutet“
Abbauland	2	2	2
Ackerland	5	2	2
Bahngelände	0	1	1
Bauplatz	1	2	2
Bebaute Fläche	0	1	1
Brachland	8	2	2
Feldhecken und Feldgehölze	5	2	2
Fließgewässer	10	2	1
Gewässer und Sümpfe	10	2	1
Gräben	8	2	2
Grünland	15	2	2
Kanal	3	2	1
Laubwald	1	2	2
Magerrasen	10	2	2
Mischwald	1	2	2
Nadelwald	0	1	1
Nasswiesen	15	2	2
Naturnahe Auwälder	5	2	1
Naturnahe Bach- und Flussabschnitte	12	2	1
Naturnahe Sumpfwälder	5	2	1
Quellbereiche	8	2	1
Röhrichte und Riede	10	2	2
Sport- und Grünanlagen	2	2	2
Strassen	0	1	1
Streuobstwiese	4	2	2
Verlandungsbereich stehender Gewässer	17	2	1

Tabelle 3: Verteilung der Wertigkeiten und Aufwertungen zur Berechnung der Gesamtpunktzahl (Lebensraumqualität).

Falls eine Fläche weder im 1 km Radius noch im überfluteten Bereich liegt erhält sie in den Zellen „Aufwertung 1 km Radius“ und „Aufwertung Überflutet“ jeweils die Zahl 1. Die Gesamtbewertung errechnet sich dann nach der Formel:

$$\text{Gesamtbewertung} = \text{Wertigkeit} \cdot \text{Area ha} \cdot \text{Aufwertung 1km} \cdot \text{Aufwertung Überflutet}$$

Die Umsetzung im GIS wurde nach folgendem Schema durchgeführt. Zunächst wurde die Attributtabelle des Features „Potenzielle Habitate“ des jeweiligen Jahrgangs um die Spalten Area ha, Wertigkeit, Bewertung Überflutung, Bewertung 1 km Radius und Gesamtbewertung ergänzt. Anschließend wurden die einzelnen Habitatstypen im Feature „Potenzielle Habitate“ über die Funktion „Select by Attributes“ selektiert und ihnen in der Attributtabelle mit der Funktion „Calculate Values“ ihre entsprechende Wertigkeit zugeordnet.

Da für die Berechnung der Gesamtwertigkeit die jeweilige Flächengröße entscheidend ist mussten die Flächen im 1 km Radius und in dem überschwemmten Gebiet mit der Funktion Clip ausgeschnitten werden. Dafür wurde ein 1 km Buffer um die Nester als Clipfeature kreiert. Das Clipfeature „Überschwemmung“ lag schon vor (siehe Absatz 3.4.7). Das Inputfeature stellte das Feature „Potenzielle Habitate“ des jeweiligen Jahrgangs. Den Ausgeschnittenen Habitatstypen wurde wieder über „Select by Attributes“ und „Calculate Values“ ihre jeweilige Aufwertungsziffer zugeordnet. Um am Ende jeweils nur einen Shapefile je Jahrgang und Nest zu haben, mussten die Features wieder miteinander verschnitten werden, dabei durfte es aber nicht zu einer Doppelbelegung der Flächen kommen. Deswegen wurden zuvor mit dem Tool „Erase“ die Flächen im 1 km Radius und die überschwemmten Gebiete in dem Feature „Potenzielle Habitate“ des jeweiligen Jahrgangs gelöscht siehe. Einen Überblick über den Ablauf gibt die Abbildung 9. Alle Flächen der beiden Endprodukte „Potenzielle_Habitate_87_88 und 2007_Munderkingen2“ enthalten eine Kennziffer in den Spalten Wertigkeit, „Aufwertung des 1 km Radius“ und „Aufwertung Überschwemmung“.

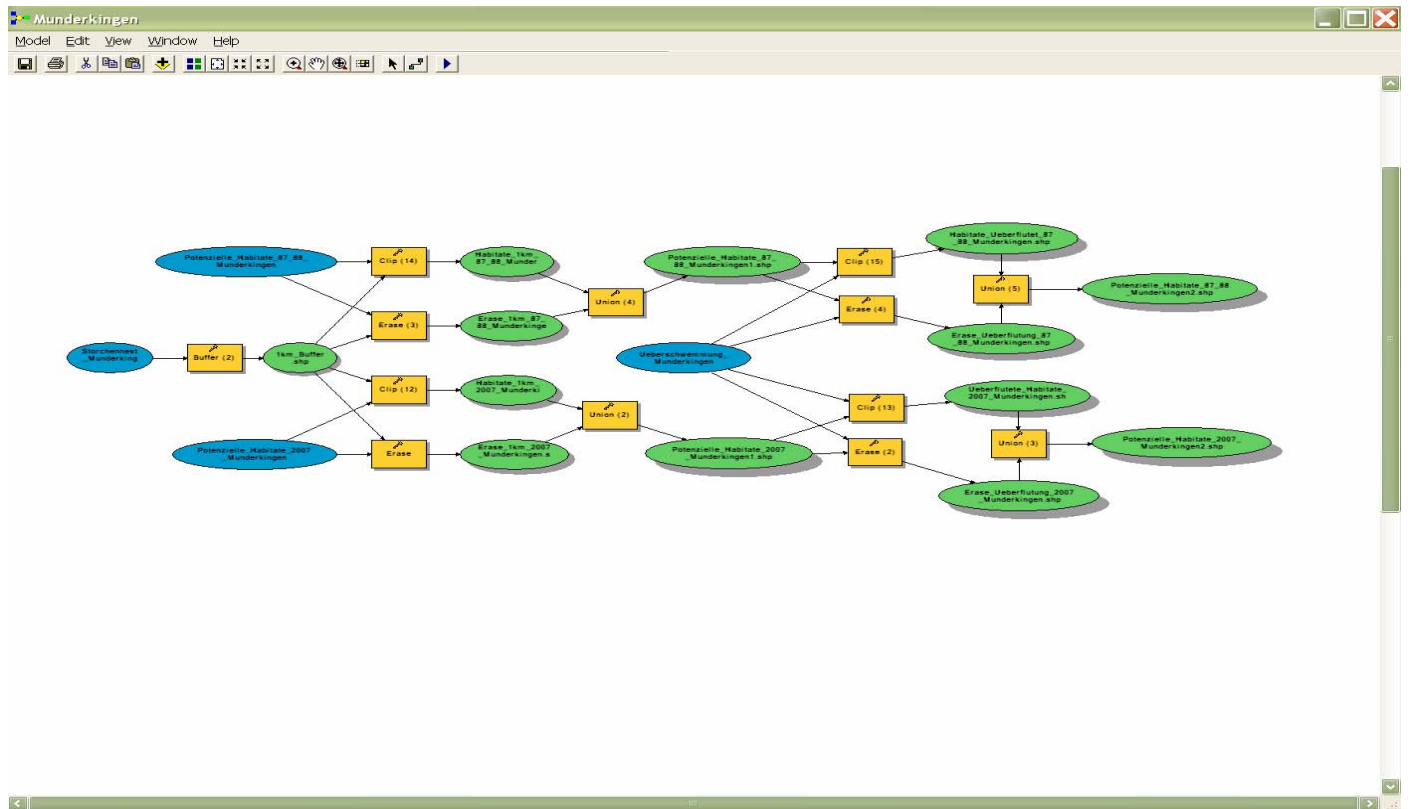


Abbildung 9: Verteilung der Wertigkeiten und Aufwertungen im Arc Map. Ausschnitt aus dem "Modell Munderkingen".

Die Berechnung der einzelnen Flächengrößen wurde in der Attributtabelle des jeweiligen Features in der Spalte „Area_ha“ über die Funktion „Calculate Values“ und der SQL Syntax

```
Dim Output as double
  Dim pArea as Iarea
  Set pArea = [shape]
  Output = pArea.area
```

berechnet. Um bei der Flächengröße Hektarwerte zu erhalten wurde $\text{pArea.area}/10000$ gerechnet, da die Karteneinheiten auf Meter eingestellt waren.

3.4.9 Ermittlung der Flächenanteil je Untersuchungsjahrgang

Um den Bestandesrückgang der Storchpopulation anhand des Lebensraumverlustes erklären zu können müssen die jeweiligen Flächenanteile je Habitatstyp zusammengefasst werden. Dafür wurde die Spalte `H_typ` in der Attributtabelle der jeweiligen Features „Potenzielle Habitate“ mit der Funktion „Summarize“ zusammengefasst und gleichzeitig die Summe der Spalten „Flächengröße“ und „Gesamtbewertung“ übernommen. Als Ergebnis entsteht eine Tabelle im dBASE (VI) Format, die zur weiteren Bearbeitung in eine Excel-Tabelle konvertiert wurde.

Da nicht nur die Verschiebung der Gesamtflächenanteile interessant ist, sondern besonders die Grünlandverluste im 1 km Radius und in den überschwemmten Gebieten, wurden diese gesondert berechnet. Die Vorgehensweise wird hier lediglich anhand der Grünlandflächen im 1 km Radius beschrieben, verläuft aber für die überschwemmten Grünlandflächen genauso. Zunächst wird eine Selektionsabfrage mit der SQL Syntax:

```
"Bew_1_km" = 2 AND "H_Typ" = 'Grünland'
```

auf Grundlage des Features „Potenzielle Habitate“ des jeweiligen Jahrgangs durchgeführt. Danach werden die selektierten Attribute als temporärer Layer gespeichert. Innerhalb dieses neu angelegten Features werden die Grünlandflächen mit „Summarize“ zusammengefasst und auch wieder ins Excel-Format konvertiert. Die temporären Layer wurden danach wieder gelöscht, um den Speicherplatzbedarf so gering wie möglich zu halten.

4. Ergebnisse

4.1 Veränderung der Storchpopulation im Donautal

Die Bestandesentwicklung wurde auf Grundlage des Bruterfolges der einzelnen Nester (N = 13) hergeleitet, da die absolute Anzahl der Nachkommen für den Fortbestand einer Population entscheidend ist.

Wie die Abbildung 10 zeigt, lag der mittlere Bruterfolg über alle theoretisch möglichen Nester im Zeitraum von 1980 bis 1989 mit 0,54 Jungen je Nest am niedrigsten. In absoluten Zahlen ausgedrückt entspricht dies nur 7,02 Jungtiere pro Jahr im Untersuchungsgebiet. Dies stellt eine prozentuale Abnahme von 64% gegenüber dem Durchschnitt von 1950-59 dar.

Aktuell hat sich der Bestand mit immerhin 1,53 Jungtieren je Nest wieder auf das Niveau vom Zeitraum 1950-59 eingependelt, was 19,89 Jungtieren pro Jahr im Untersuchungsgebiet entspricht.

Betrachtet man den Bruterfolg gemessen an den belegten Nestern (siehe Abbildung 11) so wird deutlich, dass der mittlere Bruterfolg im Zeitraum von 1950-59 bei 3,29 Jungtieren je Nest und Jahr lag, seinen Tiefpunkt in den Neunzigern mit 1,48 Jungtieren je Nest und Jahr erreichte und aktuell wieder auf 1,98 Jungtiere je Nest und Jahr angestiegen ist. Somit ergibt sich insgesamt ein Rückgang von 40% im Bruterfolg der belegten Nester von 1950-59 bis zum heutigen Zeitpunkt. Im gleichen Zeitraum stieg allerdings die Zahl der belegten Horste von durchschnittlich 6 (1950-59) auf 9,86 (2000-06) an.

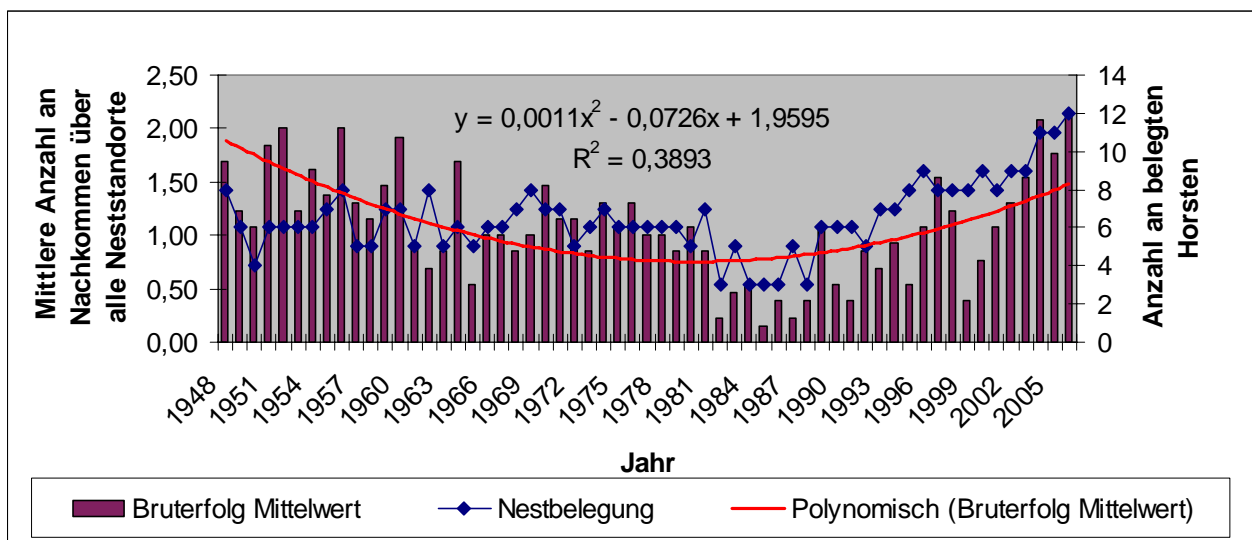


Abbildung 10: Bestandentwicklung des Weißstorchs im Donautal dargestellt als mittlere Anzahl an Nachkommen über alle Neststandorte und als Anzahl der belegten Horste im Zeitraum 1948 bis 2006.

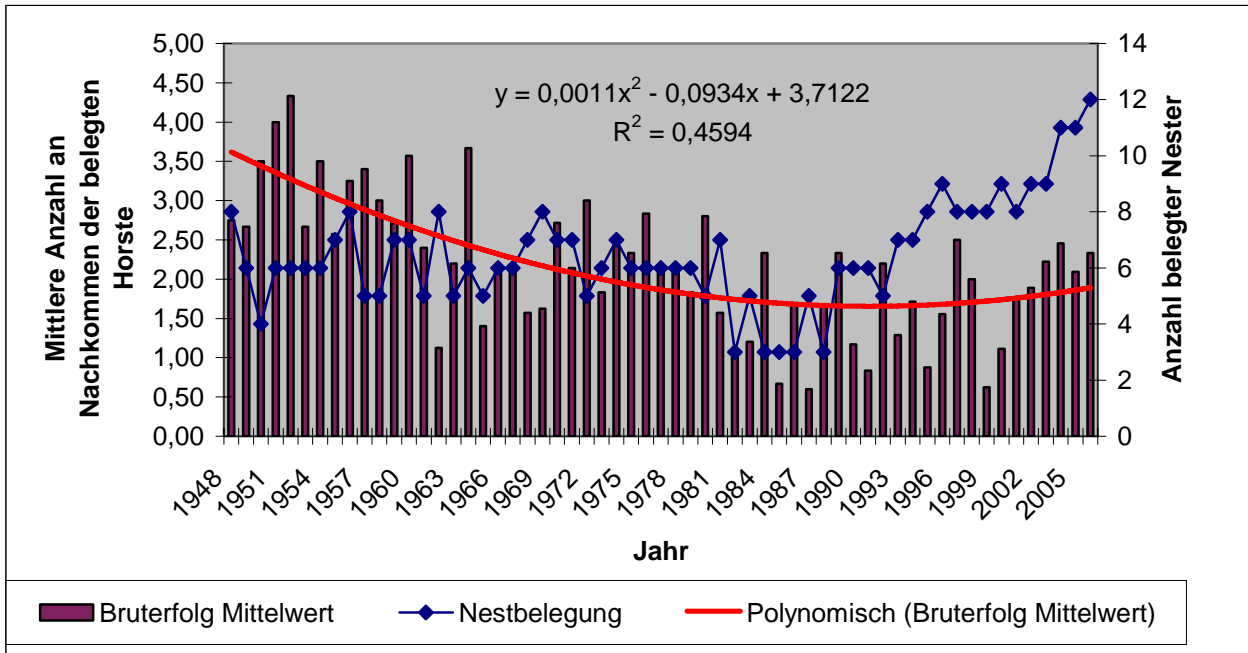


Abbildung 11: Das Diagramm zeigt den mittleren Bruterfolg der belegten Nester. Deutlich ist die Abnahme des mittleren Bruterfolgs zu erkennen. Gleichzeitig hat aber die Zahl der belegten Nester zugenommen (Y2 Abszisse).

4.2 Auswertung Mengen

4.2.1 Bestandesentwicklung

Betrachtet man die Bestandesentwicklung in Mengen (siehe Abbildung 12) so zeigt sich das der Bruterfolg bis zum Ende der Siebziger Jahre relativ konstant geblieben ist. Danach erfolgt ein 15 jähriger Einbruch in dem der Horst nicht belegt war. Erst ab Mitte der Neunziger Jahre wurde das Nest wieder zur Brut genutzt. In absoluten Zahlen ausgedrückt waren es in dem Zeitraum von 1950-59 durchschnittlich 2,8 Jungtiere pro Jahr. In dem Zeitraum von 1980-89 sank der Bruterfolg auf 0,00 Jungtiere im Jahr ab. Aktuell (2000-07) ist der durchschnittliche Bruterfolg wieder auf 1,86 Tiere angestiegen, was immerhin noch eine prozentuale Abnahme von 34 % zum Bezugszeitraum 1950-59 darstellt.

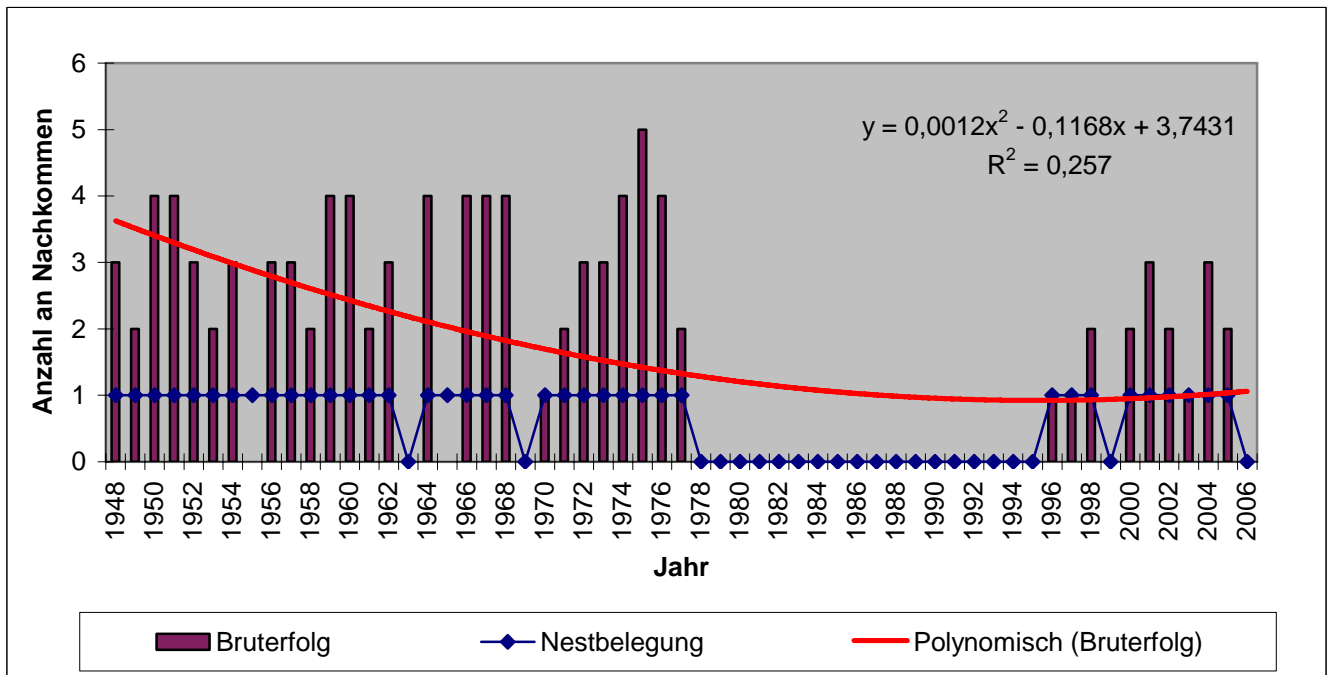


Abbildung 12: Bestandentwicklung in Mengen. Deutlich ist der schlagartige Einbruch in den Achtziger Jahren zu erkennen.

4.2.2 Lebensraumqualität

Wie die Analysen im 3km Radius um das Storchennest zeigen, hat im Untersuchten Zeitraum der Habitatstyp Grünland um 181 ha abgenommen. Im gleichen Zuge hat sich die Bebaute Fläche annähernd verdoppelt und nimmt immerhin aktuell ein Zehntel der Gesamtfläche in Anspruch (siehe Abbildung 13).

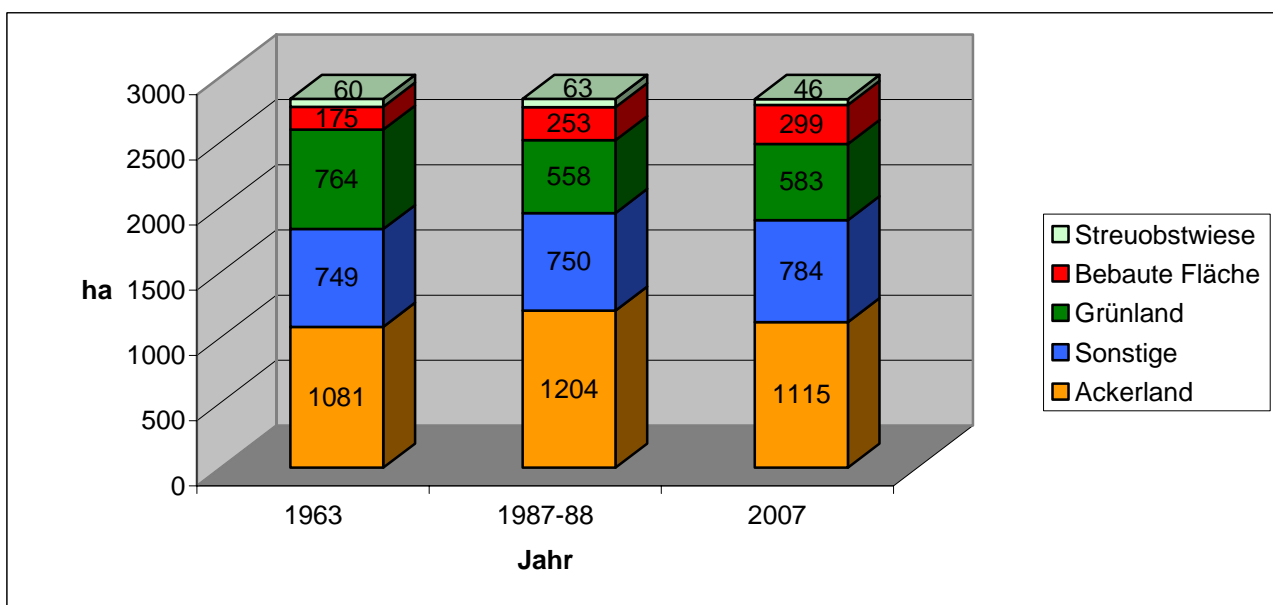


Abbildung 13: Vergleich der Flächenverteilung in Mengen. Unter Sonstige sind alle weitere Nutzungstypen zusammengefasst.

Deutlicher wird die Verschlechterung der Lebensgrundlage wenn man die Grünlandanteile im 1 km Radius um den Horst betrachtet (Abbildung 15). Im Zeitraum von 1963 bis 2007 gingen hier 54% der Flächen verloren. Ein leichter Rückgang des Grünlandes von 6% ist auch im überschwemmten Gebiet zu beobachten (siehe Abbildung 14).

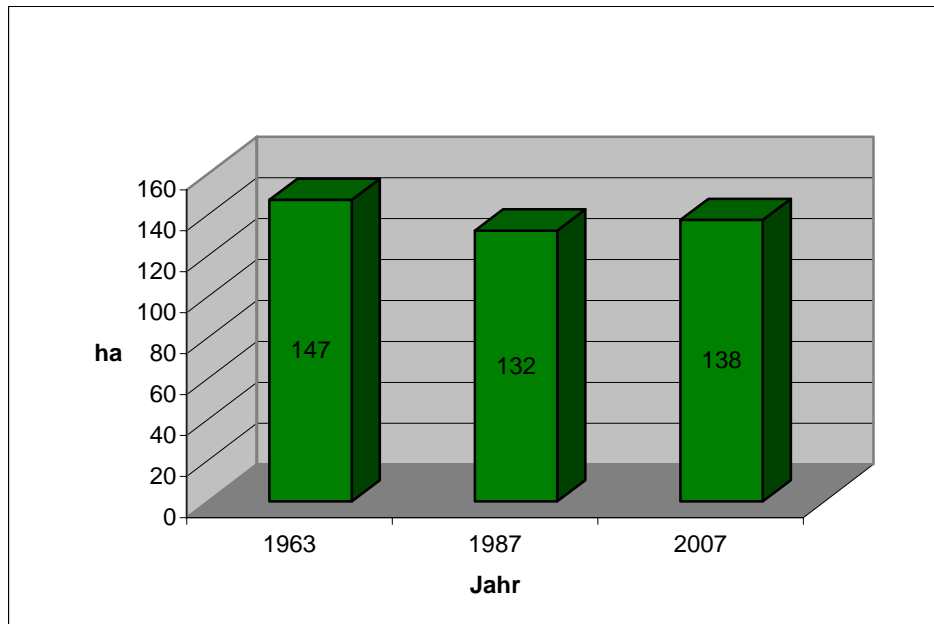


Abbildung 14: Vergleich der Grünlandanteile im überschwemmten Gebiet von Mengen.

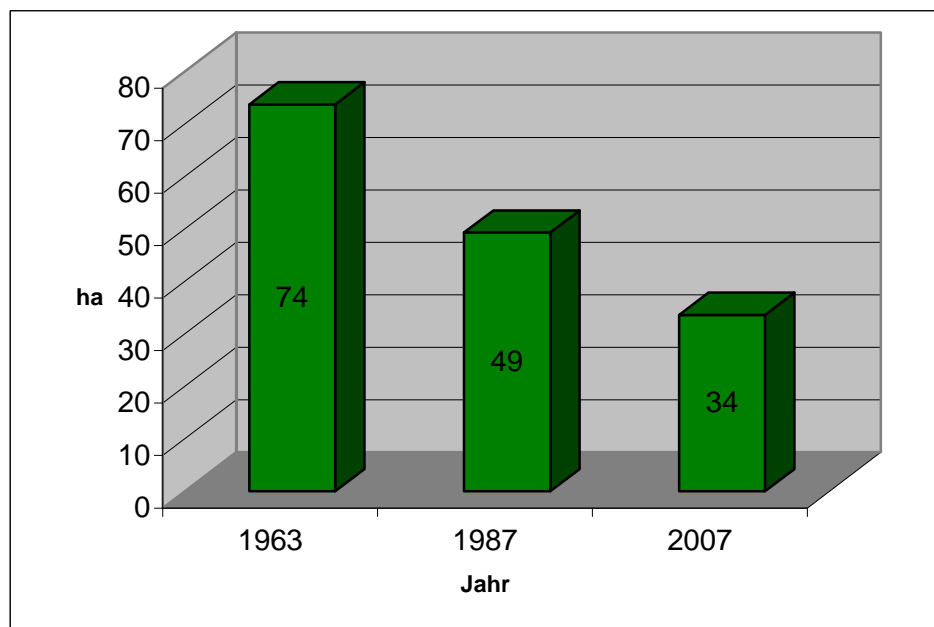


Abbildung 15: Vergleich der Grünlandanteile im 1 km Radius um das Storchennest in Mengen.

Diese negative Veränderung spiegelt sich auch in der Gesamtbewertung des Standortes wieder. Waren es 1963 noch 23241 Punkte sind es heute gerade noch 19952 Punkte (siehe Abbildung 16).

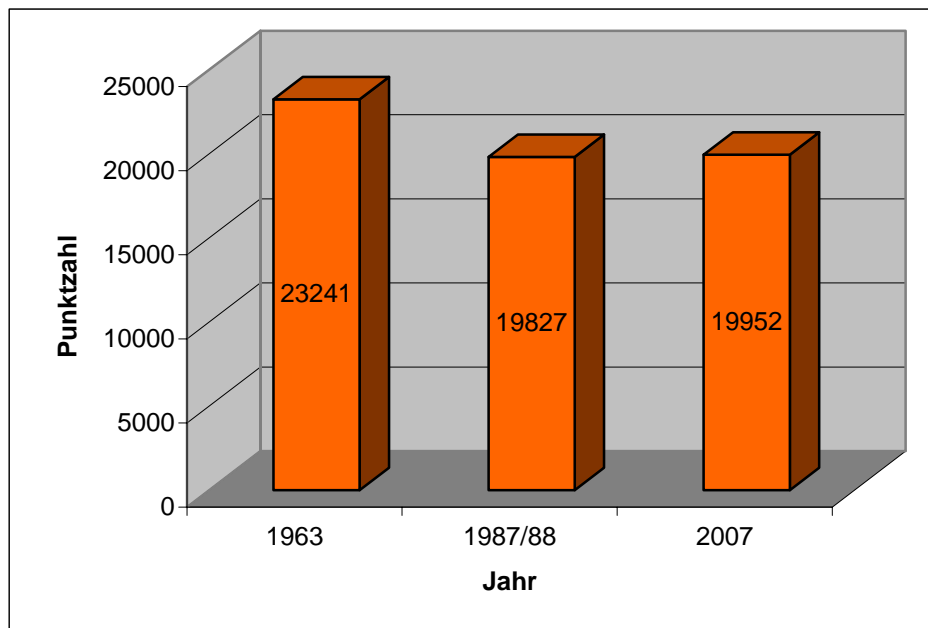


Abbildung 16: Vergleich der errechneten Gesamtpunktzahl (Lebensraumqualität) in Mengen.

4.3 Auswertung Ertingen

4.3.1 Bestandesentwicklung

Betrachtet man die Bestandesentwicklung in Ertingen (siehe Abbildung 17) so zeigt sich das der Bruterfolg von einem sehr hohen Ausgangswert der Fünfziger von durchschnittlich 3,70 Jungtieren je Jahr Anfang der Sechziger abrupt auf 0,8 Tiere je Jahr absank. Aktuell (2000-06) liegt der durchschnittliche Bruterfolg bei 1,86 Jungtieren je Jahr. Im Vergleich zu dem Zeitraum 1950-59 stellt dies immerhin noch eine Abnahme von 50% der Brutaktivität dar. Zu Beachten ist das es in der Stadt Ertingen in dem Zeitraum von 1950 bis 1962 ein weiteres Storchennest gab, bei dem sich der mittlere Bruterfolg auf 2,92 Tiere im Jahr belief. Um die Produktivität des Standortes Ertingen im Zeitraum 1950-59 richtig darzustellen sollte man die mittleren Bruterfolge der beiden Nester aufaddieren. Somit würde sich ein mittlerer Bruterfolg von 6,7 Jungtieren für den Standort Ertingen im Zeitraum 1950- 59 ergeben.

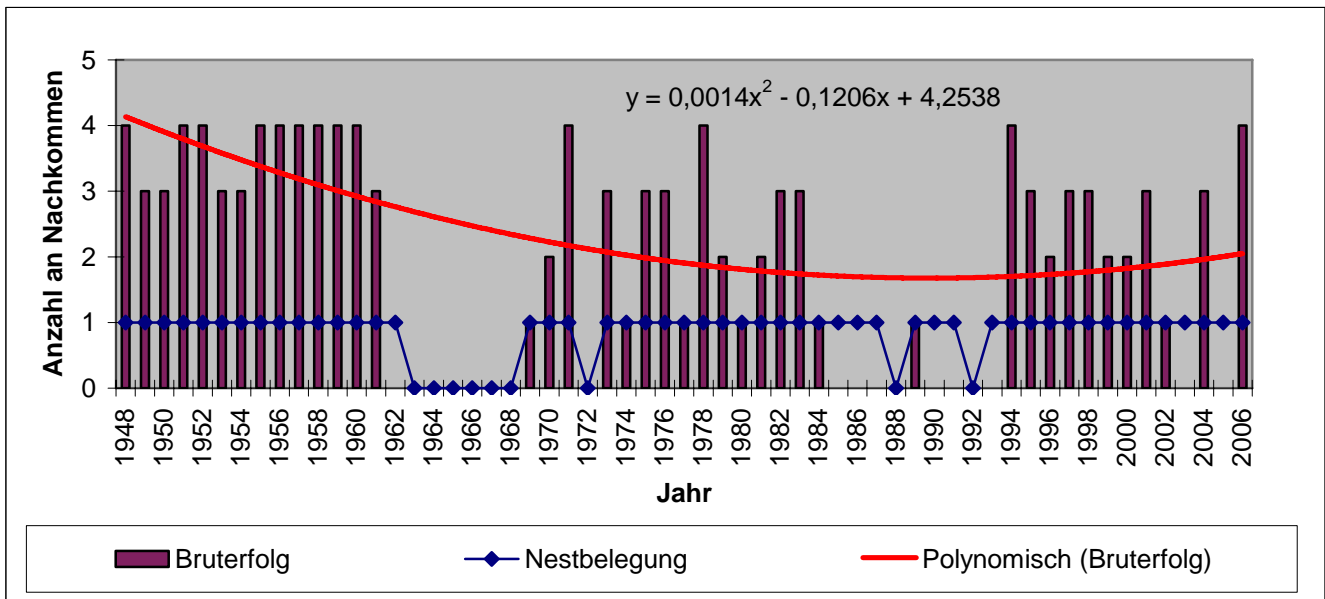


Abbildung 17: Bestandesentwicklung in Ertingen dargestellt als Anzahl der Nachkommen für den Zeitraum 1948 bis 2006.

4.3.2 Lebensraumqualität

Wie die Analysen im 3 km Radius um das Storchennest zeigen, hat im untersuchten Zeitraum der Habitatstyp Grünland um 315 ha abgenommen. Im gleichen Zeitraum hat das Ackerland um 198 ha zugenommen, des Weiteren hat sich die bebaute Fläche verdoppelt (siehe Abbildung 18).

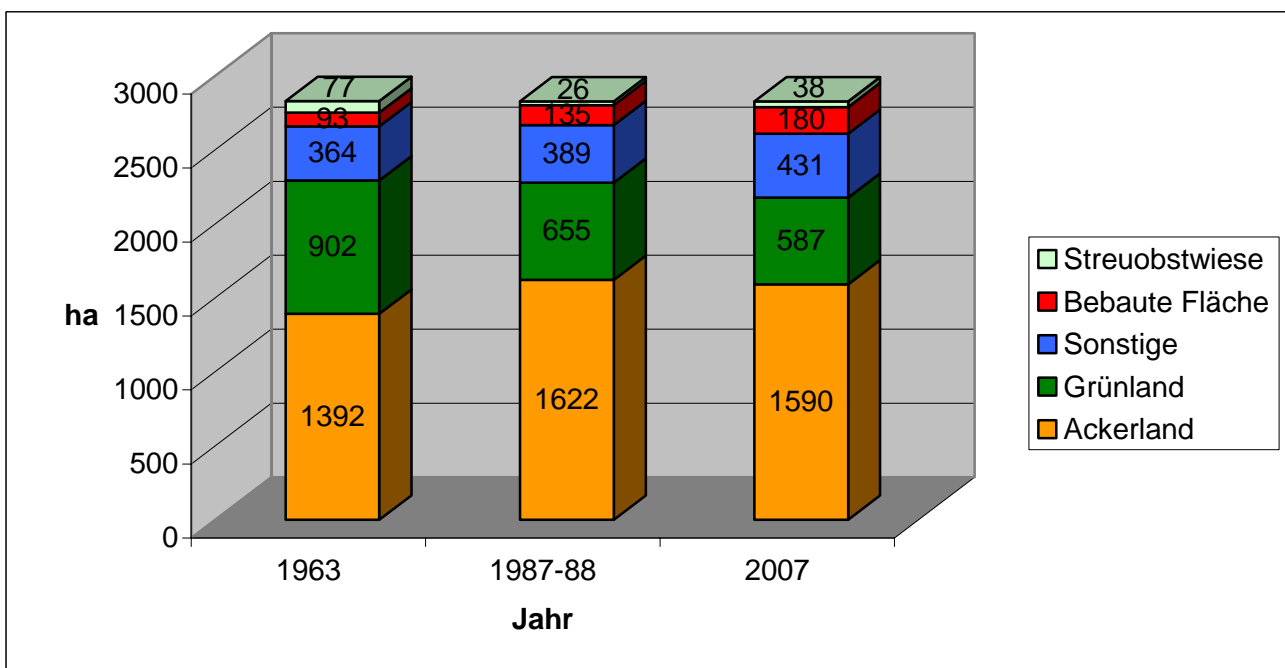


Abbildung 18: Vergleich der Flächenverteilung in Ertingen.

Betrachtet man die Grünlandveränderungen im 1 km Radius sowie im überfluteten Gebiet, so stellt sich heraus, dass 1/3 des gesamten Grünlandverlustes in diesem wichtigen Bereichen zu finden ist (siehe Abbildung 19 und 20).

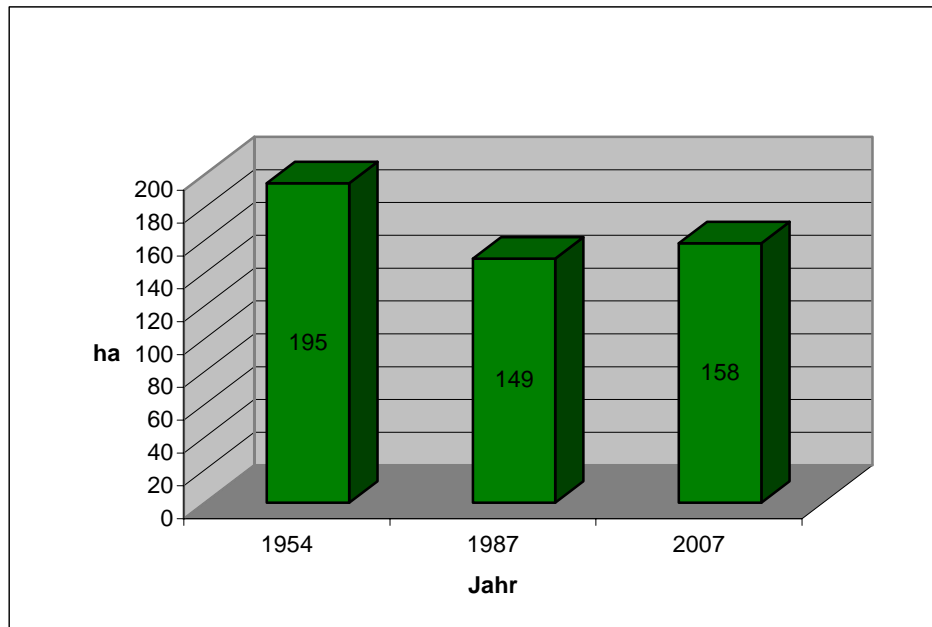


Abbildung 19: Vergleich der Grünlandanteile im überschwemmten Gebiet von Ertingen.

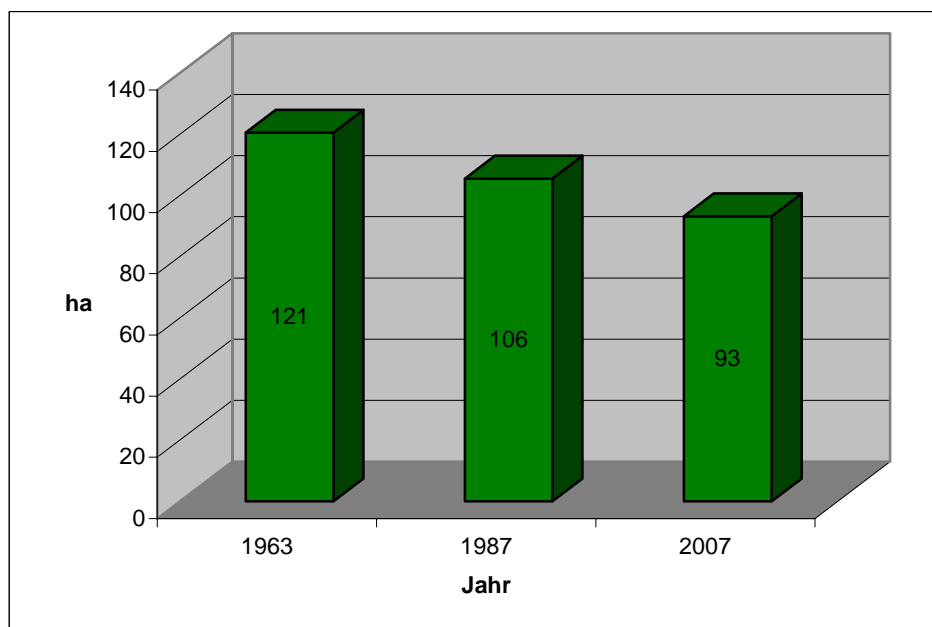


Abbildung 20: Vergleich der Grünlandanteile im 1 km Radius um das Storchennest in Ertingen.

Der große Verlust von 315 ha Grünland und die Abnahme der Grünflächen in den aufgewerteten Gebieten zeigen sich auch in der Gesamtbewertung von Ertingen mit einem Verlust von 4523 Punkten (siehe Abbildung 21).

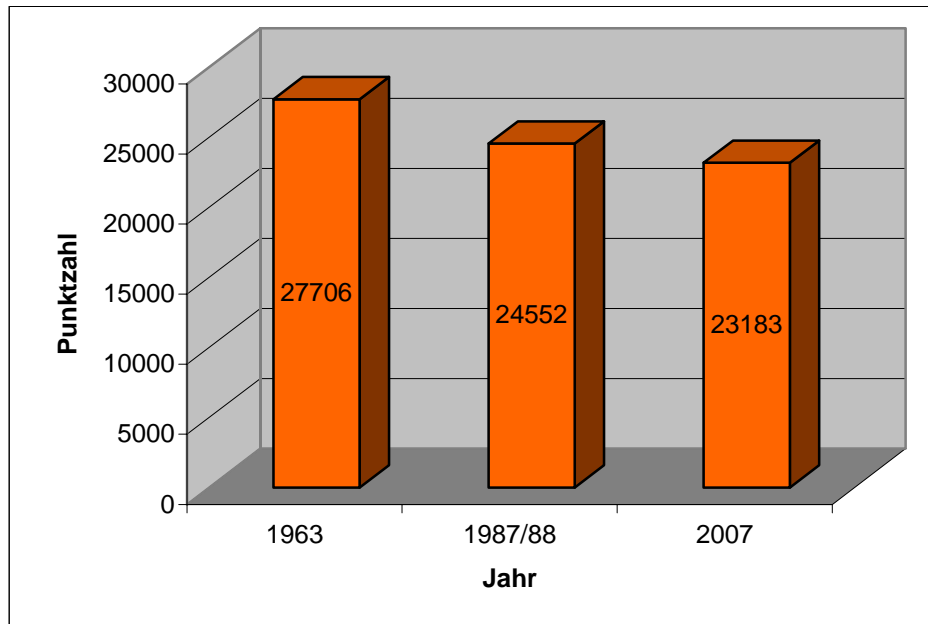


Abbildung 21: Vergleich der errechneten Gesamtbewertung (Lebensraumqualität) in Ertingen.

4.4 Auswertung Munderkingen

4.4.1 Bestandesentwicklung

Betrachtet man das Nest in Munderkingen, so kann man einen gegenteiligen Trend im Bruterfolg erkennen (siehe Abbildung 22). Im Zeitraum von 1950-59 lag der mittlere Bruterfolg gerade einmal bei 0,70 Jungtieren pro Jahr. Innerhalb des nächsten Jahrzehnts stieg er auf 2,10 Tiere pro Jahr an, um in den Folgejahren wieder abzusinken. Aktuell liegt die jährliche Zahl an Nachkommen bei 2,29, was einen prozentualen Anstieg von 52% im Bezug zum Zeitraum 1950-59 darstellt.

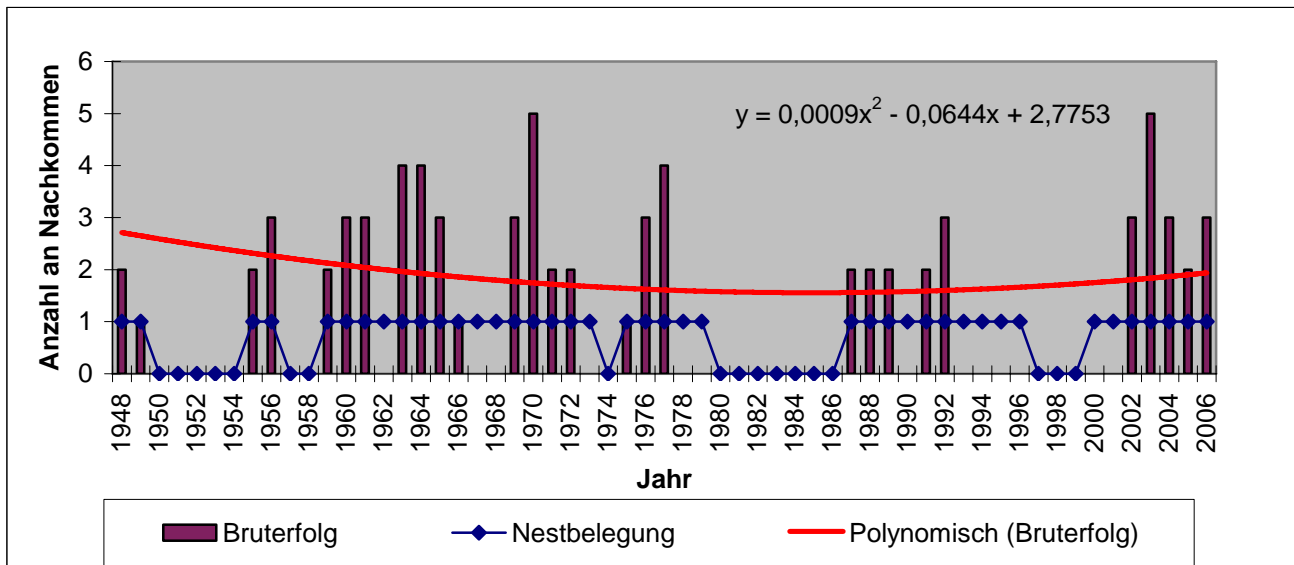


Abbildung 22: Bestandentwicklung in Munderkingen dargestellt als Anzahl der Nachkommen für den Zeitraum 1948 bis 2006. Auffallend ist die häufige Nestbelegung, ohne dass erfolgreich gebrütet wird.

4.4.2 Lebensraumqualität

Die Untersuchung des Lebensraumes im 3 km Radius ergaben eine deutliche Abnahme des Grünlandes um 283 ha, außerdem gab es auch einen Verlust im Bereich der Streuobstwiesen von 83 ha, was einen Verlust von 51% der ehemaligen Streuobstwiesen darstellt. Im Gegenzug zu diesen Flächenverlusten im Bereich Grünland und Streuobstwiesen nahm die bebauten Fläche um 158 ha zu, was einer Verdreifachung der ursprünglich bebauten Fläche entspricht (siehe Abbildung 23).

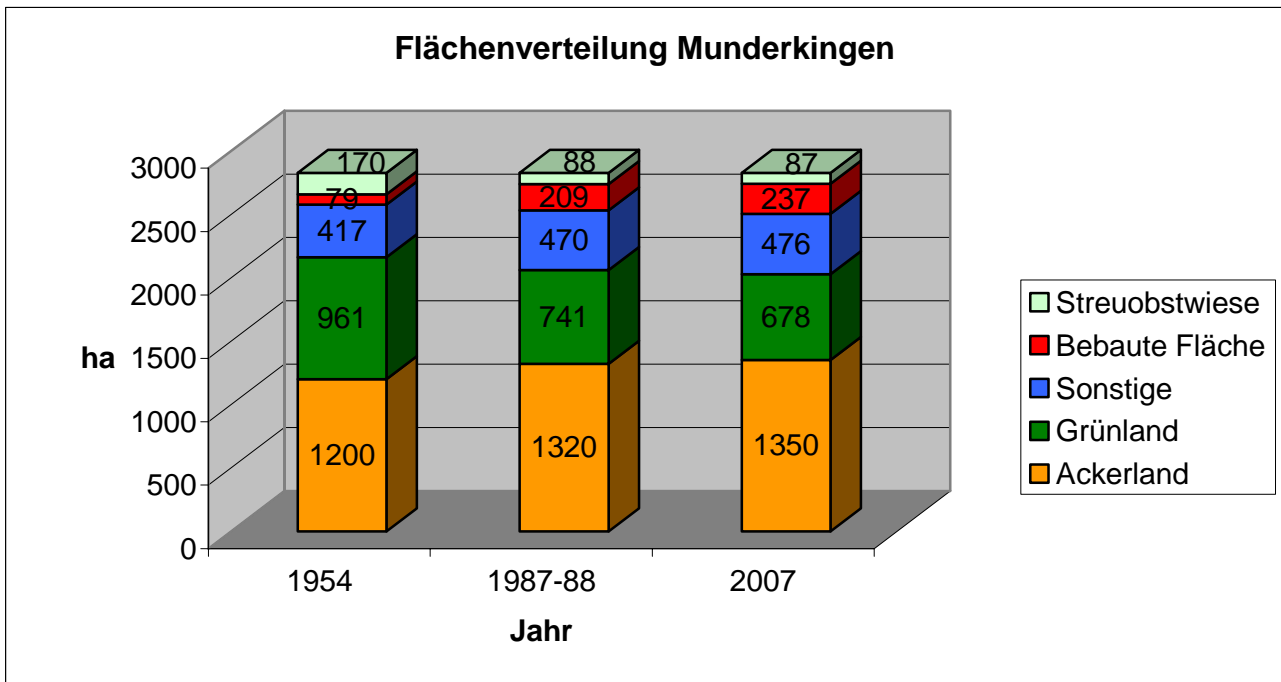


Abbildung 23: Vergleich der Flächenverteilung in Munderkingen.

Wie Abbildung 25 zeigt, sind die Grünlandanteile im 1 km Radius um 34 ha (33%) zurückgegangen. Einen ähnlichen Trend zeigt auch die Entwicklung in den überfluteten Bereichen, hier nahm das Grünland um 83 ha (27%) ab (siehe Abbildung 24).

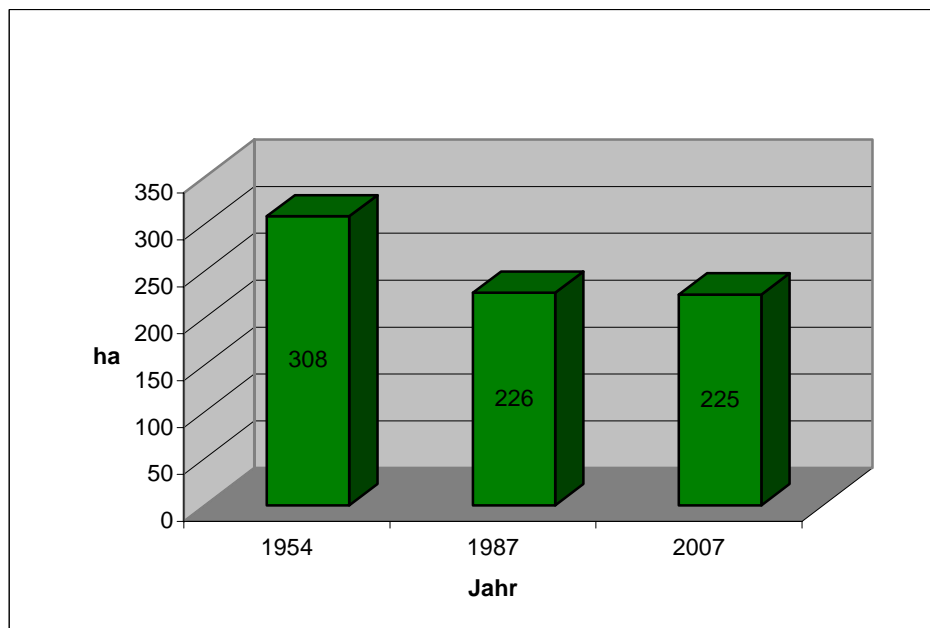


Abbildung 24: Vergleich der Grünlandanteile im überschwemmten Gebiet von Munderkingen.

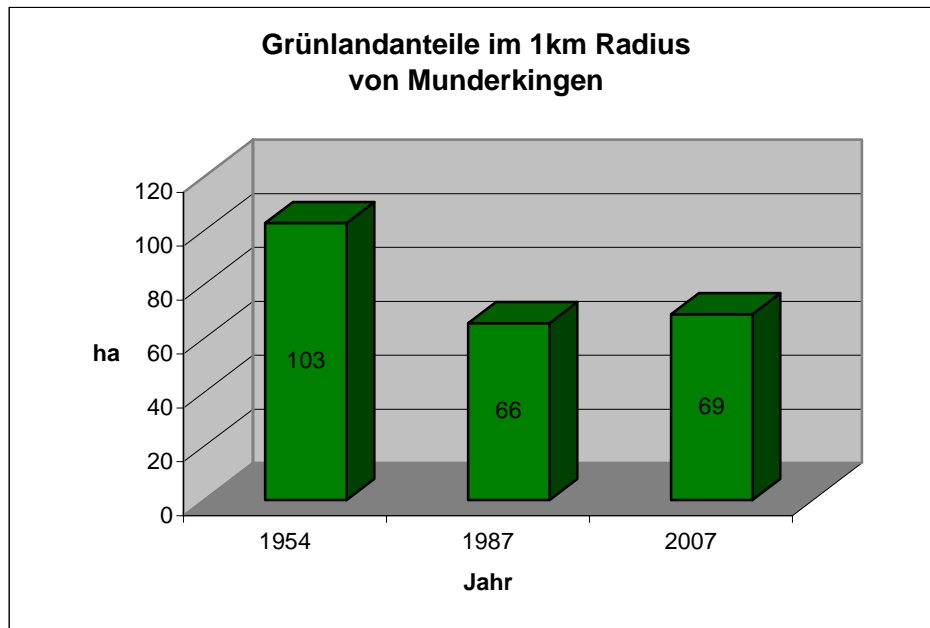


Abbildung 25: Vergleich der Grünlandanteile im 1 km Radius um das Storchennest in Munderkingen.

Trotz der gravierenden Abnahmen in den zwei bevorzugten Gebieten scheint die Lebensraumqualität im 3 km Radius noch relativ gut zu sein. Da zum jetzigen Zeitpunkt 678 ha Grünland und davon immer noch 225 ha im überschwemmten Bereich vorhanden sind. Diese Tatsache drückt sich auch in der hohen Punktzahl der Gesamtbewertung aus (siehe Abbildung 26).

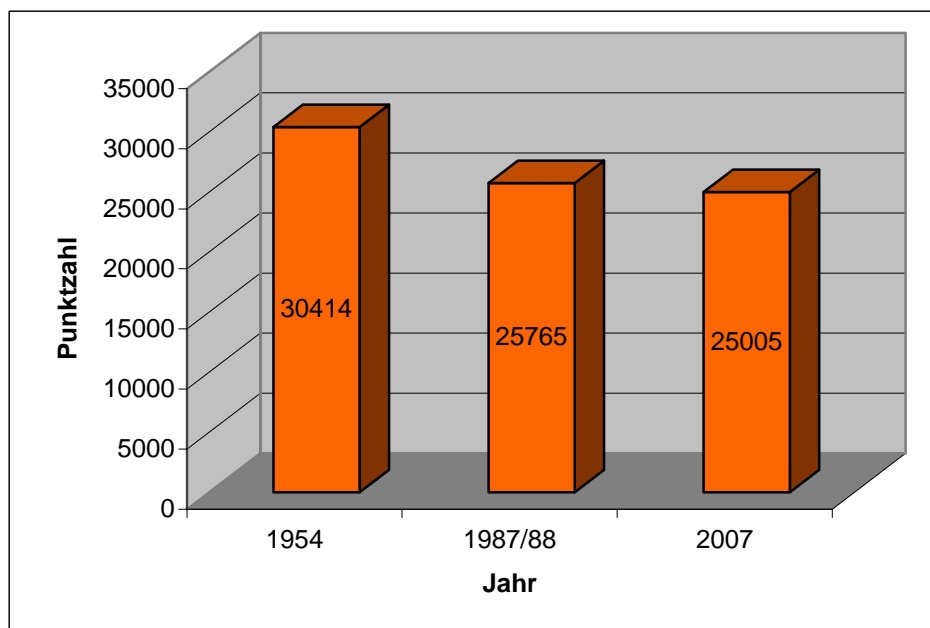


Abbildung 26: Vergleich der errechneten Gesamtbewertung (Lebensraumqualität) in Munderkingen.

5. Diskussion

Zu Beginn muss darauf hingewiesen werden, dass es im gesamten oberen Donautal in den Achtziger Jahren einen starken Rückgang im Bruterfolg gab. Dieser Einbruch ist unserer Meinung nach nicht durch den Verlust an Lebensraum im Brutgebiet zu erklären. Die Ursachen hierfür können vielfältig sein.

In Frage kommen unter anderem Lebensraumzerstörung im Überwinterungsgebiet, starker Biozideinsatz im Überwinterungsgebiet, erhöhter Abschuss im Überwinterungsgebiet und auf dem Vogelzug, Verlust von Rastbiotopen zwischen Brut- und Überwinterungsgebieten, zunehmende Verdrahtung der Landschaft, Klimaereignisse.

Vergleicht man die mittlere Gesamtpunktzahl (Lebensraumqualität) mit dem mittleren Reproduktionserfolg der einzelnen Nester so muss festgestellt werden, dass die Grundannahme auf der diese Arbeit basiert, nämlich dass ein Nest mit einem hohen Bruterfolg gleichzeitig auch über eine höhere Lebensraumqualität verfügt nicht hinreichend bewiesen ist (siehe Abbildung 27). Die Nester in Ertingen und Mengen bestätigen zwar diese Annahme, werden aber durch die geringe Reproduktionsrate die das Nest in Munderkingen aufweist in Frage gestellt.

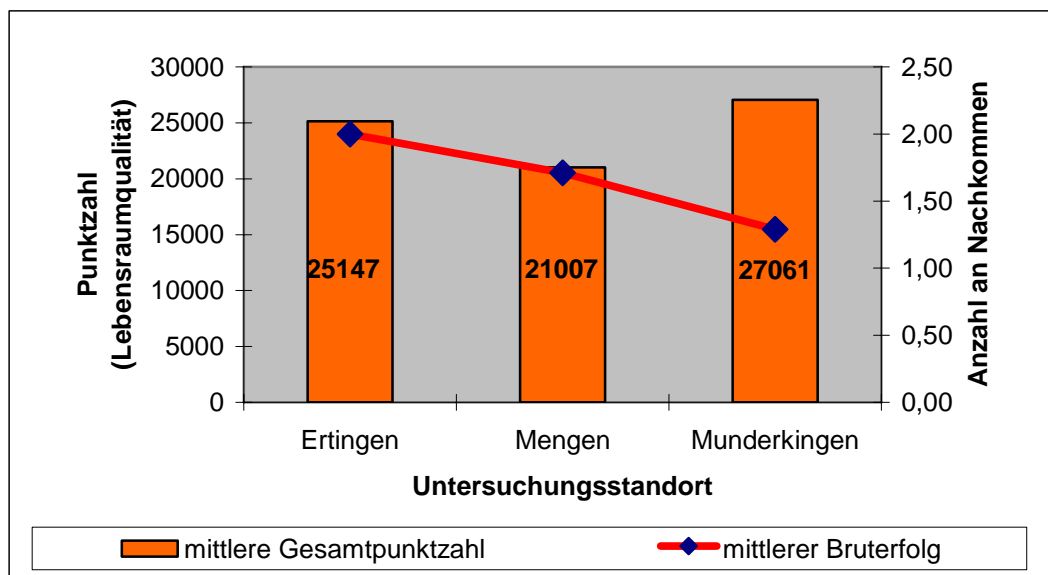


Abbildung 27: Eine mögliche Abhängigkeit zwischen Lebensraumqualität und der Höhe des Bruterfolges wird nicht durch einen Vergleich der Nester untereinander hinreichend bestätigt

Das die Veränderung des Lebensraums sich überhaupt auf den Bruterfolg auswirkt wird deutlich wenn man die mittlere Gesamtbewertung mit dem mittleren Bruterfolg aller drei Nester vergleicht (siehe Abbildung 28). In dem Zeitraum von 1950 bis Heute hat dabei die Lebensraumqualität um 16,25 % abgenommen. Parallel dazu verhält sich auch der mittlere Bruterfolg der drei Nester mit einem Rückgang von 17%.

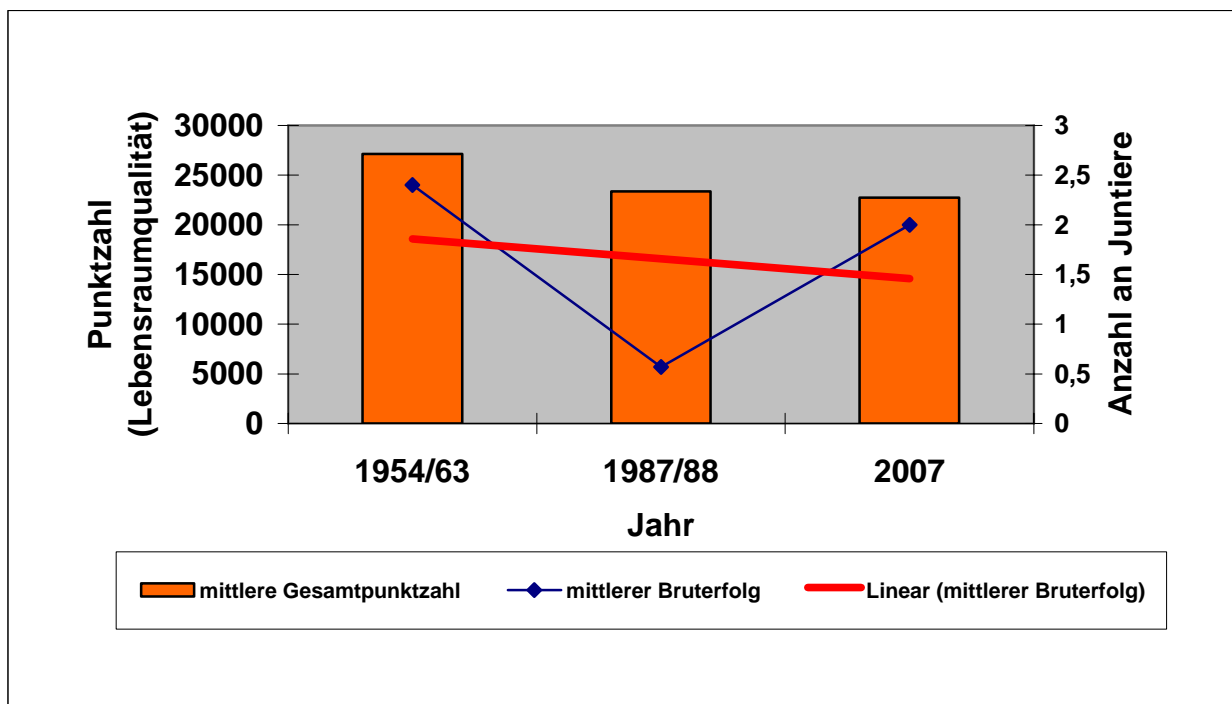


Abbildung 28: Abhängigkeit zwischen Lebensraumqualität und Bruterfolg

Vergleicht man die Lebensraumqualitäten im Jahr 2007 siehe Tabelle 4 mit dem Mittelwert des Bruterfolges aus dem Zeitraum 2000- 06 so bestätigt sich dieser Zusammenhang von Lebensraumgüte und Bruterfolg. Diese Abhängigkeit spiegelt sich auch in dem Vergleich der Gesamtbewertung zum Zeitpunkt 1954/63 in den Nestern Mengen und Ertingen wieder.

Des Weiteren ist dieser Zusammenhang auch innerhalb der Nester Mengen und Ertingen zu erkennen.

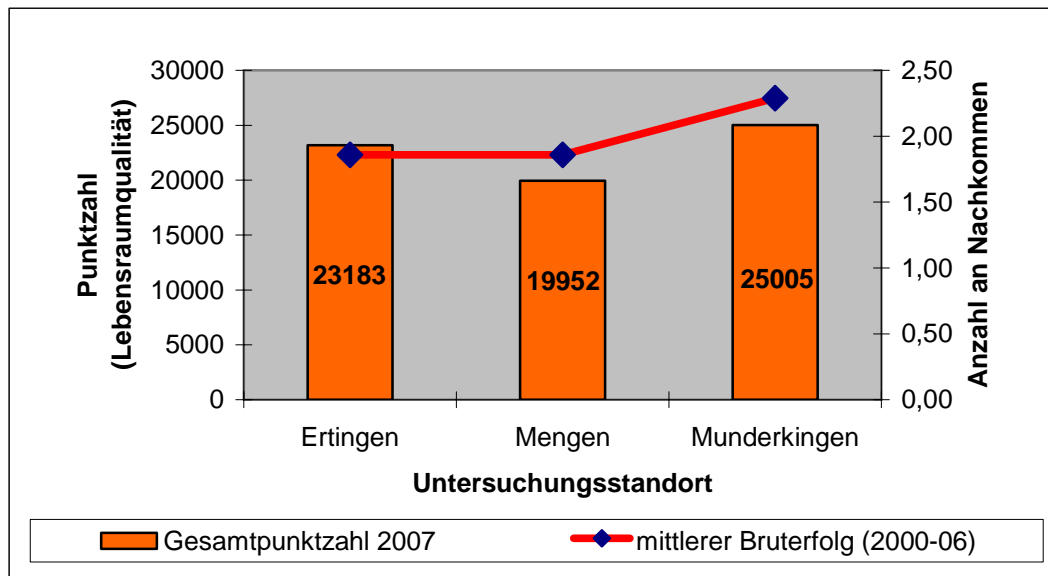


Abbildung 29: Abhängigkeit zwischen Lebensraumgüte und Bruterfolg

Standort	Punktzahl Gesamtbewertung 1954/63	Mittlerer Bruterfolg 1950-63	Punktzahl Gesamtbewertung 2007	Mittlerer Bruterfolg 2000-06
Mengen	23241	2,64	19952	1,86
Ertingen	27706	3,14	23183	1,86
Munderkingen	30414	1,21	25005	2,29

Tabelle 4 Abhängigkeit zwischen Lebensraumqualität (als Gesamtpunktzahl dargestellt) und dem Bruterfolg für die Untersuchungsjahre 1954/63 und 2007.

Wenn man jedoch die Werte aus den Fünzigern in Munderkingen hinzuzieht, wird auch hier deutlich dass es neben der Lebensraumgüte noch weitere gravierende Einflussfaktoren gibt.

Betrachtet man die Größe der Grünlandflächen über alle drei Nester (Mittelwert 616 ha) hinweg, so wird Augenscheinlich das die geforderte Fläche von 200ha im 3 km Radius erfreulicher Weise deutlich überschritten wird.

Allerdings muss darauf hingewiesen werden dass nicht die gesamte Fläche der durchschnittlich 616 ha Grünland von entsprechender Qualität ist.

Unserer Meinung nach erfüllen die Grünlandanteile in den Überschwemmten Gebieten eher die geforderte Qualität. So relativieren sich die zunächst überproportional groß wirkenden Grünlandflächen wieder. Hinzu kommt das sich die Störche in Munderkingen ihren Lebensraum zumindest teilweise mit einem weiteren Storchpaar aus Emerkingen teilen müssen, da sich hier die drei Kilometerradien überschneiden. Das gleiche gilt auch für das Nest in Mengen.

Betrachtet man die Bestandesentwicklung im Donautal anhand der Jungtiere pro belegtem Nest so fällt auf das der durchschnittliche Bruterfolg je belegtem Nest um 40 % gesunken ist. Im Gegenzug ist die Anzahl an belegten Nestern im gleichen Zeitraum um 64 % gestiegen. Daraus resultiert auch die gleich bleibende Reproduktionsrate. Warum allerdings früher die Zahl der belegten Horste geringer ausgefallen ist, obwohl die Lebensgrundlage gleich oder besser war, kann hier nicht abschließend geklärt werden.

Die drei von uns näher untersuchten Nester zeigen hinsichtlich der Bestandesentwicklung eine rückläufige Entwicklung von 17 % zu dem Zeitraum 1950 bis 59. Allerdings ist die Entwicklung nur in den Nestern Mengen (-34 %) und Ertingen (-50 %) rückläufig. In Munderkingen hingegen gibt es aktuell eine Zunahme von 54 %. Diese hohe Prozentuale Zunahme ergibt sich aus den unerklärlich geringen Bruterfolgen der vorherigen Jahrzehnte (siehe auch Tabelle 4).

Abschließend muss gesagt werden, dass die Ergebnisse auf einer zu geringen Stichprobenanzahl basieren, und somit keine statistisch abgesicherten Aussagen zulassen. Trotzdem sind wir der Überzeugung, dass sich eine Verschlechterung der Lebensraumqualität negativ auf die Bestandesentwicklung auswirkt. Diese Aussage sollte in weitem arbeiten untersucht werden.

6. Ausblick

Um genauere Aussagen über den Lebensraum treffen zu können, sollte ursprünglich als weiteres Bewertungskriterium noch die Flächen im 3 km Radius um die Nester analysiert werden, die vom Storchennest aus eingesehen werden können. Wie schon im Abschnitt 2.3 Lebensraum beschrieben, ist der Blickkontakt zum Horst besonders in den ersten Wochen sehr wichtig um die Jungtiere vor Gefahren zu schützen.

Da für eine solche Analyse sehr genaue digitale Oberflächen- und Geländemodelle benötigt werden und diese nicht im Regierungspräsidium Tübingen für die gesamte Flächenausdehnung vorlagen, konnte dieser wichtige Teil der Arbeit leider nicht durchgeführt werden. Lediglich für das Flussdelta im Bereich von Munderkingen gab es ein digitales Geländemodell. Anhand dieses wurde die Sichtbarkeitsanalyse exemplarisch durchgeführt. Die Option die noch fehlenden Teile vom Landesvermessungsamt BW zu kaufen, musste auf Grund der Flächengröße von 84,81 km² und des sehr hohen Entgelts von ca. 60 €/je km² verworfen werden.

Die nun folgenden Arbeitsschritte zeigen die Vorgehensweise zur Errechnung der Sichtbaren Flächen.

Als Software wurde hier auf das ESRI Produkt Arc Gis 9.1 mit der Erweiterung 3D Analyst zurückgegriffen. Die Erweiterung enthält neben Werkzeugen zur dreidimensionalen Visualisierung, Analyse und Oberflächendarstellung räumlicher Daten auch ArcScene. Diese Anwendung erweitert ArcCatalog und ArcMap und ermöglicht eine effektivere Verwaltung von 3D-GIS-Daten, die Durchführung von 3D-Analysen, die Bearbeitung von 3D-Features und die Erstellung von Layern mit 3D-Darstellungseigenschaften.

Bei der eigentlichen Sichtbarkeitsanalyse wird die Sichtbarkeit von einem Beobachterstandpunkt (in diesem Fall das Storchennest) aus in alle Richtungen ermittelt. Im Umkehrschluss muss der Standpunkt ebenfalls von diesen Flächen sichtbar sein.

Da nur die Flächen im 3 km Radius entscheidend sind wurde das GRID zunächst mit dem Toolset „Spatial Analyst“, „Extraction“, „Extract by Mask“, der Flächengröße des Untersuchungsgebietes angepasst. Anschließend wurde dem „Table of Contents“ neben dem neu erzeugten GRID „DGM_Munderkingen“ noch das Storchennest als Punkt-shape hinzugefügt. Da das Nest bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Information über seine Höhe über NN. hat musste es erst auf die Oberfläche des DGM_Munderkingen GRID's „angehoben“ werden. Dies geschieht in den Layer Properties des Storchennests unter der Registerkarte „Base Heights“. Unter Height aktiviert man „Obtain heights for layer from surface“ und wählt dort das GRID DGM_Munderkingen.

Neben der Höhe über NN. ist vor allem die Höhe des Betrachters ausschlaggebend über die einsehbaren Flächen. Die Betrachterhöhe setzte sich in unserem Fall aus der Gebäudehöhe + der Höhe des Storchennestes und der Augenhöhe des Storches zusammen. Für das Nest in Munderkingen ergab sich so eine Höhe von ca. 2600 cm (diese Maßeinheit musste gewählt werden da sie der Skalierung des GRIDS entsprach und dieses nicht auf Meter umgerechnet werden konnte), die in der Attributtabelle in ein zuvor neu angelegtes Feld mit dem Namen „OFFSETA“ eingetragen wurde.

Nach diesem Schritt erfolgte die eigentliche Sichtbarkeitsanalyse mit Hilfe des Toolset „Spatial Analyst“, „Surface Analyst“, „Viewshed“. Bei dem Output handelt es sich um ein Raster, dessen Zellen den Wert sichtbar oder nicht sichtbar angenommen haben. Da uns nur die sichtbaren Bereiche interessierten, haben wir die sichtbaren Bereiche mit Hilfe von „Select by Attribut“ herausgefiltert und über Export als eigenes Raster abgespeichert.

Um die Flächen im sichtbaren Bereich wieder aufwerten zu können, musste aus dem Raster „sichtbar“ zunächst ein Vektorformat erstellt werden. Dieser Vorgang wurde mit Hilfe des Toolset „Conversions Tools“, „From Raster“, Raster to Polygon durchgeführt. Mit Hilfe des Outputs konnten dann die beiden schon bekannten Tools Clip und Erase benutzt werden um die Habitate im sichtbaren Bereich auszuschneiden bzw. rauszulöschen, aufzuwerten und dann wieder mit Union zu vereinen. In Abbildung Nr. 28 sind die geklippten sichtbaren Habitate mit einer 0,1-fachen Überhöhung dargestellt.

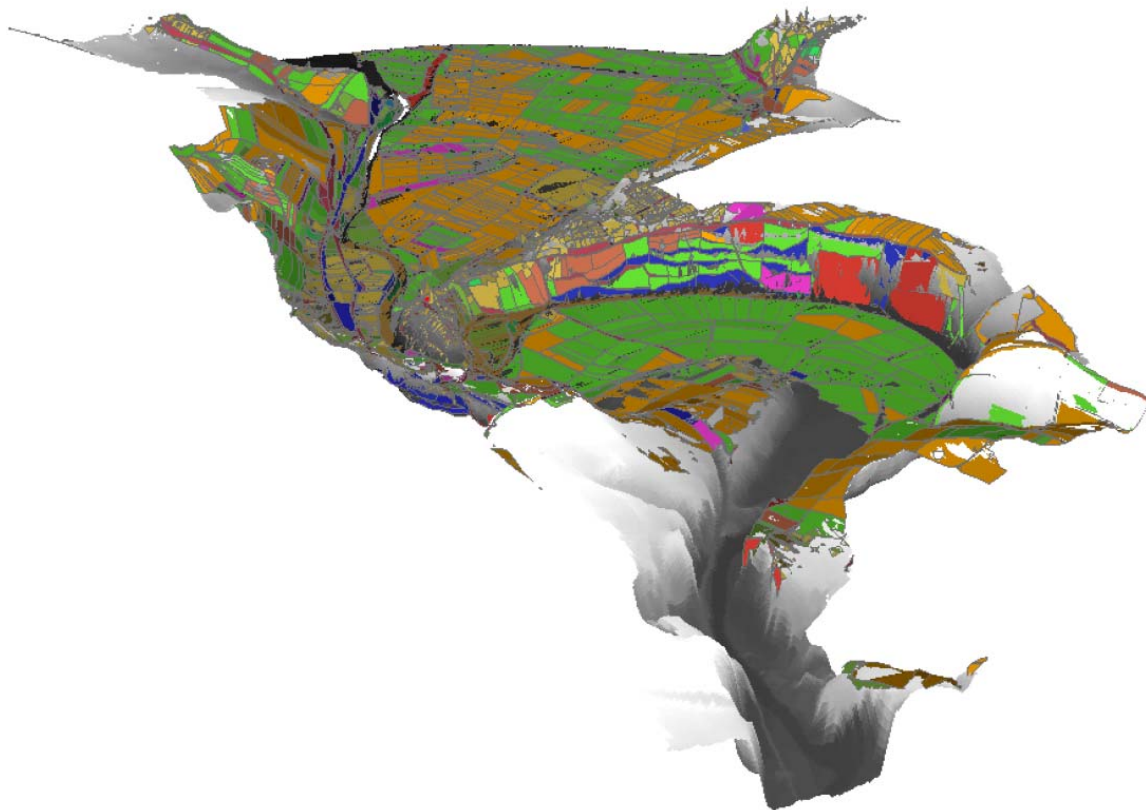


Abbildung 30: 3D Model der vom Storchennest in Munderkingen aus einsehbaren Flächen.

7. Quellenangabe

Bill, R., Zehner, M.L., (2001), Lexikon der Geoinformatik.

Booth, B., (2000), Using ArcGIS 3D Analyst

Briemle, G., Fink, C., (1993), Biotope erkennen, bestimmen, schützen.

Coors, V., Zipf (Hrsg.), (2005), 3D-Geoinformationssysteme, Grundlagen und Anwendungen.

Creutz, G., (1987), Der Weiss-Storch.

Dierschke, H., Briemle, G. (2002), Kulturgrasland, Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht.

Freiwald, N., Göbel, R., Jany, R.,(2005), Heft 17, Modellierung und Analyse dreidimensionaler Geoobjekte mit GIS und CAD

Hölzinger, J., (1987), Die Vögel Baden-Württembergs, Gefährdung und Schutz, Teil 1: Artenschutzprogramm BW, Grundlagen Biotopschutz.

Hölzinger, J., (1987), Die Vögel Baden-Württembergs, Gefährdung und Schutz, Teil 2: Artenschutzprogramm BW, S. 790 - S .808.

Kaule, G.,(1986), Arten und Biotopschutz.

Liebig, W., Mumenthey, R.D., (2005), ArcGIS-ArcView 9, Band 1: ArcGIS-Grundlagen.

Liebig, W., Mumenthey, R.D., (2005), ArcGIS-ArcView 9, Band 2: ArcGIS-Analysen.

Mell, R.(2004), Der Storch.

Müller T., (2003), Blumenwiesen, Eine Handreichung für Naturfreunde und Wanderer.

Pott, R., (1996), Biotoptypen, Schützenswerte Lebensräume Deutschlands und angrenzender Regionen.

Schriftenreihe: Biotope in Baden-Württemberg, (2001), Moore, Sümpfe, Röhrichte und Riede.

Schriftenreihe: Biotope in Baden-Württemberg, (2001), Streuwiesen und Nasswiesen.

Schriftenreihe: Biotope in Baden-Württemberg, (2001), Verlandungsbereiche stehender Gewässer, Hüllen und Tümpel.

Schulz, H.,(1988), Weißstorchzug, Ökologie, Gefährdung und Schutz des Weißstorchs in Afrika und Nahost.

van Elsen,T., Götz, D. (2000), Naturschutz praktisch, Ein Handbuch für den ökologischen Landbau.

8. Anhang

Die Tabelle zeigt die Bruterfolge im Donautal.

Jahr	Scheer	Mengen	Ehingen	Emerkingen	Munderkingen	Obermachtal	Zwiefaltendorf	Unlingen	Riedlingen	Ertingen_B	Ertingen_A	Beizkofen	Herbertingen	Summe Bruterfolge [Stück]	Belegte Horste [Anzahl]	Mittelwert belegte Nester
1948		3		3	2	2		2	2		4		4	22	8	2,75
1949		2		4	1				2		3		4	16	6	2,67
1950		4								3	3		4	14	4	3,50
1951		4		5					3	4	4		4	24	6	4,00
1952		3		5					5	5	4		4	26	6	4,33
1953		2		5					4	2	3		0	16	6	2,67
1954		3		5					3	4	3		3	21	6	3,50
1955		0		4	2				2	3	4		3	18	7	2,57
1956		3		4	3		2		3	3	4		4	26	8	3,25
1957		3		4					5	1	4			17	5	3,40
1958		2		4					2	3	4			15	5	3,00
1959		4		4	2		0		3	2	4			19	7	2,71
1960		4		4	3				4	4	4		2	25	7	3,57
1961		2			3				2	2	3			12	5	2,40
1962		3		3	0		0		1	2	0		0	9	8	1,13
1963		0			4		0		5				2	11	5	2,20
1964		4		4	4		5	4	1					22	6	3,67
1965		0			3			2	0				2	7	5	1,40
1966		4			1		2	1	2				3	13	6	2,17
1967		4		3	0		3		1				2	13	6	2,17
1968		4		1	0		3	0	3				0	11	7	1,57
1969		0		0	3		3	2	0		1		4	13	8	1,63
1970		1			5		4	3	4		2		0	19	7	2,71
1971		2			2		0	3	0		4		4	15	7	2,14
1972		3			2		2	4	4					15	5	3,00
1973		3			0		2	3	0				3	11	6	1,83
1974		4			0		4	0	4		1		4	17	7	2,43
1975		5			1		0	3	3				2	14	6	2,33
1976		4			3		2		4		3		1	17	6	2,83
1977		2			4		3		0		1		3	13	6	2,17
1978					0		0	3	3		4		3	13	6	2,17
1979					0		2	2	2		2		3	11	6	1,83
1980							4	3	2		1		4	14	5	2,80
1981		0	2				0	2	2		2		3	11	7	1,57
1982								0	0		3			3	3	1,00
1983							0	0	0		3		3	6	5	1,20
1984								2	4		1			7	3	2,33
1985								0	2					2	3	0,67
1986								2	3		0			5	3	1,67
1987					2			0	0			1		3	5	0,60
1988					2				1			2		5	3	1,67
1989			3		2		3		2		1	3		14	6	2,33
1990					0		1	1	3		0	2		7	6	1,17
1991					2		0	2	0		0	1		5	6	0,83
1992					3		3	2	3			0		11	5	2,20
1993			0		0		0	3	3		0	3		9	7	1,29
1994			0	3	0			4	1		4	0		12	7	1,71
1995				1	0		0	1	0		3	2	0	7	8	0,88
1996		1		0	0		1	3	3		2	1	3	14	9	1,56
1997		1		1			2	4	3		3	3	3	20	8	2,50
1998		2		3			0	3	0		3	3	2	16	8	2,00
1999	2	0		0			0	0	0		2	1	0	5	8	0,63
2000	2	2		1	0		2	0	0		2	1	0	10	9	1,11
2001	2	3		1	0			3	1		3	1		14	8	1,75
2002	0	2		2	3			4	0		3	1	2	17	9	1,89
2003	2	1		4	5			2	0		0	4	2	20	9	2,22
2004	2	3		3	3	0	3	3	0		3	4	3	27	11	2,45
2005	4	2	0	3	2		1	4	1		0	3	3	23	11	2,09
2006	3	0	3	3	3	2	2	3	0		4	3	2	28	12	2,33
Summe Bruterfolg [Stück]	17	99	8	87	75	4	57	82	111	38	116	41	95			
Nestbelegung [Jahre]	8	42	6	30	42	3	34	38	58	13	50	20	39			
Mittelwert belegte Jahre	2,13	2,36	1,33	2,90	1,79	1,33	1,68	2,16	1,91	2,92	2,32	2,05	2,44			
Standardabweichung	1,13	1,45	1,51	1,58	1,54	1,15	1,51	1,33	1,58	1,12	1,46	1,23	1,39			
Mittelwert über alle Jahre	0,29	1,71	0,14	1,50	1,29	0,07	0,98	1,41	1,91	0,66	2,00	0,71	1,64			

Fortsetzung der Liste Bruterfolge im Donautal.

Jahr	Mittelwert belegte Nester	Standardabweichung	Mittelwert belegt Nester 10 Jahre	Mittelwert über alle Nester	Mittelwert alle Nester ü. 10 Jahre
1948	2,75	0,89		1,69	
1949	2,67	1,21	2,71	1,23	1,46
1950	3,50	0,58		1,08	
1951	4,00	0,63		1,85	
1952	4,33	0,82		2,00	
1953	2,67	1,75		1,23	
1954	3,50	0,84		1,62	
1955	2,57	1,40		1,38	
1956	3,25	0,71		2,00	
1957	3,40	1,52		1,31	
1958	3,00	1,00		1,15	
1959	2,71	1,50	3,29	1,46	1,51
1960	3,57	0,79		1,92	
1961	2,40	0,55		0,92	
1962	1,13	1,36		0,69	
1963	2,20	2,28		0,85	
1964	3,67	1,37		1,69	
1965	1,40	1,34		0,54	
1966	2,17	1,17		1,00	
1967	2,17	1,47		1,00	
1968	1,57	1,72		0,85	
1969	1,63	1,60	2,19	1,00	1,05
1970	2,71	1,80		1,46	
1971	2,14	1,68		1,15	
1972	3,00	1,00		1,15	
1973	1,83	1,47		0,85	
1974	2,43	1,99		1,31	
1975	2,33	1,75		1,08	
1976	2,83	1,17		1,31	
1977	2,17	1,47		1,00	
1978	2,17	1,72		1,00	
1979	1,83	0,98	2,35	0,85	1,12
1980	2,80	1,30		1,08	
1981	1,57	1,13		0,85	
1982	1,00	1,73		0,23	
1983	1,20	1,64		0,46	
1984	2,33	1,53		0,54	
1985	0,67	1,15		0,15	
1986	1,67	1,53		0,38	
1987	0,60	0,89		0,23	
1988	1,67	0,58		0,38	
1989	2,33	0,82	1,58	1,08	0,54
1990	1,17	1,17		0,54	
1991	0,83	0,98		0,38	
1992	2,20	1,30		0,85	
1993	1,29	1,60		0,69	
1994	1,71	1,89		0,92	
1995	0,88	1,13		0,54	
1996	1,56	1,24		1,08	
1997	2,50	1,07		1,54	
1998	2,00	1,31		1,23	
1999	0,63	0,92	1,48	0,38	0,82
2000	1,11	0,93		0,77	
2001	1,75	1,16		1,08	
2002	1,89	1,36		1,31	
2003	2,22	1,79		1,54	
2004	2,45	1,29		2,08	
2005	2,09	1,45		1,77	
2006	2,33	1,23	1,98	2,15	1,53

Liste der Bruterfolge bei den untersuchten Nestern.

Jahr	Mengen	Munderkingen	Ertingen	Summe Bruterfolge [Stück]	Belegte Horste [Anzahl]	Mittelwert belegte Nester	Mittelwert belegte Nester über 10 Jahre	Mittelwert über alle Nester	Mittelwert alle Nester ü. 10 Jahre
1948	3	2	4	9	3	3,00		3,00	
1949	2	1	3	6	3	2,00	2,50	2,00	2,50
1950	4		3	7	2	3,50		2,33	
1951	4		4	8	2	4,00		2,67	
1952	3		4	7	2	3,50		2,33	
1953	2		3	5	2	2,50		1,67	
1954	3		3	6	2	3,00		2,00	
1955	0	2	4	6	3	2,00		2,00	
1956	3	3	4	10	3	3,33		3,33	
1957	3		4	7	2	3,50		2,33	
1958	2		4	6	2	3,00		2,00	
1959	4	2	4	10	3	3,33	3,17	3,33	2,40
1960	4	3	4	11	3	3,67		3,67	
1961	2	3	3	8	3	2,67		2,67	
1962	3	0	0	3	3	1,00		1,00	
1963	0	4		4	2	2,00		1,33	
1964	4	4		8	2	4,00		2,67	
1965	0	3		3	2	1,50		1,00	
1966	4	1		5	2	2,50		1,67	
1967	4	0		4	2	2,00		1,33	
1968	4	0		4	2	2,00		1,33	
1969	0	3	1	4	3	1,33	2,27	1,33	1,80
1970	1	5	2	8	3	2,67		2,67	
1971	2	2	4	8	3	2,67		2,67	
1972	3	2		5	2	2,50		1,67	
1973	3	0	3	6	3	2,00		2,00	
1974	4	0	1	5	3	1,67		1,67	
1975	5	1	3	9	3	3,00		3,00	
1976	4	3	3	10	3	3,33		3,33	
1977	2	4	1	7	3	2,33		2,33	
1978		0	4	4	2	2,00		1,33	
1979		0	2	2	2	1,00	2,32	0,67	2,13
1980			1	1	1	1,00		0,33	
1981	0		2	2	2	1,00		0,67	
1982			3	3	1	3,00		1,00	
1983			3	3	1	3,00		1,00	
1984			1	1	1	1,00		0,33	
1985			0	0	1	0,00		0,00	
1986			0	0	1	0,00		0,00	
1987		2	0	2	2	1,00		0,67	
1988		2		2	1	2,00		0,67	
1989		2	1	3	2	1,50	1,35	1,00	0,57
1990		0	0	0	2	0,00		0,00	
1991		2	0	2	2	1,00		0,67	
1992		3		3	1	3,00		1,00	
1993		0	0	0	2	0,00		0,00	
1994		0	4	4	2	2,00		1,33	
1995		0	3	3	2	1,50		1,00	
1996	1	0	2	3	3	1,00		1,00	
1997	1		3	4	2	2,00		1,33	
1998	2		3	5	2	2,50		1,67	
1999	0		2	2	2	1,00	1,40	0,67	0,87
2000	2	0	2	4	3	1,33		1,33	
2001	3	0	3	6	3	2,00		2,00	
2002	2	3	1	6	3	2,00		2,00	
2003	1	5	0	6	3	2,00		2,00	
2004	3	3	3	9	3	3,00		3,00	
2005	2	2	0	4	3	1,33		1,33	
2006	0	3	4	7	3	2,33	2,00	2,33	2,00
Summe Bruterfolg [Stück]	99	75	116	290	134	2,16			
Nestbelegung [Jahre]	42	42	50						
Mittelwert belegte Jahre	2,36	1,79	2,32						
Mittelwert über alle Jahre	1,71	1,29	2,00						